

ОЧЕРКИ ИСТОРИИ ИНФОРМАТИКИ В РОССИИ

Редакторы-составители Д. А. Поспелов, Я. И. Фет

Новосибирск
Научно-издательский центр ОИГГМ СО РАН
1998

ББК 32.81
095
УДК 007.621.391

Книга состоит из собрания различных материалов, относящихся к периоду зарождения кибернетики и информатики в России. В неё включены работы ведущих специалистов, в которых дается анализ путей развития кибернетического движения в нашей стране, воспоминания участников тех событий, очерки о наиболее значительных людях и научных школах того времени, переиздание ключевых статей тех лет. Публикуется ряд архивных материалов, характеризующих деятельность ведущих ученых той поры: А. И. Берга, Л. В. Канторовича, А. Н. Колмогорова, А. А. Ляпунова и других.

Книга рассчитана на научных работников и всех, кто интересуется историей отечественной науки.

Essays on the History of Computer Science in Russia. Edited by D. A. Pospelov and Ya. I. Fet. The book is a collection of various materials concerning the period of origin of computer science in Russia. Papers by leading specialists are included analyzing the ways of development of cybernetic movement in our country, as well as memoirs of the participants of those events, essays on most distinguished scientists and scientific schools, reprintings of some important papers of the '50s and '60s. A series of archive materials is published related to the activities of famous scientists of those days: A. I. Berg, L. V. Kantorovich, A. N. Kolmogorov, A. A. Lyapunov, and others.

The book is intended for scientists and for general readers interested in the history of computer science.

Supported by Russian Foundation for Basic Research (Grants Nos. 96-06-80573 and 97-06-87061).

Printed by Scientific Publishing Center of the Siberian Division of RAS.

Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 97-06-87061



Составление © Д. А. Поспелов, Я. И. Фет, 1998.

ISBN 5-7692-0101-0

От составителей

Драматическая история борьбы за кибернетику в нашей стране, завершившаяся признанием новой науки, последовавшее за этим ее бурное развитие в 60-х годах, позволившее нам выйти на передовые мировые рубежи, и последующие события в истории отечественной кибернетики и информатики заслуживают того, чтобы они стали достоянием истории науки.

Кибернетика, как считается, началась с выхода в свет книги Норберта Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине». В 1998 году можно праздновать своеобразный юбилей — 50-летие выхода этой книги и начала истории кибернетики. В этом же году можно отметить и другой юбилей — 40 лет с момента появления в 1958 году русского издания книги Винера. И, наконец, 40 лет тому назад вышла первая отечественная монография по кибернетике — «Сигнал» И. А. Полетаева.

Поэтому, как нам представляется, выход данного сборника весьма своевременен. В материалах, помещенных в нем, представлены подлинные документы той эпохи, как публиковавшиеся в печатных изданиях, так и хранившиеся все эти долгие годы в архивах участников тех событий. Воспоминания ряда авторов воскрешают атмосферу тех лет и рисуют облик выдающихся ученых того времени (А. И. Берг, В. М. Глушков, Л. В. Канторович, А. Н. Колмогоров, А. А. Ляпунов), чьими усилиями кибернетика, а затем и информатика заняли в СССР подобающее место.

Идея издания книги такого рода принадлежит Модесту Георгиевичу Гаазе-Рапопорту. Он был среди тех, кто стоял у истоков отечественной кибернетики и посвятил ей всю свою жизнь. Он был участником всех важнейших событий тех лет, а его уникальные «научные дневники» — многие десятки тетрадей большого формата, в которых Модест Георгиевич фиксировал все, что имело отношение к науке, которой он служил, являются бесценным источником сведений о том времени. Он поделился с нами своими замыслами и пригласил нас участвовать в их осуществлении.

Чтобы обогатить книгу коллективными воспоминаниями тех, кто был в гуще происходивших тогда событий, Гаазе-Рапопорт организовал специальный семинар по истории кибернетики, который регулярно проходил в Политехническом музее в Москве. На тематических заседаниях этого семинара (они посвящались либо научным школам или выдающимся ученым в области кибернетики и информатики, либо тем или иным событиям) выступали многие из пионеров отечественной кибернетики. Фонограммы этих семинаров, как и «научные дневники» Модеста Георгиевича, дают возможность донести до читателей атмосферу тех давних лет.

Модест Георгиевич не дожидаясь завершения этапа работы над книгой, но, продолжая ее, мы все время мысленно обращались к нему, использовали его наброски и соображения и, конечно, материалы из его громадного ар-

хива, еще ждущего пытливого исследователя. Памяти настоящего рыцаря науки — Модеста Георгиевича Гаазе-Рапопорта мы и посвящаем эту книгу.

Создание воспоминаний о целой эпохе в истории отечественной науки было бы невозможно без помощи многих людей, причастных к этой истории. Важнейшие документы стали доступны составителям, когда им удалось познакомиться с семейными архивами А. А. Ляпунова, Л. В. Канторовича, И. А. Полетаева. Они стали достоянием научной общественности благодаря усилиям детей этих ученых: Натальи Алексеевны Ляпуновой, Всеволода Леонидовича Канторовича, Андрея Игоревича Полетаева. Сусанна Степановна Масчан, долгое время проработавшая с А. И. Бергом, нашла возможность познакомить составителей с рядом ранее неизвестных материалов о роли Берга в становлении кибернетики в нашей стране.

На предложение принять участие в подготовке этой книги те, кто был причастен к событиям того времени, как правило, охотно соглашались. Благодаря энтузиазму и заинтересованности этих людей, в сборнике появились очерки и воспоминания О. С. Кулагиной, Р. И. Подловченко, В. А. Ратнера, А. А. Титляновой, В. А. Успенского. В. А. Успенский, кроме этого, предоставил для публикации важные материалы об А. Н. Колмогорове и его отношении к кибернетике. Очерки о развитии в «питательной среде» кибернетики математической и структурной лингвистики, помещенные в сборнике, написаны непосредственными участниками этого процесса Вяч. Вс. Ивановым, И. А. Мельчуком, В. А. Успенским.

У нас было еще немало помощников. Всем им мы выражаем нашу благодарность и признательность. Книга уже готова, но поток новых материалов не прекращается. И мы надеемся, что за этим сборником появится следующий.

Составители сами были очевидцами и участниками описываемых событий, но старались минимизировать свой неизбежный субъективизм при освещении фактов и не вмешиваться в авторские тексты.

Д. Поспелов, Я. Фет

*

Значительная часть вошедших в данный сборник материалов (архивные документы, мемуары) впервые вводится в научный оборот. Из статей, уже известных читателю, предпочтение отдавалось тем, которые увидели свет в труднодоступных изданиях, а также особо информативным публикациям, как, например, фундаментальная работа М. Г. Гаазе-Рапопорта «О становлении кибернетики в СССР».

В публикуемых документах сохранены характерные особенности правописания, без оговорок исправлены очевидные опечатки; прочие редакционные конъектуры даются в квадратных скобках. Опущенные фрагменты текста обозначены отточиями в угловых скобках. Библиографические описания по возможности приведены к единому стандарту, способы отсылки к литературе сохранены в каждом случае соответственно оригиналу.

Preface

The dramatic history of the struggle for cybernetics in our country followed by the recognition of the new science, its subsequent rapid development in the '60s which assured a front-rank position of the Russian computer science, as well as the later events in the history of cybernetics and computer science in Russia all deserves to enter the annals of the history of science.

The birth of cybernetics is usually associated with the publication, fifty years ago, of Norbert Wiener's book "Cybernetics or control and communication in the animal and the machine". In fact, 1998 may be considered an anniversary year in more than one sense: it has been 50 years since Wiener's book was published, 40 years since it was first translated into Russian, and 40 year since the publication of the first original Russian monograph on cybernetics, the "Signal" by I. A. Poletaev.

Therefore, the appearance of the present collection seems to be rather timely. Included in it are authentic documents of the epoch, of which some have previously been published in various books and periodicals, while others were preserved during those long years in the private archives of the participants of those historic events. It is through the memoirs penned by a variety of authors that we have tried to recapture the atmosphere of those years and delineate the figures of prominent scientists of those times (A. I. Berg, V. M. Glushkov, L. V. Kantorovich, A. N. Kolmogorov, A. A. Lyapunov) whose common efforts secured the proper standing of cybernetics and, later, of the computer science in Russia.

The idea of this book was first conceived by M. G. Haase-Rapoport. He was one of those who stood at the very origins of Russian cybernetics to which he devoted his whole life. He participated in all crucial events of those years, while his unique "scientific diaries" – dozens of large format notebooks in which Modest Georgievich used to record everything related to the science he served – have now become a priceless source of our knowledge of those times. He shared his plans with us and invited us to take part in their implementation.

In order to enrich the book with collective memoirs of the people who were in the midst of things, Haase-Papoport organized in 1983 a special seminar on the history of cybernetics which was held regularly at the Polytechnic Museum in Moscow. Many of the "pioneers" of our cybernetics appeared at the sessions of this seminar to discuss outstanding scientists, individual scientific schools, or specific events. The audio recordings of the seminar as well as Modest Georgievich's "scientific diaries" allowed us to bring the spirit of those old times back to the reader.

Modest Georgievich did not live to see the completion of this book. However, we have always tried to follow his vision in the course of our work. We have also made use of his drafts and ideas as well as of the materials from his huge archive which is still waiting for an inquisitive researcher. To the memory of Modest Georgievich Haase-Rapoport, a true knight of the science, we dedicate this book.

The completion of this book would have been impossible without the help of many people involved in the history of Russian science. Numerous documents became accessible to the editors when they were provided with the opportunity to study the private archives of A. A. Lyapunov, L. V. Kantorovich, and I. A. Poletaev. The fact that these documents now appear in print is due to the efforts of the children of these scientists, Nataliya Alexeevna Lyapunova, Vsevolod Leonidovich Kantorovich, and Andrey Igorevich Poletaev. Susanna Stepanovna Maschan who had for a long time worked with A. I. Berg was kind enough to familiarize the editors with a series of previously unknown materials on the role that A. I. Berg had played in the evolution of cybernetics in our country.

As a rule, most people who participated in the events of those times readily responded to our invitation to take part in the preparation of materials for this book. Thanks to their interest and enthusiasm, the essays and memoirs by O. S. Kulagina, I. A. Melchuk, R. I. Podlovchenko, V. A. Ratner, A. A. Titlyanova, V. A. Uspensky, and V. A. Zalgaller now appear in this collection. V. A. Uspensky, furthermore, presented important materials concerning A. N. Kolmogorov and his attitude toward the cybernetics. Included are also several essays on the development of mathematical and structural linguistics within the “culture medium” of cybernetics. These essays have been written by the protagonists of the process, Vyach. Vs. Ivanov, I. A. Melchuk, V. A. Uspensky.

We had the assistance of many others as well. We would like to express our deep gratitude to all of them. The book is now ready, but the flow of new materials is not diminishing. Therefore, we are hopeful that this volume will soon be followed by another one.

The editors themselves were witnesses to, and participants of, the events described. Still, they have tried to minimize their inevitable subjective viewpoint in the interpretation of the events. All the texts are presented with minimal editing.

Dmitri Pospelov, Yakov Fet

Становление информатики в России

1. Замечания по терминологии. История информатики в нашей стране (сначала СССР, а затем России) насыщена драматическими коллизиями и резкими изменениями приоритетов. Это ощущается даже в терминологии. Термин «информатика» для обозначения совокупности научных направлений, тесно связанных с появлением компьютеров и их стремительным вхождением в ноосферу, определяемую жизнедеятельностью людей, у нас относительно новый. Он получил «права гражданства» в начале 80-х годов, а до этого, согласно определению, данному в Большой Советской энциклопедии, информатика рассматривалась как «дисциплина, изучающая структуру и общие свойства научной информации, а также закономерности ее создания, преобразования, передачи и использования в различных сферах человеческой деятельности» [1, с. 1031].

Подобное определение связывало информатику с библиотековедением, библиографией, методами поиска информации в массивах документов. Когда в 1952 году был создан Институт научной информации АН СССР, позже преобразованный в ВИНТИ – Всесоюзный институт научной и технической информации, то он должен был стать головным академическим учреждением в области информатики.

То, что стало называться информатикой в начале 80-х в нашей стране, было совершенно иным. Ближе всего содержание этого понятия подходит к тому, что в США и большинстве других стран называется “computer science”, т. е. «компьютерные науки».

В [2] говорится, что «компьютерные науки» концентрируют свое внимание на различных аспектах, связанных с протеканием и использованием информационных процессов, с теми структурами, в которых представляется информация, и теми процедурами, которые используются при её переработке. Последнее связывает область «компьютерных наук» с теорией машин для переработки информации – компьютеров – и методами их использования в системах переработки информации.

Для термина «информатика» в [2] нет отдельной статьи, а есть лишь ссылки на термины: «компьютерные науки», «компьютерное обучение» и «информационные науки». Содержание понятия «информационные науки» в [2] полностью совпадает с толкованием термина «информатика» в БСЭ [1].

С начала 80-х содержание того, что скрывается за термином «информатика», ближе всего к тому, что понимают французы, когда говорят о науке, носящей название *informatique*.

До этого совокупность научных направлений, называемых теперь информатикой, именовалась по-разному. Сначала объединяющим названием был термин «кибернетика», затем на роль общего названия той же области исследований стала претендовать «прикладная математика». Следы этой разногласия хорошо видны в наименовании высших учебных заведений и научных институтов. Факультет в МГУ, готовящий специалистов в области информатики, носит название «Вычислительная математика и кибернетика», а институты, ведущие исследования в данной области, могут называться и «Институт кибернетики Национальной АН Украины», и «Институт прикладной информатики РАН», и «Институт прикладной математики РАН».

Поэтому, говоря об истории информатики в бывшем СССР и теперешней России, по сути, надо излагать историю отечественной кибернетики и частично прикладной математики и вычислительной техники. Именно так построена эта вводная статья.

2. Структура информатики. На протяжении полувековой истории информатики в ней неоднократно возникали и исчезали те или иные направления. В настоящее время ее структура, по-видимому, определилась. В нее входят следующие основные области исследования:

- теория алгоритмов (формальные модели алгоритмов, проблемы вычислимости, сложность вычислений и т. п.);
- логические модели (дедуктивные системы, сложность вывода, нетрадиционные исчисления: индуктивный и абдуктивный вывод, вывод по аналогии, правдоподобный вывод, немонотонные рассуждения и т. п.);
- базы данных (структуры данных, поиск ответов на запросы, логический вывод в базах данных, активные базы и т. п.);
- искусственный интеллект (представление знаний, вывод на знаниях, обучение, экспертные системы и т. п.);
- бионика (математические модели в биологии, модели поведения, генетические системы и алгоритмы и т. п.);
- распознавание образов и обработка зрительных сцен (статистические методы распознавания, использование призначных пространств, теория распознающих алгоритмов, трехмерные сцены и т. п.);
- теория роботов (автономные роботы, представление знаний о мире, децентрализованное управление, планирование целесообразного поведения и т. п.);
- инженерия математического обеспечения (языки программирования, технологии создания программных систем, инструментальные системы и т. п.);
- теория компьютеров и вычислительных сетей (архитектурные решения, многоагентные системы, новые принципы переработки информации и т. п.);

- компьютерная лингвистика (модели языка, анализ и синтез текстов, машинный перевод и т. п.);
- числовые и символьные вычисления (компьютерно-ориентированные методы вычислений, модели переработки информации в различных прикладных областях, работа с естественно-языковыми текстами и т. п.);
- системы человеко-машинного взаимодействия (модели дискурса, распределение работ в смешанных системах, организация коллективных процедур, деятельность в телекоммуникационных системах и т. п.);
- нейроматематика и нейросистемы (теория формальных нейронных сетей, использование нейронных сетей для обучения, нейрокомпьютеры и т. п.);
- использование компьютеров в замкнутых системах (модели реального времени, интеллектуальное управление, системы мониторинга и т. п.).

Эти области информатики возникли не одновременно. История информатики связана с постепенным расширением области ее интересов. Возможность расширения диктовалась развитием компьютеров и накоплением моделей и методов их применения при решении задач различного типа. Следуя историческим реалиям, мы в данной книге постараемся отразить эту особенность истории информатики.

3. Борьба за признание. Во второй половине 30-х годов в нескольких странах появились первые проекты электромеханических и электронных устройств, нацеленных на выполнение массовых вычислений. Первый проект, завершившийся созданием прообраза будущих вычислительных машин, был выполнен в США. К декабрю 1939 года Дж. Атанасов и К. Берри создали макет процессора, а в мае 1942 года первая в мире вычислительная машина начала действовать. Эти работы велись в условиях секретности, что впоследствии породило судебное разбирательство по вопросу о приоритете с разработчиками машины ЭНИАК, созданной в США в период с 1943 по 1946 годы.

Однако именно с ЭНИАКом связано начало той вычислительной техники, которая породила сначала кибернетику, а затем и информатику. В этой машине впервые была реализована структура, предложенная Дж. фон Нейманом. Программа вычислений стала объектом, доступным для преобразования с помощью вычислительной машины. Так возникло программирование.

В нашу страну сведения о создании новых видов переработчиков информации поступили довольно быстро. Исходя из интересов страны (прежде всего из необходимости поддерживать высокий уровень военных разработок), в СССР начались работы по созданию отечественных вычислительных машин. В конце 30-х годов в Институте электротехники АН УССР под руководством С. А. Лебедева уже начиналась работа по созданию вычислительной машины, использующей двоичную систему счисления, но начавшаяся война прервала эти исследования [3]. После нее наступило время их продолжить. В 1951 году в Киеве заработала первая в континентальной Европе вычислительная машина – МЭСМ, созданная коллективом, возглавляемым С. А. Лебедевым.

Работы, имевшие для страны большое значение, как это было принято, поручались сразу нескольким организациям. Поэтому МЭСМ и вскоре последовавшая за ней БЭСМ не оказались одиночками. В 1952 году стали действовать машины М-1 и М-2, созданные в коллективе И. С. Брука, в 1953 году появился первый экземпляр ЭВМ «Стрела», а с 1954 года началось семейство машин «Урал», главным конструктором которого был Б. И. Рамеев [3, 4].

Все фундаментальные исследования и инженерные разработки, которые могли использоваться в военной сфере, в СССР были скрыты от широкой общественности завесой секретности. Поэтому первая научная монография по теории ЭВМ и программированию [5] имела гриф и выдавалась лишь по предъявлении документа о допуске к государственным секретам.

Изданная в 1948 году книга американского математика Норберта Винера «Кибернетика или управление и связь в животном и машине» попала на полки с секретными изданиями по другой причине. Ее автор высказал идеи, не согласующиеся с официальными доктринами, пропагандируемыми в советском обществе.

Для Винера было абсолютно ясно, что многие концептуальные схемы, определяющие поведение живых организмов при решении конкретных задач, практически идентичны схемам, характеризующим процессы управления в сложных технических системах. И более того, он был убежден, что социальные модели управления и модели управления в экономике могут быть проанализированы на основе тех же общих положений, которые разработаны в области управления системами, созданными людьми.

Эти крамольные идеи не могли стать достоянием советских граждан, которым настойчиво внушался тезис марксистской философии о несводимости «высших форм» существования материи к «низшим формам». Поэтому место книги Винера было однозначно определено – спецхран.

В этом состоит главная причина того, что у истоков развития кибернетики (информатики) в СССР стояли сотрудники различных закрытых ведомств и предприятий, в большинстве своем носившие военную форму. Забегая вперед, отметим, что все первые книги в области кибернетики, вычислительных машин и программирования, выпущенные уже во второй половине 50-х годов без грифа секретности, были написаны военными. Этот нетривиальный для истории науки факт имел для отечественной информатики немаловажное значение. Если бы не активная наступательная позиция военных, поддержанная членами АН СССР, то идеологические концепции, охраняемые представителями консервативной философской элиты, задержали бы на много десятилетий развитие информатики, как это случилось с генетикой и другими неугодными придворной философии науками. Время для очередного разгрома – начало 50-х годов – было весьма подходящим.

Первой ласточкой стала статья, помещенная на страницах идеологического официоза «Вопросы философии» в марте 1950 года [6]. В ней критике были подвергнуты некоторые теоретические положения математической логики, противоречащие, по мнению авторов статьи, догмам материализма. Статья была откликом на публикацию переводов книг Д. Гильберта и В. Аккермана «Основы теоретической логики» (М.: Издательство ино-

странной литературы, 1947) и А. Тарского «Введение в логику и методологию дедуктивных наук» (М.: Издательство иностранной литературы, 1948). Редактором перевода и автором предисловия к первой из книг была С. А. Яновская, в издании и комментировании второй книги кроме нее участвовал еще Г. М. Адельсон-Вельский.

Они и послужили мишенью для идеологического разноса. Авторы работы [6] не скупятся на резкие высказывания: «Классики марксизма-ленинизма дали нам ясные и совершенно достаточные указания для правильного понимания философских вопросов математики» (с. 331); «...изъятие всякого содержания в пользу „чистой“ и субъективной формы, творящей содержание, противоречит марксизму и науке» (с. 333); «Речь идет не о том, чтобы „ликвидировать“ математическую логику, а о том, чтобы отсечь реакционную тенденцию в ней, извращения ее, отражающие идеологию враждебных нам классов» (с. 336). И, наконец: «Эти работы являются выражением *примиренчества* к идеализму в математике» (с. 337).

Редактору книг С. А. Яновской пришлось оправдываться за «идеологические просчеты». Ее письмо по этому поводу помещено сразу же после текста погромного опуса (с. 339–342). В этом же номере журнала помещена и статья, по-видимому, призванная смягчить впечатление от разгрома формального метода в логике. Она называется «О предмете формальной логики». Автор этой статьи М. С. Строгович пишет: «Сейчас отношение к формальной логике изменилось коренным образом: указаниями товарища И. В. Сталина формальная логика восстановлена в своих правах. На основании постановления ЦК ВКП(б) преподавание ее введено в средних школах, а также во многих высших учебных заведениях» (с. 309). Вождь, по-видимому, вспомнил о годах своей учебы в семинарии и упомянул о пользе логики. Но что дозволено «льву» не всегда дозволено остальным.

После математической логики настала очередь массовой атаки на те направления в физиологии, которые нарушали чистоту учения И. П. Павлова, объявленного марксистскими философами венцом учений о поведении животных и той части поведения человека, которая регулировалась его центральной нервной системой. В 1953 году наступила очередь кибернетики.

В четвертом издании «Краткого философского словаря» (1954) в статье «Кибернетика» эта наука была определена как «реакционная лженаука, возникшая в США после второй мировой войны и получившая широкое распространение и в других капиталистических странах; форма современного механицизма» [7]¹. В унисон с этим «определением» звучат тексты рефератов статей по кибернетике, которые в эти годы публикуются в реферативном журнале «Математика» (кстати инструкции, которой должны были руководствоваться авторы рефератов, было прямо сказано, что реферат должен излагать содержание работ абсолютно нейтрально, никакие оценочные суждения не должны иметь место, но, по-видимому, Д. Ю. Панов, редактировавший эти рефераты, считал, что идеология превыше декларированных редакцией журнала принципов «невмешательства»).

¹ См. раздел «Приложения» настоящего сборника.

Апофеозом наступления на кибернетику стала статья, напечатанная в пятом номере журнала «Вопросы философии» в 1953 году [8]². Она была помещена в разделе, носившем название «Критика буржуазной идеологии» и называлась «Кому служит кибернетика». Написавший этот пасквиль, по-видимому чувствуя некоторый страх, скрылся под псевдонимом «Материалист».

В конце концов, неважно, кто именно и «по велению сердца» или «по заданию сверху» написал этот донос. Его появление носило знаковый характер. Это была заправка для массового наступления на кибернетику.

Как и статья, направленная против математической логики, статья против кибернетики разделяла технологический и теоретический аспекты. Все, что касалось развития вычислительной техники как таковой, когда вычислительные машины уподоблялись очень быстро работающим арифмометрам, объявлялось полезным и нужным для социалистического отечества. В подобном качестве вычислительные машины ничем не отличались от устройств, создаваемых человеком для облегчения своего труда. Но когда речь заходит об использовании этих машин для моделирования различных процессов или для символических преобразований, то натренированный на поиске идеологического криминала ум борца за чистоту марксистско-ленинского учения немедленно подавал сигнал опасности: «По мнению Винера, деятельность вычислительных машин дает ключ к познанию самых разнообразных природных и общественных явлений. Эта в корне порочная идея послужила Винеру основанием для создания новой „науки“ – кибернетики» [8, с. 212].

Итак, вычислительные машины не могут внести качественно новую струю в процесс познания окружающего мира. Чтобы эта мысль дошла до всех читателей статьи, автор формулирует ее еще раз: «Теория кибернетики, пытающаяся распространить принципы действия вычислительных машин новейшей конструкции на самые различные природные и общественные явления без учета их качественного своеобразия, является механицизмом, превращающимся в идеализм. Это пустоцвет на древе познания, возникший в результате одностороннего и чрезмерного раздувания одной из черт познания» [8, с. 218].

Набор ярлыков для кибернетики (пустоцвет, лженаука, идеологическое оружие империалистической реакции, порождение лакеев империализма и т. п.) свидетельствовал, что никакой патристически настроенный ученый в СССР не может заниматься столь одиозной наукой. Надо было немедленно свергивать все исследования в этой области.

Но, как уже говорилось, практические задачи (и прежде всего задачи укрепления обороноспособности страны) требовали не прекращения работ в области кибернетики, а расширения и активизации этих исследований. Это понимали даже партийные чиновники из оборонного отдела ЦК ВКП(б) и отдела науки того же всеильного ведомства. И поэтому, когда один из первых отечественных специалистов по применению вычислительных машин в военной области А. И. Китов, математик с энциклопеди-

² См. раздел «Приложения» настоящего сборника.

ческим стилем мышления А. А. Ляпунов и известный своими теоретическими работами, связанными с созданием атомной бомбы, математик С. Л. Соболев объединились как авторы статьи, в которой давался ответ «Материалисту», и принесли ее в тот же журнал «Вопросы философии», то: «Как ни странно, редколлегия спорить не стала. Единственное, что они попросили сделать, так это получить на опубликование статьи разрешение ЦК КПСС» [9].

В 50-х годах высшие чиновники Коммунистической партии никогда не действовали от своего имени. Все их директивы подкреплялись «мнением широких народных масс» или специалистов в определенной области. Поэтому в отделе науки ЦК ВКП(б), ознакомившись с текстом статьи в защиту кибернетики и «посоветовавшись кое с кем», сказали, что инициатива авторов статьи своевременна, но хорошо бы заручиться поддержкой их точки зрения на кибернетику среди научной общественности страны.

А. И. Китов и А. А. Ляпунов организовали серию выступлений на научных семинарах в академических институтах, высших учебных заведениях и в организациях, в которых методы кибернетики могли бы принести практическую пользу. К этой деятельности подключились их коллеги по работе в Вычислительном центре Министерства обороны и других военных организациях: М. Г. Гаазе-Рапопорт, Н. А. Криницкий, И. А. Полетаев и другие. В Московском университете идеи кибернетики нашли отклик у признанного в СССР авторитета в области математической логики А. А. Маркова, а в Институте автоматики и телемеханики эти работы были поддержаны М. А. Айзерманом, М. А. Гавриловым и А. А. Фельдбаумом. Известный специалист в области поведения животных Л. В. Крушинский, ознакомившись с текстом будущей статьи, занял позицию безусловной поддержки нового научного направления.

Сохранилась стенограмма одного из докладов. Он был прочитан А. А. Ляпуновым 24 июня 1954 года в Энергетическом институте АН СССР (текст доклада опубликован в данной книге) и назывался «Об использовании математических машин в логических целях». Полемизируя с теми, кто буквально истолковывает способность машин к реализации творческих действий, Ляпунов показывает, что даже в тех случаях, когда внешне действия машины выглядят разумными и творческими (для иллюстрации он рассматривает задачу управления лифтами в высотном здании и гипотетическую в то время, но принципиально возможную задачу доказательства теорем в планиметрии), истинная творческая деятельность осуществляется не машиной, а человеком, составившим программу ее работы. Этот основной аргумент против необоснованной критики возможностей вычислительных машин Ляпунов обсуждает в своем докладе несколько раз.

Подготовка положительной реакции на дезавуирование кампании против кибернетики заняла около полутора лет. Не все проходило гладко и безболезненно. Я помню выступление А. А. Ляпунова на семинаре по машинной математике МГУ в 1954 году. Дискуссия, развернувшаяся после этого выступления, в которой самое активное участие принимали университетские философы и биологи, была настолько горячей, что пришлось сделать два

продолжительных перерыва, чтобы часть возражений против кибернетики снять в процессе личных контактов.

Где-то в начале 1955 года текст статьи С. Л. Соболева, А. И. Китова и А. А. Ляпунова попал в редакцию журнала «Вопросы философии». На заседании редколлегии журнала ее содержание обсуждалось вместе со статьей «Что такое кибернетика» чешского философа Э. Кольмана, жившего тогда в СССР. Обсуждение носило, главным образом, позитивный и доброжелательный характер. За два года, прошедших со времени опубликования статьи «Материалиста», в жизни страны произошли определенные перемены, сталинские методы управления наукой были уже непопулярны, а кибернетика получила массовую поддержку научно-технической интеллигенции. Обе статьи появились на страницах журнала в 1955 году [10, 11].

В этих статьях нет прямой полемики с «Материалистом». Необходимость в ней отпала из-за отсутствия официальной поддержки негативного отношения к кибернетике. Поэтому в [10, 11], в основном, излагаются принципы кибернетики и поясняется практическая значимость исследований в этой области. Все возражения «Материалиста» снимаются без ссылки на высказывания из [8]. Например, в [10] на стр. 141 утверждается: «Следует подчеркнуть большое методологическое значение вопроса, поставленного кибернетикой, о необходимости обобщения, объединения в широком плане результатов и достижений различных областей науки, развивающихся в известном смысле изолированно друг от друга, например, таких областей, как физиология и автоматика, теория связи и статистическая механика». И далее на стр. 144: «Принципы работы электронных счетных машин вполне позволяют реализовать на этих машинах логические процессы, подобные процессу выработки условных рефлексов у животных и человека». А чтобы вновь не звучали обвинения в механицизме, на той же стр. 144 говорится: «Следует ясно представлять коренное, качественное отличие процессов мышления человека от работы счетной машины». Эта же мысль звучит, как рефрен и в самом конце статьи: «Следует вести борьбу также и против вульгаризации метода аналогий в изучении процессов высшей нервной деятельности, отвергая упрощенную, механистическую трактовку этих вопросов, тщательно исследуя границы применимости электронных и механических моделей и схем для представления процессов мышления».

Философские размышления Э. Кольмана [11] подкрепляли основные положения статьи С. Л. Соболева и его соавторов. Написанная в традиционном для читателей философского журнала стиле, она привлекала на сторону кибернетики тех, кто должен был дать идеологическую оценку новой науки.

В СССР знали, что статьи, появившиеся в таком органе, как «Вопросы философии», выражают официальную точку зрения. Одним из свидетельств этого явилось исключение погромного текста статьи «Кибернетика» при допечатке в 1955 году тиража 4-го издания «Философского словаря». Борьба против кибернетики была в основном закончена, люди, отстаивавшие новую науку, победили.

4. Начальный период. К этому периоду можно отнести время с 1955 года до создания в 1959 году в АН СССР Научного совета по комплексной

проблеме «Кибернетика». За эти пять лет в СССР возникла инфраструктура, поддерживающая новое научное направление.

Своим возникновением она обязана А. И. Бергу, чей талант организатора науки позволил преодолеть все препоны и рогатки бюрократического государства. В лице адмирала Берга, в 1953–1957 годах занимавшего пост заместителя министра обороны СССР по радиоэлектронике, кибернетика обрела того человека, который обеспечил этой науке условия для ее становления и расцвета.

А. И. Берг начал свою деятельность не на пустом месте. К концу 1957, когда он освободился от поглощающих все время обязанностей крупного военного руководителя и смог начать полноценную научно-организационную деятельность, уже был заложен солидный фундамент под будущую инфраструктуру.

Продолжалась разработка новых вычислительных машин и развитие методов решения на них разнообразных задач. В 1948 году были созданы Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР и Специальное конструкторское бюро Министерства приборостроения и средств автоматизации (СКБ 245). В них, а также в ряде других организаций АН СССР и различных ведомств (в лаборатории электросистем Энергетического института им. Г. М. Кржижановского (позднее – Институт электронных управляющих машин), НИИ электронных математических машин в Москве; лаборатории вычислительной техники Института математики АН УССР в Киеве (позже преобразованной в ВЦ АН УССР); Ереванском институте математических машин; Пензенском институте управляющих вычислительных машин), активно развивалась теория вычислительных машин, разрабатывалась технология программирования. Теоретические исследования активно проводились в Московском, Ленинградском и Киевском университетах, Институте автоматики и телемеханики АН СССР, в созданном в 1955 году Вычислительном центре АН СССР.

В 1950 году в ИТМиВТ АН СССР начал работать первый постоянный семинар по программированию, которым руководил Л. А. Люстерник. В 1952 году в МГУ была создана кафедра вычислительной математики (кафедру возглавил С. Л. Соболев), для студентов и аспирантов, которой в 1952–53 учебном году А. А. Ляпунов впервые прочитал курс «Принципы программирования». В 1953 году в Отделе прикладной математики Математического института АН СССР был создан во главе с А. А. Ляпуновым отдел программирования [12]. В этом же году появилась первая доступная всем интересующимся этой областью книга по программированию [13]. В 1955 году был создан Вычислительный центр МГУ, специализирующийся на разработке и применении вычислительных методов для решения сложных научных и прикладных задач.

В конце 50-х годов был получен ряд результатов, стоящих на уровне мировых достижений.

- Была разработана теория логического анализа и синтеза релейно-контактных, а позже и функциональных схем, в которой аппарат математической логики был использован в области технических наук. Начатые в 40-х годах М. А. Гавриловым в Институте автоматики и телемеханики АН

СССР [14], эти работы были продолжены О. Б. Лупановым и С. В. Яблонским в Отделе прикладной математики АН СССР. В результате этих исследований в СССР возникли две научные школы, сыгравшие важную роль в создании теории дискретных управляющих устройств и методов инженерного проектирования устройств такого типа (в частности, схем, узлов и устройств вычислительной техники).

- В 1952–53 годах А. А. Ляпуновым был предложен операторный метод для описания программ [15]. Практически впервые был создан способ представления программ на обозримом уровне. Вместо неэффективного для человека задания программ в машинных кодах А. А. Ляпунов предложил формализованное представление высокого уровня. Особенно важным было то, что операторный метод позволял создать теорию синтаксических структур программ [16].
- В 1953 году А. А. Ляпунов сформулировал постановку задачи автоматизации программирования. Эта оригинальная постановка была успешно использована в первых отечественных трансляторах, называвшихся тогда программирующими программами. Летом 1954 появилась программирующая программа ПП-1 (Отдел прикладной математики Института математики АН СССР), а в 1955 году – ее улучшенный вариант ПП-2. Чуть позднее была создана еще одна программирующая программа [17].
- В 1953–54 годах Л. В. Канторович разработал технологию крупноблочного программирования, которая также давала обозримое описание программ и обеспечивала степень формализации, достаточную для исследования синтаксических структур программ и создания программирующих программ [18].
- М. Л. Цетлин впервые поставил вопрос о возможности моделирования с помощью простейших технических средств сложных форм поведения. Эти идеи послужили началом создания теории коллективного поведения технических систем, намного опередившей аналогичные исследования в других странах [19].

К середине 50-х годов у ведущих специалистов в области вычислительной техники было ясное представление о путях развития отечественной информатики. Примером может служить статья В. М. Глушкова, работавшего тогда в лаборатории вычислительной техники Института математики АН УССР в Киеве [20]. В середине 1957 года автор статьи четко определяет направления стратегических исследований в области информатики. По мнению В. М. Глушкова, основой прогресса развития вычислительных машин должна стать теория их работы, разработка методов автоматизации проектирования ЭВМ и развитие методов автоматизации программирования. Он подчеркивает важную роль исследований в области теории алгоритмов и теории конечных детерминированных и стохастических автоматов, принципиальное значение разработки методов символьных преобразований на ЭВМ (аналитических преобразований, доказательства теорем, машинного перевода), отмечает центральную роль, которую играет задача оптимизации программ (особенно для управляющих машин), а также ука-

зывает на обратное влияние развития вычислительных машин на дальнейшие работы в области вычислительной математики.

С 1953 года в нашей стране налажен серийный выпуск вычислительных машин. Первой в серию пошла «Стрела», созданная в СКБ-245 под руководством Ю. Я. Базилевского. В 1958 году в серию пошла машина М-20, созданная в коллективе С. А. Лебедева в ИТМиВТ АН СССР. Эта машина сыграла большую роль в развитии программирования, а позже на ее базе была создана транзисторная машина М-220. Таким образом, к началу 60-х годов были заложены теоретические и технические основы для развития информатики.

В Московском, Ленинградском и Киевском университетах началась подготовка специалистов по вычислительной математике, а в ряде технических высших учебных заведений появились курсы по вычислительной технике, а затем стали открываться кафедры вычислительной техники или вычислительных машин.

Свидетельством окончательного официального признания кибернетики стала статья «Кибернетика» в 51-м томе второго издания Большой Советской Энциклопедии, написанная А. Н. Колмогоровым. В ней нет и намек на ту травлю, которой подверглась эта наука всего несколько лет назад. Начало статьи необычно для советских изданий того времени, тем более для БСЭ, которая должна была стоять на страже советской науки, всячески выпячивать ее мировой авторитет и значимость: «Кибернетика – научное направление, задачи которого были сформулированы в работах американского ученого Н. Винера, опубликованных в 1948; по Винеру и его последователям, кибернетика есть наука о „связи“, „управлении“ и „контроле“ в машинах и живых организмах». Далее в статье расшифровывается содержание понятий, взятых в кавычки в определении кибернетики, и устанавливается связь кибернетики с теорией информации, опирающейся на идеи К. Шеннона. Отголоском недавней борьбы за кибернетику выглядит абзац, по своему стилю выпадающий из общего стандартного для энциклопедий «академического» тона изложения: «Много дискутировавшийся вопрос о праве кибернетики на существование в качестве самостоятельной научной дисциплины сводится к вопросу о том, насколько существенны *общие* черты всех процессов связи, управления и контроля, т. е. могут ли общие свойства этих процессов в машинах, живых организмах и их объединениях быть предметом достаточно содержательной единой теории. На этот вопрос следует ответить с полной определенностью утвердительно, хотя в направлении систематического построения кибернетики сделаны лишь первые шаги» [21].

Вскоре появились книги отечественных специалистов [22–25]. В 1958 г. вышел «Сигнал» И. А. Полетаева. Как уже говорилось, все авторы первых отечественных книг по кибернетике были военными, работали в учебных заведениях, готовивших кадры для Министерства обороны. Академии имени Жуковского и Дзержинского в Москве, Академия имени Можайского в Ленинграде, Харьковское высшее авиационно-техническое училище и Киевское высшее инженерно-радиотехническое училище были первыми военными учебными заведениями, где преподавание кибернетики стало обязательным.

Важным событием было появление перевода основополагающей для кибернетики книги Норберта Винера. Первое издание [26] вышло с десятилетним опозданием относительно оригинала (с купюрами: все места, которые можно было интерпретировать как критику нашего строя или экономического уклада, были изъяты). Переводчиком книги был И. В. Соловьев, а редактором – Г. Н. Поваров, который в эти годы начал активно заниматься логическими методами анализа и синтеза схем. Позже книга была переиздана с учетом второго расширенного американского издания, появившегося в 1961 году, в более полном объеме [27]. Была издана и вторая книга Н. Винера, наделавшая в США в 1954 году много шума из-за своей направленности против многих сторон жизни капиталистического общества [28].

Затем издаются переводы книг других зарубежных авторов [29–31]. Наконец, появились отечественные научно-популярные книги, пропагандирующие идеи и достижения кибернетики [32, 33].

Не только военные, но и политические руководители страны стали уповать на помощь вычислительных машин. Статья одного из создателей первых отечественных машин, помещенная в главном идеологическом органе партии [34], говорит о необходимости использования компьютеров в задачах планирования народного хозяйства. Это показывает, что недоверие к вычислительной технике и кибернетике в верхних эшелонах власти стало коренным образом меняться.

Но, пожалуй, главным событием этого времени стал выход в 1958 году первого выпуска «Проблем кибернетики» – детища А. А. Ляпунова и его единомышленников. Этот нарядный, в ярко-красной суперобложке том открыл собою серию из 41 сборника, во многом определивших пути развития теоретической кибернетики и того, что потом стало называться информатикой. До переезда Ляпунова в Новосибирск в 1962 году «Проблемы кибернетики» в значительной мере отражали интересы участников семинара по кибернетике, проходившего под его руководством, начиная с 1954–55 учебного года, на механико-математическом факультете МГУ. Первый выпуск содержал изложение идей доклада, прочитанного М. В. Келдышем, А. А. Ляпуновым и М. Р. Шура-Бурой на октябрьской сессии АН СССР 1956 года [15].

Роль этого семинара в истории отечественной информатики огромна. На протяжении почти двадцати лет (до смерти А. А. Ляпунова в 1973 году) этот семинар во многом определял высокий уровень работ в области кибернетики. Как отмечается в [35], всего было проведено 141 заседание семинара. В работе семинара принимали активное участие математики, физиологи, лингвисты, управленцы и представители других наук. Это был первый в истории нашей науки по-настоящему междисциплинарный семинар. Многие его участники в последующие годы стали крупными учеными в области информатики. Знакомство с темами докладов, прочитанных на семинаре (см. приложение к статье [35]), показывает, сколь широк был спектр интересов его участников.

Семинар был не только чисто научным мероприятием. А. А. Ляпунов использовал его возможности и для осуществления научно-организационной деятельности. На семинаре обсуждались рукописи новых книг отечествен-

ных авторов, принимались после обсуждения рекомендации по переводу наиболее интересных зарубежных книг (при этом, как правило, переводчики и редакторы переводов находились среди участников семинара), обсуждалась структура и научные задачи учреждений, которые должны были создаваться в области кибернетики. Не без поддержки (в той или иной форме) семинара увидели свет книги [36–39]. С 1960 года начал выходить «Кибернетический сборник», в котором оперативно публиковались переводы наиболее интересных зарубежных статей по кибернетике. Во главе этого начинания стояли А. А. Ляпунов и О. Б. Лупанов. После переезда Ляпунова в Новосибирск Лупанов продолжил это весьма важное для оторванных от источников зарубежной информации специалистов СССР дело.

По образу и подобию «большого» семинара стали создаваться семинары по кибернетике и в других местах. Наиболее известным стал среди них семинар секции кибернетики при Ленинградском доме ученых. Эта секция была создана в ноябре 1956 года, и ее первым председателем был Л. В. Канторович. Потом его на этом посту сменил Л. П. Крайзмер, остающийся до настоящего времени бессменным председателем секции и проводимого ею семинара. Это наиболее долговечный кибернетический семинар в СССР.

В середине 50-х годов начал работать семинар по теории автоматов на физическом факультете МГУ [40], бессменным руководителем которого до своего преждевременного ухода из жизни был М. Л. Цетлин. Этот семинар стал центром, вокруг которого со временем сложилась отечественная школа в области коллективного поведения автоматов. Модели такого типа носили ярко выраженный кибернетический характер, а их исследование было немыслимо без специальных приемов моделирования на ЭВМ. В семинаре принимали активное участие не только физики, но и физиологи, программисты, математики. Неординарная и многогранная личность руководителя [41] привлекала к участию в работе семинара по поведению автоматов широкие круги научной общественности. Тематика семинара связывала между собой задачи логического анализа и синтеза схем с проблемами машинного моделирования и моделями поведения живых систем.

Чуть позже начал работать семинар в Киеве под руководством В. М. Глушкова. В его работе принимали участие медики, биологи и философы. Со временем от «большого» семинара отпочковался «малый» семинар, получивший название «чайкофского» (часть его заседаний, во время которых молодые участники семинара В. Г. Боднарчук, Ю. В. Капитонова, А. А. Летичевский, М. А. Спивак и другие решали задачи, поставленные перед ними руководителем семинара В. М. Глушковым, проходили на Крещатике в заведении, называвшемся «Чай – Кофе»). На этом семинаре обсуждались вопросы абстрактной теории автоматов, созданием которой в эти годы вместе со своими учениками активно занимался руководитель семинара.

Математическая логика заняла достойное место в математическом образовании. В 1959 году в МГУ была открыта первая в СССР кафедра математической логики. Кафедру возглавил А. А. Марков.

В эти годы было проведено несколько научных мероприятий, в программах которых предусматривались доклады и сообщения, посвященные решению задач в рамках кибернетического подхода. В октябре 1956 года

состоялась Сессия АН СССР по научным проблемам автоматизации производства. На ней была дана положительная оценка роли кибернетики в решении практических задач автоматизации. Перед этим, в том же году, во время проведения Третьего всесоюзного математического съезда работала специальная секция кибернетики, на которой был сделан ряд докладов по программированию и теоретическим проблемам новой науки. Важное значение для дальнейшего развития кибернетики имела прошедшая в марте 1956 года в Москве Всесоюзная конференция «Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения». На ней было сделано несколько докладов, связанных с программированием и с использованием вычислительных машин для решения разнообразных задач. В феврале 1958 года в Баку прошло Всесоюзное совещание по вычислительной математике и применению средств вычислительной техники. В работе Всесоюзного совещания по вычислительной математике и вычислительной технике, проходившего в МГУ в ноябре 1959 года, в программе которого была и секция кибернетики, приняло участие свыше 2000 человек.

Хотя и с огромным трудом, отечественные специалисты в области информатики стали выезжать за рубеж для участия в научных мероприятиях в данной области. Из [35] можно узнать, что на семинаре А. А. Ляпунова о своих зарубежных поездках отчитывались члены советских делегаций, выезжавших на конгресс по кибернетике в Намюре в 1957 году, в США и Великобританию. На симпозиуме «Механизмы мыслительных процессов», проходившем в ноябре 1958 года в Национальной физической лаборатории в Теддингтоне, А. П. Ершов сделал два доклада: «О работах в ВЦ АН СССР в области теоретического программирования» и «О работах в ВЦ АН СССР в области автоматизации программирования». Эти доклады вызвали положительные отклики за рубежом. Достижения советской науки в области программирования получили весьма высокую оценку. На основе этих докладов А. П. Ершов подготовил по просьбе редколлегии известного в то время журнала “Datamation” обзорную статью о программировании в СССР [42]. Эта статья была, наверное, второй после статьи [43] публикацией о достижениях отечественных специалистов в области информатики, напечатанной в зарубежном издании.

Признанием важности информатики стала защита диссертаций в этой области. Первой, по-видимому, была защищена кандидатская работа, написанная Э. З. Любимским на тему «Об автоматизации программирования и методе программирующих программ» (1957). Вскоре за ней последовали защиты других специалистов: «О равносильности и преобразованиях схем программ» (Ю. И. Янов, 1958), «Матричный метод анализа схем и некоторые его приложения» (М. Л. Цетлин, 1958), «Операторные алгоритмы» (А. П. Ершов, 1961). Защиты диссертаций проходили на механико-математическом и физическом факультетах МГУ, в Математическом институте АН СССР и в Институте математики с вычислительным центром СО АН СССР. Высокая марка Научных советов этих ведущих учреждений обеспечивала серьезное отношение к выполненным работам.

5. Формирование инфраструктуры. В конце 1958 года А. И. Берг получил «добро» от «руководящих органов» на подготовку обоснования необходимости создания в нашей стране центрального научного института по кибернетике. А. И. Берг тут же начал серию консультаций с ведущими специалистами в этой области, и, прежде всего, с А. А. Ляпуновым, Л. В. Канторовичем, А. А. Марковым и В. М. Глушковым. К сожалению, вскоре между участниками консультаций возникли непреодолимые разногласия по основным направлениям работы будущего института и кадровым вопросам. Суть разногласий состояла в определении границ новой науки. Математики опасались, что слишком широкое и расплывчатое очертывание поля деятельности кибернетики привлечет в нее специалистов, не владеющих математической культурой. Это привело бы к тому, что кибернетика из строгой математической науки (в предисловии к первому выпуску «Проблем кибернетики» прямо говорилось, что «...кибернетика по своим методам является наукой математической») превратилась бы в науку с неопределенными методами исследования. Им противостояли сторонники взгляда на кибернетику (ими были в основном гуманитарии) как на научную методологию, носящую междисциплинарный характер. По мнению таких специалистов, самые разнообразные науки (биология, химия, автоматика и т. п.) должны сделать совместный шаг к интегрированной картине мира, позволить создать всеобъемлющую философию научного познания, а также обогатить друг друга своими идеями, моделями и методами.

Эти споры послужили основой раскола сторонников кибернетики на два лагеря, которые в дальнейшем сосуществовали в условиях «вооруженного противостояния». Подобное расхождение взглядов на кибернетику не было особенностью развития науки в СССР. Оно проявилось во всех странах, где кибернетика привилась. В США этому способствовала яростная критика книг и идей Винера. В Великобритании против расширенного истолкования кибернетики выступили физики, во Франции – математики.

В конце 50-х годов началась активная деятельность по созданию международных научных ассоциаций. Была сделана попытка образовать Международную федерацию кибернетики. Успехом она не увенчалась. Хотя федерация и возникла, но представлены в ней были далеко не все страны. Отсутствие в ней специалистов США и Великобритании не позволило этой ассоциации занять сколько-нибудь заметное место в мире. Куда большее влияние приобрели две другие федерации. В 1957 году возник ИФАК – Международная федерация по автоматическому управлению, а в 1962 году – ИФИП – Международная федерация по процессам переработки информации, ставшая преемницей Международной федерации кибернетики. В 1962 году, выступая на заседании Совета ИФИП, представитель СССР А. А. Дородницын предложил внести в будущий глоссарий терминов по процессам обработки информации два термина: “Cybernetics active” и “Cybernetics talkative” [44]. Себя автор, по-видимому, причислял не к тем, кто занимается «трепотливой кибернетикой».

Все, кто интересовался кибернетикой всерьез, в эти годы размышляли о ее месте в системе наук и значении для дальнейшего развития наших знаний об окружающем мире. До нас дошли два ярких документа, отражаю-

щих подобные размышления. Это тезисы о кибернетике, написанные в январе 1957 года (тексты этих двух документов печатаются в настоящем издании). В первом документе, помеченном 16–17 января, Вяч. Вс. Иванов, М. К. Поливанов и В. А. Успенский, молодые единомышленники академика А. Н. Колмогорова, по его просьбе формулируют восемь тезисов, касающихся определения кибернетики, ее основных понятий, места кибернетики в системе наук и ее роли, заимствованных из книг Винера и других творцов новой науки, и на каждый тезис пишут собственный комментарий. Например, приводя определения кибернетики по Винеру и Куфиньялю, они предлагают свое определение кибернетики как науки об информации в том же смысле, в каком физика является наукой об энергии. Рассуждая о содержании кибернетики, авторы тезисов справедливо отмечают, что наука эта не представляет монолитного целого. Уже сейчас в ней видны две различные части: наука об аналогиях в живых и искусственных системах и наука о связи и информации.

В конце этого варианта «Тезисов» подчеркивается роль кибернетики в уменьшении энтропии в научной сфере, ее значение для структуризации научной терминологии и научных знаний. Комментарий к последнему тезису слегка ироничен и, очевидно, прямо адресуется Колмогорову: именно его следует в первую очередь понимать под «высоко организованной системой», а не просто любого читателя.

Ответный документ Колмогорова, имеющий такое же название «Тезисы о кибернетике», датирован 20-м января. В нем Колмогоров пишет о том, что в той части кибернетики, которая касается информации и связи, весь разговор может идти на уровне точных терминов и определений, но ограничивать этим кибернетику нельзя, нельзя превращать ее в математическую науку (эта позиция не совпадает с позицией редколлегии «Проблем кибернетики»), исключать из нее разделы, для изложения которых пока пригоден лишь язык таких наук, как биология, физиология и психология. Колмогоровские тезисы и дополняют тезисы его корреспондентов, и polemизируют с ними (первично ли понятие информации, может ли существовать некодированная информация и т. п.). В конце мы видим, как из этой своеобразной кибернетической «переписки из двух углов» возникает строгий текст первого наброска начала статьи «Кибернетика» для БСЭ (написан вслед за тезисами, 24 января, и примыкает к ним).

Из-за разногласий по поводу содержания того, что кроется за названием новой науки – кибернетики, стало ясно, что вопрос о создании института кибернетики придется отложить. Нельзя было ставить под удар начинание, которое и так уже было встречено в штыки частью философов и, к сожалению, математиков и физиков, которым кибернетика казалась пристанищем не слишком хороших специалистов, занимающихся добыванием научного авторитета на основе «легковесных» результатов (аналогичная ситуация повторится и в начале становления работ в области искусственного интеллекта).

У Берга возникла идея начать с более простого, чем организация академического института. Он решает создать Научный совет при Президиуме АН СССР, который координировал бы исследования по кибернетике в

СССР и одновременно вел бы научные исследования, что позволило бы в дальнейшем создать на базе Совета Институт кибернетики АН СССР. Президиум АН СССР отнесся к этой идее положительно и предложил А. И. Бергу сделать доклад, который мог бы служить основой для принятия решения об организации Совета по кибернетике.

Соответствующий документ был подготовлен коллективом специалистов в следующем составе: академик А. И. Берг (председатель комиссии), д. ф.-м. н. А. А. Ляпунов (зам. председателя), к. ф.-м. н. М. Л. Цетлин (ученый секретарь), к. филол. н. Н. Д. Андреев, к. т. н. Ю. Я. Базилевский, д. ф.-м. н. В. М. Глушков, к. филол. н. В. В. Иванов, чл.-корр. АН СССР Л. В. Канторович, к. т. н. И. А. Полетаев, д. т. н. В. В. Солодовников, чл.-корр. АН СССР В. А. Трапезников, к. ф.-м. н. С. В. Яблонский.

Документ начинается с попытки определения кибернетики: «Кибернетика представляет собой теоретическую основу изучения процессов управления и строения управляющих систем». Такая трактовка новой науки является доведением до логического завершения взглядов Н. Винера на это научное направление. По мнению составителей записки, объектом изучения кибернетики являются управляющие системы, где бы они ни возникали. Такая парадигма позволяла осуществлять перенос кибернетического подхода, моделей и методов в другие науки, позволяла говорить о технической, биологической, экономической, химической и т. п. кибернетике. В этом четко проявлялось строение новой науки: теоретическая часть есть теория абстрактных управляющих систем, а прикладные разделы интерпретируют ее теоретические модели в конкретных областях.

Сформулированная парадигма предопределила структуру будущего доклада на Президиуме АН СССР. В первой части записки анализируются основные задачи, стоящие перед теоретической кибернетикой. Составители различают два уровня описания процесса управления: макроописание и микроописание. На макроуровне объект управления предстает в виде черного ящика. В этом случае процесс управления можно строить только на поведенческом уровне, все знания об объекте управления и его откликах на управляющие воздействия добываются лишь на основе внешнего наблюдения. Макроподход используется в теории информации, задачах построения кодов для тех или иных целей, в теории идентификации объекта управления. На уровне микроописания решаются задачи анализа поведения отдельных частей объекта, выявляются связи между частями и решаются проблемы синтеза с учетом целей, стоящих перед системой управления.

Далее сформулированные для теоретической части кибернетики задачи, возникающие на макро- и микроуровнях, интерпретируются в терминах физических, технических, биологических, лингвистических, экономических систем. Интерпретации сведены в обозримые таблицы, рассматривая которые легко убедиться, что между различными науками можно на кибернетическом уровне установить явные аналогии.

Доклад А. И. Берга на заседании Президиума АН СССР 10 апреля 1959 года был успешным. Авторитет докладчика и прекрасно подготовленные текст доклада и иллюстративные материалы к нему сделали свое дело. Президиум АН СССР единогласно принял постановление об организации (пока

на общественных началах, т. е. без штатных сотрудников) Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР. В деле борьбы за окончательное признание кибернетики в СССР была поставлена последняя точка.

Текст доклада был с незначительными сокращениями и изменениями опубликован в довольно странном для такого важного документа издании – «Морском сборнике» [45] (скорее всего свою роль сыграла близость А. И. Берга к Российскому флоту). Авторы статьи, ссылаясь на решения Июньского Пленума ЦК КПСС, сразу «берут быка за рога»: «В борьбе за дальнейший технический прогресс, за внедрение новой техники и технологии в социалистическое производство следует, по нашему мнению, отвести большую роль глубокой разработке и широкому внедрению кибернетики. Кибернетика должна быть поставлена на службу повышения эффективности деятельности советских людей и использована для решения трудных задач руководства нашим быстро развивающимся народным хозяйством. А для этого нужно создать школу советской кибернетики, свободную, с одной стороны, от ошибок буржуазной науки, выразившихся, в частности, в „одушевлении машины“ и принижении роли человека, а с другой – от непонимания у нас значения и возможностей кибернетики» (с. 33). Далее это положение подкрепляется ссылками на преимущества общественного строя в СССР, которые позволяют ставить и решать управленческие задачи большого масштаба.

В 1959–1961 годах Совет, который возглавлял А. И. Берг, работал на общественных началах. Заместителем Берга стал Я. И. Хургин, научные интересы которого в то время лежали в области теории информации. М. Л. Цетлин исполнял функции ученого секретаря, А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский, В. В. Иванов старались активно помогать только что родившемуся координирующему органу. За эти годы были определены задачи Совета, круг его обязанностей, наиболее эффективная структура. Становилось ясно, что на общественных началах такое большое дело не поднять. А. И. Берг стал пробивать через руководство АН СССР и другие инстанции постоянные штаты. Он обосновывал их необходимость большими планами Совета по организации издательской деятельности и организации научных мероприятий в области кибернетики и применения вычислительных машин в различных областях человеческой деятельности.

Вновь сделался актуальным вопрос о создании специального института Академии наук, основной проблематикой которого стала бы кибернетика. А. А. Марков собрал с этой целью инициативную группу, заседание которой состоялось 25 июня 1960 года³. На этом собрании присутствовали: Р. Л. Добрушин, В. В. Иванов, Н. А. Криницкий, Д. Г. Лахути, А. А. Ляпунов, А. А. Марков, И. А. Мельчук, Н. М. Нагорный, В. А. Успенский, С. К. Шаумян и А. И. Яглом. Обсуждалось два вопроса: профиль будущего института, его состав, название и технология организации института. Бросается в глаза большое число лингвистов и близких к ним специалистов в составе инициативной группы и полное отсутствие среди ее членов предста-

³ Протокол совещания публикуется в разделе I настоящего сборника.

вителей технической кибернетики. Это произошло, конечно, не случайно. Незадолго до собрания инициативной группы Президиум АН СССР принял решение (так никогда и не осуществленное под влиянием все тех же «твердолобых философов») об организации в Академии Института семиотики. Инициативная группа решила использовать этот факт и создать Институт семиотики и кибернетики или Институт кибернетики, в котором проблемы семиотики и структурной лингвистики занимали бы важное место.

Предполагалось, что институту такого профиля лучше не зависеть от гуманитарной общественности и следует включить его организационно в состав Отделения физико-математических наук АН СССР.

Как следует из стенограммы заседания инициативной группы (ее текст публикуется в данном издании), участники обсуждения вновь отстаивали позицию понимания кибернетики как математической науки, полностью исчерпывающейся применением вычислительных машин для решения невычислительных задач. Кроме того, лингвисты и математики не пришли к согласию и о взаимосвязи семиотики и кибернетики. Одни считали семиотику самостоятельной наукой, лишь частично пересекающейся с тематикой кибернетики, другие включали семиотику в состав кибернетики.

Письмо о результатах работы инициативной группы было послано А. И. Бергу. Руководитель Совета по кибернетике посчитал, что вряд ли стоит затевать какую-то деятельность по созданию нового института, когда уже существующий Совет может стать зародышем будущего учреждения. Надо только активизировать процесс выбивания штатного расписания для Совета. На это и направил А. И. Берг свои усилия и усилия своих помощников. Эти усилия увенчались первыми успехами к 1961 году. У Совета возник штат из трех человек. Кроме штатной должности заместителя председателя Совета, которую занял Я. И. Хургин, появились должности ученого секретаря и лаборанта. На первую из них по рекомендации Хургина попала С. С. Масчан. Выбор был безошибочным. Все время, пока Берг возглавлял Совет, С. С. Масчан обеспечивала всю организационную сторону его деятельности. Атмосферу непрерывного служения делу развития отечественной кибернетики и оценку личного вклада А. И. Берга в ее создание можно ощутить по воспоминаниям старейших работников Совета по кибернетике [46, 47]⁴.

В конце того же 1961 года в Киеве был создан Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН УССР. Этот Совет возглавил В. М. Глушков. В 1962 году он стал директором организованного им при активной поддержке А. И. Берга Института кибернетики АН УССР, ставшего центром развития информатики на Украине. Чуть раньше создания этого института А. И. Берг сумел добиться от руководства Академии наук Грузии согласия на открытие в Тбилиси Института кибернетики АН ГССР (1960). Директором этого института стал В. В. Чавчанидзе. Затем были созданы институты такого же профиля и в других республиках СССР: Институт кибернетики АН ЭССР (1960) в Таллинне, Институт кибернетики АН

⁴ Воспоминания С. С. Масчан перепечатываются в разделе «Биографические материалы» настоящего сборника.

АзССР (1965) в Баку, Институт технической кибернетики в Минске (1965), Институт кибернетики АН УзССР в Ташкенте (1966). В других республиках отделения, отделы и лаборатории кибернетического профиля возникли в структуре ранее существовавших академических институтов (в Молдавии это был Институт математики, в Киргизии – Институт автоматики, в Латвии – Институт электроники и вычислительной техники).

6. Расширение сферы влияния. На протяжении 60-х годов в нашей стране действовали две тенденции. Первая – широкое развертывание работ в области теории вычислительных машин, программирования и внедрение вычислительной техники в самые разные области. Вторая – начавшееся отставание от ведущих стран в области технологии создания новых поколений вычислительных машин. Если отечественные транзисторные машины 60-х годов (такие, как БЭСМ-6 или МИР-2) по своей архитектуре были на уровне передовых зарубежных образцов и в чем-то явно превосходили их, то элементная база, на которой эти ЭВМ были созданы, была для западных стран уже вчерашним днем. Транзисторы в массовом порядке заменялись интегральными, а потом и сверхбольшими интегральными схемами. К концу 60-х технологический разрыв в области вычислительных машин достигал уже 6–7 лет [48, 49].

Этот разрыв в технологии на первых порах никак не сказывался на развитии теоретических основ информатики, не сдерживал творческие начинания специалистов, связанных по роду своей деятельности с разработкой и внедрением вычислительных машин. В эти годы в СССР быстрыми шагами развивалась космическая программа, происходило техническое перевооружение армии, решались крупные народно-хозяйственные задачи (как известно, тогдашнее руководство страны всерьез обещало своим гражданам, что их внуки будут жить при коммунизме). В планах развития промышленности, сельского хозяйства, оборонной мощи страны вычислительным машинам отводилось немалое место. Не было недостатка в правительственно-партийных документах, подчеркивающих решающую роль, которую должны сыграть новые технологии, основанные на внедрении вычислительных машин, в достижении глобальной цели – построения в СССР коммунистического общества. Интересные соображения о причинах такой эйфории в нашей стране в связи с надеждами на помощь кибернетики, высказываются в [50].

А. И. Берг принимал непосредственное участие в подготовке подобных документов. Работая над ними, он всегда привлекал к этому делу специалистов. Именно поэтому многие государственные программы и постановления тех лет несут на себе печать высокого профессионализма. Примером может служить Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР 1959 года об ускорении и расширении производства вычислительных машин и внедрении их в науку и народное хозяйство, подготовленное комиссией, возглавляемой А. И. Бергом.

Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» значительно расширил свои штаты и стал напоминать небольшой академический институт. В его составе работало больше десятка секций (теоретической кибер-

нетики, технической кибернетики, кибернетики на транспорте, медицинской кибернетики и т. д.), каждая из которых возглавлялась авторитетными ведущими в данной области специалистами. Десятки членов секций поддерживали научные и организационные начинания Совета, а ученые секретари секций, состоявшие в штате Совета, обеспечивали тесный контакт аппарата Совета и его руководителя с научной общественностью.

Демонстрируя собравшимся на Юбилейную сессию Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» таблицу, отражающую достижения Совета к концу 1967 года, А. И. Берг сказал: «...начиная с 1962 года, объем координируемых Советом работ возрос в 3 раза. Рост числа работ и количества научных организаций и ведомств, принимающих участие в исследованиях по проблеме „Кибернетика“, свидетельствует о насущной потребности в применении идей, методов и технических средств кибернетики в различных областях производственной и научной деятельности» [51, с. 22–23]. Вот как выглядела эта таблица.

	1962	1963	1964–65	1966	1967–70
Количество тем в плане по проблеме «Кибернетика»	170	231	374	428	516
Количество научных организаций-исполнителей	29	61	96	133	184
Количество ведомств-исполнителей	14	19	22	27	44

Далее докладчик подчеркнул важный момент: «Количественный рост тематики имел своей основой глубокие качественные сдвиги. За этот период в нашей стране сложились важные новые направления кибернетики и ее приложений. К их числу можно отнести:

- теорию управляющих систем;
- теорию оптимального и помехоустойчивого кодирования информации;
- теорию построения информационных систем;
- теорию адаптивных систем;
- математическую теорию планирования эксперимента;
- биокибернетику, медицинскую кибернетику, нейрокибернетику;
- инженерную психологию;
- применение кибернетики в обучении.

Начаты и успешно развиваются исследования в области теории больших систем, теории построения систем управления энергетическими и транспортными процессами, теории систем научно-технической информации, эвристического программирования и др.» [51, с. 23].

Эти высказывания руководителя Совета по кибернетике требуют некоторых комментариев.

К середине 60-х годов среди ведущих специалистов в области кибернетики расхождения в очерчивании той области знаний, с которой эта наука имеет дело, усилились. Весьма широкое истолкование этой науки было характерно для А. И. Берга и ученых, группировавшихся вокруг него. В этом научном сообществе кибернетика понималась скорее не как наука, а как особая всеобъемлющая научная парадигма. Например, в [52, с. 29] можно

прочитать, что «кибернетика возникла как чрезвычайно широкое научное и техническое направление. С одной стороны, ее рождение было связано с конструированием и применением сложных автоматов, с автоматизацией производства, с электроникой и универсальными вычислительными машинами. С другой стороны, к кибернетике вели науки, издавна изучавшие процессы управления и переработки информации в конкретных областях, например, наука о жизни. И, конечно, мощный комплекс математических идей и теорий». И далее [52, с. 40]: «Применение кибернетики во все большем круге наук и областей практической деятельности человека – знамение нашего времени. Идеи и методы кибернетики постепенно меняют лицо многих научных дисциплин. Это касается даже самой „самостоятельной“ из наук – математики».

Из этих цитат видно, что сторонники столь широкого взгляда на кибернетику рассматривают ее как новый философско-методологический подход к различным теоретическим и прикладным наукам. В более поздних работах тех, кто разделял подобное истолкование кибернетики, эта мысль выражена еще более отчетливо [53, 54].

На другом полюсе находились те, кто связывал кибернетику с появлением и внедрением вычислительных машин, с теми изменениями в математике и смежных с нею областях, которые были порождены процессами решения задач на вычислительных машинах. Такая точка зрения на кибернетику характерна, например, для редколлегии и авторов статей сборника «Проблемы кибернетики». Если для сторонников широкого взгляда на кибернетику ее ключевыми словами были «управление», «обратная связь», «энтропия», то для тех, кто интерпретировал кибернетику более узко, такими ключевыми словами выступали «алгоритм», «программа», «управляющая система».

Создание двух международных организаций: IFAC и IFIP, как уже говорилось, характеризовало расхождения во взглядах на науки, связанные с появлением вычислительных машин. Специалисты инженерного профиля тяготели к ИФАКу, а математики и близкие к ним программисты и логики предпочитали ИФИП. И только Совет А. И. Берга еще долгие годы пытался интегрировать в своих рамках эти две группы специалистов.

Нападки на кибернетику со стороны философов практически прекратились. Как рецидив прошлого выглядела брошюра [55], автор которой все еще критиковал позицию Винера и особо отмечал философские «просчеты» в предисловии Э. Кольмана к последней книге Винера: «В. И. Ленин десятки раз повторял, что головной мозг есть орган мысли, что мысль есть функция мозга. Из этих ленинских высказываний вытекает два вывода: 1) сознанием, мышлением обладает лишь головной мозг человека; 2) между сознанием человека, как качественно высшей формой отражения материи, и другими формами отражения имеется не только общее, связь, родство, но и коренное отличие. Отсюда следует, что неорганическая (мертвая) материя не может обладать сознанием. Поэтому в электронной машине нет и не может быть сознания, ибо она построена из неорганического материала» (с. 11).

Но это были последние слабые отголоски давней бури. Новое поколение философов оценивало ситуацию с кибернетикой совсем с других позиций (см., например, [56]).

В начале 60-х критика достижений в области применения вычислительных машин возникла совсем с другой стороны. И. А. Полетаев опубликовал в газете «Комсомольская правда» шутивное письмо от имени некоторого инженера, отвергающего все культурные ценности прошлых «гуманитарных времен» и собирающегося заменить «старую культуру» новой, основанной на достижениях кибернетики и вычислительной техники. Все знавшие И. А. Полетаева, человека высокой культуры и интеллекта, конечно, восприняли это письмо как озорную мистификацию. Но, опубликованное газетой, оно породило известную дискуссию о «физиках» и «лириках», в которую оказались втянутыми многие представители культуры и науки. Теперь уже не со стороны философов высказывалась критика по поводу «кибернетического экстремизма». Против идеи «умных машин, чей интеллект сравним с человеческим», выступили широкие слои общественности.

В связи с этим потребовалось еще раз изложить на доступном уровне основные положения кибернетики. Эту задачу взял на себя популярный в то время журнал «Техника – молодежи». В десятом и одиннадцатом номерах за 1961 год была опубликована статья А. Н. Колмогорова, открывшая дискуссию «Проблемы кибернетики сегодня» [57]. Эта статья явилась изложением доклада Колмогорова на методологическом семинаре механико-математического факультета МГУ, сделанного 6-го апреля 1961 года [58]. Доклад начинается следующими словами: «Сегодняшний доклад задуман как доклад для математиков. Предполагается, что основные слушатели понимают те стороны дела, которые понимают именно математики». Но, несмотря на такое начало и последующее изложение, требовавшее для понимания определенной математической культуры, среди тех, кто по достоинству оценил глубокое содержание доклада, были не только математики. А. Н. Колмогоров своим выступлением привлек внимание широкой аудитории к вопросам, имеющим основополагающее значение для наук о живом и той части кибернетических исследований, которая позже получила название «искусственный интеллект».⁵

После статьи Колмогорова (ее текст был адаптирован к уровню читателей журнала) в «Технике – молодежи» было опубликовано еще немало статей и дискуссионных материалов. Наиболее важные из публикаций перечислены в [59]. Интересен комментарий, которым редакция журнала сопровождала сокращенное изложение доклада Эшби, прочитанного им на конференции по интеллектуальным машинам, проходившей незадолго до этого в США: «Статья печатается в порядке дискуссии, чтобы дать представление об интересных, хотя и наиболее крайних взглядах в кибернетике, существующих среди некоторых ученых на Западе».

7. 60-е и 70-е годы. На последующее двадцатилетие приходится расцвет кибернетических исследований в нашей стране. Активно развивались все ее направления. Во многих из них результаты советских специалистов или

⁵ Тезисы этого доклада А. Н. Колмогорова перепечатываются в разделе I настоящего сборника, доклад – в разделе «Приложения».

находились на мировом уровне, или опережали его. Перечислим те области, в которых достижения были наиболее впечатляющими.

- После знаменитого Джорджтаунского эксперимента по использованию вычислительной машины для перевода с одного языка на другой, в СССР стремительно развернулись работы в этой области. Вскоре у нас были созданы первые версии программ для машинного перевода [36, 60]. Эти программы, базировались на тех достижениях лингвистики, которые были стимулированы новыми структурными и математическими подходами к проблемам анализа и синтеза языковых конструкций. В создании и изучении моделей подобного типа отечественные лингвисты находились на одном уровне с лингвистами из других стран. Это позволило тем, кто создавал первые программы для машинного перевода, занять лидирующее положение в этой области. И в дальнейшем, когда по многим позициям в области кибернетических исследований наша страна стала заметно отставать, работы в области машинного перевода оставались на мировом уровне [61].
- Активное внедрение идей кибернетики в психологию мышления привело к появлению ряда интегральных моделей организации целесообразной человеческой деятельности. В Москве модели такого типа активно обсуждались на семинаре по психонике, работавшем с 1964 по 1970 год в Московском энергетическом институте [62]. В работе этого семинара участвовали психологи (Б. В. Зейгарник, В. П. Зинченко, В. Н. Пушкин и другие) и специалисты в области кибернетики. Термин «психоника» был придуман по аналогии с термином «бионика», получившим в 60-е годы широкое распространение. (Состоялись три весьма многолюдные конференции по бионике, труды которых были опубликованы [63–65], в Совете по кибернетике активно работала секция бионики, но к середине 70-х это направление практически перестало существовать). Психоникой предлагалось назвать область междисциплинарных исследований, целью которых должно было быть включение в искусственные системы моделей и процедур, аналогичных тем, которые характеризуют направленную жизнедеятельность высших животных и человека. Выявление их становилось задачей психологов. Другой задачей психоники было внедрение кибернетической методологии и математических моделей и методов в психологические исследования.
В Институте кибернетики АН УССР, в Киеве, аналогичные проблемы обсуждались на семинаре Н. М. Амосова. В результате этих усилий было предложено несколько интегральных моделей мыслительной деятельности и целесообразного поведения, не потерявших свою актуальность до настоящего времени [68–69]. Их дальнейшее развитие [70–72] показало значимость подобных моделей для создания интеллектуальных систем.
- Несколько иные подходы к поиску интегральных моделей целесообразной деятельности демонстрировали работы, возглавлявшиеся на биологическом факультете МГУ А. В. Напалковым [73–75]. В них доминировало понятие «эвристика». В 60-е годы это понятие использовалось в боль-

шинстве исследований в области моделирования мыслительных процессов. Главенствовала идея о том, что основной процедурой в целесообразном поведении является использование разнообразных приемов (эвристик), позволяющих резко уменьшать перебор альтернативных вариантов при поиске нужного решения. На изучение приемов сокращения перебора были направлены усилия как психологов, так и специалистов по использованию вычислительных машин для решения невычислительных задач.

Подобное понимание сути процессов поиска решений задач в психологии соответствовало так называемой лабиринтной модели, известной еще с начала века. Первые успехи в области создания интеллектуальных программ, появившихся во второй половине 60-х годов, были связаны с использованием именно таких моделей. Они оказались весьма эффективными при программировании игровых задач и вообще задач, для которых основу составлял направленный поиск на множестве альтернативных вариантов. Отечественные специалисты разработали в эти годы эффективные методы целенаправленного сокращения перебора, что дало им возможность демонстрировать весьма эффективные программы для решения задач, требующих большого перебора [76, 77]. Успех известной шахматной программы «Каисса», победившей на Втором чемпионате мира среди шахматных программ, целиком определялся удачным выбором эвристик, заимствованных из практики шахматистов, и эффективными методами сокращения перебора при анализе шахматных позиций [78].

- Распознавание образов в 60-е и первой половине 70-х давало возможность для разработки интересных и практически полезных программ. Поэтому в СССР работы по созданию процедур распознавания и программ, основанных на них, привлекали многие коллективы специалистов. Пожалуй, наиболее яркие достижения в этой области, во многом превосходящие зарубежные результаты, были получены в коллективах, возглавлявшихся М. М. Бонгардом и Ю. И. Журавлевым, а также в нескольких коллективах, работавших в Институте проблем управления АН СССР (ранее – Институт автоматики и телемеханики).

Задача распознавания образов имеет два этапа. На первом этапе надо выбрать набор признаков, обеспечивающих разбиение объектов на нужные классы. На втором – найти эффективную процедуру классификации по заданным признакам. До М. М. Бонгарда усилия направлялись на реализацию второго этапа распознавания, в предположении, что удачный выбор признаков уже сделан. Но основная трудность задач распознавания образов скрыта как раз на первом этапе их решения. Заслугой Бонгарда и его сотрудников явилось создание процедур выявления характеристических признаков на основе индуктивного обучения. Результаты этой работы отражены в монографии [79], ставшей на длительное время собранием идей и методов в задачах распознавания образов. Лишь через 6–7 лет после выхода этой книги стали появляться аналогичные результаты за рубежом.

В Институте проблем управления распознаванием образов занималось несколько групп. В трех из них были разработаны методы, по праву

вошедшие в мировую копилку процедур распознавания. Это метод потенциальных функций, метод статистических оценок и метод разделения классов с помощью системы гиперплоскостей [80–82].

Весьма значительный вклад в теорию распознавания образов внесли работы Ю. И. Журавлева и его учеников [83, 84]. Впервые в мировой практике в них была дана точная постановка задачи распознавания образов и возникла возможность строго оценивать эффективность тех или иных алгоритмов распознавания и подбирать для конкретной задачи наиболее эффективный алгоритм. Школа Ю. И. Журавлева до настоящего времени удерживает лидирующее положение в мировом сообществе в этой области информатики.

- Модельная теория мышления, развитая в работах В. Н. Пушкина, послужила основой для разработки метода ситуационного управления большими системами. Этот метод, возникший во второй половине 60-х годов [85], во многом предвосхитил технологию решения задач в системах, опирающихся на знания (такая технология возникла в исследованиях по искусственному интеллекту лишь в середине 70-х в экспертных системах). С помощью метода ситуационного управления удалось решить ряд практических задач, и его использование продолжается до настоящего времени [86, 87]. Значение работ по ситуационному управлению в нашей стране весьма велико. Большое количество специалистов, занимавшихся развитием этого подхода и применением его для решения практических задач (за десятилетие активности «ситуационного движения» в 1967–77 годах было проведено около двух десятков конференций, симпозиумов и школ, через которые прошли несколько сот специалистов), оказалось подготовленным к немедленному переходу к технологиям искусственного интеллекта, как только они появились в начале 70-х годов.
- После успехов в области создания трансляторов ТА-1, ТА-2 и «Альфа» в 1964–65 годах, отечественные исследования в области автоматизации программирования продолжали сохранять высокий темп развития. В Москве, Новосибирске и Киеве работали коллективы, обеспечивавшие высокий уровень соответствующих программных продуктов [12].

В СССР был создан алгоритмический язык РЕФАЛ, в основе которого лежала теоретическая модель процесса, реализуемого нормальными алгоритмами Маркова [90]. Его использование в нашей стране позволило создать ряд оригинальных программных продуктов, не имеющих аналогов за рубежом. К сожалению, РЕФАЛ испытал судьбу многих отечественных находок. За рубежом его не признали по соображениям, далеким от науки, а в нашей стране после вынужденной эмиграции его создателя он использовался лишь небольшой частью программистов и постепенно утратил свои позиции.

Сходная судьба и у языков программирования семейства АНАЛИТИК, созданных в Институте кибернетики АН УССР для ЭВМ серии «МИР». Эти машины, по существу, были первыми персональными ЭВМ (к сожалению, тогдашняя элементная база не позволяла свести их габариты к настольным). Но, несмотря на передовые принципы, зало-

женные в структуру и функции языков семейства АНАЛИТИК [91], они также не стали достоянием мирового сообщества программистов, хотя иностранные эксперты достаточно высоко оценивали достижения программирования в СССР [92–94].

К сожалению, к началу разработок ЭВМ третьего поколения (60-е годы) в нашей стране не возникла парадигма программной совместимости. Талантливые разработчики ЭВМ и программного обеспечения для них работали разобщенно, вне рамок какой-либо государственной программы и требований стандартизации. Это привело сначала к потере темпа, потом к отставанию и, наконец, к роковому для отечественной информатики копированию в СССР и странах Восточной Европы разработок фирмы ИБМ. После этого наши достижения в области программирования, операционных систем, языков программирования практически сходят на нет, что и отмечается зарубежными экспертами [95–98].

- Исследования в области параллельного программирования в СССР имеют длинную историю. Их начало относится к середине 60-х годов, когда в Институте математики СО АН СССР (Новосибирск) и в Московском энергетическом институте возникли первые коллективы, заинтересовавшиеся теорией параллельных процессов в вычислительных системах, состоящих из однородных или неоднородных машин. Со временем в этих организациях сложились известные школы специалистов в области параллельных вычислительных процессов. Первые монографии по теории вычислительных систем и параллельных вычислений вышли в нашей стране с большим опережением аналогичных изданий за рубежом [99, 100].

Отечественные специалисты первыми в мировой науке дали постановку и предложили первые решения таких задач, как сегментация алгоритмов и программ, планирование выполнения больших программ на вычислительных системах, динамическое диспетчирование потока программ и сегментов программ, асинхронная организация протекания процессов [101–103]. В это время было предложено несколько оригинальных моделей для параллельных вычислений, заново переоткрытых потом в США и других странах. В работах [104, 105] отражен дальнейший этап развития работ по параллельным процессам в Новосибирске и частично в других организациях СССР.

- Со второй половины 60-х кибернетические модели управления и методы решения сложных задач на ЭВМ стали активно внедряться в реальные системы управления самого различного уровня. Это начинание было активно поддержано правительством в виде значительного финансирования государственных программ по созданию автоматических систем управления предприятиями, отраслями, регионами и общегосударственными системами. Программы развития сетей передачи и обработки информации, которые должны были охватить всю страну, увязывались с глобальной идеологической программой построения коммунистического общества. Эти «наполеоновские» планы не были подкреплены необходимой технической базой и были обречены на неудачу. Но, как ни

странно, некоторая польза от этого движения все-таки была. Были созданы многие десятки отраслевых и региональных институтов, вычислительных центров на предприятиях и в различных организациях, что потребовало массовой подготовки специалистов, способных работать во вновь создаваемых учреждениях. Была организована подготовка специалистов по автоматизированным системам управления разного профиля, что позволило позже сделать информатику массовой профессией. И, наконец, были получены новые результаты в области информатики и управления в больших технических, экономических, организационных и социальных системах, которые вошли в научный оборот [106].

- Работы в области обработки изображений всегда несколько отставали в нашей стране от передового фронта на Западе, что, в частности, может быть объяснено слабостью технической базы для таких работ в нашей стране. На этом фоне особняком стоит цикл исследований, проведенных в Институте проблем передачи информации АН СССР под руководством В. С. Файна [107]. Возглавляемому им коллективу впервые в мировой практике удалось решить проблему компьютерного моделирования динамических процессов (в частности, процессов старения и омоложения), протекающих в биологических объектах. В некотором смысле эти достижения не превзойдены в мировой информатике до сих пор.
- Еще в одной довольно специфической области кибернетических исследований наша страна долгое время лидировала – это область использования ЭВМ для анализа и синтеза музыкальных произведений. Эти успехи связаны с неутомимой деятельностью Р. Х. Зарипова, сумевшего не только догнать по уровню исследований пионеров этой области – ученых США, но и значительно опередить их достижения [108]. И позже исследования Р. Х. Зарипова постоянно определяли «планку» мирового уровня [109].

Все перечисленные достижения отечественной информатики в 60–70-х годах проходили на фоне высокой активности научного сообщества в нашей стране. Повсеместно работали семинары и научные школы, проходили многочисленные и, как правило, многолюдные конференции, симпозиумы и совещания, нарастал поток издаваемой в области кибернетики литературы, возникали новые институты и подразделения кибернетического профиля в ранее существовавших организациях.

Большую объединительную роль играли Всесоюзные симпозиумы по кибернетике, которые проводились Институтом кибернетики АН ГССР. С 1961 по 1981 год состоялось девять таких симпозиумов, на которых обсуждалась практически вся тематика кибернетических исследований [110].

Это двадцатилетие было временем расцвета научных школ в области кибернетики. Школы возникали там, где был лидер, способный увлечь своих коллег в неизведанные тогда области. Некоторые школы, не успев возникнуть и заявить о себе, в силу разных причин столь же быстро исчезали, не оставляя после себя сколько-нибудь заметных следов. Но были школы, определившие на долгие годы направление развития тех или иных областей кибернетики.

1. *Школа А. А. Ляпунова.* О роли этой школы в развитии отечественной кибернетики мы уже говорили. Время ее расцвета приходится на конец 50-х и 60-е годы. Личность ее лидера определяла широкий круг проблем, интересовавших ее участников. Математические вопросы биологии, теория игр и принятия решений, оптимизационные задачи, формализация процессов программирования и автоматизация программирования – далеко не полный перечень того, что обсуждалось на семинаре Ляпунова в МГУ, а затем в Новосибирске. Это скорее была не школа в традиционном понимании этого термина, а широкое научное движение, лидер которого сумел привлечь в кибернетику множество ярких специалистов. Материалы, помещенные в этой книге, характеризуют многие грани этого уникального в истории отечественной кибернетики научного движения.

2. *Школа М. А. Гаврилова.* Эта школа сыграла решающую роль в развитии логического подхода к анализу и синтезу дискретных систем управления. По времени возникновения это первая «кибернетическая» школа в нашей стране. В середине 50-х М. А. Гаврилов организовал семинар в тогдашнем Институте автоматики и телемеханики АН СССР (ныне Институт проблем управления РАН), из участников которого формировался костяк школы.

Начиная с зимы 1964 года стали проводиться два раза в год знаменитые Гавриловские школы, на которых определялись основные направления исследований в области решения теоретических и практических задач логического проектирования различных устройств. Уровень школы был весьма высок и определял лидирующее ее положение в мире. В 70-х годах члены этого «незримого колледжа» первыми начали создавать системы автоматизированного проектирования дискретных систем управления. Участниками школы стали практически все ведущие специалисты в этой области в нашей стране и ряде стран Восточной Европы (лишь в Румынии в эти годы была школа, возглавлявшаяся Г. Мойсилом, чей уровень приближался к уровню школы Гаврилова). До начала 80-х годов результаты, полученные в этом сообществе, определяли мировой уровень соответствующего научного направления.

Школа Гаврилова пережила уход из жизни своего основателя и идеолога и продолжает (правда, не столь активно) действовать и сейчас [111]. В разное время от базовой школы отпочковались самостоятельные научные школы, специализирующиеся в тех или иных направлениях (наиболее известными из них являются школы А. Д. Закревского, В. Г. Лазарева, В. А. Горбатова).

3. *Школа О. Б. Лупанова – С. В. Яблонского.* Если в школе Гаврилова основное внимание уделялось созданию практических методов анализа и синтеза дискретных устройств, то работавшая на базе механико-математического факультета МГУ школа, основанная С. В. Яблонским и его учеником, вскоре выросшим в крупного ученого, О. Б. Лупановым, сосредоточила свое внимание на теоретических проблемах, связанных с использованием логических моделей в практических задачах. Основными достижениями этой школы, обеспечившими выход на мировой уровень, стали работы по

оценкам сложности синтезируемых схем, работы по доказательству полноты различных логических исчислений и теории логических тестов. Последнее направление, смыкающееся по своим методам с методами распознавания образов, породило в рамках данной школы дочернюю школу, во главе которой стал Ю. И. Журавлев. О достижениях этого научного коллектива уже говорилось.

Достижения школы чаще всего публиковались в сборнике «Проблемы кибернетики». Постепенно этот сборник (после смерти А. А. Ляпунова) стал органом школы Лупанова – Яблонского.

4. *Школа В. М. Глушкова.* Об этой весьма продуктивной школе, сложившейся на базе Института кибернетики АН УССР и возглавлявшейся ярким и разносторонним ученым В. М. Глушковым, также неоднократно упоминалось выше. Особо впечатляющими достижениями этой школы, оказавшими влияние на соответствующие исследования за рубежом, были работы по алгебраической теории автоматов, языкам программирования для символьных преобразований и доказательства теорем. Журнал «Кибернетика», издаваемый ИК АН УССР, был главным местом, где помещали свои результаты участники этой школы. Развиваемая под руководством Глушкова концепция аппаратной реализации языков программирования высокого уровня, воплощенная в серийных машинах «МИР» и в замысле нереализованного проекта машины «УКРАИНА» [112], на много лет опередила аналогичные решения за рубежом.

5. *Школа М. Л. Цетлина – М. М. Бонгарда.* Оба имени уже упоминались в тексте данной статьи. Вокруг этих двух ярких и самобытных лидеров объединились математики, программисты, физиологи, инженеры и физики. Основной круг интересов участников школы концентрировался вокруг проблем моделирования в биологии, физиологии, медицине и этологии. Достижения этой школы в области индуктивного формирования понятий, моделей зрения, моделей роста тканей и коллективного поведения во многом недостижимы для западной науки и по сей день.

Участники школы в течение десятка лет в 60-х годах регулярно встречались (как правило, под Ленинградом, что послужило появлению названия «Комаровские школы», хотя Комарово далеко не всегда было местом фактического проведения школы) и обменивались полученными за это время результатами. Трагический уход из жизни руководителей школы, произошедший на небольшом интервале времени, прекратил деятельность этого многообещающего сообщества ученых.

Поток публикаций по кибернетической тематике настолько возрос, что потребовалось начать выпуск специальных журналов, которые могли бы информировать научную общественность о новых результатах. С 1963 года выходят «Известия АН СССР. Техническая кибернетика». В этом журнале стали публиковаться работы, связанные с применением кибернетических подходов и компьютеров в системах управления сложными техническими объектами. Здесь же публиковались статьи по логическим методам анализа и синтеза схем, по применению автоматных моделей для решения разнооб-

разных задач, распознаванию образов. В какой-то мере тематика этого журнала дублировалась в имевшем почтенный «докибернетический» возраст журнале «Автоматика и телемеханика», который явно «перестроился» на тематику технической кибернетики.

В Киеве с 1965 года стал выходить уже упоминавшийся журнал «Кибернетика», основным содержанием которого были статьи по теоретическим вопросам кибернетики и программированию. Долгие годы этот журнал занимал нишу, связанную с теорией программирования, языками программирования и технологиями создания различных программных продуктов. С большим опозданием в 1975 году был основан журнал «Программирование», который стал ведущим отечественным журналом в этой области.

8. Новые информационные технологии. С начала 70-х годов стремительно развивается новое научное направление – искусственный интеллект. Сначала круг его интересов охватывает лишь вопросы, связанные с моделированием интеллектуальной деятельности, но постепенно в сферу приложений искусственного интеллекта втягиваются практически все направления информатики. Даже такие традиционные для информатики направления, как системное программирование или вычислительные модели, с течением времени стали обогащаться идеями, порожденными в ходе работ в области искусственного интеллекта (использование логических методов доказательства правильности программ или обеспечение интерфейса на профессиональном естественном языке с пакетами прикладных программ – лишь два примера такого обогащения).

С 80-х годов можно считать, что технология решения задач, опирающаяся на идею использования знаний о предметной области, где возникла задача, и знаний о том, как решаются подобные задачи, характерная для работ по интеллектуальным системам, стала основной парадигмой для современной информатики [113, 114]. Но это уже относится к тому периоду, который наступил после завершения в середине 70-х начального этапа развития информатики в нашей стране [115].

Нам же осталось сказать совсем немного. Своеобразным знаком завершения начального этапа развития кибернетики, превращения ее в «респектабельную» научную дисциплину явилось издание в середине 70-х двухтомной энциклопедии по кибернетике и толкового словаря по кибернетике [116, 117]. Обе работы были подготовлены и выпущены в свет по инициативе В. М. Глушкова, привлечшего к работе над этими книгами многих специалистов не только из руководимого им Института кибернетики АН УССР, но и из других ведущих в этой области организаций страны. После смерти В. М. Глушкова «Словарь по кибернетике» был выпущен повторно [118].

(Через несколько лет, как бы знаменуя новый этап в развитии информатики, вышли толковый словарь по искусственному интеллекту, трехтомный справочник по искусственному интеллекту и энциклопедический словарь по информатике, в котором разделы «Кибернетика» и «Искусственный интеллект» входят наряду с другими разделами в состав информатики [119–121].)

В 1986 году вышел сборник с символическим названием «Кибернетика. Становление информатики» [122]. Он открывался статьями тогдашнего президента АН СССР А. П. Александрова и вице-президента Е. П. Велихова, в которых говорилось об определяющем значении информатики для развития человеческого общества в грядущем столетии. В этом же сборнике помещены статьи наиболее авторитетных ученых и организаторов науки в области информатики. Основная идея всех авторов состоит в том, что информатика уже оторвалась от своей прародительницы кибернетики и стала самостоятельной научной дисциплиной. Характеризуя информатику 80-х годов, А. П. Ершов пишет: «...этот термин снова, уже в третий раз, вводится в русский язык в новом и куда более широком значении – как название фундаментальной естественной науки, изучающей процессы передачи и обработки информации» (с. 29), и далее на той же странице информатика определяется как «наука об информационных моделях, отражающих фундаментальное философское понятие „информация“».

Термин «информатика» в 80-е годы получает широкое распространение, а термин «кибернетика» постепенно исчезает из обращения, сохранившись лишь в названиях тех институтов, которые возникли в эпоху «кибернетического бума» конца 50-х – начала 60-х годов. В названиях новых организаций термин «кибернетика» уже не используется.

9. Вместо заключения. Информатика сейчас настолько глубоко проникла во все сферы человеческой жизни, что никакой обзор ее теперешнего состояния не может рассчитывать на какую-то полноту, он всегда останется фрагментарным и будет отражать субъективные пристрастия составителя. Но наша задача – не обзор того, что есть информатика сегодня, а попытка восстановить тот путь, который отечественная информатика прошла за полвека, отделяющие нынешнее время от начала эпохи компьютеров, без которых люди уже не представляют своей жизни.

Литература

1. А. И. Михайлов, А. И. Черный, Р. С. Гиляревский. Информатика // Большая Советская энциклопедия, 3-е изд., т. 10. М.: Советская энциклопедия, 1972, с. 348–350.
2. Encyclopedia of Computer Science. 3rd Edition. A. Ralston, E. D. Reilly (Eds.). New York: Van Nostrand Reinhold, 1993.
3. И. А. Апокин. Развитие вычислительной техники и систем на ее основе // Новости искусственного интеллекта, 1994, № 1, с. 26–69.
4. Б. Н. Малиновский. История вычислительной техники в лицах. Киев: Наукова думка, 1995.
5. Л. А. Люстерник, А. А. Абрамов, В. И. Шестаков, М. Р. Шура-Бура. Решение математических задач на автоматических цифровых машинах. Программирование для быстродействующих электронных счетных машин. М.: Издательство АН СССР, 1952.
6. В. П. Тугаринов, Л. Е. Майстров. Против идеализма в математической логике // Вопросы философии, 1950, № 3, с. 331–339.

7. Краткий философский словарь, под ред. М. Розенталя, П. Юдина, 4-е изд., дополненное и исправленное. М.: Государственное издательство политической литературы, 1954, с. 236–237.
8. Кому служит кибернетика // Вопросы философии, 1953, № 5, с. 210–219.
9. В. Нескоромный. Человек, который вынес кибернетику из секретной библиотеки // Компьютерра, 18.11.1996, № 43, с. 44–45.
10. С. Л. Соболев, А. И. Китов, А. А. Ляпунов. Основные черты кибернетики // Вопросы философии, 1955, № 4, с. 136–148.
11. Э. Кольман. Что такое кибернетика? // Вопросы философии, 1955, № 4, с. 148–159.
12. А. П. Ершов, М. Р. Шура-Бура. Становление программирования в СССР. Начальное развитие // Препринт ВЦ СО АН СССР № 12, 1976; А. П. Ершов, М. Р. Шура-Бура. Становление программирования в СССР. Переход ко второму поколению языков и машин // Препринт ВЦ СО АН СССР № 13, 1976.
13. М. Уилкс, Д. Уилер, С. Гилл. Составление программ для электронных счетных машин. М.: Издательство иностранной литературы, 1953.
14. М. А. Гаврилов. Теория релейно-контактных схем. Анализ и синтез структуры релейно-контактных схем. М.; Л.: Издательство АН СССР, 1950.
15. А. А. Ляпунов. О некоторых общих вопросах кибернетики // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 5–22.
16. А. А. Ляпунов, Ю. И. Янов. О логических схемах программ // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 46–74.
17. А. П. Ершов. Программирующая программа для быстродействующей электронной счетной машины. М.: Издательство АН СССР, 1958.
18. Л. В. Канторович, Л. Т. Петрова, М. А. Яковлева. Об одной системе программирования // Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения. Всесоюзная конференция, часть III. М.: ВИНТИ, 1956, с. 30–36.
19. М. Л. Цетлин. Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. М.: Наука, 1969.
20. В. М. Глушков. О некоторых задачах вычислительной техники и связанных с ними задачах математики // Украинский математический журнал, 1957, № 4, с. 369–376.
21. А. Н. Колмогоров. Кибернетика // Большая советская энциклопедия, 2-е изд., т. 51. М.: Большая советская энциклопедия, 1958, с. 149–151.
22. А. В. Китов. Цифровые вычислительные машины. М.: Советское радио, 1956.
23. И. А. Полетаев. Сигнал. М.: Советское радио, 1958.
24. Ю. И. Соколовский. Кибернетика настоящего и будущего. Харьков: Харьковское книжное издательство, 1959.
25. А. И. Китов, Н. А. Криницкий, П. Н. Комолов. Элементы программирования. М.: Издательство Артиллерийской инженерной академии, 1956.
26. Н. Винер. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958.
27. Н. Винер. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. 2-е изд. М.: Советское радио, 1968.
28. Н. Винер. Кибернетика и общество. М.: Издательство иностранной литературы, 1958.
29. Цинь Сюэ-сэнь. Техническая кибернетика. М.: Советское радио, 1956.

30. П. Косса. Кибернетика. М.: Издательство иностранной литературы, 1958.
31. У. Р. Эшби. Введение в кибернетику. М.: Издательство иностранной литературы, 1959.
32. Н. Е. Кобринский, В. Д. Пекелис. Быстрее мысли. М.: Молодая гвардия, 1959.
33. Л. Теплов. Очерки о кибернетике. М.: Московский рабочий, 1959.
34. И. Брук. Электронные вычислительные машины – на службу народному хозяйству // Коммунист, 1957, № 7, с. 124–127.
35. М. Г. Гаазе-Рапопорт. О становлении кибернетики в СССР // Кибернетика: прошлое для будущего. Этюды по истории отечественной кибернетики. Теория управления. Автоматика. Биокибернетика. М.: Наука, 1989, с. 46–85.
36. О. С. Кулагина. Некоторые теоретические вопросы машинного перевода. М.: Математический институт АН СССР, 1958.
37. Е. А. Жоголев, Г. С. Росляков, Н. П. Трифонов, М. Р. Шура-Бура. Система стандартных подпрограмм. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1958.
38. Л. Н. Королев. Некоторые вопросы теории машинного словаря. М.: ИТМиВТ, 1959.
39. А. И. Китов, Н. А. Криницкий. Электронные цифровые машины и программирование. М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959.
40. В. Л. Стефанюк. От автоматов М.Л.Цетлина к искусственному интеллекту (этапы и вехи, или как это было) // Новости искусственного интеллекта, 1995, № 4, с. 56–92.
41. В. В. Иванов. Из истории кибернетики в СССР. Очерк жизни и деятельности М. Л. Цетлина // Вопросы кибернетики. Кибернетика и логическая формализация. Аспекты истории и методологии. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1982, с. 166–190.
42. Andrei P. Ershov. Automatic Programming in the Soviet Union // Datamation, 1959, v. 5, No. 4, p. 14–20.
43. F. Bryzgalin. USSR Struggles with Electronic Computers // Petroleum Engineer, v. 27, August, 1955, p. A58.
44. А. А. Дородницын. Информатика: предмет и задачи // Кибернетика. Становление информатики, М.: Наука, 1986, с. 22–28.
45. А. И. Берг, А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский. Теоретические и практические проблемы кибернетики // Морской сборник, 1960, № 2, с. 33–56.
46. Е. В. Маркова. Жил среди нас необыкновенный человек: академик А. И. Берг // Академик Аксель Иванович Берг (К столетию со дня рождения). М.: Государственный Политехнический музей, 1993, с. 26–64.
47. С. С. Масчан. Последние годы жизни академика А. И. Берга // Академик Аксель Иванович Берг (К столетию со дня рождения). М.: Государственный Политехнический музей, 1993, с. 65–75.
48. S. E. Goodman. Computing and the Development of the Soviet Economy // Soviet Economy in a Time of Change. Washington: Government Printing Office, 1979, p. 524–553.
49. W. B. Holland. Soviet Computing, 1969: A Leap into the Third Generation? // Datamation, 1969, v. 15, No. 9, p. 55–60.
50. Л. Р. Грэхэм. Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе. М.: Политиздат, 1991.

51. *А. И. Берг*. Вступительное слово на открытии Юбилейной сессии Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР // Кибернетика и научно-технический прогресс (к 75-летию академика А. И. Берга). М.: Знание, 1968, с. 18–27.
52. *А. И. Берг, Б. В. Бирюков*. Кибернетика и научно-технический прогресс // Кибернетика и научно-технический прогресс (к 75-летию академика А. И. Берга). М.: Знание, 1968, с. 28–48.
53. *А. И. Берг, Б. В. Бирюков, И. Б. Новик, А. Г. Спиркин*. Кибернетика – методологические проблемы // Вестник АН СССР, 1971, № 9, с. 45–54.
54. *А. И. Берг, И. Б. Новик, В. Н. Свиницкий, В. С. Тюхтин*. Кибернетика против теологии // Науки о неорганической природе и религия. М.: Наука, 1973, с. 101–115.
55. *С. Г. Иванов*. Некоторые философские вопросы кибернетики. Л.: Общество по распространению политических и научных знаний РСФСР, Ленинградское отделение, 1960.
56. *З. Равенский, А. Уёмов, Е. Уёмова*. Машина и мысль. М.: Госполитиздат, 1960.
57. *А. Н. Колмогоров*. Автоматы и жизнь (изложение Н. Г. Рычковой) // Техника – молодежи, 1961, № 10, с. 16–19; № 11, с. 30–33.
58. *А. Н. Колмогоров*. Автоматы и жизнь // Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная. М.: Наука, 1968, с. 10–29.
59. *Н. Г. Бруевич*. Автоматизация умственного труда // Техника – молодежи, 1961, № 11, с. 30–33; № 12, с. 22–27; *С. А. Стебаков*. Можно вывести уравнения здоровья // Там же, 1961, № 12, с. 22–25; *Э. Кольман*. Могут ли машины обладать психикой? // Там же, 1962, № 1, с. 24–26; *П. Кузнецов*. Химическая кибернетика // Там же, 1962, № 2, с. 22–25; *И. И. Артоболевский, А. Е. Кобринский*. Живое существо и техническое устройство // Там же, 1962, № 2, с. 22–26; *А. Берг*. Кибернетику — на службу коммунизму // Там же, 1962, № 3, с. 24–26; № 4, с. 30–32; *А. Кондратов*. Рождение одной идеи. Контур новой науки – искусствометрии // Там же, 1962, № 5, с. 28–31; *В. М. Глушков*. Сделать кибернетику подлинным помощником умственной деятельности человека // Там же, 1962, № 6, с. 28–30; *У. Р. Эшби*. Что такое интеллектуальная машина? // Там же, 1962, № 6, с. 31–33.
60. *И. А. Мельчук, Р. Д. Равич*. Автоматический перевод. 1949–1963. М.: ВИНТИ, 1967.
61. *И. А. Мельчук*. Исследования по автоматическому переводу в 1970–1974 годах // Институт русского языка АН СССР. Предварительные публикации, 1975, вып. 67, с. 1–88.
62. *Д. А. Поспелов*. Семинар по психонике // Новости искусственного интеллекта, 1991, № 1, с. 31–36.
63. Бионика. М.: Наука, 1965.
64. Вопросы бионики, М.: Наука, 1967.
65. Проблемы бионики, М.: Наука, 1973.
66. *В. Н. Пушкин*. Оперативное мышление в больших системах. М.; Л.: Энергия, 1965.
67. *В. Н. Пушкин*. Эвристика – наука о творческом мышлении. М.: Политиздат, 1967.
68. *Н. М. Амосов*. Моделирование мышления и психики. Киев: Наукова думка, 1965.
69. *Н. М. Амосов*. Искусственный разум. Киев: Наукова думка, 1969.

70. В. Н. Пушкин. Психология и кибернетика. М.: Педагогика, 1971.
71. Д. А. Поспелов, В. Н. Пушкин. Мышление и автоматы. М.: Радио и связь, 1972.
72. Н. М. Амосов. Алгоритмы разума. Киев: Наукова думка, 1979.
73. Л. А. Абатурова, А. В. Напалков, Л. А. Парфенова. Алгоритмический анализ работы мозга и оптимизация процесса обучения. М.: МГУ, 1966.
74. А. В. Напалков, Н. В. Целкова. Информационные процессы в живых организмах. М.: Высшая школа, 1974.
75. Е. А. Александров. Основы теории эвристических решений. Подход к изучению естественного и построению искусственного интеллекта. М.: Радио и связь, 1975.
76. А. Л. Брудно. Грани и оценки для сокращения перебора вариантов // Проблемы кибернетики, 1963, вып. 10, с. 141–150.
77. М. В. Донской. О программе, играющей в шахматы // Проблемы кибернетики, 1974, вып. 29, с. 169–200.
78. Г. М. Адельсон-Вельский, В. Л. Арлазаров, М. В. Донской. Программирование игр. М.: Наука, 1978.
79. М. М. Бонгард. Проблема узнавания. М.: Физматгиз, 1967.
80. М. А. Айзерман, Э. М. Браверман, Л. И. Розоноер. Метод потенциальных функций в теории обучения машин. М.: Наука, 1970.
81. В. Н. Вапник, А. Я. Червоненкис. Теория распознавания образов. Статистические проблемы обучения. М.: Наука, 1974.
82. А. Г. Аркадьев, Э. М. Браверман. Обучение машины классификации объектов. М.: Наука, 1971.
83. Ю. И. Журавлев. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации // Проблемы кибернетики, 1978, вып. 33, с. 5–68.
84. Ю. И. Журавлев, А. А. Ляпунов и становление кибернетики в нашей стране // А. А. Ляпунов. Проблемы теоретической и прикладной кибернетики. Новосибирск: Наука, 1980, с. 4–17.
85. Д. А. Поспелов. Ситуационное управление. Теория и практика. М.: Наука, 1986.
86. Ю. И. Клыков. Ситуационное управление большими системами. М.: Энергия, 1974.
87. А. А. Башлыков. Проектирование систем принятия решений в энергетике. М.: Энергоатомиздат, 1986.
88. Б. В. Гнеденко, В. С. Королюк, Е. Л. Юценко. Элементы программирования. М.: Физматгиз, 1961.
89. Е. А. Жоголев, Н. П. Трифонов. Курс программирования. М.: Наука, 1964.
90. В. Ф. Турчин, В. И. Сердобольский. Язык РЕФАЛ и его использование для преобразования алгебраических выражений // Кибернетика, 1969, № 3, с. 58–62.
91. В. М. Глушков, Т. А. Гринченко, А. А. Дородницына. Алгоритмический язык АНАЛИТИК-74. Киев: Институт кибернетики АН УССР, 1977.
92. S. E. Goodman. Software in the Soviet Union: Progress and Problems // Advances in Computers, 1979, v. 18, p. 231–287.
93. G. Rudins. Soviet Computers: A Historical Survey // Soviet Cybernetics Review, 1970, No. 1, p. 6–44.
94. P. Wolcott, S. E. Goodman. High-Speed Computers of the Soviet Union // IEEE Computer, 1988, September, p. 32–41.

95. *N. C. Davis, S. E. Goodman.* The Soviet Bloc's Unified System of Computers // *Computing Surveys*, 1978, v. 10, No. 2, p. 93–122.
96. *S. E. Goodman.* Technology Transfer and the Development of the Soviet Computer Industry // *Trade, Technology and Soviet-American Relations* (Ed. B. Parrot). Bloomington: Indiana University Press, 1985, p. 117–140.
97. *S. E. Goodman, W. K. McHenry.* Computing in the U.S.S.R.: Recent Progress and Policies // *Soviet Economy*, 1986, v. 2, No. 4, p. 327–354.
98. *N. Wade.* Computer Sales to U. S. S. R.: Critics Look For Quid Pro Quo // *Science*, 1974, February 8, v. 183, No. 4124, p. 499–501.
99. *Э. В. Евреинов, Ю. Г. Косарев.* Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. Новосибирск: Наука, 1966.
100. *Д. А. Поспелов.* Введение в теорию вычислительных систем. М.: Советское радио, 1972.
101. *А. Б. Барский.* Параллельные процессы в вычислительных системах: планирование и организация. М.: Радио и связь, 1990.
102. *Б. А. Головкин.* Параллельные вычислительные системы. М.: Наука, 1980.
103. *Апериодические автоматы.* Под ред. В. И. Варшавского. М.: Наука, 1986.
104. *N. N. Mirenkov.* Parallel language developments in Russia // *Computing & Control Engineering Journal*, 1993, February, p. 37–44.
105. *Ya. I. Fet, D. A. Pospelov.* Parallel Computing in Russia // *Parallel Computer Technology. Proceedings of the 3rd International Conference: PaCT-95, St. Petersburg, Russia, 1995.* (Lecture Notes in Computer Science, 1995, Vol. 964, p. 464–476).
106. *В. М. Глушков.* Введение в АСУ. Киев: Техника, 1972.
107. *В. С. Файн.* Алгоритмическое моделирование формообразования. М.: Наука, 1975.
108. *Р. Х. Зарипов.* Кибернетика и музыка. М.: Наука, 1971.
109. *Р. Х. Зарипов.* Машинный поиск вариантов при моделировании творческого процесса. М.: Наука, 1983.
110. *М. Г. Гаазе-Рапопорт.* Всесоюзные симпозиумы по кибернетике в Грузии // *Новости искусственного интеллекта*, 1991, № 4, с. 82–119.
111. *О. П. Кузнецов.* Гавриловские школы: жизнь после смерти // *Новости искусственного интеллекта*, 1996, № 2, с. 88–92.
112. *С. Б. Погребинский, З. Л. Рабинович.* Проблематика реализации в ЭВМ языков высокого уровня и общие принципы их структурной интерпретируемости. Киев: Знание, 1982.
113. *Г. С. Поспелов.* Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988.
114. *Д. А. Поспелов.* История искусственного интеллекта до середины 80-х годов // *Новости искусственного интеллекта*, 1994, № 4, с. 74–95.
115. *Д. А. Поспелов.* Новые информационные технологии – это те ключи, которые откроют нам путь в новое общество // *Новости искусственного интеллекта*, 1994, № 2, с. 57–76.
116. *Энциклопедия кибернетики в двух томах* (отв. ред. В. М. Глушков). Киев: Украинская советская энциклопедия, 1974.
117. *Словарь по кибернетике* (под ред. В. М. Глушкова). Киев: Главная редакция Украинской советской энциклопедии, 1979.

118. Словарь по кибернетике (под ред. В. С. Михалевича). 2-е изд., Киев: Главная редакция Украинской советской энциклопедии, 1989.
119. Толковый словарь по искусственному интеллекту / Авторы-составители А. Н. Аверкин, М. Г. Гаазе-Рапопорт, Д. А. Поспелов. М.: Радио и связь, 1992.
120. Искусственный интеллект. Справочник в трех томах (под ред. В. Н. Захарова, Э. В. Попова, Д. А. Поспелова, В. Ф. Хорошевского). М.: Радио и связь, 1990.
121. Информатика. Энциклопедический словарь (под ред. Д. А. Поспелова). М.: Просвещение, 1994.
122. Кибернетика. Становление информатики. М.: Наука, 1986 (*А. П. Александров*. Задача до конца столетия, с. 6–10; *Е. П. Велихов*. Информатика – актуальное направление развития советской науки, с. 10–21; *А. А. Дородницын*. Информатика: предмет и задачи, с. 22–28; *А. П. Еришов*. Информатика: предмет и понятие, с. 28–31; *В. С. Михалевич, Ю. М. Каныгин, В. И. Гриценко*. Информатика – новая область науки и практики, с. 31–45; *Г. С. Поспелов*. Искусственный интеллект – новая информационная технология, с. 106–121; *А. Г. Ивахненко*. Искусственный интеллект – «ядро» информационных систем будущего, с. 121–128).

I. РАННЯЯ ИСТОРИЯ СОВЕТСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ

А. А. Ляпунов

Об использовании математических машин в логических целях

<...> Мы привели примеры для решения некоторых простейших задач. Для решения задач более сложной природы приходится прибегать к гораздо более сложным программам. Описание таких программ не входило в наши задачи.

Могут ли машины думать

Математические машины описанного типа обладают уже достаточно большими возможностями. Они не только производят арифметические операции, но и решают вопрос о том, какие числа должны быть взяты, куда должны быть помещены результаты, а также вопрос о том, в какой последовательности должны выполняться те или иные операции.

Имея программу для решения некоторой задачи или даже целого класса родственных задач, машина может совершенно самостоятельно выполнять сложную и вполне осмысленную работу. Выполнение той же работы без помощи машины потребовало бы большого числа людей, обладающих довольно значительной квалификацией. Затрата времени была бы при этом значительно большей. Нередко за один день машина выполняет работу, которая потребовала бы труда нескольких десятков человек в течение нескольких месяцев.

В связи с этим создается впечатление, что машина может думать, что работа машины заменяет интеллектуальную деятельность человека и даже что машина в интеллектуальном отношении превосходит человека.

Имеются лица среди наших идеологических и политических противников, которые именно так интерпретируют работу математических машин.

На самом деле здесь, конечно, происходит подтасовка. То обстоятельство, что машина выполняет работу, которую человек заставляет ее делать, трактуется как сознательное действие машины.

Стенограмма доклада проф. А. А. Ляпунова на заседании методологического семинара Энергетического института АН СССР от 24 июня 1954 г. Стенограмма исправлена и дополнена А. А. Ляпуновым, хранится в архиве Н. А. Ляпуновой. Некоторые фрагменты доклада, относящиеся к общему описанию работы математических машин, опущены при подготовке данной публикации.

В конце концов, какая разница между работой такой машины и работой какого-либо станка? Ведь если бы винты или гайки делать вручную, то тоже должно было бы работать очень много людей для того, чтобы сделать то, что делает машина, но никто не говорит о том, что станок заменяет человеческий мозг. Всем ясно, что станок управляется человеком. Совершенно с такой же степенью очевидности можно заявить, что если вычислительная машина делает что-то полезное и разумное, то она делает это не потому, что она сама думает, и не потому, что она сама может сделать какой-то творческий акт, а потому, что предварительно думал человек, что человек составил программу, т. е. перевел на определенный специальный язык свои задачи, в некотором принципиальном отношении свои задачи решил. Машина только реализует замысел человека. Здесь, мне кажется, «интеллектуальная деятельность» математической машины ничем не отличается от «интеллектуальной деятельности» любого станка. Заявления о том, что появление больших вычислительных машин как-то в корне влияет на вопросы теоретико-познавательные, гносеологические, совершенно неправильны.

Использование машин в логических целях

В связи с этим возникает еще и другой вопрос: нельзя ли привлечь машину к решению логических задач?

Нередко в процессе исследовательской работы возникает вопрос, допускающий вполне однозначный ответ, однако для получения этого ответа требуется рассмотрение очень большого числа возможностей.

Допустим, например, что изучается режим работы некоторого сложного устройства. Спрашивается, может ли в процессе работы этого устройства возникнуть какое-нибудь нежелательное явление и если да, то при каких комбинациях исходных обстоятельств оно возникает. Очень часто приходится вести анализ путем перебора комбинаций исходных обстоятельств. Для того, чтобы заключение было полным, необходимо проанализировать все возможности, которые могут появиться в задаче. Таких возможностей может быть очень много. Естественно, возникает желание использовать для анализа всех возможных комбинаций математические машины.

Для этого нужно лишь выработать специальные программы, которые заставят машину отвечать на поставленные вопросы. Исходные обстоятельства, существенные для получения ответа, должны быть каким-то специальным способом закодированы и введены в машину. Например, представьте себе процесс проектирования системы управления лифтами большого здания, ну хотя бы Московского университета. Лифты управляются большим числом кнопок. Нужно обеспечить правильность работы всех лифтов, но этого мало, необходимо, кроме того, обеспечить отсутствие таких комбинаций нажатия кнопок, которые вызывают аварию лифта.

Поэтому, прежде чем реализовать систему управления, мы должны тщательно проверить все те логические возможности, которые в данной системе управления могут представиться. Мы можем использовать для этого вычислительную машину.

Представим себе, что отдельные ячейки служат для регистрации того, какие кнопки нажаты и какие кнопки не нажаты. Каждый разряд изображает определенную кнопку. Если кнопка нажата, поставим в ее разряде 1, если она не нажата – поставим там 0. Расставив как-то нули и единицы по разрядам, изображающим кнопки, мы тем самым условным образом закодируем систему нажатий кнопок. При нажатии тех или иных кнопок некоторые цепи будут замкнуты, другие нет. Мы должны составить точную программу, которая для каждой системы нажатий кнопок сообщит нам, какие из интересующих нас цепей изучаемой схемы замкнуты и какие нет. Далее эта программа должна заставить машину перебрать все возможные системы нажатий кнопок и выяснить, всегда ли обеспечен правильный путь лифта и не возникают ли когда-нибудь аварийные цепи.

Таким образом, мы получаем возможность неарифметического использования математических машин. Сюда относится использование машин для перевода с одного языка на другой, для игры в шашки или шахматы, для выполнения диспетчерских функций и т. п.

Некоторые перспективы использования математических машин

В порядке перспективы (пока еще не осуществленной, но только из-за технических, а не из-за принципиальных трудностей) можно представить себе такую картину. Пусть перед вами научная дисциплина, представленная в виде ряда четко сформулированных аксиом, например, геометрия Эвклида. Тогда понятия, описываемые этой наукой, можно закодировать в ячейках памяти. Каждая прямая, точка или уравнение могут быть закодированы некоторой системой нулей и единиц. Ставится вопрос о том, имеет ли место некоторое соотношение между этими понятиями. Например, верна ли теорема Пифагора в системе геометрии Эвклида. Важно, чтобы поставленный вопрос был сформулирован в тех терминах, которые кодируются в машине. Кроме того, должна быть составлена программа, которая сопоставляет комплекс аксиом с тем положением, которое вы проверяете. Эта программа выяснит, выводится ли ваше утверждение из аксиом, или, наоборот, оно противоречит этим аксиомам, или, наконец, оно независимо от рассматриваемых аксиом.

Принципиально такая вещь возможна, потому что все рассуждения элементарной геометрии настолько хорошо проанализированы, что их можно расчленить на некоторые элементарные акты, которые могут быть закодированы с помощью операций машины.

В таком случае машина сможет выяснить вопрос о том, какие утверждения в геометрии Эвклида имеют место и какие нет. То же самое возможно для каждой области науки, которая записана в виде четко сформулированных аксиом. Если внутри такой системы вы проводите логические рассуждения, то их можно проводить и с помощью машины. Это поведет к выигрышу во времени.

О соотношении машины и мышления

При этом может показаться, что машина лучше [справляется с научными проблемами], чем человек. На самом деле это не так. Действительно, заменяет ли машина настоящую интеллектуальную деятельность человека? Конечно, нет. Ведь для того, чтобы полностью формализовать некоторую область науки, нужно ее достаточно познать, т. е. необходимо овладеть основными понятиями этой области науки, выделить ее принципы, установить основные связи между ее понятиями, четко поставить вопросы, которые она решает, и научиться их решать. Это означает, что нужно проделать творческий познавательный путь.

После того как этот путь пройден, его техническую реализацию можно осуществить, используя машину. Я не вижу никакой разницы между работой вычислительной машины и работой любого механического или электрического устройства, которые осуществляют весьма сложные операции, но работают потому, что человек вложил в них свой замысел.

Говорить о том, что машина выполняет творческие мыслительные функции, совершенно нельзя. Я хочу особенно подчеркнуть, что с точки зрения гносеологической нет принципиальной разницы между использованием математической машины и использованием любого другого станка или агрегата. К сожалению, это обстоятельство далеко не всегда правильно понимают. Во всяком случае, в научной, а еще чаще в научно-популярной иностранной литературе очень часто встречаются рассуждения, отождествляющие машину с мозгом, или утверждения, что работа математических машин тождественна с работой живого организма, или, наконец, что строение математических машин и человеческого общества одинаковое и управляются [они] согласно одним и тем же принципам.

Глубокая неправильность таких рассуждений столь очевидна, что она не нуждается в специальном рассмотрении.

Происхождение неправильной трактовки функций математических машин

Однако вопрос о том, почему такие точки зрения имеют хождение, почему они появляются в литературе и почему на них имеется некоторый спрос, заслуживает рассмотрения.

Развитие науки стало в наше время важнейшим государственным и политическим делом. Наши враги заинтересованы в том, чтобы какими угодно средствами затормозить развитие науки в нашей стране. В связи с этим вполне возможно, что они стремятся играть на том, что научные работники нашей страны не обладают достаточным политическим и философским кругозором. Наши враги сознательно подшивают к новым областям науки порочные философские концепции и тем самым стремятся внушить нашим ученым недоверие к этим областям. В самом деле, широковещательные идеалистические введения или рассуждения человеконенавистнического характера, сопровождающие некоторые научные или научно-популярные работы,

публикуемые за границей, вызывают протест со стороны людей с прогрессивной идеологией.

Это используется журналистами от науки и продажными писателями из империалистического лагеря для того, чтобы компрометировать в глазах передовой части человечества те области науки, которые недавно возникли, еще не получили широкой известности и общего признания и в то же время имеют существенное значение для развития техники.

Советские ученые должны суметь разобраться и в таком способе маскировки, применяемой прислужниками империалистов.

К сожалению, некоторые статьи, опубликованные в наших журналах, свидетельствуют о том, что некоторая часть наших научных работников недалеко от того, чтобы попасться в указанную ловушку. Так, например, некоторые рассуждения тов. Трошина в «Природе»¹, а также некоторые мысли, высказанные в статье «Кому служит кибернетика»², говорят о том, что авторы этих статей, правильно расценив смысл философских высказываний критикуемых ими работ, не заметили того, что эти высказывания служат только обманчивой вывеской, за которой порой скрываются соображения, имеющие ценность и не имеющие никакого отношения к этой вывеске.

Некоторые новые научные вопросы

Какие же новые научные вопросы возникают в связи с созданием, эксплуатацией и неарифметическим использованием больших математических машин?

Я не буду касаться тех вопросов, которые связаны с решением вычислительных задач на машинах, так как эти вопросы относятся к математике и не вызывают никаких недоумений. К числу новых научных областей, возникающих в связи с развитием математических машин, относятся, например, теория информации, некоторые разделы математической логики (например, многозначные логики), теория электрических схем, теория алгоритмов, программирование; различные вопросы, связанные с поисками рациональных способов конструирования и эксплуатации машин; изучение возможностей управляющих систем, составленных из дискретных элементов.

В этих областях встает целый ряд новых научных вопросов, имеющих большое практическое значение. Нужно отметить, что пока еще у нас эти

¹ По-видимому, имеется в виду статья Д. М. Трошина «Марксизм-ленинизм о законах науки» (Природа, 1952, № 12, с. 3–15), в которой, в частности, говорится: «В тех же [что и еврика и педология] реакционных целях создана в Америке лженаука кибернетика. Чудовищность этой лженауки в том, что она желает заменить человека машиной. Рекламная шумиха, поднятая англо-американской печатью, по сути дела направлена против передовой науки о нервной деятельности, созданной И. П. Павловым, против научной психологии. Кибернетика – одно из звеньев человеконенавистнических устремлений дельцов Уолл-стрита». – **Сост.**

² Печатается в настоящем издании в разделе «Приложения». – **Сост.**

вопросы далеко не достаточно разрабатываются. Необходимо привлечь к ним внимание наших научных работников.

Характерным для всех этих областей является то, что во многих случаях ищется четкая система правил, позволяющих решать целый класс задач. Каждая отдельная задача из этого класса может быть решена при помощи некоторого изобретательства, использующего индивидуальные особенности данной задачи. Напротив, предлагаемый набор правил использует только особенности всего класса задач и не затрагивает индивидуальных особенностей отдельных задач, не присущих всему классу, причем обычно ищется такой набор правил для решения данного класса задач, чтобы в подавляющем большинстве случаев решение, получаемое по этим правилам, было бы почти столь же рентабельным, как и наилучшее возможное решение данной индивидуальной задачи.

Общий комплекс этих научных вопросов составляет рациональное зерно того направления, которое называется обычно кибернетикой.

Интересно отметить, что некоторые из перечисленных областей могут иметь отношение не только к математическим машинам, но и к изучению других, весьма разнообразных, объектов. В частности, это относится к теории управляющих систем.

Примеры дискретной системы управления

Поясним на примере, в чем состоит работа управляющей системы, составленной из дискретных элементов.

Пусть имеется восемь каких-то устройств и управляющая система должна быть в состоянии приводить в действие любое из них. Спрашивается, как реализовать такую управляющую систему с минимальным числом элементов, требующих внесения воздействия. Может показаться, что проще всего иметь для этого восемь различных кнопок. На самом деле можно обойтись тремя кнопками.

Комбинируя нажатия трех кнопок a , b и c , можно по выбору включать каждое из устройств $1 \dots 8$.

Аналогично, имея 1000 различных устройств, можно было бы ограничиться [десятью] кнопками, так как $2^{10} = 1024$.

Таким образом, достаточно сложная система управления реализуется малым числом управляющих элементов при их рациональном использовании. Разумеется, возможны и гораздо более сложные схемы управляющих систем.

Приведенный пример показывает, что эти системы могут обладать весьма своеобразными свойствами. Я не вижу оснований для того, чтобы отвергать возможность научных связей такого характера.

Аналогия с нервной системой

Исследование управляющих систем, составленных из дискретных элементов, может найти применение в изучении нервной системы. В самом деле, значительная часть работы нервной системы выполняется целой сис-

темой нервных волокон, соединяющих между собой отдельные нервные клетки. Нервные волокна подчиняются закону «всё или ничего», т. е. они имеют два состояния: одно – проводящее возбуждение и другое – непроводящее возбуждение. Каждая отдельная нервная клетка, по-видимому, также может иметь лишь небольшое число различных состояний. Комбинирование тех или иных состояний нервных волокон и нервных клеток влечет за собой те или иные действия организма. Очень возможно, что при изучении нервной системы с такой точки зрения математическая теория управляющих систем будет полезна.

Отношение кибернетики к социологии

Совершенно иначе обстоит дело с аналогиями между математическими машинами и человеческим обществом.

Были сделаны попытки отождествления систем управления машиной и обществом. При этом исходят из того, что каждого человека можно уподобить некоторому элементарному звену, которое способно выполнять строго ограниченное и строго регламентированное число различных действий. Немудрено, что из таких исходных посылок получаются разные вздорные результаты. Ведь сами посылки ни на чем не основаны. Они, конечно, не отражают действительного положения вещей и соответствуют только стремлениям эксплуататоров, мечтающих о том, чтобы подвести всех трудящихся на уровень механизмов, послушно выполняющих их волю. Насколько эти представления далеки от действительности, лучше всего доказывает ход мировой истории, упорно не соответствующий стремлениям империалистов.

Такого рода социологические рассуждения никакого отношения к научному содержанию кибернетики не имеют.

В нашей научной печати раздавались резкие осуждения кибернетики, основанные на том, что в капиталистических странах кибернетика используется для создания новых видов техники, т. е. в конечном итоге она служит там интересам империалистов. Такие рассуждения грубо ошибочны. Если какое-то направление в науке порочно, то оно не может быть использовано практикой. Если же практика пользуется какой-то областью науки, то это говорит не против, а за данное научное направление. То обстоятельство, что в капиталистических странах кибернетика используется в интересах империалистов, конечно, верно, но это вовсе не порочит кибернетику. В таком же положении находятся и все другие области науки или техники, которые широко используются капиталистами в своих интересах и очень часто идут во вред широким народным массам. Это происходит не оттого, что плоха наука, а оттого, что таково строение капиталистического общества, где даже наука идет во вред человечеству.

В наших условиях наука используется совершенно иначе. У нас все отрасли науки (и кибернетика в том числе) служат интересам человечества.

Подводя итог всему изложенному, нужно отметить, что запросы практики породили новую область техники – математические машины.

Создание и эксплуатация этих машин привели к комплексу новых научных вопросов, объединяемых под названием «кибернетика».

Мракобесы от науки, преследуя свои политические цели и стремясь повредить развитию науки у нас, устраивают подтасовки и утверждают, что новые точки зрения, возникающие в науке, подкрепляют их идеологическую линию. Они не останавливаются перед тем, чтобы выдавать за науку лженаучные социологические измышления.

В то же время, развитие новых областей науки открывает новые возможности для практики и приводит к созданию все новых и новых автоматических устройств, используемых в промышленности и технике.

В капиталистических странах все эти новинки находятся в руках капиталистов и служат их интересам.

В странах социализма развитие и использование новых областей науки служили и будут служить интересам народа.

Задача советских ученых состоит в том, чтобы смело развивать и использовать новые области науки и одновременно разоблачать идеологические подтасовки, возникающие на их пути.

Обсуждение доклада профессора А. А. Ляпунова «Об использовании математических машин в логических целях»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ (В. И. Попков³)

Товарищи, разрешите начать работу нашего Методологического семинара. Нам предстоит обсудить сегодня доклад А. А. Ляпунова. Со времени этого доклада прошел довольно значительный период времени. Мы предоставили возможность товарищам ознакомиться со стенограммой доклада. Сейчас можно приступить к обсуждению.

Прежде всего, я предоставляю слово Алексею Андреевичу, который приведет дополнительные данные, накопившиеся за этот период времени.

Проф. А. А. ЛЯПУНОВ

Я должен признаться, что текст того доклада, который я прочел, мне кажется неудовлетворительным. Все получилось очень скомкано. Кроме того, за последнее время появился ряд вещей, имеющих прямое отношение к тому, о чем говорилось здесь. Мне хотелось сообщить их присутствующим.

За это время очень сильно продвинулся вопрос о неарифметическом использовании машин. За границей в журналах появились статьи, относящиеся к машинному переводу. Вопрос, который поднимался на прошлом

³ Валерий Иванович Попков (1908–1984) – в 1954 г. член-корреспондент АН СССР, впоследствии академик, директор Энергетического института. Специалист по технике высоких напряжений, электрическому разряду в газах. – **Сост.**

Стенограмма заседания Методологического семинара Энергетического института АН СССР 29 ноября 1954 г. Хранится в архиве Н. А. Ляпуновой.

заседании семинара, очень сильно продвинул. Опубликована такая вещь, что при помощи машины за границей переводятся с русского языка на английский технические тексты, причем переводятся так, что получается достаточно понятный текст. Правда, публикация эта носит полурекламный характер, так что смысловую часть этой работы извлечь не удастся по этим публикациям. Но, во всяком случае, результаты производят очень благоприятное впечатление. Это одна вещь.

Вторая вещь была сделана у нас в Математическом институте Академии наук. Группа наших молодых математиков (Любимский, Багриновская, Камынин, Штаркман) построили программирующую программу. Им удалось построить универсальную программу, которая вкладывается в машину. Вы можете быстро написать краткую информацию о той программе, которая должна быть составлена, и ввести ее в машину. Затем программирующая программа разворачивается и дает готовую рабочую программу. В смысле трудоемкости эффект получается такой, что программы, которые для своей подготовки требовали месяца работы, сейчас были реализованы таким образом, что после трех дней подготовки этой сокращенной информации и пятиминутной работы машины по развороту программы, была получена готовая рабочая программа.

Так что вопрос о таком неарифметическом использовании машин сильно продвигается вперед. И это говорит о том, что возможности использования машин как таких подсобных средств мышления, конечно, реальны и здесь возникает совершенно реальная почва для дальнейшей работы.

Затем, я в докладе недостаточно четко подчеркнул следующее обстоятельство, которое мне самому тогда не было еще столь ясно. Дело в том, что управляющие системы в науке и технике появлялись раньше в разных областях и отдельные конкретные управляющие системы изучались, изобретались, совершенствовались, т. е. были постоянно предметом размышлений.

Но если взять довоенное время, то роль этих управляющих систем была еще недостаточной для того, чтобы создавалась специальная общая теория таких управляющих систем,— для этого еще достаточной почвы, по-видимому, не было. Почва для построения общей теории изучения управляющих систем возникла, главным образом, в послевоенное время в связи с тем, что роль этих управляющих систем в технике сделалась гораздо большей и в связи с этим возникла новая область, изучающая принцип работы управляющих систем. Так что здесь возникла новая область науки, вполне реальная, возникшая на вполне реальной почве, на почве реальных запросов практики.

А дальше получилась такая вещь, что, как это всегда бывает, разные идеологические течения старались использовать эту новую область в своих интересах. В конце концов, мы здесь сталкиваемся примерно с таким же явлением, которое было проанализировано В. И. Лениным в «Материализме и эмпириокритицизме», когда появление электронов и вообще заряженных частиц вместо неделимого атома было интерпретировано некоторыми лицами как то, что материя исчезла. И Ленин говорил, что здесь имеет место такое порочное философское заблуждение, что материя остается мате-

рией, но мы получили возможность более глубокого изучения ее свойств, а философское восприятие этой материи никак не меняется.

Так и здесь, мне кажется, обстоит дело, что такие идеологически реакционные течения стараются использовать новые течения в науке в своих интересах и производят, я бы сказал, обычные для этого случая подтасовки, и эти подтасовки, конечно, вызывают у нас соответствующую реакцию, вызывают возмущение, — ясно, что это именно подтасовки. Но это вовсе не порочит нового научного направления, связанного с изучением управляющих свойств, управляющих систем, а только лишний раз порочит философскую концепцию людей, стоящих на таких позициях.

Затем оказывается даже такая вещь, что эти новые точки зрения, новые теории, связанные с изучением управляющих систем, которые, безусловно, имеют очень большое значение в технике, по-видимому, (но здесь я повторяю, что я гораздо более осторожен и гораздо менее уверен) могут иметь отношение и к биологии. В частности, для изучения рефлексов, для изучения работы нервной системы, — по-видимому, там они могут быть использованы. Во всяком случае, утверждение о том, что тут есть над чем подумать, и утверждение о том, что стоит сопоставить эти вещи с биологическими явлениями, ничего идеалистического в себе не содержат. Свойства, возможно, родственные тем, которые изучаются в этих управляющих системах, имеют место также и в биологии.

Во всяком случае, никакого идеализма, ничего порочного в принципе здесь нет. Насколько это продуктивно, это можно будет сказать после того, как это будет обследовано до конца.

Третья область — вопросы, относящиеся к социологии, — находится в ином положении. Здесь порочным является исходный пункт, пункт, состоящий в том, что то, что изучается кибернетикой, — это такая управляющая система с весьма разнообразными функциями, но устроенная сравнительно просто из таких элементов, функция которых, каждого в отдельности, очень проста (отдельный нейрон, принцип «да — нет»).

Что касается человеческого общества, то представление о том, что человеческое общество состоит из отдельных людей, которые действуют по принципу «да — нет», является чистым мракобесием, и, естественно, если такой тезис кладется в основу, то дальше получаются порочные выводы. Но виноваты в этом не общие концепции кибернетики, а виновата в этом порочная социологическая и философская точка зрения на человеческое общество.

Это мне хотелось подчеркнуть, потому что в моем докладе эта сторона была недостаточно рельефно освещена.

Затем я должен сказать еще вот что. За последнее время был обмен мнений и у меня был ряд бесед в связи с размножением этой стенограммы, некоторые доклады были в философских кругах по этим вопросам. У меня получается такое впечатление, что целый ряд лиц, более или менее независимо друг от друга, высказывают примерно одну и ту же точку зрения. Но разобраться в этих вещах подробнее, уяснить себе, что в этом новом направлении является здоровым и что нет — чрезвычайно ценно.

Я думаю, что сегодняшнее обсуждение очень поможет в этом отношении.

В. И. ГОРУШКИН⁴

Я хотел коснуться сравнительно частного вопроса, который у меня возник в связи с докладом, который здесь был заслушан.

Несомненно, что развитие вычислительной техники значительно расширяет те возможности, которыми мы располагаем, расширяет возможности решения и исследования уравнений, описывающих различные процессы, и это, безусловно, должно оказать влияние и на саму методику научных исследований.

Вы знаете, что наш институт располагает вычислительными устройствами, и даже не одним. У нас имеется математический интегратор, электронный дифференциальный анализатор, цифровая электронная быстродействующая машина. Причем первые две машины, первые два устройства относятся к машинам-аналогам. Особенность их в том, что они дают решение дифференциальных уравнений при заданных параметрах, заданных начальных условиях в виде кривых, изображающих зависимость переменных. Достоинством этих машин является наглядность самого решения, легкость овладения техникой работы на этих машинах, точность, достаточная для технических целей, – без труда получается третий знак.

Цифровая машина, описанию которой была посвящена первая половина выслушанного нами доклада, позволяет с большой быстротой выполнять операции, задаваемые программой вычислений. Практически это значит, что можно решить с наперед заданной точностью любое написанное уравнение.

Естественно, что возможности, даваемые цифровой вычислительной машиной, больше, чем возможности, даваемые машинами-аналогами. Но в то же время и работа на ней требует и больше времени для подготовки, и больше времени для овладения техникой этого вычисления.

Наличие вычислительных машин не вносит принципиальных коренных изменений в методику научных исследований. Независимо от того, есть ли такая машина или нет, очевидно, по-прежнему источником наших знаний являются наблюдения, на основе которых создается гипотеза или теория. А дальше результаты, которые дает эта теория, проверяются путем сопоставления с результатами эксперимента. И наши вычислительные машины в этом отношении ничего нового не вносят.

Но все же вычислительные машины значительно расширяют наши возможности. Прежде всего, чрезвычайно расширяется область использования результатов, даваемых теорией. Можно для практических целей выполнить целый ряд весьма сложных вычислений, которые без машины не могут

⁴ Вадим Иванович Горушкин – в 1954 г. доктор технических наук, сотрудник Энергетического института, автор работ по энергосистемам, электромашинам, вычислительной технике (в том числе в соавторстве с И. С. Бруком – см. примеч. 7). – **Сост.**

быть выполнены. Как на простой пример можно было бы указать на расчеты устойчивости сложных систем.

Во-вторых, наличие математических машин позволяет всесторонне исследовать уравнения, описывающие с каким-то приближением процессы, позволяет это в весьма широком диапазоне начальных и граничных условий, в широком диапазоне параметров провести исследование с целью уточнения границ действия этой теории или для уточнения теории.

Оказывается также возможным исследовать весьма большое число различных вариантов, различных сочетаний параметров. В решении практической задачи это может быть просто большое число проектных вариантов. Таким образом, решение сложной задачи, какой-нибудь практической или инженерной, на примере одного—двух вариантов становится уже неоправданным.

Появляется возможность исследования здесь всех возможных видов и сочетаний параметров, чтобы действительно полностью обоснованно отобрать наилучший, т. е. проделать ту часть работы, которая часто заменяется просто интуицией.

Это относится к тем случаям, когда ставится новый вопрос. Если имеется опыт, то можно сослаться на имеющийся опыт.

Быстро работы вычислительных машин позволяют осуществлять сложные законы регулирования с большим числом данных и сложными зависимостями между ними и непосредственные результаты вычисления вводить в само регулирование.

Одной из таких задач могла бы быть задача автоматического распределения нагрузки в сложной энергетической системе.

Методические вопросы возникают, главным образом, при использовании математических машин для целей исследования зависимости решения от большого числа параметров и от различных начальных и граничных условий.

Возникает вопрос, как ориентироваться в тех связях между значениями величин параметров, которые имеются, как выявить важнейшие и второстепенные связи. И здесь выясняется, что машина освобождает человека от вычислительной работы, в то же время для успешного своего применения требует решения гораздо более сложных задач. Я думаю, что эти вопросы будут ставиться и решаться только в процессе практической работы, в процессе накопления опыта и материала, связанного с решением практических задач.

На том этапе, на котором мы сейчас находимся, наша задача заключается прежде всего в том, чтобы широко использовать уже те возможности, которые имеются сейчас, добиться их применения в практике нашей научной работы.

Хотелось бы, чтобы в сложных случаях наши исследования не ограничивались двумя-тремя вариантами, а использовались бы все возможные сочетания параметров начальных и граничных условий.

Опыт, который имеется в Энергетическом институте, говорит о том, что тут нельзя положиться на самотек, а нужно организовать изучение и пропа-

ганду методики работы и создать соответствующие материальные условия для этого.

Что касается применения вычислительных машин в логических целях, мне кажется, что докладчик в основном правильно поставил вопрос, предостерег от возможных здесь ошибок. В некоторых случаях некоторые операции логического характера могут быть выполнены с помощью математической машины, но только в той мере, в какой человек сформулировал, поставил и решил эту задачу. Лишь выполнение самих операций, порядок и связи которых определены человеком, можно выполнить при помощи машины.

Я не думаю, что машина может быть использована для изучения нервной деятельности, это надо спросить специалистов, но, вероятно, свойства клеток многообразнее, чем это можно передать электронной лампой.

Кибернетика – это ведь не только законы работы управляющих механизмов. Под этим понимается еще целый ряд вещей.

Сюда также авторы включают и ту область, которую и докладчик отвергает; это область социологии. Мне кажется, что вопрос применения быстродействующих счетных машин в логических целях, – это вопрос, хотя и заслуживающий внимания, но все-таки не основной. Для логических целей счетная машина может иметь только вспомогательное значение, дополняя в какой-то мере работу человека и облегчая ее. Основное назначение этих машин – это выполнение большой вычислительной работы, и здесь лежат основные методические задачи.

В. А. ТАФТ⁵

Профессор А. А. Ляпунов в своем докладе «Об использовании математических машин в логических целях» рассмотрел две группы вопросов: первая группа – это вопросы, связанные с принципом действия больших вычислительных машин, и вторая – некоторые вопросы, связанные с так называемой кибернетикой и критикой кибернетики.

В докладе основное внимание было уделено первой группе вопросов.

Мне кажется, что здесь следовало бы несколько более подробно остановиться на второй группе вопросов, поскольку именно вокруг этих вопросов происходит идеологическая борьба.

Прежде всего, нужно сказать, что именно следует понимать под словом «кибернетика». Здесь прежде всего нужно напомнить, что автором ее является Норберт Винер, который первый это придумал. Он определил, что кибернетика есть наука об общих законах управления, изучающая общие законы, управляющие процессами, происходящими в человеческом обществе, в мире живых организмов и определяющие работу машин-автоматов.

Это примерно его определение. Он придумал это специальное слово, чтобы отделить такую общую науку от простого регулирования.

Ясно, что подобное определение уже само по себе заставляет насторожиться. Отрицание качественных различий между различными отраслями

⁵ Виктор Александрович Тафт – сотрудник Энергетического института, автор работ по расчёту электрических цепей. – **Сост.**

науки, которое звучит уже в самом определении, позволяет заранее предположить, что здесь идет речь о каких-то механистических извращениях. Знакомство с книгой Винера подтверждает это первое впечатление.

Винер начинает с пояснения, откуда родилась такая наука. Он указывает, что основой для ее появления послужили последние достижения в области построения машин-автоматов и успехи в области дальней связи, а также новые результаты, связанные с применением математических методов к решению задач, возникающих в естественных и экономических науках.

Перечисляя достижения теории и практики построения машин-автоматов, Винер наряду с развитием математических машин дискретного счета, рассмотренных в докладе, указывает также и на возможности, связанные с применением устройств непрерывного действия, построенных на основе применения цепей с обратной связью. Отдавая преимущество технике дискретного счета, Винер указывает, что в общем случае при построении автоматов должны быть использованы как возможности, даваемые техникой дискретного счета, так и возможности, связанные с использованием устройств непрерывного действия.

Против перечисленных достижений техники как таковых и связанной с ними теории трудно что-либо возразить. У нас эти новые отрасли техники успешно развиваются, против их развития никто не возражает, и их возможности могут быть в полной мере использованы для пользы человечества, в противоположность капиталистическому обществу, где закон прибыли ограничивает применение новой техники и где достижения науки и техники направляются на создание разрушительных орудий войны.

Аналогичным образом обстоит дело и с новыми достижениями в области техники дальней связи. В дальней связи на основе применения теории вероятностей и общей теории электрических цепей были достигнуты крупные успехи в развитии методов приема сигналов при наличии помех.

Успехи в этих областях определили возможность построения автоматических устройств, производящих ряд сложных операций. Подобные автоматические устройства могут не только решать сложные логические задачи в соответствии с правилами логики, заложенными в виде определенной программы действий, но и менять эту программу в зависимости от поступающих извне сигналов и комбинаций этих сигналов. При этом подобное устройство, воспринимая внешние сигналы при помощи соответствующих измерительных приборов, оценивает на основе теории приема сигналов при наличии помех достоверность этих сигналов и на основе решений соответствующей задачи теории вероятностей делает соответствующие заключения, выражающиеся в определенном действии.

Примером подобных устройств могут служить автопилоты, устройства в снарядах, перехватывающих летающие самолеты-снаряды, некоторые устройства зенитной артиллерии, предназначенные для стрельбы по подвижным целям.

Более подробных сведений об их устройстве нет. Но функции их, описанные в литературе, показывают, что они могут производить эти опыты.

Следует отметить то обстоятельство, что подобного рода устройства возникли на основе военной техники. Но это ни в какой степени их не дис-

кредитирует, поскольку такого рода применение определяется не свойствами этих устройств, а свойствами капиталистического общества.

Подобные устройства могут найти широкое применение при автоматизации сложных технологических процессов управления сложными объектами, в том числе и в управлении крупными объединениями энергетических систем.

Если бы автор «кибернетики», видный математик, работающий главным образом в области технических наук, и другие зарубежные ученые, работающие в указанных областях, ограничились бы разработкой перечисленных технических дисциплин, то никакой «кибернетики» бы не получилось.

«Кибернетика» начинается там, где они пытаются переходить к обобщениям и, игнорируя все качественные различия, переносят законы, определяющие работу машин-автоматов, на закономерности, определяющие действия живых организмов и развитие человеческого общества. Подобного рода «науку» надо целиком и решительно отбросить. Мне кажется с этой точки зрения, что говорить о «научном содержании кибернетики», как это сделано в докладе, будет неправильно, перечисленные математические и технические дисциплины, объединяемые в виде общей теории машин-автоматов, сами по себе не составляют кибернетику в том смысле, какой был вложен в это автором «кибернетики», и едва ли следует объединять эти науки с помощью этого слова, в которое его автором вложен совершенно определенный смысл.

Здесь нет возможности входить в разбор всех формальных ухищрений и аналогий, с помощью которых Н. Винер пытается установить единство законов для различных перечисленных областей науки.

Эти необоснованные аналогии начинаются с того момента, где автор «кибернетики» начинает говорить о широком применении математических выводов к решению задач биологии, психологии и к решению задач из области социально-экономических наук.

Нет оснований возражать против применения математических методов и автоматических устройств для решения отдельных вопросов в этих областях науки. Однако следует категорически возражать против подмены изучения закономерностей указанных областей знания выводами, которые получаются в результате формального применения математических методов. В особенности это относится к применению математических методов к изучению закономерностей человеческого общества, поскольку все эти применения в конечном итоге основываются на теории вероятностей, т. е. на основании статистического анализа. Тов. Сталин в «Экономических проблемах социализма» указывал: «Одна из особенностей политической экономии состоит в том, что ее законы, в отличие от законов естествознания, недолговечны, они, по крайней мере большинство из них, действуют в течение определенного исторического периода, после чего они уступают место новым законам».

Сложное переплетение всех событий в области социально-экономических наук не дает права пользоваться законами статистики в такой мере, как это возможно в области естественных наук. Отсюда все выводы Винера становятся совершенно неприемлемыми.

Это обстоятельство не учитывает Н. Винер и, применяя математические методы к различным частным задачам, приписывает математическим символам больше, чем они обозначают.

Следует указать, что В. И. Ленин в своей работе «Материализм и эмпириокритицизм» указывал, что одной из причин кризиса в физике является формализация представлений. Ленин пишет: «Крупный успех естествознания, приближение к таким однородным и простым элементам материи, законы движения которых допускают математическую обработку, порождает забвение материи математиками».

У Винера происходит наоборот, отвлеченным математическим представлениям приписывается не присущая им физическая реальность.

В результате, если в первом случае получается идеалистическая, то во втором случае – механистическая концепция.

Вторым моментом, положенным в основу «кибернетики» Н. Винером, является ряд бездоказательных аналогий механистического характера.

Примерами подобных аналогий являются аналогия между организмом человека и тепловой машиной, аналогия между логической машиной дискретного действия и нервной системой человека, аналогия между системой обратной связи и работающим человеком.

Он приводит такой пример: человек хочет взять и положить некоторый предмет с одного места на другое. Рука – это исполнительный орган. Этот орган берет предмет и переносит его на другое место. Обратная связь – это глаз и наше сознание: мы видим, какое расстояние осталось от предмета до намеченного места, и в соответствии с этим управляем своими движениями.

Насчет этих аналогий, по-моему, не нужно особенно распространяться. Всем известны довольно распространенные ранее плакаты человека-машины, когда топка машины сравнивалась с мозгом, двигатель – с сердцем и т. д. Эти плакаты потом были сняты, так как было признано, что ничего кроме внешней поверхностной аналогии здесь нет, а, с другой стороны, подобная аналогия способствует развитию механистических взглядов на физиологические процессы, выхолащивающих их внутреннее содержание.

То же, вероятно, можно сказать и об аналогии между работой логической машины и работой мозга. В соответствии с этим вряд ли можно согласиться с Винером, как это сделал докладчик, «что исследование управляющих систем, составленных из дискретных элементов, может найти применение в изучении нервной системы...».

История техники дает ряд примеров, которые заставляют относиться к подобного рода переходам с большим сомнением. Можно, в частности, указать на известный в истории техники факт, что изобретение швейной машины долгое время тормозилось тем обстоятельством, что изобретатели стремились в своих машинах подражать движению человеческой руки. И только после того, как они от этого отказались, они пришли к современной швейной машине.

Все это заставляет относиться к подобного рода аналогиям отрицательно.

В заключение необходимо остановиться на тех реальных достижениях науки и техники, на основе которых Винер делал свои неправильные обобщения и построения и которые не следует отождествлять с кибернетикой, а наоборот, всемерно развивать и пользоваться их результатами.

Докладчик перечислил следующие технические и математические дисциплины: «Некоторые разделы математической логики, общая теория электрических схем, теория алгоритмов, программирование, различные вопросы, связанные с поисками рациональных способов конструирования и эксплуатации машин, „теория информации“ и др.».

С этим перечнем можно согласиться, за исключением «теории информации», где необходимо сделать некоторые оговорки. Следует различать теорию приема сигналов при наличии помех и другие применения методов математической статистики и обработки получаемой информации и «теорию информации» в том смысле, какой вкладывают в этот термин некоторые американские авторы.

В термин «теория информации» помимо положительного содержания, связанного с существенными достижениями в области приема сигналов при наличии помех, на основе аналогий, подобных приведенным выше, вкладывается нечто значительно большее. А именно, проводя аналогию между приемом сигналов при наличии помех и восприятием человеком внешних раздражений, теория приема сигналов при наличии помех провозглашается чуть ли не теорией познания. Не останавливаясь на этом, другие авторы на основании аналогии между выражением, определяющим величину информации, и выражением для энтропии, делают целый ряд далеко идущих выводов весьма сомнительного характера.

Поэтому, говоря о «теории информации» как о полезной технической дисциплине, нужно предварительно отбросить все эти ненужные построения.

Следует сказать, что вопросы, связанные с «теорией информации», представляют интерес и для ряда задач, с которыми нам приходится сталкиваться в наших работах. Они могут быть применены при построении систем, работающих таким образом, чтобы на них не сказывались помехи, т. е. систем, управляющих объектами на больших расстояниях с заданной точностью, а также для обработки статистического материала. Эти вопросы, безусловно, представляют интерес.

Э. А. МЕЕРОВИЧ⁶

Несомненно, тема доклада тов. Ляпунова представляет большой интерес, в особенности для нас, занимающихся научными исследованиями в различных областях энергетики.

Доклад был четко разделен на две части. С одной стороны, рассматривались технические стороны вопроса в связи с построением вычислительных машин, или, как можно сказать более общим образом, – область построения автоматических устройств, применяющихся в различных областях новой

⁶ Эдуард Александрович Меерович – сотрудник Энергетического института, автор теоретических работ по электродинамике. – **Сост.**

техники. С другой стороны, рассматривался ряд обобщающих философских построений, данных в последнее время американскими учеными, которые много занимались этим вопросом.

Если говорить о первой части, то развитие новых автоматических устройств является, несомненно, значительным и трудно его переоценить.

Известно, что механизация человеческого труда в особенности усложняется там, где мы имеем дело с умственным трудом. Сейчас мы имеем решительные сдвиги и развитие именно в этой области. Эффективность, производительность умственного труда благодаря применению вычислительных машин резко повышается. Многие задачи, которые до сих пор нельзя было решить, сейчас можно решить. Значение этого, повторяю, трудно переоценить.

В качестве примера можно привести целый ряд устройств с нелинейными элементами, которые не могли применяться во многих случаях потому, что расчет нелинейных элементов представляет значительные трудности. Кроме того, с помощью автоматических устройств решаются такие задачи, которые требуют очень быстрого вычисления, непосредственной реакции на какое-либо воздействие. Эти задачи также решаются по-новому с помощью автоматических устройств, вычисляющих в процессе обработки статистического анализа получаемые сведения, они автоматически передаются устройству, которое производит необходимые действия.

Таким образом, значение самого фактора развития такого типа машин исключительно велико и, несомненно, заслуживает пристального внимания и содействия развитию этой области.

Нужно сказать, что в капиталистическом мире ясно осознан этот факт и там в связи с развитием этих машин наблюдается та общая тенденция, которая вообще наблюдается в связи с механизацией труда. Она содействует концентрации научно-исследовательской инженерно-технической работы в крупных монополиях, которые имеют возможность приобрести и строить эти дорогие устройства. Мы имеем сообщения в различных органах печати о том, что те или другие монополистические организации строят машины для развития той или другой области техники.

Интересно здесь то, что такие машины строятся применительно к каким-либо отдельным, узким областям.

Недавно в одном из американских журналов было сообщение, что группа организаций сооружает специальную машину для того, чтобы с помощью нее рассчитывать трансформатор. То есть, к такой относительно узкой области, как условия сооружения трансформаторов, привлекаются счетные машины.

Ясно, что следствием этого является еще большая зависимость инженеров, ученых от тех капиталистических организаций, которые имеют возможность владеть этими машинами. И, вероятно, эта зависимость теперь становится для них еще более очевидной. Так, недавно промелькнуло сообщение относительно высказывания такого ученого, который целиком идеологически относится к капиталистическому миру, как Эйнштейн, который и то вынужден был сказать, что он предпочитает быть водопроводчиком или чем-то в этом роде, чем заниматься научным трудом, учитывая

ту тяжелую зависимость, в которую в настоящее время ученые попадают в условиях капиталистического строя.

Так что мы в области умственного труда здесь, мне кажется, наблюдаем ту же общую тенденцию, которая вообще наблюдается, а именно, механизации этого труда. А последствия этого, конечно, значительные.

Другая сторона вопроса, которая с этим связана, относится к тому, что с развитием новых машин создается теория, которая позволяла бы вести сооружение подобных автоматических устройств с оптимальными характеристиками и наилучшими экономическими показателями. Значит, в этом отношении те вычислительные машины, которые здесь описывались, относятся к роду автоматических устройств, многие важные свойства которых могут быть изучены с некоторой единообразной точки зрения.

В большом числе самых разнообразных систем мы имеем некоторый первичный элемент, состояние которого должно через промежуточные элементы повлиять на состояние некоторого вторичного, конечного элемента. В промежуточном элементе возникают помехи различного рода, которые искажают исходную величину. В рассмотрении такого общего элемента стоит общая задача дать характеристику свойств передачи, количественную оценку, оценку степени использования системы передачи, способы оптимального построения и т. д., и т. д.

В такой общей постановке получаемые результаты могут быть использованы для изучения систем самой различной физической природы, таких, как линии телефонии, телеграфной передачи, линии радиосвязи, системы телеуправления, вычислительные устройства и т. д.

Применяя методы статистической механики, удалось при решении этой проблемы получить существенные результаты. Необходимо только заметить при этом, что некоторые предполагают, что все эти результаты, о которых здесь упоминалось, относятся к работам, которые проводились только иностранными учеными, такими, как Норберт Винер, и другими. Следует отметить, что научной базой для изучения этих вопросов являются достижения в области научных исследований, проведенных и нашими отечественными учеными. Я уже не говорю о том, что математические основы, связанные с именами таких ученых, как Марков, как Ляпунов, много занимавшихся этими вопросами, как раз лежат в основе многих теоретических исследований, проведенных за границей.

Но я могу сказать, что некоторые технические результаты, которые теперь как будто бы снова появляются за границей, также были здесь рассмотрены. Методы статистики применялись в области теории связи в Советском Союзе, нужно отметить работы академика Котельникова и др.

При полном и подробном изучении всего этого вопроса он должен и может быть рассмотрен с несколько другой точки зрения, не с той точки зрения, как это излагается в трудах тех американских ученых, которые занимались этим вопросом.

Такие обобщения, как я уже говорил, закономерны до той степени, до которой это является возможным. Обобщая данные этого опыта в различных областях практики, можно вывести некоторые законы, представляющие собой объективные законы природы. Поэтому, конечно, прав был док-

ладчик, когда он говорил, что не может быть порочной основа, когда решаемые задачи вытекают из практики.

Однако за границей эти теоретические выводы используют не только в целях практики. Основываясь на чисто внешнем сходстве некоторых математических выражений, описывающих совершенно частные свойства различных явлений природы, они пытаются использовать характеристики этих процессов для изучения физиологических процессов. Идеалистическая и метафизическая сущность таких попыток является вполне ясной. Здесь нужно упомянуть, что к этому дает повод некоторая вполне условная терминология, которая здесь применяется. Например, применяется слово «память» для определения тех вещей, о которых здесь говорил докладчик. Но ведь совершенно то же самое можно было бы назвать по-другому, если не стремиться к проведению физиологической аналогии. Если слово «память» заменить словом «хранилище» или «склад», то это позволило бы не проводить тех аналогий, которые делают Винер и др., и вместе с тем эти слова имели бы тот же смысл.

Я упомяну еще, что некоторые американцы говорят о «пропускной способности» мозга. Проводя аналогию с определенными представлениями теории связи, они немедленно переносят все эти представления на работу человеческого мозга, да и само устройство это они называют «электронный мозг». Я имею в виду вычислительное устройство. Да и не только в этом отношении. Понятие энтропии применяется в самых различных смыслах, и аналогия здесь иногда бывает недопустима.

Докладчик говорил здесь о том, что такие идеалистические ошибочные точки зрения, которые совершенно ясны, может быть, высказываются иногда сознательно, имея в виду дезориентацию общественного мнения в Советском Союзе для того, чтобы как бы скрыть действительное значение разработанных новых областей. А значение этих новых областей очень хорошо известно тем ученым за границей, которые занимаются разработкой этих вопросов.

Здесь говорилось уже т. Тафтом относительно того, что многие из ученых, которые занимались вопросами так называемой кибернетики, начали заниматься этими вопросами в связи с военной техникой. Тот же Норберт Винер был привлечен к решению задач, связанных с автоматической стрельбой по самолетам. И многие выводы, которые им сделаны, вытекали из этой разработки. Там стоял вопрос обработки статистических данных, получаемых от локационной установки, которые немедленно обрабатываются при получении сигналов для управления.

Естественно, что значение этих областей техники очень хорошо известно американцам, и, конечно, основание к тому, чтобы дезориентировать общественное мнение, у них было.

Очень интересно высказывание, которое этому философскому направлению дано в одном из прогрессивных французских журналов. Я зачитаю, как это у меня отмечено. В журнале "Pensée" в прошлом году было такое высказывание, что кибернетика – «философская фальсификация достижений науки, представляет собой что-то вроде оружия холодной войны против учения Павлова. Эта теория неразрывно связана с презрением к чело-

веку, характерным для капиталистического общества, где трудящийся лишь средство извлечения прибыли».

Вот как характеризует эту вторую, философскую сторону того вопроса, который здесь докладывался, прогрессивный заграничный журнал.

Несомненно, что и с этим мы должны согласиться.

Значит, мы должны разрабатывать дальше и развивать ту сторону, которая относится к позитивным достижениям человеческого ума,— именно, развивать технику автоматических устройств и их применение в различных областях науки и, в частности, в области энергетики, если говорить о нашем институте. И мы должны отбросить всю ту философскую мишуру, ту шелуху, которой окутывают эту вполне реальную область ряд ученых, в особенности американских ученых.

Я должен сказать, что, просматривая доклад, я должен был в основном согласиться с основными направлениями этого доклада и с данной им оценкой различного рода конкретных вопросов, которые здесь рассматривались.

Однако некоторые детали доклада, конечно, нуждаются в серьезном уточнении, в особенности имея в виду, что А. А. Ляпунов является математиком — значит, человеком точных формулировок,— надо было бы ожидать, что и здесь будут достаточно точными все его высказывания. Между тем некоторые вещи требуют хотя бы серьезного разъяснения. Кое-что об этом докладчик сегодня говорил. Но нужно, вероятно, будет еще значительно обработать эту стенограмму для того, чтобы она была точной. Многие вещи требуют просто пояснений.

Например, здесь вводится понятие «творческий акт» и говорится о том, может ли машина совершить творческий акт или нет. Тут требуется определение, что вы понимаете под творческим актом. Является ли творческим актом или нет, если я помножу 27 на 7? С этой точки зрения эта машина такой творческий акт может совершить.

Я мог бы здесь привести еще целый ряд таких вещей, которые требуют внимательного анализа и которые необходимо рассмотреть. Например, машина заменяет автоматическую деятельность человека, возможно это или нет? Мне кажется, что в некоторых случаях машина может заменить в том смысле, когда автомат заменяет человека на производстве, а человек перешел на другой, более высокий уровень интеллектуальной работы.

Я знаю, что математическая машина может многое изменить в интеллектуальной работе человека. Многие вещи, которыми мы занимаемся, могут оказаться ненужными, когда мы используем машины. Целый ряд методов специально придумывается для того, чтобы производить расчеты, разрабатываются различные численные методы, имеются области математики, которые занимаются разработкой этих численных методов,— они могут оказаться ненужными. Это требует уточнения. Я думаю, что такое уточнение должно быть произведено.

Н. Н. ЛЕНОВ⁷

Я хотел остановиться на возможностях математической машины. Дело в том, что математические машины, конечно, очень сильно расширили вычислительные возможности, а также сейчас им принадлежит большое будущее в решении различных логических задач.

Что вообще внесли здесь математические машины?

Во-первых, они позволили производить арифметические операции или операции логические с очень большой скоростью. Следовательно, большое число этих операций в единицу времени.

Во-вторых, они имеют возможность менять последовательность своей работы в зависимости от получаемых в результате работы машины данных. Для того, чтобы машина могла работать, в нее должны быть заложены какие-то исходные данные. В частности, если машина эта применяется для решения логических задач, то какие-то исходные данные должны быть заложены в машину, потом какие-то логические данные, которыми машина будет оперировать.

Какая тут возможность замены человеческого мозга? Одна возможность – это быстрое рассмотрение всех возможных вариантов, встречающихся в данной задаче. Это машина может сделать благодаря своей скорости. Посмотрим, есть ли тут ограничения или здесь нет никаких ограничений.

Здесь имеются совершенно определенные ограничения. Вообще математические машины интересны тем, что от них ожидается, что небольшое число исходных данных или каких-то логических операций, которые в них вложены, могут дать очень большие и далеко идущие новые результаты благодаря тому, что этими данными можно оперировать и видоизменять эти операции в процессе работы. Так что можно было бы сказать, что, если имеются задачи с совершенно определенным количеством исходных данных и с совершенно определенным количеством логических возможностей, которыми ограничены задачи, то принципиально эти задачи вполне разрешимы.

На деле получается совершенно не так. Примером этому может служить опыт программирования шахматной партии. Как известно, на шахматной доске имеется совершенно ограниченное число фигур, каждая фигура имеет четко ограниченные возможности в смысле ходов; существуют совершенно четко определенные правила игры. Следовательно, можно было бы создать машину, которая могла бы играть наивыгоднейшим образом в шахматы.

В действительности при практическом решении этой задачи оказывается, что здесь имеются совершенно ясные и четкие ограничения. Я не буду останавливаться на подробностях, но можно сказать, что, когда была составлена простейшая программа для игры в шахматы, основанная на просчете всех возможных вариантов на три хода вперед, причем критерием правильности выбора того или иного варианта являлось просто сравнение

⁷ Николай Николаевич Ленов – один из ведущих специалистов лаборатории И. С. Брука (см. примеч. 7), главный конструктор электронного дифференциального анализатора «ЭДА».– Сост.

суммы весов фигур играющего и противника на один ход (это самый примитивный критерий, который применяется только начинающими игроками в детском возрасте), то на просчет всех этих вариантов машина должна была затратить на каждый ход 16 минут, причем машина должна играть из рук вон плохо. Следовательно, статистическое рассмотрение всех вариантов, которые теоретически возможны были бы, если бы они все были доведены до конца и машина выбрала бы наивыгоднейший вариант, который кончился бы матом, заняло бы астрономическое время.

Следовательно, появляется необходимость установления каких-то новых логических критериев, которые должны вводиться в машину, и с ними машина должна уже оперировать. И оказывается, что даже в такой, как будто простой, весьма ограниченной задаче, как шахматная партия, число этих логических критериев окажется возможным установить только тогда, когда будет полностью разработана теория шахматной игры.

Так что, ясное дело, что даже такая, казалось бы, несложная задача, т. е. задача с весьма ограниченным числом исходных данных, требует применения очень большого количества различных логических операций, которые должны вводиться в машину. Следовательно, машина тогда разбухает по своим размерам.

Из приведенных примеров совершенно очевидно, что заменять машиной работу человеческого мозга, когда машина сейчас не может решать даже таких простых задач, принципиально невозможно и предположения эти беспочвенны. Очевидно, что в развитии математических машин наряду с развитием самой техники машин должна развиваться и наука о создании логики, поскольку как раз вопрос о том, какие исходные логические данные надо ввести в машину, является более серьезным вопросом, чем построение самой машины.

Очевидно, что возможность введения того или иного количества данных ограничивается возможностью и скоростями машины.

Эти два вопроса должны развиваться параллельно.

Г. Л. ПОЛЛЯК⁸

Я должен оговориться с самого начала, что мои критические замечания будут касаться стенограммы доклада. Я, к сожалению, не имел возможности присутствовать на самом докладе Алексея Андреевича.

У меня три замечания, два из них касаются первой части доклада.

Первое замечание. При чтении стенограммы доклада сразу бросается в глаза такой момент. Алексей Андреевич разделяет все машины на два типа (это вполне логично) – на моделирующие устройства и цифровые автоматические машины. Моделирующему устройству уделено меньше одной страницы, причем главным образом приведены доводы против, указаны отрицательные моменты этих устройств. Цифровым автоматическим машинам уделено в двадцать раз больше места и создается впечатление, что здесь все возможно.

⁸ Так в оригинале. Возможно, ошибка стенографистки: известен Юрий Григорьевич Полляк (ум. в 1988 г.), специалист по машинному моделированию. – Сост.

Разрешите с этой точкой зрения автора не согласиться. Мне у нас в институте много пришлось заниматься моделирующими устройствами. Вы указываете, что далеко не всегда моделирующие устройства удобны, что при сложных задачах моделирующие устройства получились бы слишком громоздкими.

Наш опыт в этом отношении прямо противоположен. Допустим, мы имеем дело с чрезвычайно сложным процессом. Возьмите теплообмен в топке – здесь сочетаются три процесса: горение, динамика и энергетический обмен. При соблюдении правил приближенного подобию мы на довольно простых огневых моделях получаем то, что нас интересует. Следовательно, этот пункт вашего доклада, вообще говоря, неправилен.

Больше того – возьмите гидродинамические задачи, чрезвычайно сложные, связанные с турбулентностью, – сравнительно простые модели дают возможность получить довольно хороший результат.

Так что нужно этот пункт изменить, может быть даже на противоположный.

Во-вторых, «моделирующее устройство обладает очень ограниченной точностью – до 5–6 знаков».

Нужно сказать, что для всех технических задач, которые я знаю в энергетике, обычно 5–6 знаков нас вполне устраивают. Поэтому с этой точки зрения, как раз то, что моделирующее устройство обладает именно такой точностью, – это является плюсом.

В-третьих, «если нужно решить лишь небольшое число однотипных задач, то создание для них специального моделирующего устройства нерационально».

Вопрос, что проще: создать простую модель или обратиться к очень сложному цифровому автомату, к которому нужно создавать специальное программирование. Наш опыт показывает, что как раз проще именно моделирование, но, конечно, моделирование, построенное на серьезных основах.

Больше того – моделирование, в особенности тепловое, имеет еще одно достоинство перед цифровой машиной. Мы имеем топочные процессы, где мы не знаем числовых параметров поля, т. е. мы не могли бы цифровому автомату задать поле. Но огневые модели знают его и дают нам окончательный результат. Так что здесь имеются чрезвычайно большие плюсы.

Мне бы не хотелось, чтобы мое выступление было понято так, что следует противопоставить моделирующие устройства цифровым автоматам. Я бы хотел, чтобы было правильно понято, что одно дополняет другое. И во многих случаях, в ряде областей энергетики, например, теплоэнергетики, наш опыт показывает, что решающее значение имеют моделирующие устройства, а не цифровые автоматы. Больше того, я знаю, что уравнение Фурье у нас в институте было применено Гутенмахером на моделирующем устройстве. Конечно, можно его применить и на цифровом автомате. Но что проще – я затрудняюсь сказать.

Насчет цифровых машин. Я не занимался никогда этими машинами, но я просматривал ваше программирование и оказалось, что для простейшей категории вычислений – скажем, для вычисления синуса – нужно было

примерно порядка 10 элементов программировать. А если вы имеете сложное интегральное, дифференциальное уравнение, и еще нелинейное – сколько нужно элементов для программирования и сколько нужно затратить усилий! Может быть, и существуют такие задачи высшей математики и техники, где для составления программирования недостаточно конечного числа элементов и, может быть, нужно бесконечное множество этих элементов. Например, для создания автомата идеального шахматиста нужно конечное множество этих элементов или счетное множество?

(А. А. ЛЯПУНОВ: Конечное, но миллионное.)

А когда вы имеете дело с континуумом? Я думаю, что не исключена возможность и счетного множества. Если здесь ограниченное число – это, конечно, очень большой шаг вперед. Дело связано с философскими вещами. Я согласен с Алексеем Андреевичем, что нельзя придавать цифровым автоматам особое значение.

В стенограмме вы допустили еще одну неточность. Причина, почему появляются такого рода ошибочные концепции – экстраполирование за пределы того, что допустимо. Серьезные ученые, инженеры и техники, по-видимому, сами заблуждаются. Часто они придерживаются механистических и идеалистических концепций. Человек, который придерживается чисто механистических концепций, будет придерживаться такого экстраполирования. Человек, который придерживается идеалистических концепций, конечно, будет рассматривать эту машину как живой организм. На эту сторону дела следует обратить внимание.

А вообще это чрезвычайно большой, важный шаг. Создание математических машин является революцией в технике.

<...>⁹

М. А. КАРЦЕВ¹⁰

Товарищи, после Исаака Семеновича мне выступать трудно, тем более, что я из его школы и многие мои мысли почерпнул из общения с ним.

Доклад А. А. Ляпунова о применении математических машин для логических целей я прослушал с большим интересом. Вообще вопрос о том круге проблем, которые связаны с созданием и применением математических машин как для вычислений, так и для математических задач, о круге проблем, которые в последнее время объединяются под общим названием «кибернетика», поставлен своевременно и правильно.

⁹ Далее в стенограмме лакуна: согласно списку выступавших, приложенному к стенограмме, после Г. Л. Полляка выступал член-корреспондент АН СССР И. С. Брук, но текст его выступления пропущен.

Исаак Семёнович Брук (1902–1974) – член-корреспондент АН СССР, один из первых в СССР разработчиков ЭВМ. В 50-е гг. руководил лабораторией электросистем Энергетического института АН СССР. – **Сост.**

¹⁰ Михаил Александрович Карцев (1923–1983) – доктор технических наук, выдающийся конструктор вычислительных машин. В начале 50-х гг. – сотрудник лаборатории И. С. Брука. – **Сост.**

Вопрос этот до настоящего времени поднимался у нас, к сожалению, не в научной литературе, а в научно-популярной и даже просто популярной, скажем, в «Литературной газете».

Авторы статей, опубликованных в этих изданиях, люди большей частью далекие от техники, знакомилась с кибернетикой, видимо, по популярным статьям, появлявшимся на Западе или по предисловиям к научным работам на эту тему, увидели в них только тот идеалистический вздор, который буржуазные идеологи рады бы пристегнуть к любой науке, и на этом основании не колеблясь повесили ярлык «кибернетика – лженаука мракобесов». Но мы же не отвергаем второе начало термодинамики только потому, что реакционеры от науки пытаются предсказать на этой основе тепловую смерть Вселенной и т. д.

Обязанность советских ученых, вооруженных идеями марксизма-ленинизма, состоит, конечно, не только в том, чтобы отбросить все те идеологические измышления, которые сопутствуют кибернетике, но и использовать и развить дальше ее положительное содержание. Нужно внимательно разобраться в том, каким образом протаскиваются эти идеи, разоблачить несостоятельность этих идей и противопоставить им последовательную материалистическую трактовку новых научных достижений.

И с этой точки зрения, я думаю, не служит для пользы дела содержащееся в докладе А. А. Ляпунова утверждение о том, что появление математических машин не ставит никаких новых вопросов перед гносеологией, что работа математических машин ничем принципиально не отличается от работы любой машины, любого станка и что поэтому идеалистические наслоения, сопутствующие кибернетике, не имеют никаких гносеологических корней.

Мне кажется, что это неверно. Каждая машина, если это действительно хорошая машина и нужная машина, в какой-то степени заменяет труд человека. Скажем, шагающий экскаватор заменяет труд 12 тысяч землекопов; токарный автомат, который точит гайки, заменяет труд огромного количества людей. Вычислительная математическая машина заменяет труд нескольких десятков, а то и сотен людей.

В чем же дело? Почему об экскаваторе и о токарном автомате говорят, что это умные машины, но только в том смысле, что их сделали умные люди, но никто не предполагает у них мыслительных способностей, а о вычислительной машине кое-кто стал говорить, что это машина, которая думает, сама думает.

Дело в том, что труд, который заменяется вычислительной машиной, в принципе отличается от труда, заменяемого экскаватором или токарным автоматом. Предметом труда для токаря является прутки металла; работает он руками, результатом труда является, скажем, винт или гайка, т. е. предмет вполне материальный. Для вычислителя предметом труда является число, абстракция. Свою работу он выполняет, если он не пользуется никаким механизмом, в голове, при помощи своего мозга, и результатом его труда является, опять-таки, некое абстрактное понятие, является число.

Конечно, когда машина выполняет вычисление, то она оперирует не с абстракциями как таковыми, она оперирует с некоторым материальным

изображением чисел. Хотя мы этого в точности не знаем, но мы предполагаем, что в нашей голове, в мозгу также имеются некоторые изображения абстрактных понятий. Следовательно, нельзя говорить, что применение математической машины не вносит ничего принципиально нового по сравнению с применением экскаваторов, токарных станков и т. д. И не случайно в применении к математическим машинам возникает такой термин, как «память», а не возникает такой термин, как «склад».

Следовательно, нужно сделать вывод о том, что появление математических машин дает возможность по-новому провести грань между трудом творческим, интеллектуальным, умственным в полном смысле этого слова и трудом физическим, поддающимся механизации. К этому же придется отнести и труд, который является умственным по форме, по внешности, но фактически труд механический, не требующий ни творческой фантазии, ни полета мысли.

Если человек сидит за столом в канцелярии или даже в лаборатории, пишет что-то на бумаге или глубокомысленно смотрит в одну точку и размышляет, то из этого не следует, что он действительно занимается умственным трудом. Во всех тех случаях, когда человек оперирует с конечным количеством понятий и оперирует с ними по вполне определенным законам – пусть даже очень сложным законам, по законам формальной логики или законам математическим, – во всех этих случаях ясно, что его труд может быть заменен трудом машинным. С этой точки зрения понятно, что даже очень хороший перевод удастся в будущем, вероятно, осуществлять при помощи машины. А вот роман писать машина никогда не будет. Хотя во Франции пытаются машиной написать роман. С этой точки зрения выступление Н. Н. Ленова напрасно путает здесь принципиальные возможности, открывающиеся нам в этой области, с теми техническими возможностями, которые можно осуществить теперь на ныне существующих машинах.

Вопрос о втором разделе кибернетики, об аналогии между машиной и человеком, если представить ее так, как она представлена в докладе, то я не знаю, можно ли с этим согласиться. Кибернетики неоднократно пытались представить эквивалентную схему человека – ЭНИАК. В американских журналах писались популярные статьи о том, что когда удастся создать модель, в которой, как в человеческом мозге, будет более миллиарда клеток, то удастся создать полную модель мозга человека.

Если говорить, что аналогии, которые проводятся между машиной и человеком, могут быть использованы для биологических наук – я не берусь судить об этом, но мне кажется, что это может быть использовано крайне ограниченно. Человек является пока что элементом во многих системах автоматического регулирования. Представить себе ясно, какими возможностями обладает человек, с какой точностью он может прочесть исходные данные, с какой точностью и быстротой он может установить какие-либо регуляторы, – это вещь очень нужная и важная. Разобраться подробно в действиях человека с тем, чтобы проанализировать, какие из этих действий могут быть заменены действием машины, – это вопрос важный и нужный. И ничего страшного нет в том, если мы попытаемся составить для данной

конкретной задачи эквивалентную схему человека, оперирующего какой-то системой.

Весь круг вопросов, поднятых в связи с применением математических машин, круг вопросов, о которых у нас не говорили, потому что весь он был зачернен статьями, появившимися в прессе, этот круг вопросов очень важен для нас. Дело в том, что нас не столько интересует военное применение математических машин и вообще новых технических средств, сколько нас интересует гораздо более широкое их применение.

П. И. ЗУБКОВ¹¹

Очень интересные выступления товарищей, говоривших до меня, содержали большую часть того, что я хотел сказать. Поэтому я хочу только дополнить их некоторыми несложными соображениями, которые, мне кажется, имеют отношение к теме нашего обсуждения.

Одним из центральных вопросов доклада был: могут ли машины думать. Как понимать этот вопрос? Очевидно, так нужно его понимать: могут ли машины моделировать процесс, связанный с высшей нервной деятельностью, и в какой мере это возможно.

Ничего нельзя сказать в настоящее время о том, что будет дальше, в далеком будущем. Но о том, что мы имеем сейчас, мы говорить можем.

Могут ли современные машины моделировать процесс? Прежде чем ответить на этот вопрос, вернемся немного назад. А могут ли вообще наши модели, какими бы они не были, моделировать те процессы, для которых они созданы? Оказывается, тоже нет, если ставить вопрос об этом в полном объеме.

Например, если мы говорим, что с помощью какого-нибудь механизма, с помощью какого-нибудь механического устройства мы моделируем электрическую цепь, это значит, что, во-первых, мы верим в то, что процессы в механизме и в электрической цепи описываются либо такими же, либо примерно такими же уравнениями и подбираем устройство, в котором процессы должны будут пойти примерно так и описываются примерно такими же уравнениями, какими описывались процессы в моделирующих устройствах.

Но что это – универсальная возможность? Конечно, нет. Моделирование всегда выделяет какую-то область интересующих нас явлений из всего комплекса и бывает довольно, если мы можем более или менее правдоподобно ответить на эти частные вопросы.

Можем ли мы, скажем, утверждать, что с помощью [схемы] из дискретного числа элементов мы моделируем электрическую линию? Конечно, нет. А какой-то части – да, но в очень значительной и важной части нам это не удастся, ибо здесь совершенно отсутствуют те признаки, которые присущи волновому процессу.

Можно ли моделировать физико-химическим устройством или системой организм? Отчасти да, но в значительной степени нет.

¹¹ Пётр Иванович Зубков – сотрудник Энергетического института, автор работ по использованию аналоговых машин. – **Сост.**

Что же является, в конце концов, критерием правильности действия модели? Опыт и сравнение действительных явлений в той области, которую мы моделируем, с теми результатами, которые дает нам модель.

При этом, конечно, было бы проверять модель. Основой для проверки является изучение тех особых и специальных законов в той области, в которой мы собираемся моделировать.

Точно так же, можно ли моделировать машину, содержащую десятки тысяч элементов организма, а тем более общество? Возможно, что в каком-то частном случае, в какой-то узкой области мы будем получать похожие результаты. Но разве это есть полный ответ? Нет, это лишь частица. Это то же самое, как нельзя, скажем, оставаться только в рамках физики и химии, изучая законы биологии. Это было бы неправильно.

Вот почему я думаю, если и удастся когда-либо создать модель, более или менее подобно отражающую процессы, связанные с высшей нервной деятельностью, то это будет только очень частично, очень бедно, неполно, но может быть в некоторых частных случаях и полезно.

Н. Я. МАТЮХИН¹²

Товарищи, я не буду углубляться в философию этого вопроса. За предоставленное мне короткое время я хочу сказать об одной возможности использования вычислительных машин в логических целях, о которой здесь практически не упоминалось, а именно, об использовании вычислительных машин для планирования экономики и производства.

Давно известно, что вычислительные машины применялись в экономике для задач учета и обработки переписей и пр., так что применение электронных вычислительных машин для этих целей не вносит ничего существенно нового, кроме высоких скоростей работы.

Наиболее новые результаты следует ожидать от применения вычислительных машин, обладающих возможностью совершать некоторые формально-логические операции для решения задач планирования. Скажем, если говорить конкретно, для задач внутризаводского планирования, для задач планирования транспорта, грузовых перевозок, для планирования освоения новых сельскохозяйственных или промышленных районов, для планирования развития конкретных отраслей нашей промышленности.

Конечно, необходимо здесь иметь в виду, что постановка самой задачи планирования какого-нибудь хозяйственного звена является предметом хозяйственной политики руководящих органов государства (я говорю о советском социалистическом государстве) и должна производиться человеком. На основе общих экономических планов или военных положений перед каждой отраслью промышленности ставятся вполне определенные, конкретные экономические задачи. Что же здесь может сделать машина? Здесь имеется в виду, прежде всего, механизация тех процессов планирования, где, скажем, путем анализа статистических данных, путем просмотр-

¹² Николай Яковлевич Матюхин (1927–1984) – член-корреспондент АН СССР, один из выдающихся конструкторов ЭВМ. В начале 50-х гг. работал в лаборатории И. С. Брука. – Сост.

ра многочисленных конкретных вариантов различных планов и заданий, составленных по определенным правилам, и сравнения этих различных вариантов по определенным критериям – наибольшая экономичность, наивысшая производительность и т. д., и т. п. (их можно было бы привести много, но я не экономист) – при рассмотрении подобных задач машина может легко и быстро выбирать наилучший, оптимальный в смысле заданных критериев вариант, в смысле тех критериев, которые заданы машине.

Тогда можно сказать, что в известной мере составление самих вариантов может быть доверено машине.

Что нужно задать машине для того, чтобы она проводила подобные расчеты? Скажем, такие известные в экономике величины, как производительность труда, географическое размещение предприятий, пропускная способность транспорта и многие другие факторы, давно уже известные в экономике, но, вероятно, не учитываемые в должной степени просто в силу того, что человек может обработать все многообразие факторов, определяющих промышленное производство, в такие временные сроки, что эта обработка уже теряет свой смысл.

Таким образом, я хочу подчеркнуть, что речь идет о том, чтобы механизировать ту часть работы по планированию, где обработка данных может быть построена целиком на основе формальной логики.

А достоинством весьма существенным здесь является то, что раз и навсегда составленная программа действий для машины для решения данного типа задач, труд, который в нее вложен, будет в известной мере аккумулирован. Эта раз и навсегда составленная программа может применяться для решения огромного количества однотипных экономических задач, с введением небольших и не принципиальных коррективов.

В Америке этим вопросом давно занимаются, и машины там выполняют ряд конкретных работ. Например, авиационная компания «Дуглас», получив ряд правительственных заданий, использовала машину IBM-701, работающую со скоростью 250 тыс. операций в минуту, для выяснения наилучших узлов заказа и распределения инженерного персонала по этим узлам из своих нескольких тысяч специалистов. То есть, исходя из определенных возможностей производства, определенного количества специалистов, с помощью машины была составлена программа действий, наилучшая в тех параметрах, для которых она была задана.

Выполнение той же работы на руках потребовало бы нескольких месяцев работы административного персонала, в то время как на машине подобная задача была решена за один час с небольшим.

Не менее интересным является то, что фирма «Дженерал электрик», которая сейчас создает в Луисвилле грандиозный комплекс заводов для производства электротехнического оборудования, чтобы сократить управленческий аппарат, перевозки и т. д., использовала для целей планирования производства на два с лишним года машину «Унивак» и будет ее использовать для ведения внутризаводского планирования. А математики-экономисты этой фирмы рассматривают вопрос о задаче планирования в соответствии с опросом и разными другими факторами.

Последний пример, который мне хотелось привести, касается организации, которая именуется «Научно-исследовательское бюро по организации военного тыла». Эта организация тоже решает задачи, не лишённые интереса. Она решает задачи, связанные с организацией военного тыла, снабжением и перевозкой, для чего построила электронную машину, так называемую Лоджис Компьютер. Интересно указать, что специально для подобных задач эта ведущая американская фирма выпускает модификацию машины IBM – машину IBM-702, предназначенную для использования при решении задач по планированию и прочим хозяйственным задачам.

Совершенно ясно, что у нас подобные задачи должны стоять несравненно более остро. В социалистическом обществе, в котором хозяйственный государственный план имеет силу государственного закона, с помощью вычислительных машин, несомненно, может и должна проводиться в возможно более широких пределах такая механизация планирования, не говоря о том, что она позволит высвободить значительное количество персонала, используемое в настоящее время в сфере непроизводительного труда (в смысле производства материальных ценностей).

В этой связи стоит пожалеть о следующем. Я просмотрел за 1954 г. наши журналы «Вопросы экономики» и «Планирование хозяйства» и обнаружил, что, к сожалению, об этих вопросах там ни слова не говорится.

М. А. Карцев говорил о практическом использовании аналогии с человеком, о том, чтобы правильно оценить роль человека как звена в автоматическом регулировании и управлении сложными системами.

Такая задача, как управление реактивным самолетом, требует детального знания возможностей человека. Пусть такие технические задачи именуются не по нашей терминологии, но они ставятся за границей. Например, фирма «Дуглас» спроектировала установку, предназначенную для разумного управления системой реактивного самолета.

Н. Ф. ОВЧИННИКОВ¹³

Товарищи, конечно, мне трудно говорить об этом предмете, о кибернетике. Трудность здесь двойная. Прежде всего, в том, что я выступаю здесь как философ, как представитель тех, кого здесь критиковали за неправильную оценку кибернетики. И, кроме того, хотя я и занимаюсь философскими вопросами естествознания, но область естествознания настолько велика, что трудно конкретно заниматься всеми ее вопросами.

Вопросами кибернетики мне пришлось заняться после того, как я прослушал доклад Алексея Андреевича. И вот какое у меня сложилось впечатление.

Первый вопрос, который я хотел затронуть, – может ли в принципе быть лженаука? Существуют ли на Западе такие направления в науке, которые мы теперь ясно можем назвать лженаучными? Существуют ли они? Мне кажется, что в принципе – да, существуют. Например, такая наука, как ев-

¹³ Николай Фёдорович Овчинников (р. в 1915 г.) – сотрудник Института философии АН СССР, кандидат философских наук. Впоследствии доктор философских наук, сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР. – *Сост.*

геника, как геополитика, такая наука, как история естествознания, как энергетика Оствальда. Ясно, что эти науки являются лженауками.

Поэтому с общей точки зрения, по-видимому, нельзя решать вопрос, является ли в данном случае вновь появившаяся наука на Западе, кибернетика, лженаукой или не лженаукой. К этому вопросу, по-видимому, нужно подойти конкретно.

Я думаю, что можно согласиться с положениями докладчика и с некоторыми товарищами, которые высказали мысль о том, что, конечно, подлинную науку буржуазные ученые, вследствие их идеалистического мировоззрения, используют в своих классовых целях. Здесь приводили примеры с квантовой механикой. Я могу еще сослаться, скажем, на использование известного закона, связывающего массу с энергией, который, с одной стороны, используется для получения атомной энергии как теоретическое основание, а с другой стороны, как естественно-научное обоснование современной энергетики.

Что касается кибернетики, то, насколько я понимаю этот вопрос, мне думается, что в кибернетике есть какие-то разумные основы, которые заставляют думать, что если здесь еще не существует последовательной и систематически развитой науки, то это новое направление, по-видимому, имеет самостоятельный предмет исследования, которого до сих пор не было в различных областях естествознания.

Наличие этого самостоятельного предмета исследования и заставляет нас говорить, что в так называемой кибернетике есть что-то рациональное и, по-видимому, развитие науки в этом направлении нужно будет поддержать.

Что же, мне кажется, здесь можно назвать предметом исследования этой науки? Это не теория математических машин, это не теория управления более сложными машинами, это не попытки создания шахматных машин или чего-то вроде мозга и т. д. Мне думается, что не это является предметом кибернетики. А предметом кибернетики является попытка найти общие закономерности и в математических машинах, и в автоматическом управлении самолетами, и во всяких других управляющих устройствах и, может быть, еще и в тех закономерностях, которые имеются в области нервной деятельности и т. д. Несомненно, в природе есть что-то общее, и нахождение этого общего и может составить, мне думается, предмет особой науки.

Я позволю себе высказать такую мысль, что история науки как раз показывает плодотворность нахождения общих закономерностей и, собственно говоря, вся история науки полна этим. Ясно, скажем, что открытие закона тяготения Ньютона, нахождение общего, явилось результатом таких совершенно различных вещей, как падение камня на землю и движение небесных тел.

То же самое можно сказать о создании электромагнитной теории, которая нашла общие закономерности магнетизма и других явлений.

Словом, вся история науки показала, что нахождение общих закономерностей, во-первых, дает возможность развить особую науку об этом общем, а во-вторых, более глубоко понять эти специфические области природы.

Если мы так посмотрим на предмет кибернетики, то мы в ней должны найти нечто рациональное. Здесь можно добавить еще такое философское

соображение. Если мы спросим себя, что такое общее в предметах и явлениях, то как раз размышления по этому вопросу показывают, что общее и есть наиболее глубокое и существенное.

Если мы спросим, что такое закон, какова характеристика закона природы, то самой существенной характеристикой [закона] природы является нахождение общего.

Что же касается, товарищи, некоторых соображений, которые здесь были высказаны тов. Тафтом, то я хотел сделать несколько возражений. Он говорит, что кибернетика начинается там, где начинается обобщение, и на основе этого утверждения он делает вывод: именно поэтому подобного рода науку нужно отбросить.

(В. А. ТАФТ: Какое обобщение? Необоснованное.)

Правильно, об этом я хотел сказать, что обобщения обобщениям рознь. Вы сказали в скобках: обобщения в физиологии. Если начинают делать обобщения, которые не отражают общего, тогда это будет ненаучное обобщение, а как утверждение, которое можно принять целиком так, как вы это делаете, это неправильно.

Кибернетика как лженаука начинается не там, где начинается обобщение, потому что там, где начинается обобщение, там начинается подлинная наука. Поэтому ваша аргументация по сути дела неправильна. Возможно, что вы просто неточно выразились, но я так записал ваши слова. Я выступаю против вашего утверждения, что кибернетика начинается там, где начинается обобщение.

Здесь в выступлении одного товарища были ссылки на прогрессивный журнал французских коммунистов, который поддержал заявление, опубликованное в наших журналах, и объявил кибернетику реакционной теорией. Я думаю, что здесь сказалось влияние оценки нашей печати. Эта дата – 1953 г. – как раз говорит об этом. Наши статьи по кибернетике были опубликованы ранее 1953 г. Если бы эта статья во французском журнале была опубликована в 1951 г., то тогда пришлось бы нам серьезно задуматься над вопросом о том, почему они дали такую оценку.

Что касается оценки кибернетике, которую дают некоторые, в том числе прогрессивные ученые на Западе, я позволил бы себе сослаться на такую вещь. Известный французский физик де Бройль, который выступал с прогрессивными идеями в области квантовой механики, выступал с работами в защиту разработки квантовой механики на детерминистской основе, пишет следующее: «Кибернетика привела нас к результатам, представляющим несомненный интерес (это в 1953 г.). Она дала некоторые новые методы и выдвинула оригинальную точку зрения, что всегда ценно. Она, конечно, не создала совершенно новых отраслей науки, однако, объединяя и унифицируя различные отрасли, она оживила их, сблизив между собой».

И подобно тому, как некоторые из этих отраслей науки, например, теория коммуникации, имеют большое значение с точки зрения технических применений, кибернетика не является только красивой конструкцией ума. Она способна также осуществлять во многих направлениях прогресс большой практической важности.

Так оценивают кибернетику такие прогрессивные ученые, как Холдэйн, Леви и Джон Бернал, который недавно был в Советском Союзе в связи с награждением его Премией мира. Кстати, Джон Бернал – сознательный марксист по своему мировоззрению.

У меня есть высказывание Винера в этом отношении: «Я интересовался, – пишет Винер, – пониманием возможностей кибернетики со стороны профессоров Холдэйна, Леви и Бернала; они рассматривают ее как одну из наиболее актуальных проблем, существующих в повестке дня науки и научной философии».

Я, к сожалению, не имел возможности узнать высказывание самого Бернала, что было бы очень желательно.

Теперь позвольте сказать по вопросам возможности построения мыслительных машин и замены ими человека. Конечно, здесь имеют место извращения со стороны тех буржуазных ученых, которые, как и любую другую науку, часто начинают использовать ее в целях защиты реакционного мировоззрения.

Конечно, основой здесь, если можно так выразиться, теоретической основой того, что они выдвигают идею построения машины, которая целиком заменит мыслительные способности человека, – является, конечно, механицизм, который в современных условиях родственен идеализму. Механицизм в современных условиях столь же реакционен, как и откровенно идеалистическая философия. Механицизм здесь проявляется в том, что они не понимают качественного своеобразия мыслительных процессов и тех производных процессов, на которые опираются лидеры кибернетики.

Мне думается, что дело здесь не только в указании на то, что человек способен к творческому акту. Здесь говорили о мысли докладчика и о мысли, которую выдвинул тов. Брук. Я думаю, что здесь нужно отметить еще самое важное, что позволяет нам возразить по этому поводу тем ученым, которые занимаются этим вопросом и которые извращают то положительное, что содержится в кибернетике. Нужно указать, конечно, прежде всего, на социальную природу мышления. Это самое важное и существенное возражение. Конечно, если мы говорим о мышлении как отражении внешнего мира, мы при этом можем вспомнить положение Ленина о том, что отражение заложено уже в самой природе материи. Это самое свойство отражения и есть то общее, что имеется у мышления. И у самых низших форм отражения, скажем, ощущения, и даже в неорганической материи есть элементы отражения, что и позволяет нам рационально менять мыслительные процессы как результат длительного исторического развития неживой материи, превращения ее в живую и видеть заложенное в ней свойство отражения. Но при всем этом общем, возникновение мысли возможно у человека только как у социального человека, как человека общественного. Эта сторона и позволяет нам говорить, что кибернетики игнорируют эту социальную сторону мышления, способность человека к развитию в тех социальных условиях, которые в принципе не могут быть созданы самими совершенными машинами.

И здесь же следует сказать, что все их работы в области попыток применить кибернетику к решению социальных проблем обнаруживают и реак-

ционность этой стороны их деятельности и, с другой стороны, обнаруживают упадок и антинаучность современной буржуазной социологии. Вот что они показывают. Они обнаруживают полную неспособность буржуазной науки об обществе разрешить те социальные противоречия, которые характерны для современного этапа развития капитализма.

В самом деле, товарищи, они проводят такую аналогию, что кибернетика может быть распространена на общество, потому что в обществе тоже имеется социальное управление – почта, телеграф, телефон, радио; государство тоже можно рассматривать как своеобразную систему управления. На основе кибернетики они пытаются построить один из многочисленных рецептов ремонта разламывающегося здания капиталистических отношений.

Ясно, что эта мысль кибернетиков заслуживает разоблачения и критики, и вместе с тем она показывает упадок современной буржуазной системы.

Я хотел бы еще указать на ту оценку, – это возражение одному товарищу, который высказал мысль, что якобы Винер занимается вопросами распространения кибернетики на область социологии, – а вот что говорит Винер в своей работе о кибернетике; вот что он пишет, ставя вопрос о применении кибернетики к социальным проблемам. Он говорит: «Я затрагиваю этот вопрос, потому что некоторые друзья возлагают большие надежды на общественную действенность новых направлений мысли, которые содержатся в этой книге».

Я беру только сторону распространения кибернетики на социальные явления. «Они убеждены в том, что наш контроль над нашим материальным окружением далеко превзошел нашу способность управлять окружающей нас общественной средой и понимать ее. Поэтому они считают, что главная задача ближайшего будущего заключается в распространении на область антропологии, социологии и экономики методов естественных наук в надежде на достижение там таких же результатов. От веры в необходимость этого они переходят к вере в то, что это возможно. В этом они проявляют чрезмерный оптимизм и непонимание существа всякого научного достижения»¹⁴. Вот точка зрения Винера на этот вопрос.

Таким образом, нужно, видимо, различать и разделять тех ученых, которые сознательно или, может быть, бессознательно служат господствующей идеологии, и тех ученых, которые занимаются конкретными проблемами науки.

Конечно, при этом я должен сказать, что если мы, так или иначе разобравшись в этом вопросе, придем к выводу, что в кибернетике есть рациональное зерно, то ею нужно заниматься так же серьезно, как, скажем, физики занимаются областью квантовой механики, хотя современные буржуазные физики говорят, что она доказывает детерминизм в природе и т. д., – мы отбрасываем это утверждение и занимаемся тем рациональным, что содержится в этой науке, – и если мы придем к выводу, о котором я говорил,

¹⁴ В стенограмме цитаты из книги Винера приведены с пропусками, отмеченными рядами точек. Лакуны восстанавливаются по изданию: *Н. Винер. Кибернетика*. М.: Советское радио, 1968, с. 236. – **Сост.**

то, конечно, наши общие задачи,— не только философов, но и тех, кто занимается конкретными вопросами,— значительно усложняются. Повидимому, нужно постоянно анализировать смысл высказываний буржуазных ученых и их принципиальную оценку кибернетики. И наша оценка кибернетики не должна снимать задачу критического отношения ко всем высказываниям буржуазных ученых, и следует заниматься этим вопросом конкретно и серьезно.

МУРЗИН¹⁵

Я, во-первых, хочу извиниться, что, может быть, выскажу некоторые мысли, не совсем совпадающие с высказываниями товарищей. И хочу воспользоваться тем, что семинар у нас методологический и, следовательно, можно затронуть некоторые вопросы сложные и выходящие за рамки обычных.

Мне кажется, что главный вопрос, на который нужно дать ответ,— это вопрос: нужно ли и можно ли иметь большую перспективу, можно ли иметь научным работникам, работающим в области новой техники, большую веру в эту область и большую веру в науку, ее силы и возможности. Можно ли и нужно ли верить в то, что машина может мыслить или нельзя? В основном, все выступавшие говорили о том, что нужно здесь где-то провести границу. Тов. Брук очень значительно продвинул эту границу, отделив то, что присуще человеку, и то, что присуще машине. Я думаю, что эта граница очень подвижная. Настоящая материалистическая позиция должна состоять в том, что может быть не только моделирован мозг, а можно создать машину, которая может мыслить. И, видимо, нужно считать, что здесь вообще не существует такого резкого разделения этой проблемы в целом.

Что мы можем ответить на этот вопрос? Наши старые предрассудки связаны со старым пониманием того, что такое машина, и неправильна, может быть, та граница, которая отделяет машину от того, к чему движется современная техника.

Некоторым представляется, что нужно, во-первых, дать программу мышления; во-вторых, создать такую машину, как организм, как некое устройство достаточной сложности. Мне кажется, что это позиции старые, уже ныне пройденные. Если подробно разобраться в вычислительной технике, то там можно увидеть совершенно новые явления. И нужно ставить вопрос: может ли машина развиваться? Если она развиваться может и может вырабатывать определенные реакции, вплоть до условного рефлекса, то в принципе можно ставить вопрос так, что развивающаяся машина может в известном итоге мыслить.

Теперь некоторые товарищи неправильно представляют себе путь получения и построения такой мыслящей машины в полном объеме. А без глубокой веры в создание мыслящих машин настоящие крупные научные работники не могут работать.

В чем представляется мне возможность создания такой мыслящей машины? Представьте себе, что мы можем создать устройство, обладающее

¹⁵ Личность не установлена. В стенограмме имеется помета «п/полк». — Сост.

способностью к развитию. Это устройство с начала своего создания не сможет работать. Например, новорожденный хотя и обладает аппаратом мозга, достаточно развитым, но в нем все ассоциации и пути еще не встали на свое место. Если мы создадим достаточно сложную машину, которая будет обладать анализаторами – входными устройствами – и достаточной степенью сложности, то в ней возникнут спонтанные процессы, которые приведут к созданию отдельных рефлекторных цепей. Это будет не механистическая концепция. Действительно, если бы пытались создать просто устройство с некоторой сложностью, с заранее заданной программой или схемой, путь создания мыслящей машины отсутствовал бы совершенно.

Поэтому мне представляется, что сейчас нужно встать на такую позицию: можно ли в принципе надеяться на создание мыслящей машины? От современных машин до мыслящих машин – огромная дистанция. Может быть, эти машины будут основаны на совсем других принципах и методах. Если мы будем представлять себе возможность построения таких машин, научно-техническая мысль будет двигаться по этому направлению и даст на каждом этапе свои плоды. Если будет возможность верить в создание подобной машины, это будет являться значительным стимулом для многих ученых, работающих в данной области.

С МЕСТА

Мне хочется сказать в отношении веры только то, что Энгельс больше, чем сто лет тому назад в это верил. (Н. Ф. ОВЧИННИКОВ: Во что?) В возможность построения человеческого мозга.

Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Вот что Энгельс говорил о возможности построения человеческого мозга. Даже если мы когда либо сведем мыслительные процессы к тем процессам, которые происходят в мозге, то исчерпывается ли этим сущность мышления? Вот что говорит Энгельс: даже если вы создадите механизм, который в точности воспроизводит все процессы, которые происходят в мозге, вы не исчерпаете сущности мышления. Сущность мышления может быть раскрыта только при исследовании истории человеческого мышления в развитии человеческого общества.

Вы этим самым игнорируете специфическую природу мышления, которую нельзя рассматривать вне социальной природы. Ваша установка – неправильная принципиально установка.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Есть предложение закончить прения. Если есть надобность по вопросу, затронутому последним выступавшим, провести обсуждение, мы сделаем это специально.

Сейчас предоставляю проф. Ляпунову заключительное слово.

А. А. ЛЯПУНОВ

Прежде всего, я хочу поблагодарить всех собравшихся и всех выступавших за участие в обсуждении моего доклада. Я здесь услышал очень

много интересного и полезного для себя, и те точки зрения, которые здесь высказывались, явятся для меня материалом для дальнейших размышлений, что особенно ценно.

Из того, о чем говорилось, мне хочется остановиться на том, что мне кажется, что у большинства выступавших в основном точки зрения между собой согласны и, во всяком случае, мне кажется, что та оценка кибернетики, которая в основе давалась всеми выступавшими, в большинстве случаев совпадает в основной линии. И тот обмен мнений, который произошел, содействует тому, чтобы эта точка зрения развивалась и дальше.

К большому сожалению, в стенограмме моего доклада есть, действительно, некоторые очень неудачные места, которые здесь резко критиковались. Причем я должен сказать, что приблизительный текст, который у меня имеется в стенограмме, не вполне соответствует той мысли, которую я хотел высказать.

Прежде всего, что касается этой неточности, касающейся творческого акта, о которой говорил Э. А. Меерович. Мысль, которую я хотел высказать, состояла в том, что в интеллектуальной деятельности человека можно различать в каком-то смысле две стороны: одна сторона, которую я пытался назвать творческим актом, или существенной познавательной частью, — это вещь, когда человек привлекает обстоятельства в каком-то смысле совсем новые. И мысль, которую я хотел подчеркнуть, состояла в том, что, то, что машина может осуществить, предусмотрено и вложено в нее человеком. Сама машина извлечь нечто абсолютно качественно отличное от того, что в нее внесено человеком, не может.

Такой пример можно привести: когда появился опыт Майкельсона, я бы мог представить себе, что из сопоставления классической оптики с классической механикой машина могла бы сделать такое заключение, что опыт этот не укладывается в рамки прежних теоретических положений. Но я не могу представить себе, чтобы машина, опираясь на этот опыт, создала бы нечто принципиально новое.

Этот пример может пояснить то, что я имел в виду. И мне кажется, что по содержанию с тем, что говорили Э. А. Меерович и И. С. Брук по этому поводу, расхождений у меня не было. У меня просто неудачно сформулирована та мысль, которую И. С. Брук развил здесь более глубоко и более содержательно.

Другое неудачное место касается того, что машины не ставят никаких новых гносеологических задач и что между машиной и станком нет разницы. Я здесь имел в виду основной гносеологический вопрос: материализм или идеализм, т. е. что в решении вопроса о том, какая точка зрения является единственно правильной, — в этом отношении появление машин, появление кибернетики, так же, как появление станка, ничего нового не дает, что основа — материализм — остается незыблемой. Вот что я хотел сказать.

Что касается деталей на фоне этого вопроса — конечно, специальные вопросы, связанные с возможностями машины, возникают, и, как всегда при развитии науки, философия также видоизменяется и воспринимает то, что дает наука, и в философии возникают новые вопросы. Но здесь я неудачно выразил мысль о том, что органической связи между кибернетикой и идеа-

лизмом нет, что кибернетика является такой же наукой, как и любая наука, т. е. вполне солидаризуется и укладывается в общие рамки материализма. Эту мысль я неудачно выразил.

Из того, что говорилось в дискуссии, с некоторыми точками зрения я не согласен. Но на фоне общей, в основном единой, точки зрения это лишь отдельные места.

Я не согласен с т. Тафтом, который очень сильно недооценивает значение обобщений на этом пути. Я согласен с тем, что говорил по этому поводу Н. Ф. Овчинников, что именно с появлением новых содержательных обобщений возникают новые отрасли науки. Как раз это и имеет место в связи с появлением обобщений кибернетики. Как раз обстановка, в которой возникает новая наука, имеется, и недооценивать этих вещей не следует.

Я не согласен с одним положением выступления т. Горушкина. Использование машин в задачах науки и техники очень часто ведет к выявлению новой научной проблематики. Очень часто эксперимент заменяется расчетом. Может быть, и раньше было ясно, что расчеты были возможны, но они были недоступны в смысле трудоемкости и времени. Поэтому вместо расчетов ставились эксперименты. Появление больших машин позволяет во многих случаях принципиально другими путями идти в науке, передавая гораздо большую часть труда расчетам и сокращая дорогостоящие и сложные эксперименты.

Внутри самой кибернетики поднимается огромное количество новых вопросов. Возникают вопросы в связи с тем, что нужно выработать математическое решение задач, которое было бы эффективно с точки зрения машин. Очень часто бывает, что методика, оправдавшая себя для решения определенных задач при ручном подсчете, потребует очень непродуктивного использования больших машин при решении на них.

Сейчас возникают случаи, когда применительно к задачам использования математических машин, как составной части работы, ставятся новые математические задачи и решаются. Выявление этих новых средств уже сейчас вызвало к жизни широкий круг новых методов.

Что касается дальнейших перспектив, то я присоединяюсь к Исааку Семеновичу: в дальнейшем развитии машин использование машин как подсобного средства мышления является вещью перспективной, которая в будущем будет иметь большее значение, чем непосредственные вычисления.

Может быть, некоторой ошибкой в докладе было то, что я слишком много внимания уделил разбору того, что не следует зачеркивать кибернетику и слишком мало места уделил раскрытию ее содержания. Может быть, здесь я был под некоторым впечатлением чрезмерных нападок на кибернетику, которые имели место в нашей печати.

Во всяком случае, я хочу еще раз поблагодарить всех собравшихся и выступавших за тот обмен мнений, который произошел, и за интересные мысли, которые были высказаны.

(Аплодисменты)

Академик С. Л. Соболев, А. И. Китов, А. А. Ляпунов

Основные черты кибернетики*

1. Общенаучное значение кибернетики

Кибернетикой называется новое научное направление, возникшее в последние годы и представляющее собой совокупность теорий, гипотез и точек зрения, относящихся к общим вопросам управления и связи в автоматических машинах и живых организмах.

Это направление в науке усиленно развивается и еще не представляет собой достаточно стройной и цельной научной дисциплины. В настоящее время в кибернетике определились три основных раздела, каждый из которых имеет большое самостоятельное значение:

1. Теория информации, в основном статистическая теория обработки и передачи сообщений.

2. Теория автоматических быстродействующих электронных счетных машин как теория самоорганизующихся логических процессов, подобных процессам человеческого мышления.

3. Теория систем автоматического управления, главным образом теория обратной связи, включающая в себя изучение с функциональной точки зрения процессов работы нервной системы, органов чувств и других органов живых организмов.

Математический аппарат кибернетики весьма широк: сюда относятся, например, теория вероятностей, в частности теория случайных процессов, функциональный анализ, теория функций, математическая логика.

Значительное место в кибернетике занимает учение об информации. Информацией называются сведения о результатах каких-либо событий, которые заранее не были известны. Существенно при этом то, что фактиче-

* При составлении данной статьи были приняты во внимание обсуждения докладов о кибернетике, прочитанных авторами в Энергетическом институте АН СССР, в семинаре по машинной математике механико-математического факультета и на биологическом факультете Московского университета, в Математическом институте имени Стеклова, в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР, а также замечания проф. С. А. Яновской, проф. А. А. Фельдбаума, С. В. Яблонского, М. М. Бахметьева, И. А. Полетаева, М. Г. Гаазе-Рапопорта, Л. В. Крушинского, О. Б. Лупанова и других. Пользуемся случаем выразить признательность всем принимавшим участие в обсуждении.

Опубликовано в журнале «Вопросы философии», 1955, № 4, с. 136–148.

ски поступившие данные являются всегда одним из определенного числа возможных вариантов сообщений.

Понятию информации кибернетика придает очень широкий смысл, включая в него как всевозможные внешние данные, которые могут восприниматься или передаваться какой-либо определенной системой, так и данные, которые могут вырабатываться внутри системы. В последнем случае система будет служить источником сообщений.

Информацией могут являться, например, воздействия внешней среды на организм животного и человека; знания и сведения, получаемые человеком в процессе обучения; сообщения, предназначенные для передачи с помощью какой-либо линии связи; исходные, промежуточные и окончательные данные в вычислительных машинах и т. п.

Новая точка зрения возникла недавно на основании изучения процессов в автоматических устройствах. И это не случайно. Автоматические устройства достаточно просты для того, чтобы не затемнять сути процессов обилием деталей, и, с другой стороны, сам характер функций, выполняемых ими, требует нового подхода. Энергетическая характеристика их работы, конечно, важна сама по себе, совершенно не касается сути выполняемых ими функций. Для того же, чтобы понять сущность их работы, нужно прежде всего исходить из понятия информации (сведений) о движении объектов.

Подобно тому, как введение понятия энергии позволило рассматривать все явления природы с единой точки зрения и отбросило целый ряд ложных теорий (теория флогистона, вечных двигателей и др.), так и введение понятия информации, единой меры количества информации позволяет подойти с единой общей точки зрения к изучению самых различных процессов взаимодействия тел в природе.

Рассматривая информацию, передаваемую воздействием, необходимо подчеркнуть, что ее характер зависит как от воздействия, так и от воспринимающего это воздействие тела. Воздействие от источника к воспринимающему воздействию телу в общем происходит не непосредственно, но через целый ряд опосредствующих эту связь частных воздействий. (Информация при этом каждый раз перерабатывается.) Совокупность средств, позволяющих воздействию достигнуть воспринимающего тела, называется каналом передачи информации, или, короче, каналом связи.

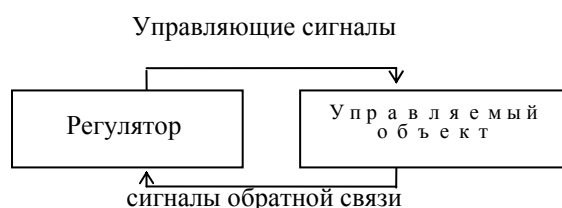
Общим для всех видов информации является то, что сведения или сообщения всегда задаются в виде какой-либо временной последовательности, то есть в виде функции времени.

Количество переданной информации и тем более эффект воздействия информации на получателя не определяется количеством энергии, затраченной на передачу информации. Например, при помощи телефонного разговора можно остановить завод, вызвать пожарную команду, поздравить с праздником. Нервные импульсы, идущие от органов чувств к головному мозгу, могут нести с собой ощущения тепла или холода, удовольствия или опасности.

Сущность принципа управления заключается в том, что движение и действие больших масс или передача и преобразование больших количеств

энергии направляются, контролируются при помощи небольших масс и небольших количеств энергии, несущих информацию. Этот принцип управления лежит в основе организации и действия любых управляемых систем: автоматических машин или живых организмов. Поэтому теория информации, изучающая законы передачи и преобразования информации (сигналов), является основой кибернетики, изучающей общие принципы управления и связей в автоматических машинах и живых организмах.

Любая автоматически управляемая система состоит из двух основных частей: управляемого объекта и системы управления (регулятора) – и характеризуется наличием замкнутой цепи передачи информации (рис. 1).



От регулятора к объекту информация передается в виде сигналов управления; в управляемом объекте под воздействием управляющих сигналов осуществляется преобразование больших количеств энергии (сравнительно с энергией сигналов) в работу. Цепь передачи информации замыкается сигналами обратной связи, представляющими собой информацию о действительном состоянии управляемого объекта, поступающую от объекта в регулятор. Назначение любого регулятора заключается в преобразовании информации, характеризующей действительное состояние объекта, в информацию управления, то есть информацию, которая должна определять будущее поведение объекта. Таким образом, регулятор представляет собой устройство преобразования информации. Законы преобразования информации определяются принципами действия и конструкцией регулятора.

В простейшем случае регулятор может быть просто линейным преобразователем, в котором сигнал обратной связи, показывающий отклонение регулируемого объекта от требуемого положения, – сигнал ошибки – линейно преобразуется в управляющий сигнал. Сложнейший пример системы управления представляют нервные системы животных и человека. Решающее значение и для этих систем имеет принцип обратной связи. При выполнении какого-либо действия управляющие сигналы в виде нервных импульсов передаются от головного мозга к исполнительным органам и вызывают, в конечном счете, мышечное движение. Линию обратной связи представляют сигналы от органов чувств, а также кинестетические мышечные сигналы положений, передаваемые в головной мозг и характеризующие фактическое положение исполнительных органов.

Установлено (см. П. Гуляев «Что такое биофизика». Журнал «Наука и жизнь» № 1 за 1955 год), что процессы, происходящие в замкнутых цепях обратной связи живых организмов, поддаются математическому описанию и по своим характеристикам приближаются к процессам, происходящим в

сложных нелинейных системах автоматического регулирования механических устройств.

Помимо многочисленных и сложных замкнутых цепей обратной связи, предназначенных для движения и действия организмов во внешнем мире, в любом живом организме имеется большое количество сложных и разнообразных внутренних цепей обратной связи, предназначенных для поддержания нормальных условий жизнедеятельности организмов (регулирование температуры, химического состава, кровяного давления и т. д.). Эта система внутреннего регулирования в живых организмах называется гомеостатом.

Основной характеристикой любого регулятора как устройства переработки информации является закон преобразования информации, реализуемый регулятором.

Эти законы в различных регуляторах могут значительно отличаться друг от друга: от линейного преобразования в простейших механических системах до сложнейших законов мышления человека.

Одной из главных задач кибернетики является изучение принципов построения и действия различных регуляторов и создание общей теории управления, то есть общей теории преобразования информации в регуляторах. Математической основой для создания такой теории преобразования информации служит математическая логика – наука, изучающая методами математики связи между посылками и следствиями. По существу математическая логика дает теоретическое обоснование и методов преобразования информации, что обуславливает тесную связь математической логики с кибернетикой.

На базе математической логики появились и бурно развиваются в настоящее время многочисленные частные приложения этой науки к различным системам обработки информации: теория релейно-контактных схем, теория синтеза электронных вычислительных и управляющих схем, теория программирования для электронных автоматических счетных машин и др.

Основная задача, которую приходится решать при разработке схемы того или иного устройства обработки информации, заключается в следующем: задан определенный набор возможных входных информации и функция, определяющая зависимость выходной информации от входной, то есть задан объем информации, подлежащей обработке, и закон ее переработки. Требуется построить оптимальную схему, которая обеспечила бы реализацию этой зависимости, то есть переработку заданного количества информации.

Можно представить такой характер решения этой задачи, когда для реализации каждой зависимости, то есть для передачи каждого возможного варианта информации, строится отдельная схема. Это наиболее простой и наименее выгодный путь решения. Задача теории заключается в том, чтобы путем комбинации таких отдельных цепей обеспечить передачу заданного количества информации при помощи минимального количества физических элементов, потребных для построения схем. При этом необходимо добиться надежности и помехоустойчивости работы систем.

Однако при практическом инженерном решении этих задач не представляется возможным реализовать полностью оптимальные варианты. Необходимо учитывать целесообразность построения машин из определенного количества стандартных узлов и деталей, не слишком увеличивая количество различных вариантов схем в погоне за оптимальностью.

Возникает задача компромисса между требованиями оптимального решения и возможностями практического осуществления схем, задача оценки качества схем и узлов, получающихся из имеющихся стандартных деталей, с точки зрения того, в какой мере эти схемы приближаются к оптимальному решению или каким образом использовать имеющиеся стандартные узлы и блоки для того, чтобы как можно ближе подойти к оптимальному варианту.

Аналогичное положение имеет место и при составлении программ для решения математических задач на быстродействующих счетных машинах. Составление программы заключается в определении последовательности операций, выполняемых машиной, которая даст решение задачи. Подробнее этот вопрос будет пояснен ниже.

Требование оптимального программирования с точки зрения минимального времени работы машины практически не выполняется, так как это связано со слишком большой работой по составлению каждой программы. Поэтому удовлетворяются вариантами программ, которые не слишком отходят от оптимальных вариантов, но образуются более или менее стандартными, известными приемами.

Рассмотренные задачи представляют собой частные случаи общей задачи, решаемой статистической теорией информации, – задачи об оптимальном способе передачи и преобразования информации.

Теория информации устанавливает возможность единым способом представлять любую информацию, независимо от ее конкретной физической природы (в том числе и информацию, заданную непрерывными функциями), в виде совокупности отдельных двоичных элементов – так называемых квантов информации, то есть элементов, каждый из которых может иметь только одно из двух возможных значений: «да» или «нет».

Теория информации изучает два основных вопроса: а) вопрос об измерении количества информации; б) вопрос о качестве информации, или ее достоверности. С первым связаны вопросы пропускной способности и емкости различных систем, перерабатывающих информацию; со вторым – вопросы надежности и помехоустойчивости этих систем.

Количество информации, представленное каким-либо источником или переданное за определенное время по какому-либо каналу, измеряется логарифмом общего числа (n) различных возможных равновероятных вариантов информации, которые могли быть представлены данным источником или переданы за данное время.

$$I = \log_a n \quad (1)$$

Логарифмическая мера принята, исходя из условий обеспечения пропорциональности между количеством информации, которое может быть передано за какой-либо отрезок времени, и величиной этого отрезка и ме-

жду количеством информации, которое может быть запасено в какой-либо системе, и количеством физических элементов (например, реле), потребных для построения этой системы. Выбор основания логарифмов определяется выбором единицы измерения количества информации. При основании, равном двум, за единицу количества информации принимается наиболее простое, элементарное сообщение о результате выбора одной из двух равновероятных возможностей «да» или «нет». Для обозначения этой единицы количества информации введено специальное название «бид» (от начальных букв термина «binary digit», что означает «двоичная цифра»).

Наиболее простым частным случаем определения количества информации является случай, когда отдельные возможные варианты сообщения имеют одинаковую вероятность.

В связи с массовым характером информации вводится в рассмотрение ее статистическая структура. Отдельные варианты возможных данных, например, отдельные сообщения в теории связи, рассматриваются не как заданные функции времени, а как совокупность различных возможных вариантов, определенных вместе с вероятностями их появления.

В общем случае отдельные варианты данных имеют различную вероятность, и количество информации в сообщении зависит от распределения этих вероятностей.

Математическое определение понятия количества информации получается в этом случае следующим образом. В теории вероятностей полной системой событий называют такую группу событий A_1, A_2, \dots, A_n , в которой при каждом испытании обязательно наступает одно и только одно из этих событий. Например, выпадение 1, 2, 3, 4, 5 или 6 при бросании игральной кости; выпадение герба или надписи при бросании монеты. В последнем случае имеется простая альтернатива, то есть пара противоположных событий.

Конечной схемой называется полная система событий A_1, A_2, \dots, A_n , заданная вместе с их вероятностями: P_1, P_2, \dots, P_n .

$$A = \begin{pmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ P_1 & P_2 & \dots & P_n \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где

$$\sum_{k=1}^n P_k = 1 \text{ и } P_k \geq 0$$

Всякой конечной схеме свойственна некоторая неопределенность, то есть, известны только вероятности возможных событий, но какое событие произойдет в действительности, является неопределенным.

Теория информации вводит следующую характеристику для оценки степени неопределенности любой конечной схемы событий:

$$H(P_1, P_2, \dots, P_n) = - \sum_{k=1}^n P_k \cdot \log P_k, \quad (3)$$

где логарифмы могут браться при произвольном, но всегда одном и том же основании и где при $P_k = 0$ принимается $P_k \log P_k = 0$. Величина H носит название энтропии данной конечной схемы событий (см. *К. Шэннон* «Математическая теория связи». Сборник переводов «Передача электрических сигналов при наличии помех». М., 1953; *А. Я. Хинчин* «Понятие энтропии в теории вероятностей». Журнал «Успехи математических наук». Т. 3. 1953). Она обладает следующими свойствами:

1. Величина $H(P_1, P_2, \dots, P_n)$ непрерывна относительно P_k .
2. Величина $H(P_1, P_2, \dots, P_n) = 0$ в том и только в том случае, когда из чисел P_1, P_2, \dots, P_n одно какое-либо равно единице, а остальные равны нулю, т. е. энтропия равна нулю, когда отсутствует какая-либо неопределенность в конечной схеме.
3. Величина $H(P_1, P_2, \dots, P_n)$ имеет максимальное значение, когда все P_k равны между собой, то есть когда конечная схема имеет наибольшую неопределенность. В этом случае, как нетрудно видеть,

$$H(P_1, P_2, \dots, P_n) = -\sum_{k=1}^n P_k \cdot \log_a P_k = \log_a n. \quad (4)$$

Кроме того, энтропия обладает свойством аддитивности, то есть энтропия двух независимых конечных схем равна сумме энтропий этих конечных схем.

Таким образом, видно, что выбранное выражение энтропии достаточно удобно и полно характеризует степень неопределенности той или иной конечной схемы событий.

В теории информации доказывается, что единственной формой, удовлетворяющей трем указанным свойствам, является принятая форма для выражения энтропии

$$H = -\sum_{k=1}^n P_k \cdot \log_a P_k$$

Данные о результатах испытания, возможные исходы которого определялись заданной конечной схемой A , представляют собой некоторую информацию, снимающую ту неопределенность, которая была до испытания. Причем, естественно, чем больше была неопределенность конечной схемы, тем большее количество информации мы получаем в результате проведения испытания и снятия этой неопределенности. Так как характеристикой степени неопределенности любой конечной схемы является энтропия этой конечной схемы, то количество информации, даваемое испытанием, целесообразно измерять той же величиной.

Таким образом, в общем случае количество информации какой-либо системы, имеющей различные вероятности возможных исходов, определяется энтропией конечной схемы, характеризующей поведение этой системы.

Так как за единицу количества информации принят наиболее простой и единый вид информации, а именно сообщение о результате выбора между двумя одинаково вероятными вариантами, то и основание логарифмов в выражении для энтропии принимается равным двум.

Как видно из (4), в случае конечной схемы с равновероятными событиями формула (1) получается как частный случай из (3).

Теория информации дает весьма общий метод оценки качества информации, ее надежности. Любая информация рассматривается как результат воздействия двух процессов: закономерного процесса, предназначенного для передачи требуемой информации, и случайного процесса, вызванного действием помехи. Такой подход к оценке качества работы различных систем является общим для ряда наук: радиотехники, теории автоматического регулирования, теории связи, теории математических машин и др.

Теория информации предлагает оценивать качество информации не по отношению уровней полезного сигнала к помехе, а статистическим методом – по вероятности получения правильной информации.

Теория информации изучает зависимость между количеством и качеством информации; исследует методы преобразования информации с целью обеспечения максимальной эффективности работы различных систем переработки информации и выяснения оптимальных принципов построения таких систем.

Большое значение, например, в теории информации имеет положение о том, что количество информации может быть увеличено за счет ухудшения качества и, наоборот, качество информации может быть улучшено за счет уменьшения количества передаваемой информации.

Помимо широких научных обобщений и выработки нового, единого подхода к исследованию различных процессов взаимодействия тел, теория информации указывает и важные в практическом отношении пути развития техники связи. Чрезвычайно большое значение, например, имеют в настоящее время разработанные на основе теории информации методы приема слабых сигналов при наличии помех, значительно превышающих по своей мощности уровень принимаемых сигналов. Многообещающим является путь, указываемый теорией информации, повышения эффективности и надежности линий связи за счет перехода от приема отдельных, единичных сигналов к приему и анализу совокупностей этих сигналов и даже к приему сразу целых сообщений. Однако этот путь в настоящее время встречает еще серьезные практические трудности, связанные главным образом с необходимостью иметь в аппаратуре связи достаточно емкие и быстродействующие запоминающие устройства.

В учении об информации кибернетика объединяет общие элементы различных областей науки: теории связи, теории фильтров и упреждения, теории следящих систем, теории автоматического регулирования с обратной связью, теории электронных счетных машин, физиологии и др., рассматривая различные объекты этих наук с единой точки зрения как системы обработки и передачи информации.

Несомненно, что создание общей теории автоматически управляемых систем и процессов, выяснение общих закономерностей управления и связи в различных организованных системах, в том числе и в живых организмах, будет иметь первостепенное значение для дальнейшего успешного развития комплекса наук. В постановке вопроса о создании общей теории управления и связи, обобщающей достижения и методы различных част-

ных областей науки, заключается основное значение и ценность нового научного направления – кибернетики.

Объективными причинами, обусловившими возникновение в настоящее время такого направления в науке, как кибернетика, явились большие достижения в развитии целого комплекса теоретических дисциплин, таких, как теория автоматического регулирования и колебаний, теория электронных счетных машин, теория связи и другие, и высокий уровень развития средств и методов автоматики, обеспечивший широкие практические возможности создания различных автоматических устройств.

Следует подчеркнуть большое методологическое значение вопроса, поставленного кибернетикой, о необходимости обобщения, объединения в широком плане результатов и достижений различных областей науки, развивающихся в известном смысле изолированно друг от друга, например, таких областей, как физиология и автоматика, теория связи и статистическая механика.

Эта изолированность, разобщенность отдельных областей науки, обусловленная в первую очередь различием в конкретных физических объектах исследования, проявляется в различных методах исследования, в терминологии, чем создаются до некоторой степени искусственные перегородки между отдельными областями науки.

На определенных этапах развития науки взаимное проникновение различных наук, обмен достижениями, опытом и их обобщение являются неизбежными, и это должно способствовать подъему науки на новую, более высокую ступень.

Высказываются мнения о необходимости ограничить рамки новой теории в основном областью теории связи на том основании, что широкие обобщения могут привести в настоящее время к вредной путанице. Такой подход не может быть признан правильным. Уже сейчас определился ряд понятий (в чем немалую роль сыграла кибернетика), имеющих общетеоретическое значение. Сюда, прежде всего, следует отнести принцип обратной связи, играющий основную роль в теории автоматического регулирования и колебаний и имеющий большое значение для физиологии.

Общетеоретическое значение имеет идея рассмотрения статистической природы взаимодействия информации и системы. Например, понятие энтропии в теории вероятностей имеет общетеоретическое значение, а его частные приложения относятся как к области статистической термодинамики, так и к области теории связи, а возможно, и к другим областям. Эти общие закономерности имеют объективный характер, и наука не может их игнорировать.

Новое научное направление еще находится в стадии становления, еще не определены четко даже рамки новой теории; новые данные поступают непрерывным потоком. Ценность новой теории в широком обобщении достижений различных частных наук, в выработке общих принципов и методов. Задача состоит в том, чтобы обеспечить успешное развитие новой научной дисциплины в нашей стране.

2. Электронные счетные машины и нервная система

Наряду с исследованием и физическим моделированием процессов, происходящих в живых существах, кибернетика занимается созданием более совершенных и сложных автоматов, способных выполнять отдельные функции, свойственные человеческому мышлению в его простейших формах.

Следует заметить, что методы моделирования, методы аналогий постоянно применялись в научных исследованиях как в области биологических наук, так и в точных науках и технике. В настоящее время благодаря развитию науки и техники появилась возможность глубже применить этот метод аналогий, глубже и полнее изучить законы деятельности нервной системы, мозга и других органов человека с помощью сложных электронных машин и приборов и, с другой стороны, использовать принципы и закономерности жизнедеятельности живых организмов для создания более совершенных автоматических устройств.

То, что кибернетика ставит перед собой такие задачи, является, несомненно, положительной стороной этого направления, имеющего большое научное и прикладное значение. Кибернетика отмечает общую аналогию между принципом работы нервной системы и принципом работы автоматической счетной машины, заключающуюся в наличии самоорганизующихся процессов счета и логического мышления.

Основные принципы работы электронных счетных машин заключаются в следующем.

Машина может выполнять несколько определенных элементарных операций: сложение двух чисел, вычитание, умножение, деление, сравнение чисел по величине, сравнение чисел с учетом знаков и некоторые другие. Каждая такая операция выполняется машиной под воздействием одной определенной команды, определяющей, какую операцию и над какими числами должна выполнить машина и куда должен быть помещен результат операции.

Последовательность таких команд составляет программу работы машины. Программа должна быть составлена человеком-математиком заранее и задана в машину перед решением задачи, после чего все решение задачи выполняется машиной автоматически, без участия человека. Для введения в машину каждая команда программы кодируется в виде условного числа, которое машиной в процессе решения задачи соответствующим образом расшифровывается, и необходимая команда выполняется.

Автоматическая счетная машина обладает способностью хранить – запоминать большое количество чисел (сотни тысяч чисел), выдавать автоматически в процессе решения необходимые для операции числа и снова записывать полученные результаты операций. Условные числа, обозначающие программу, хранятся в машине в тех же запоминающих устройствах, что и обычные числа.

Очень важными с точки зрения принципа работы электронных счетных машин являются следующие две особенности.

1. Машина обладает способностью автоматически изменять ход вычислительного процесса в зависимости от получающихся текущих результатов вычислений. Обычно команды программы выполняются машиной в том порядке, как они записаны в программе. Однако часто и при ручных вычислениях необходимо изменять ход расчета (например, вид расчетной формулы, значение какой-нибудь константы и т. д.) в зависимости от того, какие результаты получаются в процессе вычислений. Это обеспечивается в машине введением специальных операций перехода, позволяющих выбирать различные пути дальнейших вычислений в зависимости от предыдущих результатов.

2. Так как программа работы машины, представленная в виде последовательности условных чисел, хранится в том же запоминающем устройстве машины, что и обычные числа, то машина может производить операции не только над обычными числами, представляющими величины, участвующие в решении задачи, но и над условными числами, представляющими команды программы. Это свойство машины служит для обеспечения возможности преобразования и многократного повторения всей программы или ее отдельных участков в процессе вычислений, что обеспечивает значительное уменьшение объема первоначально вводимой в машину программы и резко сокращает трудоемкость процесса составления программы.

Отмеченные две принципиальные особенности электронных счетных машин являются основными для осуществления полностью автоматического вычислительного процесса. Они позволяют машине оценивать по определенным критериям получающиеся в процессе вычислений результаты и самой вырабатывать себе программу дальнейшей работы, основываясь только на некоторых общих исходных принципах, заложенных в первоначально введенной в машину программе.

Эти особенности представляют собой основное и наиболее замечательное свойство современных электронных счетных машин, которое обеспечивает широкие возможности использования машин и для решения логических задач, моделирования логических схем и процессов, моделирования различных вероятностных процессов и других применений. Эти возможности сейчас еще далеко не все выяснены.

Таким образом, основным в принципе действий счетной машины является наличие всегда некоторого самоорганизующегося процесса, который определяется, с одной стороны, характером введенных исходных данных и исходными принципами первоначально введенной программы и, с другой стороны, логическими свойствами самой конструкции машины.

Теория таких самоорганизующихся процессов, в частности, процессов, подчиненных законам формальной логики, и составляет прежде всего ту часть теории электронных счетных машин, которой занимается кибернетика.

В этом отношении кибернетикой и проводится аналогия между работой счетной машины и работой человеческого мозга при решении логических задач.

Кибернетика отмечает не только аналогию между принципом работы нервной системы и принципом работы счетной машины, заключающуюся в

наличии самоорганизующихся процессов счета и логического мышления, но и аналогию в самом механизме работы машины и нервной системы.

Весь процесс работы счетной машины при решении любой математической или логической задачи состоит из огромного числа последовательных двоичных выборов, причем возможности последующих выборов определяются результатами предыдущих выборов. Таким образом, работа счетной машины заключается в реализации длинной и непрерывной логической цепи, каждое звено которой может иметь только два значения: «да» или «нет».

Конкретные условия, имеющие место каждый раз в момент выполнения отдельного звена, обеспечивают всегда вполне определенный и однозначный выбор одного из двух состояний. Этот выбор определяется исходными данными задачи, программой решения и логическими принципами, заложенными в конструкцию машины.

Особенно наглядно такой характер работы вычислительных машин виден на примере машин, работающих по двоичной системе счисления.

В двоичной системе счисления в отличие от общепринятой десятичной системы счисления основанием системы является не число 10, а число 2. В двоичной системе счисления участвуют только две цифры: 0 и 1, и любое число представляется в виде суммы степеней двойки. Например, $25 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 11001$.

Все действия в двоичной арифметике сводятся к ряду двоичных выборов.

Нетрудно видеть, что любые операции с числами, написанными по двоичной системе, представляют собою операции по нахождению отдельных цифр результата, то есть по нахождению величин, принимающих лишь два значения 1 или 0, в зависимости от значений всех цифр каждого из исходных данных.

Следовательно, получение результата сводится к вычислению нескольких функций, принимающих два значения, от аргументов, принимающих два значения. Можно доказать, что любая такая функция представляется в виде некоторого многочлена от своих аргументов, то есть выражения, состоящего из комбинаций этих аргументов, соединенных посредством сложения и умножения. Умножение таких чисел очевидно; что касается сложения, то его надо понимать условно, принимая $1 + 1 = 0$, т. е. считая двойку эквивалентной нулю.

Вместо сложения арифметического можно ввести другое, «логическое» сложение, в котором $1 + 1 = 1$, и опять лишь комбинацией двух операций мы получим любую так называемую логическую функцию от многих переменных.

Это позволяет легко построить любую схему логической машины при помощи комбинаций двух простейших схем, осуществляющих порознь одна – сложение, а другая – умножение.

Логическая машина, таким образом, состоит из элементов, принимающих два положения.

Другими словами, устройство машины представляет собой совокупность реле с двумя состояниями: «включено» и «выключено». На каждой стадии

вычислений каждое реле принимает определенное положение, продиктованное положениями группы или всех реле на предыдущей стадии операции.

Эти стадии операции могут быть определенно «синхронизированы» от центрального синхронизатора, или действие каждого реле может задерживаться до тех пор, пока все реле, которые должны были действовать ранее в этом процессе, не пройдут через все требуемые такты. Физически реле могут быть различными: механическими, электромеханическими, электрическими, электронными и др.

Известно, что нервная система животного содержит элементы, которые по своему действию соответствуют работе реле. Это так называемые нейроны, или нервные клетки. Хотя строение нейронов и их свойства довольно сложны, они в обычном физиологическом состоянии работают в соответствии с принципом «да» или «нет». Нейроны или отдыхают или возбуждены, причем во время возбуждения они проходят ряд стадий, почти независимых от характера и интенсивности возбудителя. Сначала наступает активная фаза, передающаяся с одного конца нейрона на другой с определенной скоростью, затем следует рефракторный период, в течение которого нейрон невозбудим. В конце рефракторного периода нейрон остается неактивным, но уже может быть снова возбужден в активное состояние, то есть нейрон может рассматриваться как реле с двумя состояниями активности.

За исключением нейронов, которые получают возбуждение от свободных концов, или нервных окончаний, каждый нейрон получает возбуждение от других нейронов в точках соединения, называемых синапсами. Число таких точек соединения у различных нейронов бывает различным: от нескольких единиц до многих сотен.

Переход данного нейрона в возбужденное состояние будет зависеть от сочетания входящих импульсов возбуждения от всех его синапсов и от того, в каком состоянии до этого находился данный нейрон. Если нейрон находится не в состоянии возбуждения и не в рефракторном состоянии и число синапсов от соседних нейронов, находящихся в возбужденном состоянии, в течение определенного, очень короткого периода времени совпадения превосходит определенный предел, тогда этот нейрон будет возбужден после известной синаптической задержки. Такая картина возбуждения нейрона является весьма упрощенной.

«Предел» может зависеть не просто от числа синапсов, но и от их «ожидания» и от их геометрического расположения. Кроме того, имеется доказательство того, что существуют синапсы различного характера, так называемые «синапсы запрещения», которые или абсолютно предотвращают возбуждение данного нейрона, или поднимают предел его возбуждения обычными синапсами.

Однако ясно, что некоторые определенные комбинации импульсов от соседних нейронов, находящихся в возбужденном состоянии и имеющих синаптические связи с данным нейроном, будут приводить данный нейрон в возбужденное состояние, в то время как другие нейроны не будут влиять на его состояние.

Очень важной функцией нервной системы и вычислительных машин является память.

В вычислительных машинах имеется несколько видов памяти. Оперативная память обеспечивает быстрое запоминание и выдачу данных, необходимых в данный момент для использования в операции. После выполнения данной операции эта память может очищаться и подготавливаться тем самым к следующей операции. Оперативная память в машинах осуществляется с помощью электронных триггерных ячеек, электронно-лучевых трубок или электроакустических линий задержки и других электронных или магнитных приборов.

Кроме того, имеется постоянная память для длительного запоминания в машине всех данных, которые потребуются в будущих операциях. Постоянная память осуществляется в машинах с помощью магнитной записи на ленту, барабан или проволоку, с помощью перфолент, перфокарт, фотографии и других способов.

Заметим, что мозг в отношении функций памяти при нормальных условиях, конечно, не является полной аналогией вычислительной машины. Машина, например, решение каждой новой задачи может производить с полностью очищенной памятью, в то время как мозг всегда сохраняет в большей или меньшей степени предыдущую информацию.

Таким образом, работа нервной системы, процесс мышления, включает в себя огромное число элементарных актов отдельных нервных клеток — нейронов. Каждый элементарный акт реакции нейрона на раздражение, разряд нейрона, подобен элементарному акту работы счетной машины, имеющей возможность в каждом отдельном случае сделать выбор только одного из двух вариантов.

Качественное отличие процесса мышления человека от мышления животных обеспечивается наличием так называемой второй сигнальной системы, то есть системы, обусловленной развитием речи, языка человека. Человек широко использует слова в процессе мышления, воспринимает слова как факторы раздражения; при помощи слов осуществляются процессы анализа и синтеза, процессы абстрактного мышления.

Электронные счетные машины имеют некоторое весьма примитивное подобие языка — это их система команд, условных чисел, система адресов памяти и система различных сигналов, реализующих различные условные и безусловные переходы в программе, реализующих управление работой машины. Наличие такого «языка» машины и позволяет реализовать на машине некоторые логические процессы, свойственные человеческому мышлению.

В общем плане кибернетика рассматривает электронные счетные машины как системы обработки информации.

Для исследования эффективности и анализа целесообразных принципов работы, конструктивных форм электронных счетных машин кибернетика предлагает учитывать статистическую природу поступающей в машину и получающейся информации — математических задач, методов решения, исходных данных, результатов решений.

Это положение находит себе аналогию в принципах работы нервной системы и мозга животных и человека, которые осуществляют взаимодействие с

внешней средой путем выработки условных рефлексов и процесса обучения, в конечном счете, путем статистического учета внешних воздействий.

Принципы работы электронных счетных машин вполне позволяют реализовать на этих машинах логические процессы, подобные процессу выработки условных рефлексов у животных и человека.

Для машины может быть составлена такая программа, которая будет обеспечивать определенный ответ машины при задании в машину некоторого определенного сигнала, причем в зависимости от того, как часто будет задаваться этот сигнал, машина будет отвечать более или менее надежно. Если сигнал не подается длительное время, то машина может забыть ответ.

Таким образом, вычислительная машина в работе представляет собой больше, чем просто группу взаимосвязанных реле и накопителей. Машина в действии включает в себя и содержимое своих накопителей, которое никогда полностью не стирается в процессе вычислений.

Интересно в этом отношении следующее высказывание Н. Винера: «Механический мозг не секретирует мысль, как печень желчь, как писали об этом раньше, также он не выделяет ее в форме энергии, как выделяют свою энергию мускулы.

Информация есть информация, не материя и не энергия. Никакой материализм, который не допускает этого, не может существовать в настоящее время». Винер подчеркивает в этом высказывании, что «мыслительные» способности вычислительной машины не являются органическим свойством самой машины как конструкции, а определяются той информацией, в частности, программой, которая вводится в машину человеком.

Следует ясно представлять коренное, качественное отличие процессов мышления человека от работы счетной машины.

В связи с огромным количеством нервных клеток мозг человека включает в себе такое большое количество различных элементарных связей, условно-рефлекторных и безусловно-рефлекторных сочетаний, которые порождают неповторимые и самые причудливые формы творчества и абстрактного мышления, неисчерпаемые по своему богатству вариантов, содержанию и глубине. И. П. Павлов писал, что человеческий мозг содержит такое большое количество элементарных связей, что человек в течение всей своей жизни использует едва ли половину этих возможностей.

Однако машина может иметь преимущества перед человеком в узкой специализации своей работы. Эти преимущества в неутомимости, безошибочности, безукоризненно точном следовании заложенным принципам работы, исходным аксиомам логических рассуждений при решении конкретных задач, поставленных человеком. Электронные счетные машины могут моделировать, реализовать лишь отдельные, узко направленные процессы мышления человека.

Таким образом, машины не заменяют и, безусловно, никогда не заменят человеческого мозга подобно тому, как лопата или экскаватор не заменяют человеческих рук, а автомобили или самолеты не заменяют ног.

Электронные счетные машины представляют собой орудия человеческого мышления, подобно тому, как другие инструменты служат орудиями физического труда человека. Эти орудия расширяют возможности челове-

ческого мозга, освобождают его от наиболее примитивных и однообразных форм мышления, как, например, при выполнении счетной работы, при проведении рассуждений и доказательств формальной логики, наконец, при выполнении различных экономико-статистических работ (например, составление расписаний поездов, планирование перевозок, снабжения, производства и т. п.). И как орудия человеческого труда – мышления – электронные счетные машины имеют безграничные перспективы развития. Все более сложные и новые процессы человеческого мышления будут реализовываться с помощью электронных счетных машин. Но замена мозга машинами, их равнозначность немыслима.

Качественно отличными являются структуры мозга и счетной машины. Мозг при общей строгой организации и специализации работы отдельных участков имеет локально случайное строение. Это значит, что при строгом распределении функций и связей между отдельными участками мозга в каждом отдельном участке могут изменяться как число нейронов, так и их взаимное расположение и связи, в известной мере случайно. В электронных счетных машинах в настоящее время исключается какая бы то ни была случайность в схемах соединений, составе элементов и их работе.

В связи с этим отличием в организации мозга и машины стоит существенное отличие и в другом – в надежности действия.

Мозг является исключительно надежно действующим органом. Выход из строя отдельных нервных клеток совершенно не сказывается на работоспособности мозга. В машине же выход из строя хотя бы одного элемента из сотни тысяч или нарушение хотя бы одного контакта из сотен тысяч контактов может полностью вывести машину из строя.

Далее, человеческий мозг сам в процессе творчества непрерывно развивается, и именно эта способность к бесконечному саморазвитию является основной отличительной чертой человеческого мозга, которая никогда в полной мере не будет воплощена в машине.

Так же практически недостижима в полной мере для машины и способность человеческого мозга к творчеству: широкой и гибкой классификации и поиску в памяти образов, установлению устойчивых обратных связей, анализу и синтезу понятий.

Человеческий мозг – творец всех самых сложных и совершенных машин, которые при всей сложности и совершенстве являются не более чем орудиями человеческого труда, как физического, так и умственного.

Таким образом, электронные счетные машины могут представить собой только чрезвычайно грубую, упрощенную схему процессов мышления. Эта схема аналогична только отдельным, узко направленным процессам мышления человека в его простейших формах, не содержащих элементов творчества.

Но, несмотря на наличие большой разницы между мозгом и счетной машиной, создание и применение электронных счетных машин для моделирования процессов высшей нервной деятельности должно иметь для физиологии величайшее значение. До настоящего времени физиология могла только наблюдать за работой мозга. Сейчас появилась возможность экспериментировать, создавать модели, пусть самых грубых, самых примитив-

ных процессов мышления и, исследуя работу этих моделей, глубже познавать законы высшей нервной деятельности. Это означает дальнейшее развитие объективного метода изучения высшей нервной деятельности, предложенного И. П. Павловым.

Исследуя принцип работы нервной системы и электронных счетных машин, принципы действия обратной связи в машинах и живых организмах, функции памяти в машинах и живых существах, кибернетика по-новому и обобщенно ставит вопрос об общем и различном в живом организме и машине.

Эта постановка проблемы при строгом и глубоком прослеживании может дать далеко идущие результаты в области психопатологии, невропатологии, физиологии нервной системы.

Следует отметить, что в печати уже были опубликованы сообщения о разработке некоторых электронных физиологических моделей. Разработаны, например, модели для изучения работы сердца и его болезней. Разработан электронный счетный прибор, обеспечивающий возможность чтения обычного печатного текста слепым. Этот прибор читает буквы и передает их в виде звуковых сигналов различного тона. Интересно, что после разработки этого прибора было обнаружено, что принципиальная схема прибора до некоторой степени напоминает совокупность связей в том участке коры головного мозга человека, который заведует зрительными восприятиями. Таким образом, методы электронного моделирования начинают практически применяться в физиологии. Задача состоит в том, чтобы, отбросив разговоры о «псевдонаучности» кибернетики, прикрывающие зачастую простое невежество в науке, исследовать пределы допустимости подобного моделирования, выявлять те ограничения в работе электронных счетных установок, которые являются наиболее существенными для правильного представления исследуемых процессов мышления, и ставить задачи конструкторам машин по созданию новых, более совершенных моделей.

3. Прикладное значение кибернетики

В настоящее время за границей уделяется большое внимание как теоретическим, так и экспериментальным исследованиям в области кибернетики. Практически разрабатываются и строятся сложные автоматы, выполняющие разнообразные логические функции, в частности, автоматы, способные учитывать сложную внешнюю обстановку и запоминать свои действия.

Разработка таких автоматов стала возможной с применением в системах автоматизации электронных счетных машин с программным управлением. Применение электронных счетных машин для целей автоматического управления и регулирования знаменует собой новый этап в развитии автоматизации. До настоящего времени строились автоматы, зачастую весьма сложные, предназначенные для работы в определенных, заранее известных условиях. Эти автоматы обладали постоянными параметрами и работали в соответствии с постоянными правилами и законами регулирования или управления.

Введение электронных счетных машин в системы управления позволяет осуществлять так называемое оптимальное регулирование, или регулирование с предварительной оценкой возможностей. При этом счетная машина в соответствии с поступающими в нее данными, характеризующими текущее состояние системы и внешнюю обстановку, просчитывает возможные варианты будущего поведения системы при различных способах регулирования с учетом будущих изменений внешних условий, полученных экстраполяцией.

Анализируя полученные решения на основе какого-нибудь критерия оптимального регулирования (например, по минимуму времени регулирования), счетная машина выбирает оптимальный вариант, учитывая при этом прошлое поведение системы. При необходимости такая система регулирования может изменять и параметры самой системы управления, обеспечивая оптимальный ход процесса регулирования. Разработка таких автоматов имеет большое экономическое и военное значение.

Особенно большое значение имеет проблема создания автоматических машин, выполняющих различные мыслительные функции человека.

Необходимым условием применения электронных счетных машин для механизации той или иной области умственной работы или для управления каким-либо процессом является математическая постановка задачи, наличие математического описания процесса или определенного логического алгоритма заданной работы. Несомненно, что такие невычислительные применения автоматических счетных машин имеют первостепенное значение и необычайно широкие перспективы развития как средств для расширения познавательных возможностей человеческого мозга, для вооружения человека еще более совершенными орудиями труда, как физического, так и умственного.

В качестве примеров кибернетической техники можно привести: автоматический перевод с одного языка на другой, осуществляемый с помощью электронной счетной машины; составление программ для вычислений на машинах с помощью самих машин; использование электронных счетных машин для проектирования сложных переключательных и управляющих схем, для управления автоматическими заводами, для планирования и управления железнодорожным и воздушным сообщением и т. п.; создание специальных автоматов для регулировки уличного движения, для чтения слепым и др.

Следует отметить, что разработка вопросов применения электронных счетных машин в автоматике имеет большое экономическое и военное значение. Строя такие автоматы и исследуя их работу, можно изучить законы построения целого класса автоматических устройств, которые могут быть применены в промышленности и в военном деле. Например, в литературе (см. «Tele-Tech», 153, 12, № 8) приводится принципиальная схема полностью автоматизированного завода, который благодаря атомной силовой установке может длительное время работать самостоятельно, а также схема устройства автоматического управления стрельбой с самолета по летящей цели.

* * *

Необходимо отметить, что до последнего времени в нашей популярной литературе имело место неправильное толкование кибернетики, замалчивание работ по кибернетике, игнорирование даже практических достижений в этой области. Кибернетику называли не иначе, как идеалистической лженаукой.

Однако не подлежит сомнению, что идея исследования и моделирования процессов, происходящих в нервной системе человека, с помощью автоматических электронных систем, сама по себе глубоко материалистична, и достижения в этой области могут только способствовать утверждению материалистического мировоззрения на базе новейших достижений современной техники.

Некоторые наши философы допустили серьезную ошибку: не разобравшись в существе вопросов, они стали отрицать значение нового направления в науке в основном из-за того, что вокруг этого направления была поднята за рубежом сенсационная шумиха, из-за того, что некоторые невежественные буржуазные журналисты занялись рекламой и дешевыми спекуляциями вокруг кибернетики, а реакционные деятели сделали все возможное, чтобы использовать новое направление в науке в своих классовых, реакционных интересах. Не исключена возможность, что усиленное реакционное, идеалистическое толкование кибернетики в популярной реакционной литературе было специально организовано с целью дезориентации советских ученых и инженеров, с тем, чтобы затормозить развитие нового важного научного направления в нашей стране.

Необходимо заметить, что автору кибернетики Н. Винеру необоснованно приписывались в нашей печати высказывания о принципиальной враждебности автоматике человеку, о необходимости заменить рабочих машинами, а также о необходимости распространить положения кибернетики на изучение законов общественного развития и истории человеческого общества.

В действительности, Н. Винер в своей книге «Кибернетика» (*N. Wiener «Cybernetics»*. N. Y. 1948) говорит о том, что *в условиях капиталистического общества, где все оценивается деньгами и господствует принцип купли-продажи*, машины могут принести человеку не благо, а, наоборот, вред.

Далее, Винер пишет, что в условиях хаотичного капиталистического рынка развитие автоматике приведет к новой промышленной революции, которая сделает лишними людей со средними интеллектуальными возможностями и обречет их на вымирание. И здесь же Винер пишет, что выход заключается в создании другого общества, такого общества, где бы человеческая жизнь ценилась сама по себе, а не как объект купли-продажи.

И, наконец, Винер весьма осторожно подходит к вопросу о возможности применения кибернетики к исследованию общественных явлений, утверждая, что, хотя целый ряд общественных явлений и процессов может быть исследован и объяснен с точки зрения теории информации, в человеческом обществе, помимо статистических факторов, действуют еще другие силы, не поддающиеся математическому анализу, и периоды жизни общества, в

которые сохраняется относительное постоянство условий, необходимое для применения статистических методов исследования, слишком коротки и редки, чтобы можно было ожидать успеха от применения математических методов к исследованию законов общественного развития в исторические периоды.

Следует заметить, что в книге Н. Винера «Кибернетика» содержится острая критика капиталистического общества, хотя автор и не указывает выхода из противоречий капитализма и не признает социальной революции.

Зарубежные реакционные философы и писатели стремятся использовать кибернетику, как и всякое новое научное направление, в своих классовых интересах. Усиленно рекламируя и зачастую преувеличивая высказывания отдельных ученых-кибернетиков о достижениях и перспективах развития автоматизации, реакционные журналисты и писатели выполняют прямой заказ капиталистов внушить рядовым людям мысль об их неполноценности, о возможности замены рядовых работников механическими роботами и тем самым стремятся принизить активность трудящихся масс в борьбе против капиталистической эксплуатации.

Нам надлежит решительно разоблачать это проявление враждебной идеологии. Автоматизация в социалистическом обществе служит для облегчения и повышения производительности труда человека.

Следует вести борьбу также и против вульгаризации метода аналогий в изучении процессов высшей нервной деятельности, отвергая упрощенную, механистическую трактовку этих вопросов, тщательно исследуя границы применимости электронных и механических моделей и схем для представления процессов мышления.

**Обсуждение статьи
С. Л. Соболева, А. И. Китова и А. А. Ляпунова
«Основные черты кибернетики»
в редакции журнала «Вопросы философии»**

М. М. РОЗЕНТАЛЬ¹

Что скажет отдел по этой статье?

¹ Марк Моисеевич Розенталь (1906–1975) – в 1955 г. заместитель главного редактора журнала «Вопросы философии», сотрудник Академии общественных наук при ЦК КПСС, профессор, доктор философских наук. Специализировался в области диалектической логики, эстетики, истории философии. – *Сост.*

Стенограмма из архива Н. А. Ляпуновой. На стенограмме имеются пометы: «26.V.55», «верстка от 14.V».

Тов. СЕМЕНОВ²

Вопрос ясен. Статья была представлена в прошлый раз на заседание редколлегии. Нужна была статья специалистов в области конкретной науки, которая исправила бы неточности, допущенные редакцией в вопросе о кибернетике,— отношение к кибернетике как отрицательному явлению в научной жизни, как к лженауке.

Отдел представляет две статьи: статью Соболева, которая касается больше конкретных вопросов науки и в меньшей степени философских выводов. Философская сторона дана в статье Кольмана. Желательно дать обе статьи: в одной философская оценка этой науки, во второй некоторые общие сведения о положительном содержании науки.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Какие замечания?

Э. [Я]. КОЛЬМАН³

Я читал статью Соболева, статья очень хорошая, она дает,— насколько я знаком со всей литературой по кибернетике, слежу по заграничным журналам и книжкам,— полное представление о достигнутых успехах до последнего времени. Можно только внести то, что будет в реферативном журнале, насчет дрессировки. Это очень интересно. Речь идет о том, что построена машина, которую можно обучать. Она вначале не дает определенных действий, но ее можно постепенно научить давать определения.

Может быть, сказать коротко о том, что громоздкость этих машин сейчас преодолевается благодаря тому, что электронные лампы заменяются полупроводниками и кристаллами. В одном английском журнале я встретил рекламу, что поступили в продажу счетные машины с хорошей эффективностью, которые занимают место двух письменных столов.

Это мелочи, но можно сказать об этом. Других замечаний у меня нет.

Статьи не совпадают и не противоречат друг другу, а дополняют друг друга.

В моей статье тоже изложены элементы (т. Соболев читал и делал замечания), и у товарищей есть некоторые философские высказывания, необхо-

² Личность не установлена. Возможно, Юрий Николаевич Семёнов (р. 1925), кандидат философских наук, специализировавшийся на критике «буржуазной» философии, или Вадим Сергеевич Семёнов (р. 1927), кандидат философских наук, занимавшийся социальной философией и, в частности, критикой зарубежной социологии.— **Сост.**

³ Арношт (Эрнст Яромирович) Кольман (1892–1979) — доктор философских наук, профессор математики, профессор философии. Родился в Праге, в 1915 как военнопленный попал в Россию, служил в Красной армии, был на партийной работе. В 30-е годы — в Институте красной профессуры; выдвигал политические и идеологические обвинения против В. И. Вернадского, С. И. Вавилова, Л. Д. Ландау, Н. Н. Лузина и др. В 1945–1948 и 1959–1963 жил в Чехословакии, академик Чехословацкой АН, директор Института философии ЧСАН. В 1976 выехал в Швецию и попросил там политического убежища.— **Сост.**

димые и, по-моему, правильные. Я считаю, что надо дать обе статьи в одном номере, как дополнение одна другой. Больше того, товарищи из редакции высказали такую мысль, что, может быть, следовало бы нам подумать и, когда статья выйдет (поскольку статья сокращенная), подготовить какую-то брошюрку, потому что в нашей литературе ничего о кибернетике нет, а это очень нужно. За границей выходит очень много, частично вредного, и это проникает и к нам.

М. И. СИДОРОВ⁴

Я хотел бы, чтобы согласовали страницы 2-ю и 9-ю. На стр. 2-й справа верхний абзац из Гуляева: «Экспериментально установлено..., что процессы, происходящие в замкнутых цепях обратной связи живых организмов, поддаются точному математическому описанию и по своим характеристикам приближаются к процессам, происходящим в сложных нелинейных системах автоматического регулирования механических устройств».

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Я предложил бы сразу редакцию внести: «...что количественная сторона процессов, происходящих в замкнутой цепи...» и т. д.

М. И. СИДОРОВ

Теперь стр. 9-я, справа, средний абзац,— здесь говорится: «Следует ясно представлять коренное, качественное отличие процессов мышления человека от работы счетной машины, отличие, связанное, в конечном счете, с огромной разницей в количестве элементов».

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Это неверно. Это нужно отредактировать.

М. И. СИДОРОВ

И последний абзац на этой же полосе следует сформулировать лучше. Стр. 9: «Однако машина может иметь преимущества перед человеком в узкой специализации своей работы. Эти преимущества в неутомимости, безошибочности, безукоризненно точном следовании заложенным принципам работы, исходным аксиомам логических доказательств при решении конкретных задач, поставленных человеком. На данном этапе своего развития электронные счетные машины могут моделировать, реализовать лишь отдельные узко направленные процессы мышления человека».

Тут опять-таки чуть-чуть надо уточнить — может быть, не говорить «на данном этапе», чтобы не получилось оттенка, что машины в своем развитии могут вполне заменить человека.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Дальше сказано, что не могут заменить, но найдется человек, который «вывернет» это место...

⁴ Михаил Иванович Сидоров (р. 1904) — в 50-е гг. член редколлегии и ответственный секретарь журнала «Вопросы философии», впоследствии доктор философских наук.— Сост.

М. И. СИДОРОВ

Конец сделан хорошо, поправили тактично мысль статьи, которая напутала, не называя своим именем, очень хорошо сделано, особенно ссылка на творца кибернетики.

А. И. КИТОВ

Может быть, привести цитату?

М. И. СИДОРОВ

Приведите. Конец статьи имеет общее значение, что мы легко относимся к тому, что делается в науке на Западе. Я бы заменил формулировку, — они называют это невежеством, я бы дал другую — неосведомленность, невежество — другое. Мы плохо знаем литературу, лучше разбирались бы, если бы были осведомлены.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Между неосведомленностью и невежеством разница невелика.

М. И. СИДОРОВ

Оттенок другой. Многие ученые не потому не знают, что не хотят знать, — не могут знать. Большинство хотело бы знать.

А. И. КИТОВ

Невежество, когда человек имеет возможность узнать, но не хочет.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Тут один вопрос очень деликатный, политический вопрос. Вы цитируете в своей статье только первую его [Винера] работу, ведь он написал вторую работу. Я читал две его работы. Вторая работа отличается от первой тем, что она более популярная, но вместе с тем более вульгаризованная. Кроме того, они отделены друг от друга тремя годами, промежутком, за который произошли различные политические изменения, и это нашло отражение во второй работе. Я деликатно, насколько я думаю, охарактеризовал, может быть, слишком деликатно, но можно упомянуть и вторую работу.

Дело в том, что, если сказать прямо, в этой работе есть, конечно, выпады против Советского Союза и стран народной демократии, т. е. не называется прямо Советский Союз или страны народной демократии, но эти выпады адресуются, конечно, им. И вместе с тем эта книжка написана еще более резко против американского образа жизни, чем первая. Объясняется это совершенно просто: Винер — еврей, он поддался определенным настроениям, которые в период 1948–1950 годов имелись за границей.

Мне известно, что когда Винер был в Индии на конгрессе, то он беседовал с нашими советскими математиками и очень обижался, что его здесь изображают реакционером. Ему указали, что он пишет то-то и то-то, но он объяснил это тем, что он обижен и пр. Поэтому я более или менее деликатно говорю, что он, как многие буржуазные ученые на Западе, не лишен недостатков неправильного понимания демократии и т. д. Поэтому я реко-

мендовал бы сдержанно, не слишком его использовать, – использовать его там, где он выступает против империализма, это – нужно, это правильно.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Здесь написано, что Винер говорит о том, что выход в создании торгового общества.

А. А. ЛЯПУНОВ

Это дословная цитата из «Кибернетики».

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Но надо не слишком перегибать в другую сторону палку. Такие люди колеблются в ту или другую сторону.

А. А. ЛЯПУНОВ

Винер очень ярко выступал на конгрессе в Индии о том, что в капиталистических условиях ученые находятся в тяжелом положении, не могут служить интересам народа и т. д.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Есть предложение – принять статью. Но у меня просьба в части некоторых философских вопросов, исправить там, где сравнивается машина с человеческим мозгом. То, о чем говорил М. И. Сидоров, у меня тоже отмечено. Конечно, нельзя говорить, что коренное качественное отличие работы органов мышления от машины заключается в том, что там столько-то элементов... Это неправильно. Может быть, выбросить это место? Может быть, следует говорить не о коренном качественном отличии, а просто как факт привести и показать, какие следствия из этого вытекают, потому что мы, философы, под качественным различием понимаем нечто другое: продукты труда, продукты общественной жизни людей.

Относительно Винера – думаю, что авторам нужно учесть замечания т. Кольмана. Если у Винера действительно есть некоторые такие высказывания, то можно в принципе оставить то, что о нем говорится, но несколько сократить, не перехваливать. Может быть, это – временное.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Сейчас у Винера тяжелое положение, книги его не издают, запрещены. Получается, что мы его объявляем реакционером, а за границей его книги запрещаются. Принципиально эту оценку оставьте, как здесь сократить общие высказывания – подумайте... Я не возражаю, если так останется. Цитата – не знаю, нужна ли.

М. Д. КАММАРИ⁵

У меня одно замечание по этой статье. По-моему, статья интересна, приемлема, дает представление о вопросе. В ряде мест некоторое преувеличе-

⁵ Михаил Давидович Каммари (1898–1965) – в 50-е гг. главный редактор журнала «Вопросы философии», профессор, доктор философских наук, член-корреспондент АН СССР. Специализировался в области социальной философии. – **Сост.**

ние, отождествляется умственная и психическая функция,— машина имеет память, терминология слишком близкая, отождествление функции машины и человека. Это основное замечание, а так статья приемлема.

А. И. КИТОВ

У меня вопросы по двум моментам.

Первый вопрос в отношении Винера,— нужно это место усилить, не сглаживать. Винер — история, он положил начало науке. Любой учебник, любая книга ссылается на Винера, хотя он устарел по положительным даже моментам. На него всегда ссылаются, это основная работа в этой области. Что в ней, наряду с положительным научно-техническим содержанием, есть критика и резкая критика капиталистического общества, от этого никуда не уйдешь. Почему не воспользоваться историческим документом, не привести данные, что буржуазный ученый разоблачает капиталистический строй? Сказать об этом надо. Раз он прогрессивный деятель, его надо поддерживать, если он там запрещен, находится в тяжелых условиях.

Второй момент о сравнении мозга и машины. Действительно много общего в самом функциональном смысле, в смысле механизма работы, если отойти в сторону от влияния среды, что человек — явление общественное. Если взять функцию памяти у машины и у человека, физическая природа такая же. Академик Ухтомский, рассматривая память, проводя исследования не применительно к машине, исследуя функцию памяти, говорит, что последование есть в коллоидном гистерезисе, в магнитном диэлектрике, последования нельзя усмотреть в нервных кортикальных клетках. Он прямо говорит, что это одно и то же, сам механизм работы этих клеток. Действительно, под влиянием возбуждения происходят изменения в нервных клетках и гистерезис в магнитном запоминающем устройстве.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Это верно, но память — это психическое свойство.

А. И. КИТОВ

Но мы можем приводить эту параллель, можем исследовать с помощью метода моделирования. А когда мы начинаем рассматривать человека как общественное существо, то фактически мы его почти не рассматриваем и этих вопросов не касаемся. Мы главным образом сосредотачиваем внимание на функциональной стороне, и, по-моему, здесь ограничиваться особо не следует, не следует бояться того, что мы называем памятью там и памятью здесь. Почему нельзя говорить «память», а нужно говорить «запоминающее устройство»?

И. И. НОВИНСКИЙ⁶

У человека память может разнообразный механизм иметь.

⁶ Исая Иосифович Новинский — философ (впоследствии доктор наук), автор ортодоксально марксистских работ по проблемам естествознания.— Сост.

А. И. КИТОВ

Что такое память? Это способность сохранять информацию.

И. И. НОВИНСКИЙ

Но механизм очень разнообразный.

А. И. КИТОВ

И машину можно по-разному осуществлять.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Дело заключается в том, чтобы сохранить какое-то различие между человеком и машиной.

А. И. КИТОВ

Давайте различие видеть там, где оно есть. Различие в том, что человек – существо общественное, формируется под влиянием взаимодействия с окружающей средой, но не надо видеть различие там, где оно даже не нащупывается.

А. А. ЛЯПУНОВ

Все-таки нецелесообразно накладывать такие искусственные ограничения. Определенная терминология уже привилась, и ею широко пользуются. Если мы будем ее коверкать, то получится такое положение, что читателю, особенно читателю, уже знакомому с этой областью, будет еще труднее.

И все-таки такой термин, что машина состоит из арифметического устройства, управляющего устройства и запоминающего устройства, или памяти, – устоялся, применяется. Изымать термин «память», конечно, не следует. Все студенты им пользуются в практической работе.

Но в некоторых местах, действительно, у нас неудачные обороты речи есть, с этим я согласен. Действительно, бывает так, что, когда пишешь по техническим вопросам, то имеешь в виду одно, а когда отдельные места показываешь, то оказывается, что их можно иначе истолковать.

У меня такая просьба: для того, чтобы окончательно привести эту статью в порядок, нам очень желательно иметь стенограмму.

Что касается Винера, то я совершенно согласен с тем, что говорил А. И. Китов. С Винером дело обстоит так, что у нас в печати, как я считаю, было очень много несправедливых и даже несколько дезориентирующих замечаний, относящихся к Винеру. Я имею в виду не только статью в «Вопросах философии», но и статью в реферативном журнале «Математика». Там очень много было таких замечаний, вплоть до последнего номера, и я даже имел об этом специальный разговор с редактором реферативного журнала. Они не принимают во внимание наших замечаний. Последний номер редактировал Панов.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Это надо отметить.

А. А. ЛЯПУНОВ

Что касается по существу взаимоотношений между действием машины и деятельностью человеческого сознания, то вопрос обстоит сложнее, чем кажется на первый взгляд. Мы представляем себе более или менее возможности машины сегодняшнего дня, но мы не можем себе представить возможности машины завтрашнего дня. У меня лично точка зрения такая: каковыми бы ни оказались возможности машины завтрашнего дня, на наши принципиальные установки это влияния не окажет, это не определяет нашего мировоззрения. Опасаться, что, если машина сделает много, наше мировоззрение получит ущерб — нечего.

Что касается актов сознания, отвлекаясь от эмоций, конечно, трудно себе представить, я думаю, что невозможно себе представить, чтобы весь комплекс человеческого сознания могла обслужить машина. По-видимому, если представить себе какой-нибудь индивидуальный акт сознания, научное открытие, можно всегда построить машину так, чтобы данный акт она могла сделать. Мы должны, конечно, в машину вложить определенные возможности, в определенных пределах.

Допустим такую вещь, как открытие неевклидовой геометрии. Человек делает это из чистой эмпирики, машина не может. Представьте себе, что вы в машину вложите такую возможность, что машина имеет аксиоматику — геометрию Евклида, она может заниматься вариациями, изменениями аксиоматики, вы будете смотреть, когда будет абсурд, когда не будет абсурда. Вы можете снабдить машину такими возможностями, что она придет к неевклидовой геометрии.

М. И. СИДОРОВ

Это после того, как она открыта?

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

После открытия ее человеком?

А. А. ЛЯПУНОВ

Вы можете дать машине такую задачу — обследовать определенный комплекс вариантов. Этот комплекс вариантов может оказаться таким трудоемким, что человек по соображениям техническим не в состоянии справиться.

Если мы будем очень отказываться от возможности для машины научных поисков, а завтра что-то будет сделано, скажут: грош цена вашей идеологии, вашим прогнозам. Нам казалось существенным сказать, что отождествлять машину с человеком или животным, собакой — и то нельзя, есть свои обстоятельства, которые к машине отношения не имеют. Но говорить, скажем, что творческий акт машине недоступен, — это неаккуратно. Главное, что нам не хочется создавать прецедента для таких вещей. Представьте себе, что возможности машины разовьются, какие-то вещи окажутся доступными, скажут, что мы из соображений идеологических делали прогнозы, давали установочные указания, которые не оправдались. Этого мы опасаемся. А по существу, конечно, не подлежит сомнению, что, что бы

машина ни сделала, никогда не может быть, что какое-нибудь достижение будет сделано машиной, а не человеком...

М. И. СИДОРОВ

А что, если издать книжку Винера?

А. А. ЛЯПУНОВ

Мы с Анатолием Ивановичем как раз заботимся о том, чтобы Винер был издан в русском переводе в издательстве.

М. И. СИДОРОВ

Если об этом сказать в статье?

А. И. КИТОВ

Всю книжку Винера переводить не стоит, надо сокращенно.

А. А. ЛЯПУНОВ

Там есть всякие субъективные вещи, воспоминания...

П. В. КОПНИН⁷

Я считаю необходимым в статье подчеркнуть коренное отличие процессов, которые происходят в машине, от процессов настоящего, действительного мышления. Не только сами кибернетики, но и другие (философы) подхватили слова, что эта машина производит революцию в самом мышлении. Это очень опасная тенденция, и напрасно некоторые пытаются обосновать ее. Взять самые основные черты действительного процесса содержания к действительности? Может ли сама машина решить вопрос об отношении мыслимого содержания к действительности? Это вопрос основной в процессе мышления. У нас содержательное мышление, и мы должны решать этот основной вопрос.

Машина этот вопрос не решает и не может принципиально решить. Она повторяет стандарт, тот процесс, который ей задан, и в этом отношении, конечно, нужно подчеркнуть, что сама машина решать вопрос об отношении мыслимого содержания к действительности не может. Там все построено на математической логике.

Дальше – другой вопрос, который возникает. Мышление – это процесс, который включает в себя постановку цели. Может ли машина ставить какие-то цели, или она выполняет ту цель, которая поставлена ей мыслящим существом?

А. И. КИТОВ

Вы неправильно говорите. Надо же глубже смотреть.

⁷ Павел Васильевич Копнин (1922–1971) — с 1955, после защиты докторской диссертации, заведующий кафедрой философии АН СССР. Впоследствии директор Института философии АН УССР, директор Института философии АН СССР, член-корреспондент АН СССР. Занимался проблемами гносеологии, методологии научного познания. — **Сост.**

П. В. КОПНИН

Дальше – может ли машина действительно дать новые результаты, такие, к которым никогда наука и человек не приходили?

А. И. КИТОВ

Может.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Вы же не знакомы с этим вопросом, – как же вы можете об этом говорить?

П. В. КОПНИН

Машина же работает опять-таки по заданию человека. А что это значит? Что предварительно человек уже решил, какой она результат может дать.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Нет. Мне кажется, вы не так ставите вопрос. Может ли машина решить вопрос о соотношении мыслимого содержания и действительности? Надо более конкретно поставить вопрос. Человек тоже ничего, кроме своих органов чувств, не имеет, все данные о внешней среде он получает через органы чувств. У Павлова и Сеченова говорится, что все многообразие внешнего идет через пять органов чувств. Для человека те данные, которые поступают из органов чувств, есть исходная информация, которая определяет, в конечном счете, все акты мышления человека, в том числе и бессознательные акты, и интуицию. Павлов прямо говорит, что человек забыл путь, который он прошел, вывод получился неизвестно откуда... А вывод всегда появляется на основании информации от окружающей среды. Так и в машине: если в машину будет вводиться информация человеком, она сможет произвести решение любой задачи и проверку, – соответствует ли полученное решение исходной информации, которую ввел человек...

И. И. НОВИНСКИЙ

Чем совершеннее будет машина, тем больше она покажет превосходство человека над машиной.

П. В. КОПНИН

Настоящий процесс мышления не может проходить в машине.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Спорить можно много, но мы кончим. Статью мы принимаем, попросим авторов учесть некоторые замечания, про Винера оставить.

А. А. ЛЯПУНОВ

Я по другому поводу, я даже сам не успел прочесть статью полностью, но ко мне обращались некоторые математики по поводу статьи во втором номере журнала за текущий год. Там есть один абзац, касающийся теории игр. Я успел прочесть этот абзац, кое-что написано очень неточно.

Разработана теория игр фон Нейманом и Моргенстерном, ими придается форма такая, а по существу это анализ. В статье сказано, что все эти рабо-

ты порочны. Другой вопрос, что в литературе популярного характера дается порочное освещение, но сказать, что сами по себе работы порочны, нельзя. Сами по себе работы заслуживают внимания настолько, что ставится вопрос, что придется готовить обзорную статью по этим вещам. Теория игр связана с такими расчетами: представьте себе, что имеются автоматически управляемые снаряды или автоматом управляемое оружие и у вас, и у вашего противника. Вы направляете ваш снаряд на противника, противник – на вас. Ваша задача состоит в том, чтобы ваши снаряды не пропускали снарядов противника к вам и сами прорывались в расположение противника. Эта задача связана с теорией игр. Машина должна воспринимать направление в зависимости от наблюдения, в машине должна быть тактика, принципы разработки этой тактики связаны с теорией игр. Считать, что это вещи никому не нужные, нельзя. Это вещи, может быть, не всегда приятные, но нужные.

М. Д. КАММАРИ

Об этом можно в статье сказать.

А. А. ЛЯПУНОВ

То, что, как говорят, теория игр может заменить политэкономия, это чушь, но сама теория игр как математическая теория – это другой вопрос.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Здесь я должен немного поспорить. Я знаком с работой фон Неймана и Моргенштерна очень хорошо, она вышла в двух изданиях. С математической точки зрения эта работа безупречна и имеет большое практическое значение, но не в том разрезе, в каком она написана. Эту работу писал фон Нейман, известный математик и физик, автор той теории в квантовой механике, которая доказывала замкнутость квантовой механики, – идея, которая сама по себе порочна методологически, и сегодня она опровергнута физически. Он позитивист. Что касается Моргенштерна – это австрийский политэконом, последователь Бём-Баверка, и это его достаточно характеризует. Сама эта книга написана с целью политэкономической, т. е. это не просто теория игр, а это теория игр, которая должна лечь в основу политической экономии и, главным образом, экономполитики. Она дает советы дельцам, как вести свою игру. Они сравнивают экономику с игрой и прямо дают наставления, как жульничать. Предпосылка такая: каждый является жуликом, как в карточной игре, каждый хочет обжулить другого. Приводятся интересные примеры. Я по этому поводу написал большую статью, которая напечатана в польском философском журнале. Они дают даже сравнение с Шерлоком Холмсом, как там они хотели друг друга обжулить.

Но я при этом не хочу сказать, что сама по себе эта математическая теория не может иметь практического значения. Больше того, – известно, что подобного рода книги часто печатаются даже для целей дезориентации, т. е. что такие теории, имеющие военное значение и могущие быть применены в военном деле, здесь выдаются, как игрушка, как какая-то лженаучная вещь.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Юродствуют сознательно, чтобы обмануть людей.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Аналогичные работы имеются у Рашевского – «Анализ операций», – выдается за игру, а на самом деле имеет крупное оборонное значение.

А. И. КИТОВ

В военное время ее применяли для истребления подводных лодок.

Э. [Я]. КОЛЬМАН

Статья эта неудачна тем, что она не взяла быка за рога.

М. М. РОЗЕНТАЛЬ

Кончим с этой статьей.

Семинар по кибернетике 14 ноября 1955 г.

А. А. ЛЯПУНОВ

Начну с повторения основных мыслей из того, что рассматривалось прошлый раз.

Рассматривались ступени мышления:

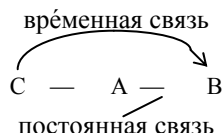
- 1) безусловный рефлекс;
- 2) условный рефлекс (присущ широкому кругу животных и даже некоторым растениям);
- 3) элементарная экстраполяция (нет у курицы, есть у собаки).

Неясно взаимоотношение первого и второго с третьим.

Возникает вопрос: можно ли рассматривать (3) как обобщение (2), когда внешнее раздражение расплывается (есть множество примерно однородных раздражений с общей реакцией).

Машинописная копия записи выступлений и дискуссии на данном заседании Большого семинара А. А. Ляпунова сохранилась у В. А. Успенского. Кем сделаны эта запись и эта копия, не установлено. О Большом семинаре А. А. Ляпунова см. статью М. Г. Гаазе-Рапопорта «О становлении кибернетики в СССР», которая публикуется в настоящем сборнике. В этой статье приведен список докладов на заседаниях семинара. Публикуемый доклад А. А. Ляпунова носит название «Алгоритмическая схема элементарного механизма мышления». На одном из предыдущих заседаний, 24 октября 1955, значится доклад А. А. Ляпунова, Л. В. Крушинского и др. «Условные рефлексy и их моделирование», к которому, по-видимому, и отсылает слушателей А. А. Ляпунов в первой фразе своего выступления.

- 1) Безусловный рефлекс: воздействие А — реакция В (всегда).
- 2) Условный рефлекс: раздражение С не вызывало реакции В, воздействуем комбинацией АС — В, повторяем многократно, устанавливается связь между А и С, через некоторое время С — В. Продолжаем воздействовать С, через некоторое время реакция В на С исчезает.



- 3) Элементарная экстраполяция:

Условия опыта: пища в ящике, ящик уносят (см. прошлый раз).

Животные бывают 2 типов: одни бегут за ящиком, другие не бегут.

И. А. ПОЛЕТАЕВ

Совпадает ли это деление с делением на хищников и не хищников?

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Нет.

А. А. ЛЯПУНОВ

Вопрос в том, можно ли это свести к цепочке условных рефлексов. Имеем безусловный раздражитель А и множество условных раздражителей C_i , выработаны условные рефлексы $C_i — В$ для $i = 1, 2, \dots, n$. На C_{n+1}, \dots, C_{n+m} условные рефлексы не вырабатывали, но эти раздражители в некотором смысле подобны C_1, \dots, C_n , поэтому вся совокупность раздражителей C_1, \dots, C_{n+m} оказывается объединенной, т. е., например, $C_{n+1} — В$.

Если это особая схема мышления, то она должна быть и у щенков, если же это совокупность условных рефлексов, то у щенков не будет правильной реакции (щенок, никогда не гонявшийся за пищей, не побежит за ящиком).

Если это система рефлексов, то совершенно неясно, каковы множества. Хочется выяснить, что тут нового и где оно.

(А. А. Ляпунов разъясняет в ответ на вопрос Абрамовой, что рассматривается только функциональная сторона дела, т. е. соответствие между группами факторов, заданных и получаемых, без рассмотрения самих процессов. Экстраполяция — это своего рода предсказание, предвидение, иначе говоря, определение значения функции, заданной на n точках, в $(n+1)$ -й точке.)

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Давайте рассмотрим пример. Был поставлен опыт: собаку кормят за ширмой (первый раз в жизни на этом месте), потом человек берет ее бачок с пищей (цилиндр), прячет его в ящик (пирамиду или параллелепипед) так, что собака этого не видит, и уносит всё вместе куда-то в сторону. Потом он выносит из-за ширмы лист фанеры (или что-то двумерное) и тоже уносит. (Фанера окрашена так же, как ящик.) Собака, когда её отпустят, всегда

сначала бежит за ширму, но, не найдя там кормушки, бежит либо в ту, либо в другую сторону. Соотношение: правильных решений – 23, неправильных – 9, нулевых – 4. Т. е. при верном решении собака как бы понимает, что в двумерном листе кормушку не спрячешь.

Обоняние в этом опыте исключено совершенно, так как употреблялись специальные ящики, которые используются для проверки тонкости обоняния у собак, причем известно, что через глухой фильтр в нём ни одна собака ничего не может почуять.

В другом опыте из-за ширмы уносят ящик с кормушкой, ещё во что-нибудь совсем непривычное для собаки завернутый, а в другую сторону уходят с пустыми руками. Причём повторяют опыт 2 раза, один раз сначала уходят с ящиком, другой раз сначала без ящика. Решений правильных – 15, неправильных – 1, нулевых – 2.

Чем можно объяснить: есть условный рефлекс – пищу подносят в некотором оформлении (бачки, ящики и т. д.), однако в опыте место, отличное от того, на котором собаку кормят обычно, ящики совсем другие, в таких их никогда раньше не кормили. Т. е. тут нечто более сложное, чем условный рефлекс, тем более, что условный рефлекс требует много времени для выработки.

Ясно, что предшествующий опыт имеет значение, никаких врожденных представлений о трехмерном пространстве у собаки быть не может.

А. А. ЛЯПУНОВ

Т. е. тут объединяются раздражения, в данном случае распространение на все трёхмерные тела.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Животное часто попадает в совершенно новые ситуации, отличные от тех, на которые есть безусловные и условные рефлексы, оно должно приспособливаться к ним, используя то, что у него имеется.

М. М. БАХМЕТЬЕВ

Как вели себя щенки?

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Щенков брали 4–5 месяцев (рождённых 26 июня, 7 июля).

Решений правильных – 16, неправильных – 6, нулевых – 14. Щенки рассеянные, как дети, они не сосредотачиваются на задаче. Примерно то же имеет место и у взрослых собак, если они не привыкли к хозяину и поэтому невнимательны к действиям экспериментатора.

Пример – собаки, недавно взятые в часть.

Решений правильных – 35, неправильных – 29, нулевых – 30.

Через 3 месяца повторение. Правильно – 17, неправильно – 1, нулевых – 2. (Собак взяли меньше, но брали случайно. Надо бы посмотреть, как они реагировали в первый раз.)

Собаки были одинаково голодны в обоих случаях, но, привыкнув к хозяину, внимательнее следили за ним.

АБРАМОВА

Для щенков это очень сложно.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Щенки сами за себя отвечают, очевидно, они на этой стадии более развиты, чем мы о них думаем.

А. А. ЛЯПУНОВ

Была статья в «Природе». Проводился отлов лосей, новорождённый лосёнок не убегает от человека, а идет за ним. Причём однодневный сразу бежит к человеку, постарше – меньше, а в возрасте около недели не пойдёт, он уже отличает мать от человека. А сначала просто рефлекс на всякое движущееся существо.

В. А. УСПЕНСКИЙ

А не проще ли тут? Мы ищем акт экстраполяции, а, может быть, собака просто не отличает миску от ящика. Так же, как лосёнок не отличает свою мать от человека. Тогда у щенков это должно быть особенно ярко выражено.

Например, пчёлы не отличают /// от —.

А. А. ЛЯПУНОВ

Но ведь ставились опыты, собака отличает даже круг от эллипса.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Я думал об этом, всё-таки тут сложнее. Если даже ящик похож на бачок, то ведь его ещё заворачивали в одеяло, так что это становилось ни на что не похоже. Кроме того, ведь некоторые собаки бежали туда, куда человек ушёл с пустыми руками.

ФЕДОРОВСКИЙ

Может быть, собак разбить на группы: более способные к сложным актам и менее способные. Каждую группу проверять отдельно.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Это очень трудно. Где критерий? Различная дрессируемость ещё ничего не означает. В опыте со щенками щенки – дети лучших розыскных собак СССР дали почти все правильные ответы.

ДОМБРОВСКИЙ

Мы хотели моделировать процессы. А тот опыт, который сейчас рассматривается, слишком сложен.

А. А. ЛЯПУНОВ

Безусловные и условные рефлексы моделируются. Вообще мы можем моделировать все, что четко описано (речь идет о функциональной стороне). С экстраполяцией пока неясно. Объединение условных рефлексов возможно в широких пределах, границы пока неясны. Возможно, что эти границы меняются с возрастом (лосёнок сначала не дифференцирует раздра-

жители). С возрастом развивается способность не только дифференцировать раздражители, но и синтезировать их.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Интересны работы Лоренца (немецкий биолог, изучал птиц). Как узнают птенцы матерей? (Изучал птенцовых, а не гнездовых¹.) Серый гусёнок начинает реагировать как на мать на любой предмет, который он увидит первым (если первым увидит человека, то всегда будет реагировать как на мать на человека, а на серого гуся никогда уже не будет).

Серая куропатка: если вылупится в инкубаторе, то хорошо привыкает к человеку, но если в первые одни–двое суток увидит свою мать, то переключится на неё. Т. е. имеется некоторый врожденный рефлекс на серую куропатку.

Кряковая (дикая) утка: можно мать окрасить, ощипать и т. д., все равно птенец правильно реагирует на мать, причем он реагирует на особое кряканье. Если человек начнет крякать при помощи пищика, то птенец побежит за ним. Т. е. у серого гуся широкая фиксация, у утки – узкая, у куропатки – промежуточная.

Другой факт: птенец певчей птицы, воспитанный без родителей, без их песен, подражает другим птицам, но если он, хоть через 2–3 года, услышит пение своего вида, то запоёт как полагается.

А. А. ЛЯПУНОВ

Интересно, наследуются ли все безусловные рефлексы или некоторая совокупность.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Безусловные наследуются все. Т. е. такие, как мигательный, коленный и т. п., конечно, наследуются, но есть более сложные, с ними неясно.

А. А. ЛЯПУНОВ

Надо уточнить понятия: безусловные рефлексы надо дифференцировать, как дифференцируют признаки. Форма проявления реакции может быть различна у различных особей, различна и скорость реакции.

Можно ли тут выделить неделимые признаки (управляемые одним геном)? Насколько это известно и прослежено?

С точки зрения кибернетики система «рефлекс – действие» интересна как управляющая система в организме. Наследственность – управляющая система, действующая между организмами (передача генов).

Если система рефлексов – программа, вложенная в человека (в нервную систему), то интересно, насколько эта система наследуется. Может быть, тут подойдем к очень своеобразным соотношениям.

Можно ли установить нужное число повторений АС — В для выработки условного рефлекса?

¹ Вероятна ошибка в записи, поскольку в дальнейшем речь идёт как раз не о птенцовых, а о выводковых птицах. — **В. А. Успенский.**

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Это разработано у Павлова, точно число установить нельзя, т. к. это зависит от подопытного животного.

А. А. ЛЯПУНОВ

Можно установить некоторое распределение особей по скорости выработки рефлексов. Интересно, что будет у потомства? Здесь возможны скрещивания. Вопрос: можно ли разделить безусловные рефлексы на типы, которые будут вести себя как неделимые признаки?

И. А. ПОЛЕТАЕВ

Известно, что если лягушке налепить бумажку с кислотой, то она стирает её ближайшей лапой, если эту лапу отрезать, то ближайшей из остальных, если и её отрезать, то снова ближайшей оставшейся и т. д. Это ведь безусловный рефлекс, но очень сложный.

А. А. ЛЯПУНОВ

Критерий простоты – расщепление. Простота есть, если есть менделевское расщепление с доминированием. Интересно, прослежены ли чистые линии аллеломорфов и установлено ли, что некоторые признаки определяются одним геном?

А. П. ЕРШОВ

Т. е. можно ли получить две чистые линии такие, что на одно и то же раздражение будут различные реакции.

А. А. ЛЯПУНОВ

Различные особи реагируют по-разному, но интересно, что даст скрещивание. Т. е. вопрос, каким количеством генов управляется данный признак.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Пусть признаки, управляемые одним геном, есть. Что тогда?

А. А. ЛЯПУНОВ

На таком материале можно докапываться, что же наследуется. Что, передача типа выработки условных рефлексов связана с изменением морфологии или нет? В чём выражены программы: макроскопически в структуре нервной системы или это связано с управляющими молекулами (квантовые закономерности)? (Вкратце излагает концепцию Шрёдингера относительно управляющих молекул.)

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Маловероятно, что имеются такие управляющие клетки в нервной системе. С мутациями это приблизительно понятно, а с нервными клетками – неясно.

А. А. ЛЯПУНОВ

Всё зависит от потенциального барьера, если он невысок, то просто система не очень устойчива.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Пока наш семинар несколько сумбурен, вопросов интересных много, но надо выработать программу. Вопросы, связанные с управляющими механизмами, надо разобрать на ряде семинаров. Нужно выяснить связи и аналогии высшей нервной деятельности и управляющих систем. До последнего времени вся автоматика работала по принципу безусловного рефлекса. Само понятие рефлекса было выработано Декартом на основе аналогии с механизмами того времени.

А. А. ЛЯПУНОВ

Так было только до последнего времени.

Л. В. КРУШИНСКИЙ

Очевидно, электронные машины внесли элементы аналогии с условными рефлексами. Мне кажется, что прежде, чем переходить к сложным вопросам, надо на ряде семинаров рассмотреть то, что есть в машинах (условный рефлекс, его аналогия или еще что-то).

Другой вопрос – о наследственности в управляющих системах (программы), но он сложнее, это дальше.

Пока рано требовать математического анализа. Нам, специалистам в разных областях, надо выработать общий язык, причем нельзя все время оглядываться назад (на Павлова), нужно смотреть вперед, ведь все время возникают новые вопросы.

Когда картина прояснится, тогда можно будет говорить и о математическом описании.

А. А. ЛЯПУНОВ

Безусловные рефлексы у машины есть, условные рефлексы и ассоциации по времени моделируются.

Другое дело – объединения условных рефлексов. Неясно, по какому принципу объединять и когда. Причём очень далеко идущее обобщение приводит к упрощению мышления, уменьшению способности дифференцировать; но если провести предельную дифференциацию, то не останется подобия. Каковы границы дифференциации и объединения – неясно.

В центре нашего внимания вопрос о взаимоотношениях мышления и возможностей машин, т. е. управляющих систем в организмах и машинах, это основной вопрос кибернетики. Хочется искать подходы к нему со всех сторон. Мы пока шли со стороны физиологии. Другой путь – с использованием логических средств попытаться на достаточно сильном языке описать отдельные акты человеческого мышления и строить иерархию логических возможностей. Вопросы: насколько далеко можно проследить различные логические ступени, как они связаны с физиологией и как эти логические ступени моделировать в машинах?

Акты, из которых строится реальное мышление, надо выделить и по возможности четко описать (мышление по аналогии, случайный поиск и т. д.). Ещё интересны вопросы кодировки информации в нервной системе животного.

М. Г. ГААЗЕ-РАПОПОРТ

При моделировании условных рефлексов в Манчестерской машине под-считывали некоторую оценочную функцию, учитывающую состояние, воз-будимость, старение рефлекса и др. При некоторых соотношениях пара-метров никакой выработки не получится (слишком велика роль случая). Вопрос: какие параметры еще дадут модель и какие нет?

А. А. ЛЯПУНОВ

Это связано с теорией вероятностей. Есть работы Хинчина, он рассмот-рел вопрос о процессах, где одна составляющая направленная, другая – случайная. (Законы двоичной логики.)

При моделировании можно требовать аналогии не только в целом, но и на некоторых выделенных участках, но везде сходство функциональное, а не в процессах.

В следующий раз: моделирование условных рефлексов (Ершов, Гаазе-Рапопорт, Ляпунов).

В. А. Успенский

Фрагменты из воспоминаний

В феврале 1962 г. Колмогоров выехал на поезде в Одессу, чтобы далее следовать уже морским путем в Индию для работы в Индийском статисти-ческом институте в Калькутте. Там, в Индии, он написал свою знаменитую статью «О таблицах случайных чисел», опубликованную в 1963 г. в индий-ском журнале «Санхиа», весьма авторитетном у специалистов по матема-тической статистике англоязычных стран, но, к сожалению, мало распро-странённом в СССР. Статья отражала определённый этап попыток Колмо-горова осмыслить частотную интерпретацию вероятности Р. фон Мизеса и закладывала фундамент алгоритмической теории вероятностей.

Колмогоров плыл в Индию по морю, потому что никогда не пользовался самолётом. У него что-то было с ушами, что делало полёты для него не-

© В. А. Успенский, 1993. Публикуемые фрагменты перепечатываются из статьи В. А. Успенского «Колмогоров, каким я его помню», опубликованной на с. 280–384 в сборнике: Колмогоров в воспоминаниях / Редактор-составитель А. Н. Ширяев. Москва: Наука, 1993.

возможными¹. По дороге в Индию он отправил мне из Николаева письмо, которое привожу полностью. На конверте – штемпель Николаева 6 марта 1962 г. Итак, письмо Колмогорова, написанное от руки:

Николаев, 5–III–1962.

Дорогой Володя!

С 24 февраля как кибернетик я с интересом наблюдаю организацию погрузки морских судов. Наибольшая вероятность выйти в море у нас была 28-го февраля, так как это содействовало бы выполнению февральского плана выхода судов в море. В соответствии с этим в ночь с 28-го февраля на 1-е марта мы вышли из Одессы в Николаев. До вчерашнего воскресного дня наше пребывание в Николаеве было осмыслено и в другом отношении. Вчера одесские футболисты победили николаевский «Судостроитель» (мастера класса Б) на Николаевском стадионе и присутствие возможно большего числа одесских моряков было желательно для обеспечения безопасности одесских футболистов.

Впрочем, у нас был ещё «культпоход» на Марию Стюарт Шиллера в местном театре, возможность смотреть бокс и т. д. 14–15 марта сюда придет Игорь Безродный, но я имею слабую надежду быть в это время в Индийском океане.

Сделавшись Вашими стараниями кибернетиком, я всё более в самом деле вовлекаюсь в её *общие* проблемы, выходящие за рамки математики, приходя к нескромному мнению, что ими мало кто занимается с должной широтой.

Вот, например, вопросы **обучения** (людей – напр., иностранному языку). Станным образом, кажется, никто из кибернетиков (на другом старомодном языке нечто [в подлиннике «ни что».— В. У.] из нижеследующего давно говорилось!) не пришёл к той естественной идее, что учитель (для конкретности – преподаватель математики) находится в том же положении, как учёный, приходящий со **своей проблематикой** в уже существующий вычислительный центр с определённым набором вычислительных машин, запасом заготовленных (с другими целями!) программ, даже со штатом программистов. Задача его состоит в том, чтобы обучить этот сложный организм выполнить новую работу, используя все свои уже заготовленные заранее механизмы, программы, навыки.

Поэтому, преподаватель математики должен хорошо понимать, например, природу геометрических воображения, интуиции, развившихся на решении практических задач управления собственными движениями, перемещения предметов, их метания и т. д. Выбирая символику, он

¹ Зато плавать по морю на больших судах он любил. Колмогоров дважды <...> участвовал в достаточно продолжительных океанологических экспедициях на научно-исследовательском судне Академии наук «Дмитрий Менделеев» <...> и, помимо, несколько гордился наличием у него так называемой матросской книжки – удостоверения, дававшего право наниматься на морские суда.

должен считаться с уже выработанными навыками издания и запоминания систем знаков: надо думать, что даже у хороших математиков сложность системы знакомого им родного языка превосходит и по сложности строения и по объёму всё, что они усваивают как математики (в смысле количества знаков, понятий, отношений, их элементарных свойств, соответствующих грамматике).

Всё необычайное преимущество человеческой культуры (и особенно самой новой – именно нашего века) в её полной свободе – готовности создавать совсем новые необычные структуры, хотя бы и значительно более простые, чем уже созданные веками культуры и сотнями миллионов лет органической эволюции. Но эти простые (и даже **очень примитивные**) новые структуры приобретают подлинную значительность лишь, управляя или направляя по новым путям старые, более консервативные, но **в своем роде**, конечно, значительно **более совершенные**, чем всё, что мы создали вновь **или создадим в обозримом будущем**.

Ваш А. К.

Адрес:

Indian Statistical Institute

Calcutta 35

India

До 1 мая

Я привел это письмо Колмогорова не только потому, что оно <...> демонстрирует его эпистолярный стиль, но, прежде всего, потому, что оно выпукло показывает, над какими темами размышлял Колмогоров в те годы.

<...>

В пятом номере журнала «Вопросы философии» за 1953 г. была напечатана статья «Кому служит кибернетика» за подписью «Материалист»². Уже из названия было видно, кому, по мнению Материалиста, кибернетика служит. Но уже в 1955 г., в четвёртом номере, тот же журнал публикует статью С. Л. Соболева, А. И. Китова, А. А. Ляпунова «Основные черты кибернетики»³. Колмогоров решительно поддержал неокрепший ещё росток кибернетики в СССР. (В приветствии к 80-летию Колмогорова от киевского Института кибернетики говорилось: «В нашем институте всегда помнят о Вашем выдающемся вкладе в становление советской кибернетики».) Он начинает работать над статьёй «Кибернетика» для дополнительного, 51-го, тома 2-го издания БСЭ. В декабре 1956 г. Колмогоров делится со мною важными мыслями. «То, что разные организованные системы материи можно изучать вместе, – это было известно давно, – говорил Колмогоров. – Новой является идея, что дискретные системы лучше непрерывных. При этом было обнаружено, что всё, что получается с использованием дискретных систем, можно получить, ограничиваясь только системами, составленными из небольшого числа знаков и действий». В 1956–1957 гг. я и мои друзья лингвист В. В. Иванов и фи-

² Перепечатывается в настоящем сборнике, в разделе «Приложения». – Сост.

³ Перепечатывается в настоящем разделе сборника. – Сост.

зик М. К. Поливанов помогали Колмогорову в сборе материалов к статье⁴. У меня хранится папка, на которой рукою Колмогорова надписано: «Рефераты по книгам и статьям. Первая серия, полученная от В. А. Успенского». Обмен текстами кибернетического, а затем семиотического характера между Колмогоровым, с одной стороны, и Ив́ановым, Поливановым и мною – с другой, продолжался до начала 1965 г. Основной тезис Колмогорова, высказанный мне 19 декабря 1956 г., состоял в том, что кибернетика – это не наука, а научное направление.

<...>

Первый доклад Колмогорова, который я слушал и даже (правда, весьма неразборчиво) записал, был доклад «Теория и практика в работах П. Л. Чебышёва», сделанный 17 января 1951 г. на методологическом семинаре механико-математического факультета МГУ; в этом докладе Колмогоров, в частности, возражал против одностороннего выпячивания вычислительной стороны в работах Чебышёва и указывал, что Чебышёв создавал и новые логические схемы. А первый прослушанный мною (и столь же неразборчиво записанный) его доклад на Московском математическом обществе назывался «Алгебра двузначных функций двузначных переменных и её применение к теории релейно-контактных схем» и был сделан 27 ноября 1951 г. В этот день мне исполнился 21 год, и я рассматривал происходящее как подарок себе на день рождения. Думаю, что это был первый в нашей стране доклад на такую, сильно развитую с тех пор, тему в представительной математической аудитории. В обсуждении участвовали П. С. Новиков, М. А. Гаврилов (только что выпустивший монографию «Теория релейно-контактных схем»⁵), В. И. Шестаков (доцент одной из физических кафедр МГУ, в январе 1935 г., т. е. за три года до известной публикации Клода Шеннона 1938 г., написавший рукопись «Алгебра релейных схем»; первая публикация Шестакова появилась лишь в 1941 г.).

Полагаю, что и доклад о понятии информации в математической статистике и шенноновской теории, сделанный Колмогоровым на ММО 8 декабря 1953 г., был первым в нашей стране публичным докладом в данной области, а именно в области теории информации. Сам термин «теория информации» находился тогда почти что под запретом, поскольку ассоциировался с кибернетикой, имевшей в те годы статус буржуазной лженауки. Ещё в 1953 г. знаменитая статья Шеннона 1949 г. «Математическая теория связи» («The mathematical theory of communication») была стыдливо названа в русском переводе «Статистическая теория передачи электрических сигналов». (А сама теория информации называлась «теорией передачи электрических сигналов при наличии помех» – именно так был назван сборник, содержащий указанный перевод и изданный Издательством иностранной

⁴ См. «Тезисы о кибернетике с комментариями» в настоящем разделе сборника.–
Сост.

⁵ Тогда я ещё не знал, что эта книга, написанная инженером для инженеров и потому для меня психологически трудная, будет мне через год назначена Колмогоровым в качестве основного материала для сдачи одного из кандидатских экзаменов.

литературы в 1953 г. Сборник этот вышел под редакцией некоего Николая Андреевича Железнова, который следующим образом обеспечил себе место в истории теории информации в СССР: при публикации перевода статьи Шеннона он не только извратил её название, но также опустил – по всей видимости, как идеалистические – существенные её части, в том числе полностью § 3 и приложение 7. Это печальное обстоятельство привело ко многим недоразумениям. Если не ошибаюсь, А. Н. Колмогоров, знакомясь со статьёй Шеннона по указанному переводу, пришёл к некоторым утверждениям и идеям и только потом узнал, что они уже содержались у Шеннона – как раз в опущенных местах). Разумеется, в пятидесяти основных томах второго издания БСЭ не могло найтись место таким словам, как «Винер», «Информация», «Кибернетика» и т. п. Поэтому в 1958 г. был выпущен дополнительный, 51-й том, куда вошли все эти слова. Колмогоров написал для 51-го тома статьи «Информация» и «Кибернетика» (на подготовительном этапе написания этой последней ему помогали В. В. Иванов, М. К. Поливанов и я, написавшие для того же тома статью «Винер»⁶). Как мне рассказывал впоследствии Колмогоров, выход 51-го тома был задержан на некоторое время, поскольку само название статьи «Информация» вызвало озабоченное внимание ведомств, прикосновенных к информации.

<...>

Колмогоров начал свои лекции⁷ с постановки общего вопроса: «Что такое математическая лингвистика?» Он указал, что возможны два понимания этого термина. При первом понимании математическая лингвистика – это теория абстрактного формализованного языка, близкая к математической логике и теории алгоритмов. При втором понимании математическая лингвистика состоит в применении математических методов в самой обычной лингвистике. Лектор сообщил, что его интересует второе понимание, и в связи с этим поставил следующий вопрос: «Какая математика нужна лингвистам?» И предложил ответ: во-первых, то, что нужно для акустики, во-вторых, математическая логика, в-третьих, теория вероятностей, статистика, теория информации⁸. Далее было сообщено, что лекции будут посвя-

⁶ Статьи «Кибернетика» и «Винер» перепечатываются в настоящем сборнике в разделе «Приложения». – **Сост.**

⁷ Имеются в виду лекции по стиховедению, читавшиеся на механико-математическом факультете МГУ осенью 1960 г. – **Сост.**

⁸ Впоследствии, через шесть без недели лет, 12 октября 1966 г. Колмогоров говорил в своей лекции «Современная математика в школе и на практике», происходившей в Актовом зале МГУ: «Что касается лингвистов, то они распались на две части. Одни чрезмерно верят в математику. Другие протестуют и боятся дегуманизации языкознания – по-моему, напрасно. Первые иногда увлекаются больше, чем необходимо. Они не всегда знают, что логическая формализация языка даётся весьма нелегко. Никола Бурбаки вводит формальный язык, но сам же объявляет о необходимости вольностей речи – в предположении, что их будут понимать и будут осознавать стоящую за ними формализацию (а иначе бумаги не хватит). Математики говорят не на формализованном языке. И надо бы знать, что то, что язык не формализован, – это его преимущество, а не недостаток».

щены применению абстрактно-логических методов к силлабо-тоническому стихосложению и что это напоминает совместную деятельность математиков и лингвистов, связанную с определением падежа, фонемы и т. п.

17 января 1961 г. происходит доклад Колмогорова «Математика и стиховедение» на учёном совете механико-математического факультета. В этом докладе занятия кибернетиков машинным переводом приравниваются к занятиям военных оптиков астрономическими инструментами (и там и там – шлифовка методов при сомнительной экономической пользе). В этом же докладе он ратовал за прикладную лингвистику, за математическую грамотность всех (не только прикладных) языковедов.

Уже стиховедческие лекции и доклады Колмогорова имели отчетливую кибернетическую направленность. «Необходимо изучать высшую нервную деятельность, – говорил Колмогоров в упоминавшейся уже лекции 19 октября 1960 г., – с учётом переплетения людей и машин. Почему бы не выбрать процесс создания стихов в качестве образцового объекта изучения? Чем это хуже, чем изучать слюноотделительные функции как проявление высшей нервной деятельности?»

Но подлинным началом кибернетического этапа в публичных выступлениях Колмогорова следует считать его знаменитый доклад «Автоматы и жизнь», состоявшийся 6 апреля 1961 г. О докладе извещало следующее объявление:

В четверг, 6 апреля 1961 г., в 18 час. в ауд. 02 Главного здания МГУ на Ленинских горах состоится заседание МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО СЕМИНАРА механико-математического факультета МГУ (руководители семинара: проф.: С. А. ЯНОВСКАЯ и К. А. РЫБНИКОВ).

ПОВЕСТКА:

1. Доклад А. Н. КОЛМОГОРОВА – «АВТОМАТЫ И ЖИЗНЬ».
2. Обсуждение доклада.

С тезисами доклада можно познакомиться в библиотеке (15 эт.) и на кафедрах механико-математического факультета.

Было изготовлено стеклографическим (литографическим?) способом некоторое число экземпляров тезисов. Рукопись тезисов датирована 1 марта 1961 г. Эти тезисы были впоследствии опубликованы на стр. 3–8 шестого выпуска ротاپринтного сборника «Машинный перевод и прикладная лингвистика» (М., 1961)⁹. При публикации допущена опечатка в дате доклада: указано пятое число, вместо правильного шестого¹⁰. Доклад в действительности состоялся не в объявленной аудитории 02, одной из двух самых больших учебных аудиторий Университета, а в большем помещении Двор-

⁹ Перепечатываются в настоящем разделе сборника; весь доклад – в разделе «Приложения». – **Сост.**

¹⁰ А отсюда эта неверная дата перекочевала на стр. 276 книги Колмогорова «Математика – наука и профессия» (М., 1988).

ца культуры МГУ. Думаю, что перемена места была вызвана обилием публики¹¹.

Популярное изложение этого доклада Колмогорова было затем составлено Н. Г. Рычковой по сделанным ею записям и опубликовано в 10-м и 11-м номерах журнала «Техника – молодёжи» за 1961 г. (Н. Г. Рычкова имела в редакции журнала редкий статус «автор статьи академика Колмогорова»). Впоследствии это изложение было перепечатано с заменой третьего лица («Колмогоров») на первое («я») в сборнике «Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная» (М., 1968) и уже из этого сборника – в книге А. Н. Колмогорова «Математика – наука и профессия» (М., 1988). В предисловии к публикации «Автоматы и жизнь» в «Технике – молодёжи»¹² Колмогоров указывает: «Мой доклад „Автоматы и жизнь“, подготовленный для семинара научных работников и аспирантов механико-математического факультета Московского государственного университета, вызвал интерес у самых широких кругов слушателей».

И, действительно, интерес был чрезвычайный, приподнятый, возбуждённый. И было от чего возникнуть такому интересу. Пришедший на доклад мог не только узнать, что числа бывают маленькие, средние, большие и сверхбольшие (это из моих записей в качестве слушателя), но и включиться в обсуждение вопроса о таких, например, возможностях машин: могут ли они воспроизводить себе подобных в рамках прогрессивной эволюции, испытывать эмоции, хотеть чего-либо, ставить перед собой новые задачи (это из опубликованных тезисов).

Как уже говорилось, тезисы доклада были сделаны доступными публике ещё перед докладом. Однако сам доклад в его устном исполнении значительно уклонялся от тезисов. Во-первых, Колмогорову, конечно, скучно было повторять уже написанный и тем самым выпущенный из сознания на волю текст. Во-вторых, уже после приготовления тезисов Колмогоров, надо полагать, много думал над содержанием доклада и пришёл к новым, не отражённым в тезисах представлениям. Среди этих новых идей – упомянутая только что классификация натуральных чисел. Постараюсь воспроизвести её, следуя своим карандашным и очень конспективным записям, сделанным на знаменитом докладе.

Колмогоров иллюстрировал различие между четырьмя видами чисел на примере контактных схем алгебры логики. Число n является по определению маленьким, если имеется практическая возможность перебрать все схемы из n элементов. Число n , не являющееся маленьким, определяется как среднее, если можно перебрать все элементы одной схемы из n элемен-

¹¹ Сохранилась копия бумаги от 6 апреля 1961 г. за подписью замдекана мехмата А. А. Зыкова, адресованной «В охрану Московского университета» и содержащей просьбу пропустить на доклад А. Н. Колмогорова лиц по приложенному списку. Список насчитывал 442 человека, и все они не были сотрудниками МГУ.

¹² После публикации в журнале Колмогоров внёс в это предисловие небольшую редакционную правку (имеется экземпляр журнала с карандашной правкой Колмогорова). В книге «Математика – наука и профессия» эта правка учтена, в сборнике «Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная» – нет.

тов или предложить обозначения для всех таких схем. Число n большое, если все элементы схемы из n элементов хотя и нельзя перебрать, но можно все их обозначить. О сверхбольших числах ничего не говорилось, надо понимать, что это все оставшиеся числа. Поскольку изложенная классификация зависит от переборных возможностей, для человека и для машины получаются разные классы. Слушателям демонстрировалась таблица:

Человек		Машина
3		
10^3	>>	10
10^{1000}	>>	10^{10}
		$10^{10^{10}}$

(Знак >> означает «очень существенно больше, чем».)

Ввиду того, что «машинные» и «человеческие» классы не совпадают, может создаться впечатление полной неопределённости, подвижности предлагаемой классификации. Колмогоров предостерегает от такого ощущения. Он говорил: «Можно написать 10^{1000} среднего размера поэм. Никакая машина ни при каком развитии техники их не переберёт. Различие между категориями чисел не преодолимо ни при каком развитии техники». И далее: «Средние числа указывают число элементов систем. Большие – их разнообразие, число возможностей им существовать. Это мало меняется с развитием техники. Существует диалектика большого в пределах конечного».

По докладу выступили двое: И. А. Полетаев (полковник, автор вышедшей в 1958 г. популярной книги «Сигнал» – первой отечественной монографии по кибернетике) и А. С. Есенин-Вольпин. Полетаев охарактеризовал доклад как событие, как большой праздник. А Есенин-Вольпин говорил о необходимости развития нравственности, понимаемой как наука о нормах поведения живых существ. Мотивировка: «Мы сейчас вступаем в период, когда нам предстоит общаться с непохожими живыми существами: 1) с существами, созданными нами; 2) с существами на других планетах. Здесь важно не впасть в ошибку антропоморфизма».

Эхо от этого доклада, усиленное публикацией в «Технике – молодёжи», звучало долго. 5 января 1962 г. в Центральном доме литераторов (ЦДЛ) состоялось обсуждение колмогоровского доклада «Автоматы¹³ и жизнь». Открытие вечера задержалось, поскольку потребовалось переходить из Малого зала ЦДЛ в Большой. Обсуждение проходило в рамках дискуссии «Возможное и невозможное в кибернетике», вёл вечер редактор «Техники – молодёжи» В. Д. Захарченко. Объявленные в программе академики И. И. Артоболевский, Н. Г. Бруевич, Б. Н. Петров не почтили мероприятие присутствием. После краткого вступительного слова В. Д. Захарченко выступил Колмогоров. Сам он охарактеризовал свое выступление как экстракт из

¹³ Литераторы не могли написать такое трудное слово правильно, и в разосланных, напечатанных в типографии «Литературной газеты» извещениях вместо него стояло простое и модное тогда «Автоматика».

«слишком популярных писаний» его сотрудницы (для «Техники – молодёжи») и из его собственных писаний. Он говорил о том, что моделирование любых реально существующих сложных систем на дискретных арифметических машинах возможно в принципе – но именно в принципе. «Практически я, – сказал Колмогоров, – большой скептик. Однако попытки спрятаться за то, что в машине нет диалектики, – это неправильно». Здесь явный намёк на придирки философов; ведь в 1966 г. или в 1967 г. на философском факультете МГУ даже возникла кафедра (так и хочется сказать – «так называемой») диалектической логики. Обсуждение было очень оживлённым, Колмогоров отвечал на вопросы, дважды выступал небезызвестный Кольман (сообщивший, в частности, что с кибернетикой не так всё просто, поскольку к её противникам принадлежат «уважаемые учёные-философы, авторы журнала „Коммунист“» Вислобоков и Анисимов).

А через шесть дней, 11 января, состоялось ещё одно выступление Колмогорова, которое он сам охарактеризовал как некое повторение выступления в ЦДЛ. Конечно, пересечения были (например, провозглашение Дарвина и Павлова основными предшественниками кибернетики), но много было и совершенно нового. А главное – новой была сама обстановка. Все билеты в Политехнический музей, где происходила лекция Колмогорова, были проданы. Лекция называлась «Жизнь и мышление как особые формы существования материи». У входа стояла толпа, спрашивавшая лишний билет. Зал был переполнен. Братья Ягломы сидели на сцене, потому что в зале уже не было мест.

Так начиналась «Большая серия» знаменитых, происходящих в тысячных залах, публичных лекций Колмогорова. Как видим, она начиналась с будоражающей тогда умы кибернетической проблематики. Эта серия продолжалась затем в Актовом зале Главного здания МГУ на Ленинских горах, вмещавшем около полутора тысяч человек. Лекции в этом зале организовывались совместно Университетом и обществом «Знание». Вход на лекции был свободный. Лекции начинались в одно и то же время – в 18 часов 30 минут. Как правило, к лекциям в Актовом зале МГУ типография общества «Знание» печатала афиши, а типография МГУ – пригласительные билеты¹⁴. <...>

Многие, и я в том числе, хорошо помнят обстановку, сопутствующую первым лекциям Колмогорова в Актовом зале. Зал буквально ломится (а значит, не менее полутора тысяч). Парадные, сталинских времён двухстворчатые входные двери запираются, а за ними бушуют негодующие непопавшие. Для них, кажется, в фойе организуется трансляция из зала.

А со сцены в зал летят непривычные, тревожащие сознание мысли, идеи, предположения – например, что на других планетах нам может встретиться разумная жизнь в виде размазанной по камню плесени; что, напротив, для инопланетян, наблюдающих нашу жизнь из своего далёка, наиболее удивительным может показаться концерт в консерватории («люди просто сидят и

¹⁴ Темы и даты этих лекций приведены в статье В. А. Успенского «Андрей Николаевич Колмогоров – великий учёный России» (раздел «Биографические материалы» настоящего сборника). – **Сост.**

потом расходятся безо всякого обсуждения»; колмогоровскую формулу «расходятся безо всякого обсуждения» я запомнил точно); что, если нам даже удастся перехватить сообщение, посланное одной высокоразвитой космической цивилизацией другой такой же, мы не сможем ввиду высокой плотности кодирования отличить его от случайного.

В. А. Успенский

**Два параграфа из статьи
«Предварение для читателей
„Нового литературного обозрения“
к Семиотическим посланиям
Андрея Николаевича Коломогорова»**

§ 6. Колмогоров и кибернетика

6.1. Кибернетика и филология. Стиховедческие штудии Колмогорова лежат в пересечении двух сфер его интересов. Первая сфера – это его постоянные гуманитарные интересы. Вторую образует появившаяся в пятидесятых годах его заинтересованность идеями кибернетики. Как великий учёный (именно великий учёный, а не просто великий математик) Колмогоров не мог не заинтересоваться этими идеями в силу их глубины и необычайно широкого диапазона применимости. Является ли кибернетика самостоятельной наукой, вопрос спорный. В своей статье [Колм 58] в БСЭ-2 Колмогоров определяет кибернетику как «научное направление». В нашем отечестве кибернетика быстро приобрела черты неформального общественного движения (подобно тому, как не только литературным направлением, но и движением был в России футуризм; не берусь судить, является ли превращение научных и литературных направлений в общественные движения чертой общей или специфически российской). Это движение захватывало и гуманитарную науку, в частности, филологию. Математическая лингвистика, математизированное литературоведение, а с ними вместе структурная лингвистика и структурное литературоведение, ещё вчера невозможные по идеологическим причинам, и участниками движения, и властями воспринимались как часть кибернетики и если получали право на жизнь, то под её флагом.

Гуманитарная наука в России и, прежде всего, филология должна быть чрезвычайно благодарна кибернетике. Во времена так называемого тоталитарного режима под прикрытием кибернетики, за её поддержанной военно-

© «Новое литературное обозрение», 1997. Полностью опубликовано в «Новом литературном обозрении», 1997, № 24, с. 122–215.

промышленным комплексом спиной осуществлялись исследования и мероприятия, которые без этой спины были бы в условиях названного режима совершенно немыслимы. Сюда относится всё, что происходило в области семиотики.

Саму семиотику многие склонны были считать разделом кибернетики, и когда в 1960 г. ожидалось открытие в Москве Института кибернетики (я пишу о связанных с этим перипетиях в [Усп 92], § 9¹), в нём планировался большой отдел или даже отделение семиотики. (Намечавшийся на должность директора А. А. Марков младший предложил должность своего заместителя по вопросам семиотики Вяч. В. Иванову и мне, на наш выбор; на антресолях старого здания ЦДЛ мы бросили жребий; жребий пал на Иванова.)

Знаменитый Симпозиум по семиотике (полное название – «Симпозиум по структурному изучению знаковых систем»), проходивший в Москве с 19 по 26 декабря 1962 г., не смог бы состояться, не будь он поддержан не менее знаменитым Советом по кибернетике (полное название – «Научный совет по комплексной проблеме „Кибернетика“ при Президиуме Академии наук СССР»), возглавляемым трёхзвёздным адмиралом Акселем Ивановичем Бергом, в прошлом (с сентября 1953 г. по май 1957 г.) заместителем Министра обороны СССР. «Кибернетические представления» упоминаются во второй, а Совет по кибернетике – в последней фразе «Предисловия», помещённого на с. 3–8 сборника [СиСИЗС] тезисов Симпозиума. И хотя в надзаголовочных данных этого сборника стоит только Институт славяноведения, в выпущенном к Симпозиуму типографском пригласительном билете наряду с этим институтом указан также и Совет по кибернетике.

Кибернетические издания нередко служили местом публикации филологических статей – особенно если последние принадлежали к математической филологии, как, например, [Кон 63т].

Как известно, кибернетика – в том понимании, как это было впервые сформулировано Норбертом Винером в его одноимённой книге 1948 г. – в СССР до хрущёвской оттепели прочно ходила в буржуазных лженауках, да ещё и числилась состоящей на службе у англо-американской военщины. Тот факт, что военная мощь потенциального противника опирается на лженауку, почему-то не вызывал должного удовлетворения у советских властей. Первой ласточкой, возвестившей возможность говорить о кибернетике без ругательных ярлыков, была статья С. Л. Соболева, А. И. Китова, А. А. Ляпунова (первый и третий – математики, второй – инженер) «Основные черты кибернетики» в 4-м номере «Вопросов философии» за 1955 г.

6.2. Роль Колмогорова. Роль Колмогорова в становлении и развитии кибернетики в нашем отечестве заслуживает отдельного изложения, для

¹ См. также группу публикуемых в настоящем разделе документов: «Протокол совещания по организации в составе Отделения физико-математических наук института с кибернетической тематикой», анонимные «Предложения по созданию Института кибернетики АН СССР», составленный А. А. Ляпуновым «Проект тематики Института кибернетики» и отзыв И. А. Полетаева на этот проект, набросок структуры Института кибернетики, постановление Президиума АН СССР № 809. – *Сост.*

которого НЛО не самое подходящее место. Здесь мы ограничимся кратким перечнем некоторых формальных моментов.

На заре кибернетики в СССР Колмогоров проявляет значительную активность в этой области. Так, он пишет статью «Кибернетика» для 51-го, дополнительного тома Большой советской энциклопедии, подписанного к печати 28 апреля 1958 г. Он также пишет предисловие к русскому переводу книги Эшби «Введение в кибернетику»², вышедшему в 1959 г. Наконец, помимо докладов перед математической аудиторией Колмогоров делает несколько прогремевших на всю Москву выступлений для широкой публики на общекибернетические сюжеты.

Первым из них было выступление 6 апреля 1961 г., скромно обозначенное как доклад на методологическом семинаре Механико-математического факультета МГУ. Доклад назывался «Автоматы и жизнь» и вызвал огромный наплыв публики: одних только заявок на вход в Главное здание МГУ на Ленинских горах для участия в заседании семинара было несколько сот, и заседание пришлось переносить в Дворец культуры, в просторечии называемый клубом, Московского университета. В докладе впервые в нашей стране была провозглашена на столь авторитетном уровне принципиальная возможность того, что машины могут мыслить, испытывать эмоции, хотеть чего-либо и сами ставить перед собой новые задачи. В выпущенных к докладу тезисах говорилось: «Дарвиновская теория происхождения видов и павловское объективное изучение высшей нервной деятельности неоднократно изображались как принижающие высшие стремления человека к созданию моральных и эстетических идеалов. Аналогично, в наше время страх перед тем, как бы человек не оказался ничем не лучше „бездущных“ автоматов, делается психологическим аргументом в пользу витализма и иррационализма»³. (С ошибкой в дате доклада, тезисы впоследствии были напечатаны: [Колм 61]⁴.)

Следующее выступление Колмогорова состоялось 5 января 1962 г. в Центральном Доме литераторов. Там была объявлена дискуссия с обсуждением вышеупомянутого колмогоровского доклада от 6 апреля 1961 г.; имелось в виду, что популярное изложение доклада, выполненное Н. Г. Рычковой, было к этому времени опубликовано журналом «Техника – молодёжи». По-видимому, в представлении литераторов автоматы плохо сочетались с жизнью, поэтому в разосланных от ЦДЛ и отпечатанных в типографии «Литературной газеты» приглашениях колмогоровский доклад был назван так: «Автоматика и жизнь».

² Это предисловие перепечатывается в разделе «Приложения» настоящего сборника. – **Сост.**

³ Страусовский аргумент (The “Heads in the Sand” Objection) в терминологии Тьюринга. – *Подстрочное примечание Колмогорова*. (О Тьюринге и страусовском аргументе говорится в Первом семиотическом послании Колмогорова и наших комментариях 14–16 к нему, см. [Колм СП.1 у].)

⁴ Тезисы (с исправлением даты) перепечатываются в настоящем разделе сборника, доклад – в разделе «Приложения». – **Сост.**

11 января 1962 г., московский Политехнический музей. Лекция Колмогорова «Жизнь и мышление как особые формы существования материи». У входа – толпа спрашивающих лишний билет. Слушатели не помещаются в зале, и часть из них сидит на сцене. Всё это напоминает известное по описаниям и фотографиям выступление Маяковского в том же зале.

22 апреля 1964 г., Актальный зал МГУ на Ленинских горах. Лекция Колмогорова «Кибернетика в изучении жизни и мышления». Полуторатысячный зал переполнен. Огромные двустворчатые двери запираются, и толпа ломится в них снаружи. Для неё устраивается трансляция в фойе. Затаив дыхание, слушатели впитывают слова о возможности инопланетной разумной жизни, реализованной в виде распластавшейся на камнях плесени.

В шестидесятые годы в России кибернетика была существенной частью общекультурного фона. Заметную роль здесь сыграли публичные выступления Колмогорова.

6.3. М. К. Поливанов и Вяч. В. Ив́анов. К своей статье «Кибернетика» в БСЭ-2 Колмогоров отнёсся очень ответственно – как, впрочем, он относился ко всем своим обязанностям. Так, 2 апреля 1957 г. он выступает на заседании Московского математического общества с докладом «Что такое кибернетика (к проекту статьи в БСЭ)». Для некоторой помощи в подготовке этой статьи и этого доклада в конце 1956 г. он привлекает меня; речь идёт о поиске и реферировании зарубежной литературы на кибернетические темы. А я призываю в помощь себе двух своих друзей, Ив́анова и Поливанова (читатель, который проявит интерес, может увидеть их фотографии на вклейках к недавнему изданию солженицынского «Телёнка»: *А. Солженицын. Бодался телёнок с дубом. М.: Согласие, 1996.*)

С М. К. Поливановым я был (через наших родителей) знаком ещё со времён довоенных, возраста этак с семилетнего. В сезон 1950/51 г. Поливанов (тогда второкурсник Физического факультета МГУ) познакомил меня (тогда четверокурсника Мехмата) в своём доме со своим другом Вяч. В. Ив́ановым (тогда пятикурсником Филологического факультета). Возможно, это было 19 сентября, в день двадцатилетия Поливанова. Сказанное ещё не объясняет возникновения того триединства, о котором упоминает Колмогоров в обозначении адресата своего Второго послания (см. ниже § 7).

Становлению коллектива из нас троих, объединённого общностью семиотико-кибернетических интересов, способствовал и упомянутый в конце п° 6.2 общекультурный фон, неотделимый от внезапно возникшей относительной свободы слова, и упомянутый в начале п° 3.3 семинар по математической лингвистике, в котором мы с Ив́ановым были руководителями, а Поливанов – постоянным участником, к тому же поддерживавшим нас эмоционально. Окончательное же, хотя и, разумеется, совершенно неформальное, закрепление нашего тройственного кибернетико-семиотического союза состоялось 13 декабря 1956 г., когда мы выступили на заседании Научного студенческого общества Философского факультета МГУ, посвящённом кибернетике. В то время Психологического факультета ещё не существовало, и университетская психология числилась по Философскому факультету. Профессором этого факультета был психолог Александр Романович Лурия, с которым я познакомился в сезон 1955/56 г. по рекомен-

дации математика И. М. Гельфанда. Лурия и пригласил меня выступить на указанном заседании. Я очень изумился такому приглашению и намеревался отказаться, поскольку философы ещё не кончили бороться с кибернетикой, а Философский факультет был центром идеологического маразма и мракобесия. Однако Лурия заверил меня, что времена изменились и нежелательных последствий не будет. Я неохотно согласился, но счёл более удачным решением, чтобы выступили мы трое, на что, в свою очередь, охотно согласился Лурия. Я говорил о кибернетике, Ив́анов – о семиотике, Поливанов – (что было очень смело по тем временам) о генетике.

Но о нашем походе к философам – в другой раз и в другом месте. Вернёмся к поручению Колмогорова. Мы трое начинаем искать и просматривать в библиотеках иностранные журналы, труды кибернетических конференций и т. п. Мы делаем копии, составляем библиографические списки и рефераты. Всё это – для Колмогорова. У меня сохранилась папка со сделанной рукой Колмогорова надписью: «Рефераты по книгам и статьям. Первая серия, полученная от В. А. Успенского». В своём докладе 2 апреля 1957 г. Колмогоров отметит наш труд формулой «с помощью В. А. Успенского и его друзей». Тем самым Колмогоров публично признал за нашей троицей статус его коллективного корреспондента.

6. 4. «Тезисы о кибернетике». Наша почётная роль коллективного корреспондента Колмогорова не была ограничена составлением рефератов и библиографических списков. 16 и 17 января 1957 г. мы изготовили предназначенный для Колмогорова текст⁵, который сами мы называли то как «Тезисы о кибернетике», то как «Сообщение трёх авторов в восьми тезисах». Действительно, текст состоял из 8 тезисов со следующими заглавиями: 1. Определение кибернетики; 2. Управление; 3. Связь; 4. Информация; 5. Организованные системы; 6. Место кибернетики в системе наук; 7. История кибернетики; 8. Роль кибернетики в убывании энтропии. Каждый тезис сопровождался комментарием. 17 января я передал текст адресу. Наши «Тезисы» были достаточно наивны и в тот же день 17 января были раскритикованы Колмогоровым. Однако они сыграли свою историческую роль. Колмогоров ответил нам своими собственными «Тезисами»⁶.

Текст Колмогорова был озаглавлен «Тезисы о кибернетике» и имел дату 20 января 1957 г. К тексту был приложен колмогоровский же «Проект начала статьи для БСЭ», датированный 24 января. Всё это было передано мне – по-видимому, в конце января. Ответный характер текста был подчёркнут тождеством заглавия и тем, что у Колмогорова, как и у нас, было 8 тезисов. Первый тезис начинался так: «Книга, долгоиграющая пластинка <...> могут рассматриваться как носители „информации“». А последний колмогоровский тезис был таков:

8. Эти более прозаические тезисы о кибернетике явно не предусматривают возведения её создателя в ранг пророка, но хотелось бы, чтобы авторы более возвышенного «сообщения в восьми тезисах» не пришли от этих новых тезисов в уныние ни в отношении деловых

⁵ См. следующий документ. – Сост.

⁶ Публикуется в настоящем разделе сборника. – Сост.

занятий кибернетикой, ни в своих поэтических и философских воспарениях, отделив эти последние в другую сферу своей деятельности, в которой м. б. увлекательнее найти себе другие образцы кроме «знаменитого математика, философа, медика и биолога» периода World War no. 2.

§ 7. Семиотические послания Колмогорова

Оказалось, что наш обмен «Тезисами о кибернетике» был только началом. Впоследствии, с 1961 г. по 1964 г., мы получили от Колмогорова ещё четыре послания. Эти дальнейшие послания были посвящены уже не кибернетике, а литературе, искусству, семиотике. Вот почему я решаюсь объединить их названием «Семиотические послания» и предложить их «Новому литературному обозрению».

Все колмогоровские послания датированы. Некоторые из них имеют явно указанное заглавие, некоторые предварены указанием адресата. Перечислю их все (помимо тех «Тезисов о кибернетике», о коих шла речь в предыдущем параграфе).

Первое послание

Дата: 30 апреля 1961.

Указание адресата: отсутствует.

Заглавие: По поводу мнений КИБЕРНЕТИКА, ЛИТЕРАТУРОВЕДА, ФИЛОСОФА.

Комментарий: Вл. М. Тихомиров пишет: «Навряд ли автор обращался к конкретным лицам, скорее всего это – обобщённые образы» ([Тих 95, с. 153]). Вл. М. Тихомиров не прав: кибернетик – это я, литературовед – Ив́анов, философ – Поливанов. По-видимому, так мы обозначили себя в каком-то не сохранившемся тексте, переданном нами Колмогорову. Из текста Колмогорова усматривается, что он различает мнения каждого из нас.

Публикация: [Колм СП.1.т], [Колм СП.1.у].

Второе послание

Дата: 10 января 1963 г.

Указание адресата: Трёх авторам ТЕЗИСОВ О КИБЕРНЕТИКЕ, если они в качестве триединства продолжают существовать.

Заглавие: К СЕМИОТИКЕ ИСКУССТВА.

Публикация: [Колм СП.2].

Третье послание

Дата: 13–15 января 1963 г.

Указание адресата: ТЕМ ЖЕ О ТОМ ЖЕ, если ещё не надоело.

Заглавие: отсутствует.

Публикация: [Колм СП.3].

Четвёртое послание

Дата: 28 декабря 1964 г.

Указание адреса: отсутствует. Текст был приложен к письму Колмогорова ко мне от 29 декабря 1964 г.

Заглавие: отсутствует. В указанном письме текст назван так: «вариант моих тезисов о природе искусства».

Публикация: [Колм СП. 4].

Литература

- [ИМИ] Историко-математические исследования. Серия 2, вып. 1 (36), № 1. М.: Янус, 1995, 190 с.
- [Колм 58] *А. Н. Колмогоров*. Кибернетика // Большая советская энциклопедия, 2-е изд., т. 51. М.: Большая советская энциклопедия, 1957, с. 149–151⁷.
- [Колм 61] *А. Н. Колмогоров*. Автоматы и жизнь: Тезисы доклада // Машинный перевод и прикладная лингвистика, 1961, вып. 6, с. 3–8.
- [Колм СП.1.г] *А. Н. Колмогоров*. По поводу мнений КИБЕРНЕТИКА, ЛИТЕРАТУРОВЕДА, ФИЛОСОФА. [Рукопись от 30 апреля 1961 г.] // [ИМИ], с. 155–159.
- [Колм СП.1.у] *А. Н. Колмогоров*. По поводу мнений КИБЕРНЕТИКА, ЛИТЕРАТУРОВЕДА, ФИЛОСОФА. [Рукопись от 30 апреля 1961 г.] // Новое литературное обозрение, 1997, № 24, с. 216–219.
- [Колм СП.2] *А. Н. Колмогоров*. К семиотике искусства. [Рукопись от 10 января 1963 г.] // Новое литературное обозрение, 1997, № 24, с. 223–231.
- [Колм СП.3] *А. Н. Колмогоров*. ТЕМ ЖЕ О ТОМ ЖЕ, если ещё не надоело. [Рукопись от 15 января 1963 г.] // Новое литературное обозрение, 1997, № 24, с. 236.
- [Колм СП.4] *А. Н. Колмогоров*. [Тезисы о природе искусства]. [Рукопись от 28 декабря 1964 г.] // Новое литературное обозрение, 1997, № 24, с. 237–240.
- [Кон 63г] *А. М. Кондратов*. Теория информации и поэтика (Энтропия ритма русской письменной речи) // Проблемы кибернетики, 1963, вып. 9, с. 279–286.
- [СиСизС] Симпозиум по структурному изучению знаковых систем: Тезисы докладов / АН СССР: Институт славяноведения. М.: Издательство АН СССР, 1962, 159 с.
- [Тих 95] *Вл. М. Тихомиров*. О сочинении А. Н. Колмогорова «По поводу мнений кибернетика, литературоведа, философа» // [ИМИ], с. 151–155.
- [Усп 92] *Вл. А. Успенский*. Серебряный век структурной, прикладной и математической лингвистики в СССР и В. Ю. Розенцвейг: Как это начиналось (заметки очевидца) // Wiener Slawistischer Almanach. Sonderband 33. Wien, 1992, S. 119–162⁸.

⁷ Перепечатывается в разделе «Приложения» настоящего сборника.— **Сост.**

⁸ Перепечатывается в разделе «Компьютерная лингвистика» настоящего сборника.— **Сост.**

Вяч. Вс. Ива́нов, М. К. Поливанов, В. А. Успенский

Тезисы о кибернетике с комментариями

16–17 января 1957 г.

Содержание

1. Определение кибернетики.
2. Управление.
3. Связь.
4. Информация.
5. Организованные системы.
6. Место кибернетики в системе наук.
7. История кибернетики.
8. Роль кибернетики в убывании энтропии.

1. Определение кибернетики

Тезис

Винер определил кибернетику как науку об управлении и связи в животных и машинах. Таким образом, кибернетика есть наука об организованных системах.

Комментарий

Кибернетику можно было бы определить как науку об информации в той же мере, в какой физику можно определить как науку об энергии.

Есть и отличные от винеровского понимания кибернетики. По Куффинялю, например, кибернетика есть общая теория целенаправленных действий и их эффективности.

2. Управление

Тезис

Управление предполагает:

- а) цель управления;
- б) программу управления (программа может предусматривать реакцию на воздействие внешней среды и корректировку управления, т. е. обратную связь);

По воспоминаниям одного из авторов (см. предыдущие два документа) данные «Тезисы» предназначались их авторами для единственного читателя — А. Н. Колмогорова — и были переданы ему 17 января 1957 г. Публикуются по машинописной копии, подаренной В. А. Успенским составителям. — **Сост.**

в) сигналы управления, которые передаются через каналы связи. Таким образом, управление осуществляется посредством связи.

Комментарий

Управление всегда имеет в виду наличие некоторой организации, и потому учение об управлении имеет своим объектом те или иные организации.

Создание организации есть также акт управления.

Различаются три вида управления:

- 1) с жёстким программированием (полностью детерминированные алгоритмические процессы);
- 2) недетерминированные процессы с детерминированными обратными связями (автоматическое регулирование);
- 3) недетерминированные процессы с недетерминированными обратными связями (теория игр).

К сигналам управления относятся не только импульсы энергии, но и материальные частицы, например, гормоны. Гормоны есть частный случай сигналов «всем, кого это касается» (т. е. сигналов, воспринимаемых всеми узлами). Другими примерами таких сигналов могут служить запахи в муравейнике и расклеенные по городу приказы о мобилизации.

Передача сколь угодно большой информации может быть сопряжена со сколь угодно малой передачей энергии. Затрата энергии связана только с кодом, а не с самой информацией. Так, например, в логической машине последней конструкции, работающей на сверхпроводниках при температуре, близкой к абсолютному нулю, в части, перерабатывающей информацию, рассеивается энергия всего около 6 ватт в секунду.

3. Связь

Тезис

Связь предполагает:

- а) систему коммуникации, состоящую из узлов и каналов;
- б) информацию, хранимую, посылаемую и воспринимаемую узлами и передаваемую по каналам;
- в) способы кодирования.

Таким образом, говоря о связи, имеют в виду циркуляцию информации или, по крайней мере, возможность такой циркуляции.

Комментарий

Если говорить о связи в коллективе, то в настоящее время следует особенно подчеркнуть значение связи между человеком и машиной и связи между машиной и машиной.

4. Информация

Тезис

Информация есть первичное понятие. Понятие информации имеет два аспекта:

о первом аспекте см. предыдущий пункт, второй аспект состоит в том, что информация понимается как мера организованности. В обоих случаях информация противоположна энтропии.

Комментарий

Понятие информации ничуть не менее понятно, чем понятие энергии; оно только менее привычно. «Информация есть информация, не материя и не энергия» (Винер).

Доступная науке информация всегда появляется в кодированном виде, т. е. в форме сообщения, которое представляет собой последовательность сигналов. В сфере действия кибернетики информация не извлекается из сообщения, а только перекодируется. Если имеется некоторый код A , сообщение \mathfrak{D} в этом коде и правила перевода кода A в код B , то можно сообщение \mathfrak{D} перевести в сообщение \mathfrak{Q} в коде B , которое можно рассматривать как носитель той же информации. Таким образом, информацию можно понимать как инвариант при переводе сообщения в другие коды.

Вероятностный подход к измерению количества информации не следует считать единственно возможным (ср. попытки Бар-Хиллела, Карнапа и МакКея). Вероятностный подход связан с материальным воплощением информации в сообщении.

Предполагается, что достаточно высоко организованные системы способны воспринимать некодированную информацию. Возможно, что это лежит вне рамок кибернетики.

5. Организованные системы

Тезис

Организованные системы суть оазисы убывающей энтропии. Каждая организованная система есть информация в её втором аспекте.

Комментарий

Традиционное понятие «жизнь» не входит в круг рассмотрения кибернетики (точно так же, как и физики). Поэтому кибернетика может на равных основаниях изучать машины, живые существа, сообщества и другие виды организованных систем (14-й квартет Бетховена). Различия между разнообразными организованными системами изучаются в кибернетике лишь постольку, поскольку они могут быть сформулированы в её же терминах. Например, различие между современным человеком и машиной по состоянию на 1954 г. заключается по Шеннону в следующем:

1) размер, т. е. количество узлов;

- 2) отсутствие в машине произвольных связей между узлами (отсюда отмеченное ещё Паскалем преимущество человека, заключающееся в его произволе);
- 3) надёжность мозга человека (ср. последствие поломки 1 узла машины);
- 4) разнообразие операций, выполняемых мозгом (универсальность);
- 5) различие во вводящих и выводящих устройствах.

К пяти пунктам Шеннона следует добавить следующие 2 пункта:

- 6) сложность программы человека, создававшейся в течение миллионов лет (и передававшейся по наследству);
- 7) отсутствие сообщества машин.

Сообщество организованных систем само может быть организованной системой (муравейник, цивилизация). Представляет интерес исследование причин возникновения таких сообществ. Таким образом, множество организованных систем является частично упорядоченным. Возникает вопрос, какой из элементов фиксированного линейно упорядоченного подмножества является наиболее высоко организованным.

6. Место кибернетики в системе наук

Тезис

Вышеизложенное составляет предмет кибернетики, отличающий её от других наук, с которыми она связана (в первую очередь математика, биология, лингвистика, статистическая и квантовая физика, социология беспозвоночных и др.).

Комментарий

В отличие, например, от биологии и географии, кибернетика является наукой не описательной, поскольку она может рассматривать *мыслимые* организованные системы, *мыслимые* процессы управления и т. д. Как физика или генетика, кибернетика может широко пользоваться математическим аппаратом, но не сводится к нему. Законы кибернетики не опираются на физические законы, и поэтому их истинность не зависит от истинности последних. Винер подчеркивает связь идей кибернетики с идеями статистической физики (августинианство и манихейство).

Ценность кибернетики состоит в установлении аналогий и общего языка. Вводятся такие общие понятия, как обратная связь, способ поведения и т. д. Очевидно значение кибернетики для психологии, физиологии, медицины, техники, планирования и т. п. (предсказание новой болезни сердца на модели; возможность рассмотрения некоторых расстройств движения как нарушений обратной связи; моделирование условных рефлексов и обучения).

7. История кибернетики

Тезис

Кибернетика есть естественное порождение науки XX века. Соответствующие идеи были сконденсированы Винером и его коллегами – представителями разных специальностей – в ходе непринуждённых застольных бесед о методах науки. Первой публикацией по кибернетике была напечатанная в 1948 г. книга Н. Винера “Cybernetics”, в которой и дано приведенное выше определение кибернетики.

Быть может, кибернетика как наука ещё не создана.

Комментарий

Сопоставление живых организмов с искусственными и взаимопроникновение методов их изучения родилось задолго до кибернетики. Здесь имеется в виду, с одной стороны, понимание живого существа как машины, с другой стороны, моделирование отдельных органов и функций живых организмов как источник развития техники. Но эти идеи приобрели плоть и кровь лишь после введения понятия информации как основы для управления и связи.

Н. Винер, А. Розенблют (роль которого неясна и нуждается в дополнительном исследовании) и другие, впоследствии К. Шеннон, У. Р. Эшби, В. Уолтер и другие, составили организованную систему, заложившую фундамент кибернетики. Современный этап кибернетики характеризуется повышенным интересом к дискретному, что свойственно современной науке вообще, например, квантовой физике (ср. идеи Малиновского и Шрёдингера о дискретном в биологии).

Если существует теория игр, не являющаяся только частью математики, то её следует считать разделом кибернетики, так как сообщество игроков есть организованная система. Теория исследования операций изучает структуру организованной системы по её поведению (проблема «чёрного ящика»), точнее, устанавливает нормы поведения другой системы по отношению к первой. Таким образом, это есть теория игр на высшем уровне: по разгаданной стратегии одной системы устанавливается стратегия другой. Поскольку это ещё не часть математики, то высказанное выше предположение о теории игр подтверждается.

Кибернетика, задуманная Винером как единое целое, в работах последних лет распадается на две большие части: теорию живых и искусственных организмов и теорию связи и информации. Полный синтез этих двух направлений и других, названных выше (теория игр), и будет означать завершение создания кибернетики.

8. Роль кибернетики в убывании энтропии

Тезис Кибернетика сама есть наука в высшей степени кибернетическая, т. е. максимально способствующая возрастанию организованности и убыванию энтропии.

Комментарий Предполагается, что высоко организованная система, восприняв данное сообщение, состоящее из 8 тезисов и комментариев к ним, так настроится, что сможет получить некую некодированную информацию.

16–17 января 1957 г.

А. Н. Колмогоров

Тезисы о кибернетике

1. Книга, долгоиграющая пластинка, запоминающее устройство вычислительной машины, участок коры головного мозга, хромосомы в зародышевой клетке — могут рассматриваться как носители «информации». Применимое во всех этих случаях понятие «информации» может быть формально определено, и поэтому его не следует считать неопределимым «первичным понятием» (см. далее п. 2–4).

2. Информация может быть или «сообщением», или «приказом». В первом случае это информация о некотором фактическом обстоянии, имеющем место независимо от носителя информации, во втором — информация, обуславливающая определенный характер действия организма или прибора, в который входит (к которому присоединен) носитель информации.

Примечание. Часто информация, заключенная в данном носителе, исполняет обе эти функции. Однако наличие хотя бы одной из них необходимо для самого определения информации: состояние некоторого объекта только в том случае выражает некоторую информацию, если установлено определенное соответствие между этими состояниями и фактами, которые

Из архива В.А. Успенского. На копии документа надпись рукой В.А. Успенского: «Получено 24.01.57 от А.П. Колмогорова. Об истории возникновения этого текста см. «Два параграфа...» В.А. Успенского в настоящем разделе сборника

они отображают, или между этими состояниями и действиями, которые они обуславливают.

3. В первом случае имеются налицо: множество A «элементарных возможностей», о реализации одной из которых дается информация, и множество «сообщений», т. е. элементов b множества B возможных состояний носителя информации. Связь между $a \in A$ и $b \in B$ может быть:

1) чисто комбинаторной, т. е. задаваться указанием «совместимых» пар (a, b) ;

2) полувероятностной, т. е. задаваться указанием условных распределений $p(b|a)$ ¹;

3) вероятностной, т. е. задаваться указанием распределения $p(a, b)$.

В первом случае $b \in B$ несет ту же информацию как $b' \in B'$, если множество A_b возможностей a , совместимых с сообщением b , совпадает с множеством $A_{b'}$ возможностей a , совместимых с сообщением b' .

Во втором случае $b \in B$ несет ту же информацию, что и $b' \in B'$, если отношение

$$p(b|a):p'(b'|a)$$

не зависит от a .

В третьем случае $b \in B$ несет ту же информацию, что и $b' \in B'$, если

$$p(a|b) = p'(a|b').$$

Можно аналогичным образом определить и эквивалентность приказов в смысле одинаковости информации об обуславливаемом ими действии. Как обычно, определение эквивалентности, или «равенства информации» в обоих случаях (сообщений и приказов) рассматривается как достаточное основание для возможности говорить о самой «информации», тождественной в эквивалентных сообщениях или приказах.

Носитель информации (организм или машина) может изменяться во времени: воспринимать новую информацию в результате воздействий извне, терять хранимую информацию под действием «шумов», передавать содержащуюся в нем информацию через «каналы связи» новым носителям информации, действовать вовне при помощи выдачи приказов. Часто информация, введенная в «неявном виде», должна быть для возможности выработки основанных на ней приказов существенно «переработана», т. е. записана в новой форме. Например, вычислительная [машина] с введенной в нее программой вычисления некоторой функции $y = f(x)$ (с указанием шага и пределов изменения x и точности определения y) уже содержит в себе всю информацию, которая по окончании вычисления таблицы функции $y = f(x)$ войдет в эту таблицу. Однако эта информация в форме готовой таблицы предстает перед нами в существенно новой форме. Еще более глубокие формы переработки информации осуществляет мозг человека.

Многие вопросы хранения, передачи и переработки информации и ее использования в процессах познания, управления, воспроизведения наслед-

¹ Так в первом экземпляре напечатанного Колмогоровым машинописного текста. Выражение $p(b|a)$ вставлено карандашом рукой Колмогорова. Во втором (через копиру) экземпляре его же рукой и также карандашом вставлено $p(a|b)$.— В. А. Успенский.

ственных признаков и т. п. могут быть исследованы в общей форме в значительном отвлечении от конкретного содержания сообщений и приказов, т. е. от конкретной области явлений, к которой относятся отображаемые в сообщениях фактические обстоятельства и производимые в результате приказов действия. Часто при этом столь же безразлична и конкретная природа носителей информации, а существенны лишь принципы их работы (дискретный или непрерывный, двоичная или более сложная система записи и т. п.). Всеми такими общими вопросами и занимается *кибернетика*.

Если принять предлагаемое определение, то в кибернетику полностью войдет общая теория вычислительных машин и теория информации. Из теории управления и регулирования *не войдут* в кибернетику вопросы реализации приказов в форме действий с наименьшей затратой энергии, и, вообще, основная часть классической теории регулирования останется по существу вне кибернетики, так как вопросы способов записи и переработки информации там столь просты, что играют подчиненную роль. Теория игр останется тоже независимой смежной дисциплиной, лишь тесно переплетающейся с кибернетикой в *некоторых* своих проблемах.

Эти более прозаические тезисы о кибернетике явно не предусматривают возведения ее создателя в ранг пророка, но хотелось бы, чтобы авторы более возвышенного «сообщения в восьми тезисах» не пришли от этих новых тезисов в уныние ни в отношении деловых занятий кибернетикой, ни в своих поэтических и философских воспарениях, отделив эти последние в другую сферу своей активности, в которой может быть увлекательнее найти себе другие образцы, кроме «знаменитого математика, философа, медика и биолога периода World War no. 2».

Дополнительные замечания

а) Данное выше изложение проведено в объективных терминах, соответствующих в применении к работе мозга павловской рефлексологии. Взять такое изложение за основу необходимо, если желать сделать изложение убедительным и в случае машин, материального аппарата наследственности и т. п. *После* установления законности аналогий между всеми этими областями можно распространить субъективную психологическую терминологию и на неодушевленные машины.

б) В самое определение информации входит соответствие $a \leftrightarrow b$, т. е. код. Вопрос о «некодированной информации» даже не возникает.

в) Вопрос об измерении информации при помощи скалярной величины «количество информации» очень важен и в основном решен Шенноном, но к *определению* кибернетики отношения не имеет, так же как понятие энергии (количественной меры движения) не имеет отношения к определению физики.

г) Концепции «науки об организованных системах» или «науки об управлении и связи» слишком широки для того, чтобы на их почве можно было ожидать развития действительно целеустремленного единого направления работы, требующего единой организации, специальных институтов, подготовки кадров по единым программам и т. п. Наоборот, кибернетика в

очерченных выше более узких рамках, вероятно, может и должна получить известное организационное оформление.

д) С другой стороны, ограничивать кибернетику управлением и связью в «животных и машинах» не целесообразно. Библиотеки, научные институты и прочие социальные объединения — столь же законные объекты внимания кибернетики.

е) Энтропия в кибернетике появляется лишь в виде

$$H(\xi) = I(\xi, \xi),$$

т. е. количества информации в объекте ξ , относительно самого себя. С физической энтропией она имеет лишь математические, хотя и весьма интересные аналогии. Тезис об «информации как мере организованности» мне непонятен, как и основанные на нем философемы.

ж) Лишь с натяжкой можно было бы назвать кибернетику «частью математики». Положение здесь аналогично с теорией вероятностей: в рамках чистой математики теория вероятностей может восприниматься как частная глава теории меры или теории булевских алгебр, но действительное ее значение этим очень мало разъясняется. На самом деле теория вероятностей занимает видное самостоятельное положение как наука о реальных стохастических (вероятностных) связях между явлениями. По-видимому, настало время между конкретными естественными и социальными науками, классифицируемыми по отдельным кругам реальных явлений (механических, химических, биологических, экономических и т. п.), и математикой найти место для наук, имеющих дело с такими категориями, как случайность и вероятность (в реальном понимании этого слова), причинность, информация, связь, игра, стратегия и т. п., применимыми в весьма различных предметных областях, но не обладающими отвлеченностью собственно чисто математических понятий.

20 января 1957 г.

Проект начала статьи для БСЭ

Кибернетика — научное направление, имеющее своей основной задачей построение общей теории способов хранения, передачи и переработки «информации» в машинах и живых организмах. В качестве науки, или научной дисциплины с определенной системой основных понятий и подразделений К. находится еще в стадии формирования. После того, как Шенноном была введена естественная мера «количества информации», сложилась под названием *информации теории* (см.) элементарная часть К., посвященная способам хранения информации в «запоминающих устройствах» и передачи информации по «каналам связи». (Первое систематическое изложение в работе Шеннона «Математическая теория сообщений», 1948.) Более широкий замысел К. в целом был параллельно развит Винером и впервые изложен в его книге «Кибернетика» (1948). В управляющих системах (машинах или живых органах) информация, поступающая в виде «сообщений», отражающих состояние внешнего мира и объекта управления, перерабатывается в информацию, выдаваемую в форме «приказов», обуславливающих оп-

ределенные воздействия на объект управления. В вычислительных машинах и в процессах человеческого мышления сообщения, выражающие логические определения и суждения, подвергаются глубокой переработке, в результате которой вырабатываются сообщения, выражающие новые суждения, являющиеся следствиями принятых определений и суждений. Общее исследование способов такой более глубокой переработки информации и составляет содержание высших разделов К.

Н. Винер определяет К. как науку об управлении и связи в животных и организмах. Это определение соответствует данному в начале статьи, если слово «управление» понимать в достаточно узком смысле определенной системы переработки поступающих в управляющий орган (управляющее устройство) сообщений в приказы. При этом вне сферы ведения К. остаются «цели», преследуемые управлением, в случае сознательной человеческой деятельности — К. изучает лишь способы осуществления заданной системы соответствий между сообщениями и приказами. Вне сферы К. остаются и способы осуществления выработанных приказов с точки зрения затрачиваемой энергии, размеров «исполнительных элементов» и т. п. Последнее ограничение создает возможность рассматривать в К. с общей точки зрения управление процессами весьма различной природы.

Техническая кибернетика (кибернетика машин) могла выделиться в самостоятельную науку лишь тогда, когда задача восприятия необходимых для управления сообщений и их преобразования в приказы приобрела самостоятельный интерес. В теории центробежного регулятора скорости вращения еще нет ничего специфически кибернетического — это задача традиционной механики.

В теории простейшего копировального механического устройства, пантографа, — тоже нет еще ничего специфически кибернетического. Но в случае автоматического станка, обрабатывающего сложную деталь по программе, вырабатываемой счетно-решающим устройством на основании считывания необходимых данных (скажем, при помощи фото-элемента) с чертежа, кибернетические задачи преобразования информации получают значительную самостоятельность по отношению к задаче рационального устройства и работы исполнительных элементов (резцов и т. п.).

24.01.57.

А. Н. Колмогоров

Автоматы и жизнь¹

Часть первая

1. Общеизвестен интерес к вопросам:

Могут ли машины воспроизводить себе подобных и может ли в процессе такого самовоспроизведения происходить прогрессивная эволюция, приводящая к созданию машин, существенно более совершенных, чем исходные?

Могут ли машины испытывать эмоции?

Могут ли машины хотеть чего-либо и сами ставить перед собой новые задачи, не поставленные перед ними их конструкторами?

Иногда пытаются обосновать отрицательный ответ на подобные вопросы при помощи:

а) ограничительного определения понятия «машина»,

б) идеалистического толкования понятия «мышление», при котором легко доказывается неспособность к мышлению не только машин, но и человека².

2. Существует более традиционная и простая форма этого вопроса: Возможно ли создание искусственных живых существ, способных к размножению, прогрессивной эволюции, в высших формах обладающих эмоциями, волей и мышлением вплоть до самых тонких его разновидностей?

3. Точное определение всех входящих в поставленный сейчас вопрос понятий не вполне тривиально. Однако на естественно-научном уровне строгости такое определение возможно. Лица, отрицающие такую возможность, неизбежно приводятся к солипсизму.

4. Создание высокоорганизованных живых существ превосходит возможности техники сегодняшнего дня. Если технические трудности будут преодолены, то вопрос о практической целесообразности осуществления соответствующей программы работ будет еще, по меньшей мере, спорным.

5. Однако важно отчетливо понимать, что в рамках материалистического мировоззрения не существует никаких состоятельных принципиальных аргументов против положительного ответа на наш вопрос. Этот положитель-

¹ Тезисы доклада, прочитанного акад. А. Н. Колмогоровым 6 апреля 1961 года на методологическом семинаре механико-математического факультета МГУ.

² «Математическое возражение» по классификации А. Тьюринга в книжке «Может ли машина мыслить?».

Опубликовано в бюллетене «Машинный перевод и прикладная лингвистика», 1961, № 6, с. 3–8.

ный ответ является современной формой положений о естественном возникновении жизни и материальной природе сознания.

6. Несомненно, что переработка информации и процессы управления в живых организмах построены на сложном переплетении:

- а) дискретных (цифровых) и непрерывных механизмов,
- б) детерминистического и вероятностного принципов действия.

7. Однако дискретные механизмы являются ведущими в процессах переработки информации и управления в живых организмах. Не существует состоятельных аргументов в пользу принципиальной ограниченности возможностей дискретных механизмов по сравнению с непрерывными.

8. Принципиальная возможность полноценных живых существ, построенных полностью на дискретных (цифровых) механизмах переработки информации и управления, не противоречит принципам материалистической диалектики. Противоположное мнение может возникнуть у специалистов по философии математики лишь потому, что они привыкли видеть диалектику лишь там, где появляется бесконечное. При анализе явлений жизни существенна не диалектика бесконечного, а диалектика большого (чисто арифметическая комбинация большого числа элементов создает и непрерывность и новые качества).

Часть вторая

9. Несмотря на сказанное в первой части, в распространенном движении против «преувеличения кибернетики» есть и здоровая сторона. Реальными распространенными недостатками обобщающей литературы и отдельных работ по кибернетике являются:

а) упрощенное представление о механизмах переработки информации и управления в живых организмах и, особенно, в области высшей нервной деятельности человека,

б) пренебрежение опытом исследования этих механизмов, накопленным до возникновения кибернетики как отдельной науки.

10. Если первый из этих недостатков «исправляется на ходу» (в процессе работы несостоятельность упрощенных представлений обнаруживается), то второй недостаток требует систематической борьбы с ним, в частности, при планировании подготовки молодых специалистов.

11. В области высшей нервной деятельности человека кибернетика пока освоила лишь:

а) механизм условных рефлексов в его простейшей форме (см. работы по «математической теории обучения»),

б) механизм формального логического мышления.

Но условные рефлексы свойственны всем позвоночным, а логическое мышление возникло лишь на самой последней стадии развития человека. Все предшествующие формальному логическому мышлению виды синтетической деятельности человеческого сознания, выходящие за рамки простейших условных рефлексов, пока не описаны на языке кибернетики.

12. В развитом сознании современного человека аппарат формального мышления не занимает центрального положения. Это скорее некоторое

«вспомогательное вычислительное устройство», запускаемое в ход по мере надобности. Так как, с другой стороны, обычные схемы теории условных рефлексов дают очень мало для понимания высших разделов эмоциональной жизни человека или, скажем, творческой интуиции ученого, то следует признать, что кибернетический анализ работы развитого человеческого сознания в его взаимодействии с подсознательной сферой еще не начат.

13. Рассматриваемые в кибернетических работах примеры художественного творчества и восприятия и их моделирование на машинах (компилирование музыкальных мелодий из отрывков по четыре-пять нот, взятых из нескольких десятков введенных в машину прежних мелодий и т. п.) поражают своей примитивностью, в то время как в «некибернетической» научной литературе формальный анализ художественного творчества уже давно достиг высокого уровня. Это лишь один из примеров примитивного уровня гуманитарных интересов кибернетиков, повышение его необходимо, если ставить перед собой всерьез задачу понимания с позиций кибернетики действительной сложности психической жизни человека.

14. Объективное изучение в терминах кибернетики некоторых наиболее тонких видов творческой деятельности человека может уже в ближайшем будущем получить большое практическое значение. Вот пример, наиболее близкий математикам. Общеизвестно, что карандаш и бумага необходимы математику в процессе интуитивных творческих поисков. Вместо полностью выписанных формул, иногда на бумаге появляются их предположительные схемы с незаполненными местами, несколько линий и точек изображают фигуры в многомерном или бесконечномерном пространстве, иногда знаками обозначается ход перебора вариантов, сгруппированных по принципам, которые перестраиваются в ходе перебора и т. д. Вполне возможно, что вычислительные машины с надлежащим устройством ввода и вывода данных, могли бы быть полезны уже на этой стадии научной работы. Естественно, что разработка методики такого употребления машин предполагает предварительное объективное изучение процесса творческих поисков ученого.

15. Некоторые другие направления объективного изучения механизма творческой деятельности человека могут и не получить в ближайшее время практических применений³. Однако, серьезное объективное изучение высшей нервной деятельности человека во всей ее полноте представляется мне необходимым звеном в утверждении материалистического гуманизма. Развитие науки многократно приводило к разрушению привычных для человека иллюзий, начиная с утешительной веры в личное бессмертие. На стадии полужнания и полупонимания эти разрушительные выводы науки становятся аргументами против самой науки, в пользу иррационализма и идеализма. Дарвиновская теория происхождения видов и павловское объективное изучение высшей нервной деятельности неоднократно изображались как принижающие высшие стремления человека к созданию моральных и эстетических идеалов. Аналогично, в наше время страх перед тем,

³ Во всяком случае, мои личные опыты внесения идей кибернетики в стиховедение не имеют цели помогать поэтам писать стихи.

как бы человек не оказался ничем не лучше «бездушных» автоматов, делается психологическим аргументом в пользу витализма и иррационализма⁴.

Полное же понимание механизма высшей нервной деятельности человека должно, по моему убеждению, разрушить самый источник страха, заменив его удивлением перед результатами уже упоминавшейся диалектики большого⁵.

В. М. Глушков

О некоторых задачах вычислительной техники и связанных с ними задачах математики

Огромный прогресс науки и техники в XX ст. вызвал резкое увеличение потребностей в различного рода вычислениях. Задачи, требующие для своего решения многих миллионов арифметических операций над многозначными числами, стали в настоящее время довольно обычным явлением. На очередь дня поставлены задачи с миллиардами операций. Появление таких задач предъявляет высокие требования к вычислительной технике, и, прежде всего, требование полной автоматизации процесса вычислений.

Современная вычислительная техника располагает тремя основными видами автоматических вычислительных устройств: машинами непрерывного действия, счетно-аналитическими машинами и цифровыми машинами с программным управлением. Каждое из этих устройств имеет свои пре-

⁴ Страусовский аргумент в терминологии Тьюринга.

⁵ Поэт может вложить в «сообщение» из 400 печатных букв (сообщение чисто «цифровой» природы, несущее информацию порядка 10^3 «бит», т. е. количественно ничтожную с точки зрения современной техники) целый мир чувств, который справедливо признается неподдающимся «формализации» в понятиях, и создать с такими скромными средствами «канал связи» непосредственного эмоционального общения со своими современниками и потомками, раскрывающий, разрывая ограничения пространства и времени, его неповторимую индивидуальность. Замечу, что мнение о «неповторимости» не противоречит арифметике. Число возможных русских стихотворений из 400 букв имеет порядок 10^{100} .

имущества и недостатки. Так, машины непрерывного действия, имеющие большую скорость и относительно высокую надежность в работе, обладают вместе с тем малой точностью и приспособлены для решения лишь сравнительно узкого круга задач. Счетно-аналитические машины обладают высокой надежностью и практически неограниченной точностью вычислений, но в то же время имеют недостаточную гибкость и быстродействие. Наконец, цифровые (электронные) машины с программным управлением, сочетая высокую точность и огромную скорость работы с универсальностью применений, требуют больших затрат труда квалифицированных математиков (программистов) и пока все еще весьма дороги в эксплуатации. В соответствии с этим каждый из названных видов автоматических вычислительных устройств имеет свою область применения. Машины непрерывного действия служат главным образом для решения с небольшой степенью точности научных и технических задач, сводящихся к тем или иным типам дифференциальных уравнений. В случае необходимости решения тех же задач с высокой степенью точности, а также для решения большого числа других математических и логических задач с относительно небольшим количеством исходных данных и со значительным объемом действий над этими данными с успехом применяются цифровые машины с программным управлением. Наконец, счетно-аналитические машины, обладающие в целом гораздо меньшими возможностями, чем универсальные цифровые машины, оказываются хорошо приспособленными для обработки статистических данных, а также для различного рода бухгалтерских и планово-экономических расчетов.

Таким образом, в настоящее время имеется необходимость развивать и использовать все виды автоматических вычислительных устройств. Вместе с тем нельзя не видеть, что наиболее перспективными являются электронные цифровые машины с программным управлением. По мере их развития и совершенствования они будут занимать все большее и большее место среди других вычислительных машин. Однако даже простейшие вычислительные средства (таблицы, номограммы, арифмометры и т. п.), по-видимому, еще долго не утратят своего значения и, во всяком случае сегодня, нуждаются в дальнейшей разработке и совершенствовании.

Следует отметить, что число высококвалифицированных специалистов в области вычислительной математики и вычислительной техники продолжает оставаться крайне недостаточным. Поэтому широкое внедрение современных вычислительных машин и всемерное расширение круга лиц, занимающихся вычислительной техникой и вычислительной математикой, представляет собою важнейшую научно-организационную задачу. При решении этой задачи нужно иметь в виду, что одним из основных путей пополнения кадров специалистов в области вычислительной техники и вычислительной математики в ближайшие годы будет переквалификация специалистов, работающих в смежных областях науки и техники.

Переходя к собственно научным задачам, я остановлюсь лишь на тех из них, которые связаны с электронными цифровыми машинами, выделив три основные группы таких задач.

Первую группу составляют задачи дальнейшего усовершенствования и развития электронных цифровых машин с установившимися в настоящее время операционно-адресными принципами управления. Важнейшей из таких задач является задача построения оперативных быстродействующих запоминающих устройств с простым управлением, позволяющих запоминать десятки и даже сотни миллионов двоичных цифр. Решение этой задачи подняло бы всю вычислительную технику на качественно новую ступень, позволив, в частности, с помощью применения более совершенных методов автоматизации программирования свести к минимуму работу программистов. Огромные перспективы открылись бы для различных неарифметических применений электронных вычислительных машин (автоматический перевод, управление производственными процессами и т. п.).

Основными видами оперативных запоминающих устройств, используемыми в настоящее время, являются ламповые регистры, электровакуумные трубки, различного рода линии задержки (включая магнитный барабан), диодно-конденсаторная память и память на магнитных матрицах. Из этих систем памяти линии задержки обладают относительно малым быстродействием и могут использоваться в качестве оперативной памяти лишь в сравнительно медленных машинах. Из остальных систем наиболее перспективной считается обычно память на магнитных матрицах. Однако, хотя этот вид памяти и будет, несомненно, основным для машин ближайшего будущего, все же некоторые присущие ему недостатки (большая величина токов перемагничивания и связанная с этим сложность управления) заставляют искать другие пути для решения поставленной выше задачи.

Несмотря на то, что применяемые на многих действующих машинах системы памяти на электронно-лучевых трубках в настоящее время сильно устарели, сам принцип коммутирования элементов памяти с помощью управляемого электронного луча далеко не исчерпал своих возможностей. О том, что это действительно так, свидетельствует хотя бы сообщение о разработанной в США так называемой сотовой памяти, использующей для записи и чтения информации весьма тонкий электронный луч в сочетании с системой микроскопических конденсаторов, образуемых металлическими вкраплениями в диэлектрике. Эта система позволяет запоминать до 800 000 двоичных цифр на площади в 1 кв. дюйм и знаменует собой несомненный качественный скачок в возможностях быстродействующих запоминающих устройств. Еще большие возможности открывает сочетание ферро-электрических матриц с управляемыми электронными лучами; такое сочетание дает возможность разработать относительно простые быстродействующие запоминающие устройства на многие сотни миллионов двоичных цифр.

Второй важной задачей является дальнейшее увеличение быстродействия электронных цифровых машин, что может быть достигнуто прежде всего путем увеличения скорости работы отдельных их элементов. В ряде случаев большой эффект может быть получен за счет улучшения логических схем, позволяющего избежать значительного повышения частоты работы отдельных наиболее узких мест машины. Другими путями повышения быстродействия являются совмещение операций во времени (напр.,

выполнение арифметических действий во время ввода данных) и дублирование медленно работающих частей машины.

Признавая всю важность задачи повышения скорости работы электронных цифровых машин, следует отметить опасность превращения быстродействия в самый важный и чуть ли не единственный критерий качества машины. Не нужно забывать, что в отличие, например, от ускорителей заряженных частиц, увеличение скорости вычислительных машин в 2–3 раза не приводит к резкому изменению качественного эффекта применения, качественный скачок достигается лишь при весьма значительном увеличении быстродействия (в несколько сот или даже в несколько тысяч раз). Повышение быстродействия приводит, как правило, к усложнению машины, влекущему за собой, в свою очередь, удорожание и уменьшение надежности. Поэтому для решения весьма большого числа задач менее скоростные машины могут оказаться экономически более выгодными. Если, к тому же, учесть, что разработка высокоскоростных машин затягивается часто на многие годы, отвлекая значительные научные и производственные силы, то следует признать необходимым наряду с рекордными по скорости машинами разрабатывать и строить также более медленные, но зато значительно более дешевые и надежные машины. Вместе с тем имеется потребность в некотором, сравнительно небольшом, числе весьма быстродействующих электронных цифровых машин для решения уникальных задач, насчитывающих многие миллиарды операций.

Чрезвычайно большое значение имеет задача повышения надежности электронных цифровых машин. Один из путей решения этой задачи состоит в разработке и использовании более надежных элементов. В связи с этим большую роль призваны сыграть полупроводниковые элементы, решающие одновременно и другую важную задачу – уменьшение габаритов машин и значительное снижение потребляемой ими мощности. Другим, более интересным, с точки зрения математиков, способом повышения надежности является построение надежно работающих схем из сравнительно мало надежных элементов. В этом направлении сделаны пока лишь первые шаги. Наиболее простое решение состоит в удвоении или даже утроении основных узлов машины – арифметического устройства, устройств управления, памяти, вводных и выводных устройств. По такому пути пошла, например, американская фирма ИБМ, разработавшая для системы противовоздушной обороны «Сейдж» электронную цифровую машину AN/FSQ-7. Эта машина имеет 58 000 электронных ламп, все ее основные узлы дублированы. Гораздо более интересно, но вместе с тем и значительно труднее разработать такие схемы, в которых достаточно экономным образом осуществлялась бы автоматическая замена вышедших из строя элементарных ячеек. Возможно, что такие схемы потребуют значительного отступления от принятых в настоящее время принципов построения электронных цифровых машин.

С проблемой надежности машины тесно связан вопрос о контроле за ее работой. Контроль может осуществляться с помощью как особых контрольных устройств, так и набора специальных тестовых программ. Задача состоит в том, чтобы разработать такие методы автоматического контроля, которые позволяли бы локализовать место неисправности с точностью

до отдельной элементарной ячейки. При решении этой задачи необходимо разработку схемы машины вести одновременно с разработкой системы тестовых программ и вводить, в случае необходимости, такие изменения в схему, которые позволяли бы распознавать неисправную ячейку с помощью соответствующего набора тестов.

Большое значение имеет правильный выбор системы элементарных операций, реализуемых в машине. Он должен основываться на детальном статистическом анализе большого числа задач с тем, чтобы обеспечить не только универсальность применений машины, но и возможно более простую (с точки зрения программирования) реализацию чаще всего встречающихся операций. Вместе с тем необходимо уже сейчас думать об известной стандартизации наборов элементарных операций в универсальных машинах, чтобы можно было осуществить универсальное программирование независимо от типа машины.

В связи с ростом числа действующих электронных цифровых машин все большую актуальность приобретают задачи возможно более полной автоматизации программирования с тем, чтобы свести к минимуму первоначально вводимую в машину информацию. На пути решения этой задачи в настоящее время достигнуты известные успехи, с одной стороны, в результате создания библиотек стандартных программ, с другой – за счет предложенного А. А. Ляпуновым операторного метода и разработанных на его основе универсальных программирующих программ. Принципиально возможно достигнуть такого уровня автоматизации программирования, при котором первоначально вводимая в машину информация сводилась бы, например, к закодированному тем или иным способом уравнению и кратким словесным указаниям о методе его решения. Наиболее целесообразным способом решения подобной задачи является, по-видимому, разработка системы специализированных программирующих программ и особой программы, обеспечивающей поиск и выбор нужной программирующей программы. Необходимо отметить, что возможность достижения указанного высокого уровня автоматизации программирования упирается в проблему построения быстродействующей памяти весьма большого объема. Однако соответствующие математические вопросы можно и нужно разрабатывать, не дожидаясь окончательных технических решений.

В связи с чрезвычайной сложностью современных электронных цифровых машин огромное принципиальное и практическое значение приобретает задача автоматизации синтеза и расчета таких машин. Известные в настоящее время методы формального синтеза управляющих и вычислительных схем являются с практической точки зрения весьма несовершенными. Основной недостаток этих методов, например метода переключательных функций и минимизирующих карт, заключается, во-первых, в произвольности критерия минимизации схем, а во-вторых (и это главное), – в игнорировании реальных условий работы схемы, в частности, переходных процессов. Нетрудно понять, что при таком подходе к делу достигнутая в результате формального синтеза минимизация может оказаться фиктивной, ибо построенная схема не будет удовлетворять необходимым техническим требованиям (крутизна фронтов, мощность импульсов и т. п.). В результате

для технической реализации схемы ее нужно будет дополнить формирователями, катодными повторителями и другими дополнительными устройствами, которые сведут на нет достигнутую первоначально минимизацию. Наоборот, схема, не являющаяся минимальной с чисто логической точки зрения, может в результате учета всех технических факторов оказаться наилучшей. Таким образом, задача состоит в том, чтобы найти такие методы формального синтеза электронных управляющих схем и алгоритмы их минимизации по рационально выбранным критериям, которые учитывали бы реальные условия работы схемы.

Более простой, но тоже чрезвычайно важной задачей является разработка рациональных методов радиотехнического расчета уже выбранных схем электронных вычислительных машин в целом (а не только поэлементно) с учетом возможных отклонений от номиналов отдельных элементов схемы (сопротивлений, конденсаторов и т. п.). Ясно, что такой расчет, а тем более расчет, соединенный с синтезом и минимизацией, потребует выполнения огромного числа арифметических и логических операций. В связи с этим возникает задача постановки таких расчетов на универсальные электронные цифровые машины. Решение этой задачи дало бы громадный эффект, намного сократив сроки разработок новых вычислительных машин и значительно улучшив их качество.

Имея в виду возможность случайных сбоев в работе отдельных ячеек машины, представляется целесообразным при синтезе схем в качестве одного из исходных параметров иметь требуемый коэффициент надежности машины, а в синтезирующем алгоритме предусмотреть необходимость обеспечения заданной надежности. Большое значение в связи с такой постановкой вопроса имеют работы Дж. Неймана по вероятностной логике.

Вторая группа задач связана с поиском новых принципов построения электронных цифровых машин. Особое значение приобретает здесь задача детального изучения механизма высшей нервной деятельности, в частности, процесса образования понятий и их связи с языком. Как известно, механизм действия современных цифровых машин с программным управлением весьма сильно отличается от работы человеческого мозга. Не подлежит сомнению, например, что в мозгу нет ничего похожего на арифметическое устройство последовательного, а тем более параллельного действия. Говоря не вполне точно, машина сводит логические операции к арифметическим, тогда как в мозгу это происходит как раз наоборот. Поэтому, намного превосходя человека в скорости выполнения арифметических операций, машина не имеет столь же значительного превосходства над ним в скорости выполнения операций логического характера. В свете всего сказанного становится ясным огромное практическое значение глубокого проникновения в закономерности работы мозга. Ведь, познав хотя бы некоторые важнейшие из таких закономерностей и реализовав их в той или иной мере на основе электронных схем, можно рассчитывать получить машины, гораздо более приспособленные к выполнению сложных логических операций, чем любая современная вычислительная машина. В случае необходимости производить громоздкие расчеты, такая машина могла бы сопрягаться с электронным арифмометром какого-нибудь из существующих в настоящее время типов. Следует отметить, что

для некоторых специальных целей, связанных с неарифметическими применениями (перевод, библиографическая работа и т. п.), по-видимому, уже сейчас целесообразно строить универсальные машины без арифметических устройств в настоящем смысле этого слова. В случае необходимости такие машины могли бы выполнять и арифметические операции с помощью введенных в их запоминающие устройства таблиц сложения и умножения однозначных десятичных чисел.

Большое значение для создания новых принципов построения цифровых машин имеет рассмотрение различных идеализированных схем машин Тьюринга и особенно конечных автоматов. В частности, для практических приложений представляет интерес исследование возможностей машины Тьюринга, у которой бесконечная лента заменена кольцевой (идеализированный магнитный барабан). Для такой «финитизированной машины Тьюринга» желательно разыскать и запрограммировать алгоритмы, позволяющие находить первоначальное заполнение ленты по заданным во времени потокам входной и выходной информации. Принципиальный интерес представляет также исследование автоматов со случайными элементами, начатое Муром, Шенноном и др.

Решение всех этих задач требует дальнейшего развития аппарата математической логики, особенно теории алгоритмов. Представляется целесообразным, в частности, пересмотр марковской теории нормальных алгоритмов с точки зрения приближения их к тем алгоритмам, которые фактически реализуются в цифровых машинах. Некоторые предварительные соображения по этому поводу были недавно высказаны Л. А. Калужниным.

Третья и последняя группа задач, на которой я хочу остановиться, связана с использованием уже существующих и перспективных вычислительных устройств. Из задач этой группы особый интерес представляет задача программирования поиска доказательства новых теорем в тех или иных областях математики. Для всякого, кто знаком с возможностями электронных цифровых машин, ясно, что в этой задаче нет ничего принципиально невозможного, однако при практическом ее решении обнаруживается целый ряд трудностей. Дело, прежде всего, в том, что цепи умозаключений, составляющие доказательство, будучи разложены на элементарные акты, оказываются, как правило, весьма длинными, поэтому для бессистемного поиска требуется огромное число проб, превышающее в сколько-нибудь интересных случаях возможности машины. Задача состоит в том, чтобы отыскать и запрограммировать стратегию поиска, позволяющую заранее отбросить подавляющее большинство комбинаций, которые заведомо не могут привести к цели. Такая стратегия призвана заменить то, что принято называть математической интуицией. Она должна, разумеется, использовать сильную сторону машин, заключающуюся в более быстром по сравнению с человеком просмотре тех или иных вариантов. Благодаря этому последнему обстоятельству машинная стратегия может быть более грубой, чем обычная человеческая интуиция, и оставлять большую область для окончательных поисков. Это, в свою очередь, позволяет надеяться, что машина может существенно расширить возможности человека в области установления новых математических (да и не только математических) фак-

тов. Немного фантазируя, можно говорить о том времени, когда плодотворная творческая работа в области математики и других точных наук без применения электронных вычислительных машин будет невозможной, а успех исследования будет определяться прежде всего его искусством в программировании стратегии научного поиска.

Важное значение имеет также задача программирования различных неарифметических (точнее, не вполне арифметических) методов вычислительной математики, например, аналитических методов решения дифференциальных уравнений, интегрирования в конечном виде и т. п. Одна из простейших задач такого рода – машинное дифференцирование, использующее таблицу дифференцирования простейших элементарных функций, – была недавно решена на малой электронной машине Академии наук СССР.

Одной из самых актуальных задач является применение электронных цифровых машин для управления производственными процессами. Решение этой задачи на современном этапе требует больших усилий как от инженеров, которые должны создать надежные, экономичные и малогабаритные типы электронных цифровых машин, так и от математиков, которые должны заняться изучением и программированием процессов управления различными производственными объектами. Особый интерес представляет программирование самонастраивающихся и «самообучающихся» процессов. В связи с тем, что управляющие машины являются по существу однопрограммными, большое значение приобретает задача построения алгоритмов для преобразования программ и для их минимизации. Ясно, что для управляющих машин, повторяющих одну и ту же программу десятки, а тем более сотни тысяч раз за короткое время, уменьшение программы даже на одну команду может дать заметный эффект. Минимизация сколько-нибудь сложных программ представляет собою, разумеется, нелегкое дело. Выход из положения и в этом случае может быть найден в постановке задачи минимизации на универсальные электронные вычислительные машины.

Существенное значение для дальнейшего развития вычислительной техники имеет вопрос о сочетании машин дискретного счета с машинами непрерывного действия. Одним из примеров возникающих здесь математических задач может служить хотя бы задача использования грубого решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений, полученного на машине непрерывного действия, для максимального ускорения процесса нахождения точного ее решения на машине дискретного счета.

Появление электронных цифровых машин с программным управлением привело к изменению взгляда на предмет и методы всей вычислительной математики. В состав предмета вычислительной математики теперь естественно включать всю теорию программирования, благодаря чему устанавливаются прочные связи между вычислительной математикой и математической логикой. Что же касается методов, то и здесь электронные цифровые машины внесли много существенных изменений: значение методов, использующих тригонометрические ряды, уменьшилось; наоборот, для статистических методов (методов Монте-Карло) появление электронных цифровых машин означало фактически второе рождение; сильно возросло

значение итерационных методов. Переоценка всего арсенала средств вычислительной математики с точки зрения возможностей современной вычислительной техники еще не окончилась. Быстрейшее завершение этого процесса, наряду с разработкой новых методов, наиболее полно использующих возможности электронных цифровых машин, представляет собой важнейшую задачу вычислительной математики на современном этапе. Особенно большое значение имеет разработка новых эффективных методов решения многомерных задач математической физики.

Не менее важна задача всестороннего исследования новых методов, изобретаемых и применяемых (часто без достаточного обоснования) в процессе повседневной текущей работы действующих вычислительных центров.

Лаборатория вычислительной техники Института математики АН УССР в настоящее время также имеет ряд таких эмпирически найденных методов. Необходимо провести большую и кропотливую работу по сравнению различных методов с точки зрения объема и точности вычислений, а также относительной сложности программирования.

Интересным, с точки зрения машинной математики, является также и вопрос о таблицах. Как известно, таблицы тригонометрических функций, например, для электронных цифровых машин, практически не имеют ценности, ибо машине проще и быстрее посчитать значение тригонометрической функции с помощью какого-нибудь аналитического выражения (например, разложения в степенной ряд), чем искать это значение по таблицам. Вместе с тем в ряде случаев пользование таблицами может оказаться целесообразным. Более того, не исключена возможность, что при использовании машин окажутся выгодными новые виды таблиц. В качестве примера можно указать на задачу составления таблиц коэффициентов чебышевских приближений в том или ином классе задач.

В заключение кратко остановлюсь на работе в области вычислительной техники и вычислительной математики на Украине. В 1948–1951 гг. под руководством С. А. Лебедева в лаборатории вычислительной техники АН УССР была построена первая в Советском Союзе электронная цифровая машина (МЭСМ). В последующие годы коллективом лаборатории была сооружена специализированная цифровая машина для решения систем линейных алгебраических уравнений и выполнен ряд работ по применению электронных цифровых машин в народном хозяйстве. В настоящее время в лаборатории разрабатывается большая универсальная цифровая электронная машина «Киев» со скоростью около 5 000 умножений 40-разрядных двоичных чисел в секунду и повышенной надежностью. По инициативе Б. В. Гнеденко начата и успешно проводится исследовательская работа в области программирования (программирующая программа, использование статистических методов и т. п.). Большая работа по теории чебышевских приближений проводится в Институте математики АН УССР под руководством Е. Я. Ремеза.

Совещание по кибернетике у А. А. Ляпунова 17.02.1957 г.

За те годы, что я был студентом механико-математического факультета МГУ (с осени 1947 г. по лето 1952 г.), у меня выработалась привычка записывать лекции, распространившаяся впоследствии на доклады, обсуждения и т. п. Мне казалось (скорее всего, ошибочно), что так я лучше усваиваю суть происходящего. Поэтому на различных совещаниях я иногда вёл нечто вроде протоколов – исключительно для самого себя. Сказанное необходимо, чтобы объяснить возникновение публикуемого ниже текста: это один из таких «протоколов для себя». Я писал его 17 февраля 1957 г. во время совещания, которое А. А. Ляпунов проводил у себя на квартире. Текст, повторяю, писался только для себя, для опубликования не предназначался, никакой последующей обработке не подвергался и никому не показывался более сорока лет. Первым, кто его увидел, был Я. И. Фет – в связи с подготовкой настоящего сборника. Я с удовольствием подарил ему этот документ – два листа писчей бумаги обычного формата, исписанные с обеих сторон.

«Кибернетические встречи» на квартире А. А. Ляпунова – с гостеприимством его супруги Анастасии Савельевны, с чаем, сопровождавшимся неизменными бутербродами с толсто нарезанной колбасой, – памятны их участникам. Совещание 17.02.1957 – одна из таких встреч. Перед началом совещания Алексей Андреевич объявил, что присутствующие образуют некое расширение (возможно, нестрогое) руководящей коллегии университетского Кибернетического семинара (точный состав коллегии назван не был). Этот факт отражён в моём «протоколе» знаком теоретико-множественного включения.

В публикуемом ниже тексте список 20 участников совещания дан в том порядке, в каком они сидели вокруг стола.

В. А. Успенский

(\supseteq руководящая коллегия университетского семинара)

1. Ляпунов (Алексей Андреевич)
2. Шрейдер (Юлиус Анатольевич)
3. Малиновский (Александр Александрович)
4. Членов (Лев Григорьевич)
5. Тимофеев-Ресовский (Николай Владимирович)
6. Брайнес (Самуил Натанович)
7. Михайлов (Геннадий Александрович)
8. Явлинский (Натан Аронович)
9. Петровский (Александр Михайлович)
10. Бахметьев (Михаил Михайлович)

11. Гаазе-Рапопорт (Модест Георгиевич)
12. Полетаев (Игорь Андреевич)
13. Китов (Анатолий Иванович)
14. Любимский (Эдуард Зиновьевич)
15. Штаркман (Всеволод Серафимович)
16. Жинкин (Николай Иванович)
17. Гурфинкель (Виктор Семёнович)
18. Лупанов (Олег Борисович)
19. Цетлин (Михаил Львович)
20. Успенский (Владимир Андреевич)

- I. Явлинский – о машине ЛИПАН¹. Её готовы предоставить для нужд кибернетики.
- Ia. Жинкин – о синтезировании звука. Любимский – о создании групп программирования.
- II. Ляпунов. О создании математико-биологических групп.
- II₁. Жинкин – механизмы речи. Речь – передача информации. Проблема – где хранится словарь. Бывают словари и в других анализаторах. Происходит передача кода. Отбор звука, отбор слов. Соотношение между структурой звука и функцией. Классификация функций (нарушение отбора звуков и нарушение отбора слов).
- II₁₁. Тимофеев-Ресовский. Две задачи: 1) теоретическая – установление связи между управляющими системами вообще и управляющими системами речи (точнее, теоретическими представлениями о них).
2) практически-экспериментальная.
- II₁₂. Членов. Можно ли построить модель афазии. Ещё интереснее – нельзя ли поручить машине разобраться в огромном фактическом материале и классифицировать афазии.
- II₁₃. Тимофеев-Ресовский. Создать единую «кибернетическую» классификацию афазий.
- II₁₄. Полетаев. Человек говорит так, как слышит (постоянная обратная связь при говорении).
- II₁₅. Жинкин. Отвечает на вопросы: 1) Важность общей терминологии; 2) Анализировать афазии и строить машину; 3) Афазик слышит звуки вообще (стуки, например); можно выяснить, где у него теряется дифференцировка; 4) Ещё надо привлечь обучение иностранному языку. Срок обучения можно сократить.
- II₁₆. Гурфинкель. Заике подадут шум в уши и он перестанет заикаться.
- II₂. Гурфинкель. Проблема восстановления нарушенных функций. Здесь происходит поисковое движение – поиск наилучшего

¹ ЛИПАН – Лаборатория измерительных приборов АН СССР.– В. А. Успенский.

- варианта. Где хранится образ заученного движения, как он извлекается.
- П₃. Ляпунов. Пусть Жинкин делает доклад о механизме речи, а Членов – об афазии. Создать группу речи во главе с Жинкиным и Членовым. Ещё создать двигательную группу во главе с Гурфинкелем (рассчитывая на участие Николая Александровича Бернштейна). Генетико-эволюционная группа уже есть (Ляпунов и Тимофеев-Ресовский).
- П₄. Малиновский. Создать группу механики развития. Проблема моделирования болезней, имеющих характер автономного развития.
- П₄₁. Членов. Создать машину невропатолога. Ибо здесь – всё очень логически.
- П₄₁₁. Ляпунов. Составить диагностическую таблицу нервных болезней.
- П₅. Тимофеев-Ресовский. Итак, третья группа – онтогенетическая (Малиновский), четвёртая группа – неврологическая (Членов), пятая – микроэволюция и популяционная генетика – уже есть (Ляпунов с Тимофеевым-Ресовским).
- П₆. Брайнес. Интересны вопросы обучаемости и психологии поведения (работаем уже более полугодом вместе с Шрейдером).
- III. Ляпунов. Подготовка обращения в Президиум по поводу кибернетики. Создать группу подготовки текста. Ибо трудно вести работу только на энтузиазме (Тимофеев-Ресовский: всякая наука лишь на энтузиазме). Создать специальное учреждение нереально. Нужно работать по своим ведомственным учреждениям, но нужна координирующая комиссия.
- III₁. Тимофеев-Ресовский. Реально требовать комиссию по кибернетике при Президиуме АН СССР. Мы заинтересованы в минимальном участии Президиума – иначе всё обюрократится. Пять человек назвать, не требующих отдельных денег. В комиссию по составлению обращения – Ляпунова и противовес.
- III₂. Ляпунов. Составить комиссию – Полетаев, Китов и я. Начато издание трудов семинара в Гостехиздате (в редакции прикладной математики).
- IV. На фестивале² встреча по вопросам кибернетики, содействовать.
- V. ЛИПАН просил организовать лекции по кибернетике. Утверждается тематика лекций и лекторы. Застенографировать и издать.
- VI. Ещё разные запросы о докладах в разных местах. 12/III будет заседание Общества физиологов, посвящённое кибернетике. В Ленинградский дом литераторов, etc., etc.

² Имеется в виду VI Всемирный фестиваль молодёжи и студентов (проходил в Москве с 28 июля по 11 августа 1957 г.). – **В. А. Успенский**.

- VII. Надо налаживать рецензирование. Подготовлена книга «Кибернетика и физиология» – вроде бы безграмотная (автор – не-безызвестный Юрий Петрович Фролов, «павловец»).
- VIII. «Техника – молодёжи» готовит кибернетические номера. Курсанов, Вонсовский.

К п. 3 повестки заседания
Президиума АН СССР
10 апреля 1959 г.

Постановление Президиума Академии наук СССР (проект)

Об утверждении проекта перспективного
плана (записки) по проблеме «Общие
вопросы кибернетики»¹

Президиум Академии наук СССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Одобрить в основном проект записки по проблеме «Общие вопросы кибернетики».

¹ В архиве М. Г. Гаазе-Рапопорта сохранился машинописный вариант этой записки на двадцати трёх страницах. Интересно воспроизвести здесь список авторов записки. На с. 2 напечатано: «Составлено бригадой ученых и специалистов в составе: академик А. И. Берг – председатель Комиссии, д. ф.-м. н. А. А. Ляпунов – зам. председателя, к. ф.-м. н. М. Л. Цетлин – ученый секретарь» и далее перечисляются члены комиссии: «к. филол. н. Н. Д. Андреев, к. т. н. Ю. Я. Базилевский, д. ф.-м. н. В. М. Глушков, к. филол. н. В. В. Иванов, чл.-корр. АН СССР Л. В. Канторович, к. т. н. И. А. Полетаев, д. т. н. В. В. Солодовников, чл.-корр. АН СССР В. А. Трапезников, к. ф.-м. н. С. В. Яблонский». На обороте последней страницы данного экземпляра записки рукой А. И. Берга сделан карандашный набросок распределения этих и ряда других специалистов по различным направлениям кибернетических исследований. – **Сост.**

Из архива М. Г. Гаазе-Рапопорта.

2. Считать необходимым разработку проблемы «Общие вопросы кибернетики» проводить комплексно силами Отделений: Физико-математических, Технических, Химических, Биологических, Экономических, Философских и правовых наук, Литературы и языка.

3. Поручить Отделению физико-математических наук АН СССР в месячный срок окончательно отредактировать записку с учетом замечаний, высказанных на заседании Президиума АН СССР.

4. Утвердить руководителем проблемы академика А. И. Берга, заместителями руководителя д. ф.-м. н. А. А. Ляпунова, чл.-корр. АН УССР А. А. Харкевича.

5. Для научного руководства и координации работ по проблеме создать Научный совет по кибернетике. Утвердить представленный комиссией² состав Научного совета.

6. Поручить Научному совету по кибернетике в 1959 году разработать и представить в Бюро Отделения физико-математических наук перспективный план работ по проблеме «Общие вопросы кибернетики» на 1959–1965 г. г. и перечень необходимых мероприятий.

7. Возбудить ходатайство перед директивными органами об издании с 1960 г. журнала «Проблемы кибернетики» на базе сборника того же названия.

² Слова «Утвердить представленный комиссией» вписаны от руки вместо зачёркнутого «Поручить Бюро Отделения физико-математических наук совместно с Отделениями, перечисленными в п. 2 настоящего постановления, в 2-х недельный срок представить на утверждение Президиума АН СССР».— **Сост.**

**Протокол
совещания по организации в составе
Отделения физико-математических наук АН СССР
института с кибернетической тематикой**

25 июня 1960 г.

г. Москва

В работе совещания приняли участие Р. Л. Добрушин, В. В. Иванов, Н. А. Криницкий, Д. Г. Лахути, А. А. Ляпунов, А. А. Марков, И. А. Мельчук, Н. М. Нагорный, И. А. Полетаев, В. А. Успенский, С. К. Шаумян, А. М. Яглом.

Председательствующий *А. А. Марков*. Во вступительном слове отмечает, что целью настоящего совещания является рассмотрение вопросов, связанных с организацией в рамках ОФМН АН СССР института с кибернетической тематикой, и предлагает совещанию рассмотреть два вопроса:

1. Вопрос о профиле, составе и названии института;
2. Вопрос о порядке организации института.

В качестве возможных названий для института *А. А. Марков* предлагает обсудить названия «Институт кибернетики», «Институт семиотики», а в качестве возможного порядка организации – непосредственно создание института или предварительное создание отдела при каком-либо другом институте с последующим выделением отдела в самостоятельный институт.

Совещание принимает предложенную *А. А. Марковым* повестку дня.

Выступления

А. А. Ляпунов. Поддерживает идею создания института с кибернетической тематикой. В перспективном составе института предлагает предусмотреть секторы:

1. Математической кибернетики,
2. Анализа операций,

Протокол хранится в архиве В. А. Успенского вместе с сопроводительным письмом на имя А. И. Берга следующего содержания:

«Глубокоуважаемый Аксель Иванович!

Посылаем Вам протокол состоявшегося 25 июня сего года совещания инициативной группы по организации Института кибернетики.

Единодушное мнение участников совещания состоит в том, что существующая в настоящее время разобщенность усилий различных групп ученых, занимающихся разработкой проблем кибернетики, наносит большой вред развитию кибернетики в СССР и что создание Института кибернетики является необходимым условием для дальнейшего успешного развития кибернетики в нашей стране.

Участники совещания решили просить Вас, Аксель Иванович, предпринять по линии Научного совета по кибернетике усилия по созданию в составе Отделения физико-математических наук АН СССР Института кибернетики АН СССР».

3. Математической лингвистики,
4. Математической экономики,
5. Математической биологии,
6. Математической социологии

и

7. Научно-экспериментальный вычислительный центр.

Отмечает, что такой состав близок к структуре Научного совета по кибернетике при АН СССР. На ближайшее время предлагает ограничиться сокращенным составом института:

1. Сектор математической кибернетики,
2. Математико-лингвистический сектор,
3. Сектор анализа операций и математической экономики,
4. Биологическая группа,
5. Вычислительный центр.

Учитывая постановление Президиума АН СССР о создании Института семиотики АН СССР¹, А. А. Ляпунов предлагает создаваемый институт называть *Институтом семиотики и кибернетики*, отмечая, однако, некоторую нелогичность такого названия.

Говоря о порядке создания института, А. А. Ляпунов предлагает начать с организации в виде отдела при одном из институтов ОФМН ядра будущего института, а затем вливать в него работающие в различных учреждениях группы, добиваться помещения, вычислительной машины и т. д. Предполагается, что в этот отдел можно было бы включить следующие уже существующие группы:

1. Отдел кибернетики ОПМ МИАН,
2. Сектор структурной лингвистики ИРЯ АН,
3. Сектор структурной лингвистики ИС АН,
4. Сектор структурной и прикладной лингвистики ИЯ АН,
5. Группу Лаборатории электро моделирования ВИНТИ,
6. Группу, работающую в войсковой части 01153,
7. Группу машинного перевода ИТМиВТ АН,
8. Группу, работающую в Академии связи.

В качестве основного направления работы института А. А. Ляпунов предлагает считать исследования по:

1. Изучению информации точными методами,
2. Использованию информации в анализе операций и математической экономике.

В. А. Успенский. Считает, что семиотика не является частью кибернетики, поскольку изучение знаковых систем имеет самостоятельный интерес независимо от целей, в которых проводится это изучение. Что касается института семиотики, то выступающий хотел бы в будущем видеть его в составе следующих отделов:

1. Логической семиотики,

¹ Имеется в виду постановление Президиума АН СССР № 452 от 6 мая 1960 г. (см. § 9 публикуемой в настоящем сборнике статьи В. А. Успенского «Серебряный век структурной, прикладной и математической лингвистики...»). – **Сост.**

2. Математической лингвистики,
3. Стохастической семиотики,
4. Структурной лингвистики,
5. Теории алгоритмов и программирования,
6. Информационно-логических языков,
7. Документалистики

и

8. Вычислительного центра.

Такой институт можно было бы дополнить другими отделами кибернетического профиля. В. А. Успенский предлагает назвать создаваемый институт *Институтом семиотики и кибернетики*.

С. К. Шаумян. Разделяет мнение В. А. Успенского относительно того, что семиотика не является частью кибернетики. Поддерживает название *Института семиотики и кибернетики*. Высказывает опасение, что создание института первоначально в виде отдела при другом институте вызовет большие организационные трудности при последующем выделении в самостоятельный институт. Считает, что создаваемый институт должен включить в свою тематику исследования по логике науки.

Р. Л. Добрушин. Разделяет опасения С. К. Шаумяна, что создание института с промежуточной стадией в виде отдела при другом институте вызовет в дальнейшем трудности выделения. В структуре института предлагает разделить стохастические проблемы кибернетики от информационных проблем. Поддерживает название *Института семиотики и кибернетики*.

И. А. Полетаев. Считает, что создание института следует начать с выявления существующих проблем, подбора людей, способных решать эти проблемы, и уже потом провести создание соответствующей организационной структуры. Один из возможных путей организации института – это институт в виде отделов при других институтах. Считает, что вопрос о названии института не является слишком важным.

В. В. Иванов. Поддерживает предложение создавать институт непосредственно, без промежуточной стадии в виде отдела. Вопрос о названии не считает слишком существенным. Полагает, что лингвистов можно собирать в группы уже сейчас, а потом, когда будет возможность работать на машине, перевести в институт.

А. А. Ляпунов. Вновь предлагает начать создание института в виде отдела при каком-либо другом институте. Считает, что организацию такого отдела можно было бы провести в течение нескольких дней. Указывает на трудности, связанные с приобретением машины, а также на то, что подготовка задач для нее займет значительное время.

А. М. Яглом. Высказывает опасение, что создание института через отдел при другом институте может привести к появлению всего лишь одного нового отдела наряду с уже существующими. Считает, что процесс создания института должен начинаться не с выявления проблем, а с подбора людей с уже имеющейся проблематикой.

И. А. Мельчук. Отмечает, что группы лингвистов, сильно отклоняющиеся по характеру работы от общего профиля своих институтов, обычно не встречают поддержки у администрации. В настоящее время ощущается

острая нехватка сильных математиков-программистов, занимающихся проблемами машинного перевода. Объединяться лингвистическим группам имеет большой смысл лишь в том случае, если им в помощь будут приданы хорошие математики.

Н. М. Нагорный. Отмечает, что объединение групп лингвистов в рамках одного института способствовало бы ликвидации ряда трудностей: исчезли бы трения с администрацией, легче было бы привлечь к работе над лингвистической проблематикой математиков, проще было бы получать машинное время. По вопросу о порядке организации института считает, что следует с самого начала добиваться создания института.

А. А. Марков. Считает утверждение В. А. Успенского о том, что семиотика не является частью кибернетики, необоснованным, так как изучение знаковых систем подчинено вполне определенной цели. Семиотика является частью кибернетики, и притом центральной, так что название *Институт семиотики и кибернетики* является не только неправильным, но и вредным, поскольку указывает на потенциальную возможность разделения. Создаваемый институт должен называться *Институтом кибернетики*.

А. А. Марков. Подводит итог обсуждению вопроса о порядке организации института и предлагает избрать редакционную комиссию для формулировки предложений по созданию института.

Совещание избирает редакционную комиссию в составе *А. А. Маркова, А. А. Ляпунова, В. В. Иванова и Н. М. Нагорного*.

Председатель совещания
член-корр. АН СССР

(А. А. Марков)

Секретарь совещания

(Н. М. Нагорный)

Предложения по созданию Института кибернетики Академии наук СССР

В последние годы исследования кибернетических проблем получили в СССР значительный размах. Советскими учёными получены важные результаты в области теории алгоритмов, математической логики, теории управляющих систем, математической лингвистики, машинного перевода, теории информации, изучения процессов управления в природе и других областях

Из архива М. Г. Гаазе-Рапопорта. Авторство этих предложений не установлено.

кибернетики. Удельный вес работ по кибернетике среди научной продукции постоянно возрастает. Постоянно увеличивается и число научных работников, занимающихся постановкой и решением проблем кибернетики. Многие конкретные результаты в этой области кроме большой общенаучной ценности имеют первостепенное народнохозяйственное значение.

Ещё большее число проблем кибернетики ждёт своего решения. Решение многих из них внесло бы огромный вклад в дело осуществления программы комплексной автоматизации, намеченной решениями XXI съезда КПСС. Подробное изложение научной проблематики кибернетики и её практического значения дано в записке «Общие вопросы кибернетики», составленной Научным Советом по кибернетике АН СССР.

Вместе с тем следует отметить, что разработка проблем кибернетики в СССР до сих пор ведётся немногочисленными раздробленными группами и отдельными лицами, зачастую работающими в рамках учреждений с тематикой, далёкой от кибернетики, что оказывает отрицательное влияние как на разработку общетеоретических проблем кибернетики, так и на получение практически важных результатов. Не случайно некоторые проблемы кибернетики развиваются в СССР с большим запаздыванием по сравнению с соответствующими работами за рубежом, и исследования по ним ведутся на менее высоком научном уровне и с меньшей интенсивностью.

Поскольку кибернетика возникла на базе взаимодействия различных наук (математики, радиоэлектроники, логики, биологии, лингвистики, экономики и других), её успешную разработку в настоящее время может осуществить только единый научный коллектив, объединяющий в себе представителей всех соответствующих дисциплин. Только такой коллектив может обеспечить должную комплексность исследований в этой области и придать им надлежащий масштаб и размах. Во многих странах мира, в том числе и социалистических, для разработки проблем кибернетики созданы специальные институты. Постановлением Совета Министров СССР №1 от¹, постановлением Президиума АН СССР №1 от¹ и решением Конференции по применению математических методов в экономике, состоявшейся [4]–[8]² апреля 1960 года в Москве, предусмотрено создание Центра по машинному переводу, Института семиотики и Лаборатории по применению математических методов в экономике.

В связи с вышесказанным Научный Совет по кибернетике АН СССР считает необходимым создание в составе Отделения физико-математических наук АН СССР Института Кибернетики, осуществляющего проведение фундаментальных исследований по кибернетике и доведение их до практической реализуемости. Создание такого института явилось бы одновременным проведением в жизнь всех трёх упомянутых выше решений.

¹ Номера и даты постановлений в оригинале отсутствуют.– **Сост.**

² Даты проведения конференции в оригинале отсутствуют.– **Сост.**

Основной задачей Института Кибернетики должно явиться всестороннее исследование и разработка:

1. МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КИБЕРНЕТИКИ (теория алгоритмов и программирования, теория управляющих систем, теория информации, изучение процессов управления в природе);

2. ПРОБЛЕМ СЕМИОТИКИ (логическая семиотика, информационно-логические языки, математическая лингвистика, структурная лингвистика, стохастическая семиотика, машинный перевод);

3. ПРОБЛЕМ АНАЛИЗА ОПЕРАЦИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ (анализ экономических операций, машинное моделирование реальных процессов, теория массового обслуживания).

Необходимым условием успешного проведения исследований этого цикла является оснащение Института Кибернетики современной вычислительной техникой: универсальными цифровыми вычислительными машинами со специализированными устройствами для машинного перевода, экономических расчётов и т. п.

Создание Института Кибернетики АН СССР не исключает, а предполагает развитие исследований по применению кибернетики в других институтах, в том числе институтах технического, экономического, биологического и лингвистического профилей и др. Институт Кибернетики будет служить центром, разрабатывающим в основном общетеоретические проблемы кибернетики, являющиеся научной базой для работ по применению кибернетики в различных областях науки и производства.

А. А. Ляпунов

Проект тематики Института кибернетики

I. Математические вопросы кибернетики

а) Управляющие системы.

α) Методы синтеза и анализа, исследование возможностей.

β) Математические языки для описания управляющих систем.

γ) Специальные классы: контактные схемы, автоматы.

Из архива М. Г. Гаазе-Рапопорта.

б) Методы управления.

α) Методы принятия решений.

1. Методы массового обслуживания.
2. Методы линейного и динамического программирования.
3. Теория игр.

β) Способы осуществления решений.

1. Вопросы теории алгоритмов.
2. Теория программирования.

в) Теория информации.

α) Статистическая теория информации.

β) Комбинаторные вопросы теории кодирования.

II. Машинно-кибернетический эксперимент

а) Вопросы автоматизации программирования. Разработка методов программирования, синтезирующих возможности программирующих программ и стандартных программ: анализ задач, поступающих на машину, выделение ряда классов однотипных задач, построение программирующих программ с переменными блоками, приспособленных к расшифровке указанных языков.

б) Разработка методов машинного моделирования реальных процессов управления технологией и экономикой производства.

в) Разработка самоорганизующихся систем информационной службы: имеется хранилище справочных данных, поступают разнообразные запросы, сперва, анализируя запрос, система формирует программу для выработки информации, затем эта программа формирует ответ. Попутно изучается статистика запросов и усовершенствуется способ формирования ответов. Возможно использование макета системы для экспериментирования с алгоритмами формирования запросов.

г) Разработка методов построения алгоритмов для переработки информации при помощи машины. Сюда относятся: построение правил машинного перевода с помощью машины, эксперименты по установлению законов образования числовых таблиц и т. п. Общий принцип состоит в том, что предварительно человек расчленяет изучаемый процесс переработки информации на автономные достаточно обозримые куски. Затем для каждого из этих кусков подбирается набор примеров, в которых соответствующая переработка информации выполняется человеком с привлечением содержательных соображений. Анализируя эти примеры, машина конструирует строго формальные правила заранее описанного типа, с помощью которых будет выполняться по возможности такая же переработка информации.

д) Анализ теоретических схем обучения автоматов и их сопоставление с реальными процессами обучения.

е) Создание специальных приспособлений к машинам для увеличения возможностей машинно-математического эксперимента. Различные уст-

ройства для ввода и вывода информации, а также специальные устройства для перекодирования информации в пределах машинной системы.

ж) Разработка специальных методов совместной работы ряда машин, а также машин и людей.

з) Разработка методов моделирования процессов управления в живой природе на субклеточном, клеточном, организменном и неорганизменном уровнях.

III. Семиотика

а) Машинный перевод.

Разработка методов построения алгоритмов машинного перевода, разработка отдельных алгоритмов машинного перевода, машинные эксперименты с этими алгоритмами и их дальнейшее усовершенствование, получение экспериментальных переводов.

Разработка методов машинной реализации МП: методы программирования, математические языки для описания этих алгоритмов.

б) Информационные системы.

Разработка методов построения машинно-информационных систем, экспериментальная реализация таких систем в универсальных цифровых машинах, выяснение рациональных принципов построения информационных систем.

Разработка машинно-информационных языков и способов обращения с этими языками (перевода на информационный язык и с информационного языка).

в) Математическая лингвистика.

Изучение математических моделей языка и машинного перевода.

г) Лингвистические вопросы.

Участие в разработке принципов построения структурных грамматик и в работах по лингвистической статистике.

IV. Математическая биология

а) Изучение строения управляющих систем и процессов управления в живой природе.

Выработка единообразных методов описания строения управляющих систем живой природы, расчленения этих систем на автономные уровни, прослеживание эволюционной судьбы отдельных элементов управляющих систем, сопоставление с данными морфологии, систематики и филогении.

Предполагается изучение управления жизнедеятельностью на молекулярно-биологическом, субклеточном, организменном, популяционном и эволюционном уровнях.

Одна из основных задач состоит в том, чтобы изучить эволюцию управляющих систем живой природы.

Предполагается также изучение циркуляции информации в организмах и между организмами.

Целесообразно составление атласов циркуляции информации в живых организмах разных типов.

б) Подготовка объектов для машинного моделирования.

в) Экспериментально биологические работы, направленные на изучение способов передачи и переработки информации в живой природе.

V. Математическая экономика

а) Изучение потоков информации и процессов ее переработки в управлении народным хозяйством, работой предприятия или системы предприятий, технологическими процессами. Разработка методов математического описания этих процессов. Машинное моделирование этих процессов. Изучение принципов их автоматизации (такую работу целесообразно вести на небольшом числе конкретных объектов, допускающих некоторое экспериментирование).

б) Разработка математических методов планирования, оперативного управления и других случаев автоматического принятия оптимальных решений.

Эти работы целесообразно вести в тесном контакте с некоторыми практическими организациями и с организациями инженерного профиля, разрабатывающими технические средства автоматизации управления производством.

VI. Некоторые вопросы технической кибернетики

а) Разработка инженерных методов синтеза устройств, перерабатывающих информацию из элементов заданной природы.

Основным вопросом является здесь обеспечение надежности при условии заданных параметров, в том числе быстродействия.

б) Разработка устройств для совместной работы с живыми организмами.

А) Автоматы, обслуживающие врачебную деятельность.

Б) Управляющие устройства, допускающие корректировку человеком в реальном масштабе времени.

в) Разработка специальных приспособлений к машинам.

VII. Обслуживающие подразделения

а) Универсальная вычислительная машина, при ней отдел эксплуатации и отдел программирования.

б) Экспериментально-физическая лаборатория.

в) Экспериментально-биологическая лаборатория.

г) Фото-кино лаборатория.

д) Ротапринт.

е) Мастерские.

ж) Библиотека с читальным залом.

з) АХО.

- и) Бюро научной информации.
- к) Конференц-зал.
- л) Отдел главного конструктора.

И. А. Полетаев

**Отзыв
на проект тематики Института Кибернетики
(А. А. Ляпунова)**

1) Проект в целом возражений не встречает. В нём перечислены все основные проблемы и направления, разработка которых насущно необходима в настоящее время.

2) Некоторые замечания уместно сделать о группировке тем и изложении их в совокупности. Представляется необходимым в изложении тематики отразить, во-первых, практическую целеустремлённость теоретических работ и, во-вторых, связать тематику с возможной структурой Института и его подразделений.

Исходя из сказанного, можно предложить вариант тематики, который изложен ниже, в приложении. Кроме того, представляется уместным сделать следующие предложения:

А) Теоретические и экспериментальные работы Института следует сгруппировать в основном вокруг нескольких больших комплексных тем, имеющих первостепенное практическое народно-хозяйственное значение.

Б) Комплексные темы следует планировать на длительные сроки. В качестве отдельных этапов тем можно планировать отдельные частные проблемы, разрешимые в короткие сроки.

В) Работников Института следует сгруппировать в подразделения по специальностям. Из состава подразделений выделять комбинированные группы для выполнения темы. Руководство темой целесообразно возложить на узкую группу специалистов различных специальностей. Руководители тем объединяются в секции и пленум Ученого Совета И. К.

Из архива М. Г. Гаазе-Рапопорта.

[Г]) В связи с этим структуру И. К. можно представить в следующем виде:

- Директор (научный руководитель).
- Административный директор (зам. по адм.-хоз. части).
- Учёный Совет
- Совет руководителей тем и главных специалистов
(Руководитель темы возглавляет секцию Ученого Совета, в которую входят специалисты, возглавляющие тему по специальности).
- Секции Уч. Совета (объединены в пленум Совета).
- Научные подразделения (отделы или лаборатории):
- № 1. Теоретическая математика.
- № 2. Прикладная и вычислительная математика.
- № 3. Логика, семиотика, лингвистика.
- № 4. Биофизика, биохимия, общая биология, генетика, физиология и медицина.
- № 5. Экономика и военное дело.
- № 6. Право, психология, социология, педагогика.
- № 7. Техническая кибернетика.
- Обслуживающие подразделения:
- 1 Отдел научных консультантов и внешних связей.
- 2 Бюро научной информации.
- 3 Конструкторский отдел.
- 4 Экспериментальные мастерские.
- 5 Библиотека и чит. зал.
- 6 Экспериментальная лаборатория биофизики и биохимии.
- 7 Экспериментальная лаборатория биологии.
- 8 ЭВМ, отдел эксплуатации.
- 9 Отдел программирования.
- 10 АХО.

Д) В качестве комплексных тем, подлежащих разработке в И. К., можно предложить следующие:

- Т. 1. Разработка теоретических основ оптимального управления народным хозяйством и оптимального планирования.
- Т. 2. Разработка теоретических основ оптимального управления вооруженными силами и мероприятиями обороны страны.
- Т. 3. Исследование процессов управления в живой природе.
- Т. 4. Теоретические основы разработки перспективных технических устройств для передачи и обработки информации.

Проект тематики Института кибернетики

ТЕМА № 1. «Разработка теоретических основ оптимального управления народным хозяйством и оптимального планирования».

Разделы темы:

1) Исследование теоретических основ построения единой системы производства и общегосударственного планирования.

2) Исследование межотраслевых связей, задач и методов отраслевого и районного планирования исходя из общегосударственного плана. Исследование ценообразования.

3) Исследование структуры аппарата управления народным хозяйством: состав и функции центральных, местных и отраслевых органов планирования и управления, использование ЭВМ и автоматических устройств в управлении народным хозяйством.

4) Экономические оценки структурных изменений в системе производства (ценность изобретений, научных работ и технических разработок, автоматизации и повышения производительности труда, мероприятий обороны и т. п.).

Частные теоретические вопросы, подлежащие исследованию в подразделениях И. К. по теме № 1:

а) Методы математического моделирования систем производства и систем управления. Синтез моделей. Исследование рациональных методов построения сложных алгоритмов и программ из блоков, создание программирующих программ.

б) Анализ функционирования систем производства и систем управления на математических моделях.

в) Методы оптимизации управления системой производства, применение методов линейного, нелинейного, динамического программирования к задачам оптимизации управления и планирования; дальнейшее развитие и усовершенствование этих методов.

г) Оптимальные формы учёта и отчётности. Циркуляция осведомительной и исполнительной информации в системе управления. Необходимый минимальный объём информации. Автоматизация сбора, классификации и обработки информации. Методы кодирования и передачи информации. Совместная работа ЭВМ и человека, машинные языки, переводы с машинного языка и на машинный язык, автоматизация перевода, проблемы математической лингвистики (структурные грамматики, лингвистическая статистика, модели машинного языка и машинного перевода).

д) Ценность информации в системе управления. Методы принятия решений при неполной информации. Зависимость качества управления от полноты информации. Экономическая оценка затрат на обработку и получение информации. Рациональная структура аппарата управления.

е) Разработка критериев качества работы звеньев системы производства (отраслей, районов, предприятий) по общему критерию, задаваемому для системы в целом.

ж) Совместная работа нескольких автоматических систем по обработке информации. Разработка управляющих программ. Алгоритмизация и программирование задач высшей сложности – задач о постановке задачи, задач о составлении частных алгоритмов по наблюдаемым данным и др.

з) Учёт влияния случайных факторов на процессы производства и управления. Оптимальное управление с учётом случайных явлений. Статистические методы принятия решений. Планирование резервов.

и) Моделирование производственных процессов, алгоритмизация и автоматизация управления ими. Оптимальные методы управления производственными процессами.

к) Проблемы самоорганизации и обучения систем управления.

л) Производственная психология. Социальная организация производственных коллективов. Стимуляция производственной деятельности. Вопросы воспитания и подбора эффективно работающих коллективов.

м) Вопросы права. Алгоритмизация правил применения трудового и гражданского законодательства.

н) Общие вопросы воспитания коллективов, эстетическое воспитание. Планирование подготовки кадров.

о) Вопросы исследования операций. Оптимизация использования ресурсов. Распределение сил и оптимизация управления коллективами исполнителей при выполнении ими производственных и иных задач.

п) Рациональное размещение производственных предприятий по территории страны. Оптимизация перевозок и размещения поставок. Формирование экономических районов.

р) Разработка и совершенствование численных методов решения задач большого объема и сложности. Повышение быстродействия ЭВМ и увеличение допустимых объемов памяти. Проблемы рационального использования памяти ЭВМ.

ТЕМА № 2. «Разработка теоретических основ оптимального управления вооруженными силами и мероприятиями по обороне страны».

Разделы темы:

1) Исследование теоретических основ управления в условиях конфликтной ситуации. Планирование распределения сил и средств в вооруженной борьбе и в условиях угрозы нападения.

2) Исследования теоретических основ оценки эффективности средств вооружения. Определение оптимальных способов использования сил и средств. Определение оптимальной системы вооружения.

3) Экономическая оценка затрат на оборону. Размеры допустимых затрат, оптимальное распределение затрат.

4) Исследование оптимальной структуры аппарата управления.

Частные вопросы по Т. № 2.

а) Развитие методов математической теории игр и их применения к решению вопросов оптимизации управления вооруженными силами. Игры на выживание. Коалиционные игры.

б) Методы математического моделирования конфликтных ситуаций. Исследование частных вопросов планирования военных мероприятий с помощью моделей. Синтез моделей (см. Т. 1 § а)

в) Математические методы оптимизации принятия решений при полной и неполной информации (см. Т. 1 § д.).

г) Применение методов линейного программирования и др. при планировании военных операций (см. Т. 1 § в).

д) Автоматизация сбора и обработки информации (см. Т. 1 § г).

е) Оптимизация методов управления военными операциями. Решение конкретных игр. Разработка критериев качества («задач») подразделений исходя из критериев («задач») части и соединения (Т. 1 § е).

ж) Совместная работа автоматических управляющих систем (см. Т. 1 § ж).

з) Ценность информации в играх (см. Т. 1 § д.), эффективность маскировки, дезинформации и помех. Эффективность помехозащиты средств разведки и связи.

и) Проблемы самоорганизации и обучения управляющих систем (Т. 1 § к).

к) Военная психология. Военная специализация, воспитание боевых качеств личного состава, факторы, влияющие на политико-моральное состояние войск (своих и противника) (Т. 1 § л).

л) Распределение сил и средств обороны по объектам.

м) Теория автоматов, играющих в стратегические игры. Разработка таких автоматов и их изучение.

н) Разработка численных методов решения задач большого объема и сложности (Т. 1 § р).

ТЕМА № 3. «Исследование процессов управления в живой природе».

Разделы темы:

1) Изучение структур и функционирования управляющих систем живой природы в натуре и на моделях (биофизика и биохимия клетки, рост и восстановление тканей, функционирование органов и организма, устойчивость вида и популяции, эволюция).

2) Изучение воздействий на управляющие системы живой природы, направленных на достижение полезных целей (радиационная генетика, селекция, диагностика и терапия заболеваний, регулирование роста, проблема рака, разведение полезных животных в природных условиях и т. д.).

3) Изучение обмена информацией в живой природе (нейро-гуморальные регуляции организма, обмен информацией в популяциях, управление коллективами людей, подбор эффективно работающих коллективов).

4) Изучение автономных самовоспроизводящихся систем и условий устойчивости их существования. Моделирование процессов жизни.

Частные проблемы по теме № 3:

а) Построение моделей автономных устойчивых систем (см. Т. 1 § а).

б) Изучение функционирования автономных устойчивых систем на моделях. Определение условий устойчивости существования системы в заданной среде и при изменениях среды, проблема приспособляемости.

в) Изучение на моделях взаимодействия коллективов автономных систем. Моделирование симбиоза, паразитизма, борьбы за существование и отбора, эволюции. Приложение к вопросам разведения полезных видов в природных условиях.

г) Диагностика заболеваний. Алгоритмизация и программирование диагностических и терапевтических мероприятий.

д) Автоматические и управляемые протезы. Протезирование внутренних органов, протезирование рецепторов. Проблемы перекодирования информации при протезировании рецепторов (см. Т. 1 § г, Т. 2 § д).

е) Передача информации в коллективах и популяциях. Языки насекомых, птиц и млекопитающих как знаковые лингвистические системы. Проблемы зарождения и формирования языков.

ж) Автоматы, полезные во врачебной практике.

з) Проблемы структуры и организации памяти в живых организмах.

и) Использование живых тканей, органов и организмов как элементов технических управляющих систем.

к) Совместная работа человека и машины. Объективные характеристики человека как звена управляющей системы (см. Т. 1 § г, Т. 2 § д).

л) Проблемы производственной и военной психологии и педагогики (см. Т. 1 § л, Т. 2 § к).

ТЕМА № 4: «Теоретические основы создания перспективных технических устройств для передачи и обработки информации».

Разделы темы:

1) Создание надёжных систем из элементов и узлов ограниченной надёжности.

2) Синтез систем из элементов заданной природы.

3) Разработка и исследование новых перспективных типов элементов и узлов кибернетических устройств.

4) Проблемы автоматического ремонта узлов и блоков систем.

Частные вопросы темы № 4:

а) Применения мажоритарной логики для повышения надёжности систем управления.

б) Диагностика неисправностей, тесты, автоматическое исправление поломок.

в) Проблемы технического воплощения сложных информационных устройств, создание макетов.

г) Проблемы миниатюризации элементов и узлов систем.

д) Создание блочных (модульных) конструкций, их унификация и стандартизация.

е) Проблемы удешевления производства и эксплуатации кибернетических устройств. Автоматизация производства и сборки узлов ЭВМ.

Кандидат технич. наук

(И. А. Полетаев)

29.06.1961

Москва И-92, Даев пер. д. 31 кв. 19. К4.11.08

Структура Института Кибернетики АН СССР

1. Логико-кибернетический отдел *Марков*
 - а) Сектор теории управляющих систем *Яблонский*
 - б) Сектор математической логики *Шанин*
 - в) Сектор теории программирования *Янов, Гливенко, Криницкий*
2. Статистико-кибернетический отдел *Гнеденко*
 - а) Сектор теории информации *Добрушин, Хургин, Витушкин*
 - б) Сектор теории вероятностных процессов *Яглом*
 - в) Сектор теории массового обслуживания *Гнеденко*
3. Отдел семиотики *Иванов*
 - а) Сектор машинного перевода *Успенский, Мельчук*
 - б) Сектор математической лингвистики *Влэдуц*
 - в) Сектор информационно-логических языков *Бочвар*
 - г) Специализированных языков науки *Калужнин*
4. Экономико-кибернетический отдел *Люстерник*
 - а) Сектор экономических управляющих систем
 - б) Сектор теории игр *Воробьев*
 - в) Сектор экономического планирования *Рубинштейн*
5. Биолого-кибернетический отдел *Ляпунов*
 - а) Сектор физиологии центральной нервной системы и анализаторов *Нюберг*
 - б) Сектор биологических управляющих систем *Малиновский, Эфроимсон*
 - в) Сектор самообучающихся моделей *Кулагина*
6. Машинно-экспериментальный¹ отдел *Китов*
 - а) Сектор эксплуатации машин
 - б) Сектор машинных моделей
 - в) Сектор программирования *Криницкий*

¹ «Машинно-экспериментальный» вписано рукой А. А. Ляпунова вместо зачёркнутого «Технический». – **Сост.**

Из архива М. Г. Гаазе-Рапопорта. Основной текст отпечатан на пишущей машинке; набранное в настоящей публикации курсивом в оригинале вписано рукой А. А. Ляпунова.

**[Постановление Президиума АН СССР,
касающееся создания Института кибернетики]**

ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СОЮЗА ССР

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

от 1 сентября 1961 г. № 809
г. Москва

В обсуждении участвовали:

академики М. П. Костенко,
Н. М. Сисакян, А. А. Благодоров,
П. Л. Капица, В. А. Амбарцумян,
А. Н. Несмеянов, Н. Н. Семенов,
В. С. Немчинов, А. Е. Арбузов,
А. Л. Яншин, Д. И. Щербаков.

Об уточнении проекта плана развития сети научных учреждений АН СССР и капитального строительства на 1962-1965 гг.

Докладчик Академик М. В. Келдыш.

Президиум Академии наук СССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Одобрить перечень научных учреждений, создаваемых в системе АН СССР в течение 1962-1965 гг., а также перечень объектов нового строительства для существующих институтов АН СССР (приложение).

2. Обязать Отделения АН СССР назначить ответственных лиц за организацию и строительство учреждений АН СССР, перечисленных в приложении к настоящему постановлению, вменив им в обязанность обеспечение своевременного представления заданий на проектирование и подготовку соответствующих ходатайств в вышестоящие организации, контроль за ходом подготовки проектно-сметной документации.

3. Поручить уполномоченному Президиума АН СССР по строительству К. Н. Чернопатову и начальнику Научно-организационного отдела В. А. Филиппову в 3-хдневный срок уточнить на основе принятого перечня научных учреждений, создаваемых в системе АН СССР в 1962-1965 гг. и объектов нового строительства существующих учреждений АН СССР, титульный список строительства объектов АН СССР на 1962-1965 гг., предусмотрев в нем строительство переходящих объектов, объектов коммунального, культурно-бытового и жилищного строительства, и представить на утвер-

Архив РАН, ф. 2, оп. 6а, д. 189, л. 7-9. Здесь воспроизводится только первый раздел приложения к постановлению, относящийся к Отделению физико-математических наук.

ждение руководства Президиума АН СССР для последующего направления в Госплан СССР и Госэкономсовет СССР.

Президент Академии наук СССР
академик М. В. Келдыш

Главный ученый секретарь
Президиума Академии наук СССР
академик Е. К. Федоров

Приложение
к постановлению Президиума АН СССР
от 1 сентября 1961 г. № 809

ПЕРЕЧЕНЬ
научных учреждений, создаваемых в системе АН СССР
в течение 1962-1965 гг., а также перечень объектов
нового строительства для существующих институтов
АН СССР

Наименование учреждения, место его расположения и год создания	Расчетная <u>численность</u> <u>сотрудников всего</u> в т. ч. научных	Рабочая площадь в тыс. кв. м.
1	2	3

1. Институт кибернетики г. Ногинск — 1963-1965 гг.	300/100	4,2
2. Институт экспериментальной астрономии Пушино — начало 1965 г.	250/70	3,5
3. Радиоастрономический центр (Пушино, Московской области 1964–1965 гг.)	300/100	4,2

4.Обсерватория 6-м телескопа Район Северного Кавказа 1962-1964 гг.	200/75	2,8
5.Институт физики прочности г. Ногинск, 1963-1964 гг.	500/150	7,0
6.Вычислительный центр Ленинград 1964 г. (1 очередь)	200/75	2,8
7.Исследовательский центр по физике твердого тела, включая корпус укрупненных установок для кристаллизации веществ. Ногинск, Московской области, 1963 г.	600/100	8,4
8.ФИАН им. П. Н. Лебедева — здание типа школы и две пристройки	250/80	5,0
9.Горно-астрономическая станция в г. Кисловодске и новые объекты в Пулково	—	—
10. Институт физики высоких давлений, г. Ногинск	450/150	6,5
11. Сейсмические обсерватории Института физики Земли в районах Красная Поляна (Кавказ), Апатиты, Алма-Ата	—	—
12. Центральная сейсмическая станция «Москва»	—	—
13. Загородная база Института физики Земли	—	—
14. Ионосферные станции (Ленинград, Калининград, Мурманск, Архангельск)	—	—
15. Институт полупроводников	1000/300	21,0
16. Институт физики металлов в г. Свердловске (II очередь)	—	2,0
17. Институт физических проблем (склад)	—	1,0

**Письмо учёного секретаря
Отделения физико-математических наук АН СССР**

А. А. Ляпунову

АКАДЕМИЯ НАУК
СОЮЗА
СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

Отд. физмат. наук

18 октября 1961 г.
№ 101-576/424

*Москва, В-71,
Ленинский проспект, 11
Коммутатор В 2-00-00*

Отделение прикладной математики
МИАН СССР

д. ф.-м. н. ЛЯПУНОВУ А. А.

В соответствии с Постановлением Президиума АН СССР № 809 от 1/IX-61 г. «Об уточнении плана развития сети научных учреждений АН СССР и капитального строительства на 1962–1965 гг.», прошу Вас срочно представить в Отделение физико-математических наук АН СССР фамилию, имя и отчество сотрудника, ответственного за организацию и строительство Института Кибернетики (г. Ногинск, 1963–1965 гг.).

В обязанности ответственного лица за строительство будет входить: обеспечение своевременного представления заданий на проектирование, подготовка соответствующих ходатайств в вышестоящие организации, контроль за ходом подготовки проектно-сметной документации и др. вопросы.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ОФМН
к. ф.-м. н.

Н. Е. СКИБКО

Из архива М. Г. Гаазе-Рапопорта.

О вкладе А. А. Ляпунова в кибернетику

А. А. Ляпунов вошёл в историю естествознания XX века как исследователь с богатым творческим наследием и как гражданин, чьё нравственное наследие заслуживает пристального внимания и самостоятельного изучения.

К настоящему времени мы располагаем доступными публикациями основных трудов Алексея Андреевича. Они относятся к различным областям знания. В числе их необходимо, в первую очередь, отметить труды по

- теории множеств,
- общим вопросам кибернетики,
- программированию и его теории,
- машинному переводу и математической лингвистике,
- кибернетическим вопросам биологии,
- философским и методологическим проблемам науки.

За пределами этого перечня остаются многочисленные работы по применению математических методов в различных областях естествознания – математической статистике, теории стрельбы, топографии, геофизике, биологии и других. Математизация науки – это постоянно действующая установка Алексея Андреевича, подкрепляемая личным примером. Даже находясь в больнице с очередным осложнением диабета, Алексей Андреевич затевает работы по анализу эндокринной системы, прилагая свои математические знания и методологический опыт.

Вместе с тем феномен Алексея Андреевича не раскрывается его опубликованными работами. Алексей Андреевич был учёным-проповедником, он любил живое общение с людьми, мало заботился о публикации своих научных идей. Идеи Алексея Андреевича впитали его ученики и современники и воплотили в конкретные результаты. И велико множество людей, обязанных Алексею Андреевичу своими научными интересами.

От научной деятельности Алексея Андреевича неотделима его деятельность гражданина, пробивающего дорогу новым направлениям в науке. В первом ряду таких направлений находится кибернетика.

Непосредственно кибернетикой Алексей Андреевич стал заниматься в начале пятидесятых годов. К этому времени он был сложившимся учёным, известным своими работами в дескриптивной теории множеств и, что немаловажно, имеющим опыт применения математического аппарата в недостаточно формализованных областях науки. Задолго до этого у Алексея

Андреевича появилась идея о распространении за пределы математики методов исследования, характерных для дескриптивной теории множеств. Наиболее полно она выражена Алексеем Андреевичем значительно позднее при изложении методологии исследования сложных систем (заметим, что методологические аспекты науки всегда находились в центре внимания Алексея Андреевича). Вот его позиция.

«Складывается впечатление, что имеется глубокое родство между аксиоматическим подходом к изучению множеств и системным подходом к изучению больших систем. И там, и здесь имеется иерархическая конструкция, с помощью которой вся система объектов, подлежащих изучению, формируется из некоторых исходных элементов. В обоих случаях имеется некоторый произвол в выборе системы описания изучаемого множества объектов, и результаты, которые могут быть получены, относятся не только к самой системе, но и к выбранному способу описания».

Именно на этих соображениях выстраивались научные концепции, введенные Алексеем Андреевичем в кибернетику. Однако проверка их на живом материале требовала эксперимента, на проведение которого без средств автоматизации нужны годы, а иногда и десятилетия, как, например, в биологии. Поэтому возможности практического осуществления замысла Алексея Андреевича появились лишь с рождением быстродействующих вычислительных машин. А общие соображения, что и как делать, развились в рамках нового научного направления – кибернетики.

Новая наука была провозглашена Н. Винером как наука об управлении. Н. Винер ввёл и само понятие «управление» как самостоятельную категорию. Однако для всех, ознакомившихся с работой Н. Винера, было ясно, что кибернетику как науку еще предстоит создавать: предстоит сформулировать предмет исследования, описать проблематику, выработать терминологию. Значительная часть этой работы проделана Алексеем Андреевичем. Его называют отцом отечественной кибернетики, и с полным на то правом можно назвать одним из основоположников кибернетики вообще.

Работы в области кибернетики начались борьбой Алексея Андреевича за её существование. Дело в том, что в те годы малоизвестная в нашей стране кибернетика носила ярлык «буржуазной науки», и, чтобы создать условия для развития кибернетики, надо было его снять. Алексей Андреевич проводит большую разъяснительную работу: он убеждает людей разного научного и служебного ранга в неверности официального суждения о кибернетике, проводит многочисленные лекции и беседы об истинном содержании кибернетики, наконец, совместно с С. Л. Соболевым и А. И. Китовым публикует в «Вопросах философии» обстоятельную статью о том, что составляет предмет кибернетики, и сколь важно её развитие для прогресса науки и государства. Алексей Андреевич организует кибернетический семинар в МГУ, добывается издания «Кибернетических сборников», в которых помещаются переводы наиболее значительных работ в теоретической кибернетике (они выходят под редакцией А. А. Ляпунова и О. Б. Лупанова), добывается перевода книги Н. Винера, договаривается об издании «Проблем кибернетики», сборников, где публиковались бы отечественные работы (под редакцией Алексея Андреевича вышли 29 сборников). При

Президиуме АН СССР создаётся Совет по кибернетике под руководством А. И. Берга, и Алексей Андреевич становится его заместителем.

На IV Всесоюзном математическом съезде (1966 год) Алексей Андреевич подводит итоги борьбы за кибернетику:

«За короткий срок отношение к кибернетике прошло следующие фазы:

- 1) категорическое отрицание;
- 2) констатация существования;
- 3) признание полезности, отсутствие задач для математиков;
- 4) признание некоторой математической проблематики;
- 5) полное признание математической проблематики кибернетики».

Научная деятельность Алексея Андреевича в кибернетике началась с создания операторного метода программирования. Он вырос на глазах студентов молодой кафедры вычислительной математики, незадолго до того организованной на механико-математическом факультете МГУ, в курсе прочитанных Алексеем Андреевичем восьми лекций под названием «Принципы программирования» (1952/53 учебный год). Операторный метод излагался неоднократно в широких аудиториях, собиравших слушателей со всей страны, и был принят как руководство к действию задолго до его публикации, которая была частичной и состоялась лишь в 1957–58 гг.

Впервые программирование было определено как самостоятельное научное направление, задача которого – разработка рациональных способов составления программ для решения различных задач на автоматических быстродействующих вычислительных машинах.

Было отмечено, что основным отличием этого направления от внешне близкой классической теории алгоритмов является новый подход к описанию алгоритмов. Традиционные языки теории алгоритмов (машины Тьюринга, продукции Поста, нормальные алгоритмы Маркова и др.) хороши для исследования природы вычислимости, но непригодны для описания алгоритмов в форме, удобной для решения практических задач. Идея «крупноблочного» описания алгоритма, реализованная в операторном методе, открыла путь к новым формализациям понятия «алгоритм», и в этом выразился значительный вклад в теорию алгоритмов, сделанный Алексеем Андреевичем.

Операторный метод содержал:

- 1) неформальное определение алгоритмического языка высокого уровня – языка логических схем;
- 2) проблематику программирования, где в первом ряду стояла проблема трансляции с языка высокого уровня на машинный язык – проблема построения программирующей программы;
- 3) основы теории схем программ, моделирующих программы, положившей начало теории программирования.

В языке логических схем были выделены элементарные акты – операторы и логические условия, и определены основные средства композиции операторов. Это был язык, позволивший описывать самые различные алгоритмы в форме, близкой к содержательному их представлению в конкретных предметных областях и вместе с тем – удобной для программирования.

Язык логических схем позволил говорить об общих приёмах программирования. Операторный метод лёг в основу многих отечественных учебных пособий по программированию, на нём выросло первое поколение программистов в нашей стране. Многие будущие создатели трансляторов с появившихся значительно позднее алгоритмических языков программирования выросли из разработчиков программирующих программ. Теория схем программ, в которой первые фундаментальные результаты были получены учеником Алексея Андреевича – Ю. И. Яновым, плодотворным образом развивается и в наше время. Закljučая разговор об операторном методе, скажем так: его создание было первым крупным научным открытием в теории и практике программирования.

Параллельно с работами по программированию Алексей Андреевич размышлял над тем, что составляет основы кибернетики. В выпуске 1 «Проблем кибернетики» (1958 год) помещены как статья «О логических схемах программ», так и статья «О некоторых общих вопросах кибернетики». По образному выражению Н. В. Тимофеева-Ресовского, эти работы «подхлестывали» друг друга.

Наиболее полно и чётко рамки кибернетики очерчены в докладе А. А. Ляпунова и С. В. Яблонского «Теоретические проблемы кибернетики», сделанном в 1961 году на «Объединённой теоретической конференции философских методологических семинаров». Основные его положения опубликованы в выпуске 8 «Проблем кибернетики».

Предмет кибернетики определён следующим образом: «Кибернетика – это наука об общих закономерностях строения управляющих систем и течения процессов управления».

Необходимо отметить, что работа «Теоретические проблемы кибернетики» построена на базе определения управляющей системы (у. с.), которое было дано до этого С. В. Яблонским. Основными компонентами у. с. являются схема (структура у. с.), информация, реализуемая функция. Ввиду широты понятия у. с. авторами выделяется подмножество, элементы которого называются кибернетическими у. с. Признаками последних являются дискретность, сложность системы и многозначность представления.

Проблемы, рассматриваемые кибернетикой, разбиты на два класса; первый возникает при макроподходе к исследованию у. с., второй – при микроподходе. К макроподходу отнесено, например, выявление функций у. с., к микроподходу – анализ, синтез, эквивалентные преобразования, изучение надежности. Всего выделено 12 основных направлений исследований. Дана подробная характеристика каждого из них. Описаны задачи, решаемые в рамках отдельного направления. Указаны применяемые методы в таких конкретных областях, как программирование, экономика, генетика, техническая кибернетика и т. д.

При описании задач выделена основная и отмечены сопутствующие ей задачи. Так, в направлении «синтез» основная задача ставится следующим образом: «Задан класс функций и задан полный относительно этого класса набор элементов. Требуется из этих элементов построить у. с. с заданной функцией». Сопутствующими здесь являются задачи: выработка критерия

предпочтительности решения основной задачи; поиск оптимального решения; эффективность алгоритмов синтеза.

Работа «Теоретические проблемы кибернетики» представляет собой огромный вклад в кибернетику. Неустареваемость её в том, что развитие кибернетики и по сей день идет в русле изложенных в ней концепций. В ней не только выявлены основные математические задачи кибернетики, но и перечислены основные методы исследований – статистический анализ, логический анализ, кибернетический эксперимент. Последний присущ именно кибернетике и возник как метод в её рамках. Авторы пишут:

«Кибернетический эксперимент состоит в том, что исходная у. с. заменяется моделью, которая затем изучается. Принципиально моделирование состоит в создании у. с., изоморфной или приближённо изоморфной данной, и в наблюдении за её функционированием».

Сформулированы основные проблемы, возникающие в связи с развитием методов кибернетического эксперимента, где на первом месте стоит точное выяснение цели эксперимента. Так, например, при моделировании программ схемами в качестве цели берётся разработка эквивалентных преобразований программ.

Кибернетический эксперимент стал одним из главных методов исследования кибернетических у. с. из-за их сложности. Особенно активно стали развиваться методы имитационного моделирования, когда исследуемый процесс записывается с возможно максимальной степенью подробности, а затем «проигрывается» на ЭВМ. Возникло новое научное направление – моделирование сложных систем.

В качестве важнейших применений методов моделирования Алексей Андреевич указал исследование производственных процессов и машинный перевод. В первом направлении работал ученик Алексея Андреевича Н. П. Бусленко, во втором – сам Алексей Андреевич вместе со своими учениками и, в первую очередь, с О. С. Кулагиной.

Рассматривая машинный перевод как типичную сложную кибернетическую задачу, Алексей Андреевич предвидел применение получаемых здесь результатов, в должной мере трансформированных, в других областях кибернетики. Так и оказалось. Например, лингвистические методы распознавания вошли в практику распознавания образов.

Обзор работ Алексея Андреевича по машинному переводу и математической лингвистике сделан О. С. Кулагиной в выпуске 32 «Проблем кибернетики». Следует отметить, что, даже отойдя от непосредственного участия в работах по данному направлению, Алексей Андреевич продолжал оказывать большое влияние на направление в целом.

Глубоким и постоянным был интерес Алексея Андреевича к биологии. Уже в тридцатых годах он столкнулся с тяжёлым положением в генетике и встал на ее защиту. По инициативе А. Н. Колмогорова Алексей Андреевич вместе с Ю. Я. Керкисом проводил тогда статистическое исследование экспериментов по расщеплению признаков при наследовании. В пятидесятых годах Алексей Андреевич возобновил активную борьбу за восстановление отечественной биологии.

Собственные активные исследования Алексея Андреевича в биологии относятся к последнему десятилетию его жизни. По оценке Н. В. Тимофеева-Ресовского и А. Г. Маленкова, данной в их статье «Наследие, ждущее наследников» (журнал «Знание – сила», 1983)¹, помимо значительного числа важных конкретных результатов, Алексей Андреевич наметил контуры теоретической биологии. Возвести ее здание предстоит десятилетиями работы многих коллективов исследователей.

Нельзя не упомянуть об одном из главных вопросов, волновавших Алексея Андреевича, – вопросе определения жизни с позиций устойчивости и управления. Обращаясь к нему, Алексей Андреевич подчёркивал иерархичность у. с. в живой природе.

Это краткое повествование о том, что сделано Алексеем Андреевичем для кибернетики и в самой кибернетике, хочется заключить следующими словами. Для людей из ближайшего окружения Алексея Андреевича он был, прежде всего, не выдающимся математиком и одним из основоположников кибернетики, а обаятельным и интересным собеседником, при общении с которым ощущалось соприкосновение с редким явлением духовной культуры.

Н. В. Тимофеев-Ресовский

Слово к математикам

Теперь я позволю себе кратко, провокационно, чтобы математики отлаивались, сказать, чего мы от них, математиков, хотим и чего они нам не дают. Дело в том, что у математиков в последнее время тенденция считать так, что естественники, естествознание сейчас, собственно, целиком находится в ихних, математических, руках. Что вот, мол, они все знают, и очень точно, ну, а мы, так сказать, самые разнообразные, вплоть до физиков, на

¹ Перепечатана в настоящем сборнике в разделе «Кибернетические вопросы биологии». – **Сост.**

© Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1995. Произнесено на Школе по теоретической биологии в июне 1967 г. (запись С. Э. Шноля). Печатается по публикации в книге: *Н. Тимофеев-Ресовский. Воспоминания*. М.: Прогресс; Пангея, 1995, с. 235–240.

брюхе ползаем и ковыряемся в как это... в голой эмпирике. Так? Во! А на самом деле, по-видимому, к счастью для человечества, я бы сказал, дело не так обстоит. Потому что, если бы мир вдруг начал развиваться... вот с завтрашнего дня мы просыпаемся – и мир стал математическим, то есть рациональным, как утверждают математики, это была бы совершенно непроборотимая белиберда. Понимаете? Так сказать, некая противоестественная смесь всяких фазовых пространств, которые обыкновенному человеку нормального пространства вовсе бы не оставили, и из этих фазовых пространств передвигающиеся там точки выпихивались бы в никуда. Это у математиков есть такой прием.

Когда уже доходит до ручки, то у них точка выбегает из фазового пространства к чертям собачьим. Понимаете? Каждый, кто встречался с математиками так более или менее активно, может легко себе представить ту катастрофическую картину мира, которая возникнет в момент математизации нашей жизни и деятельности.

Так вот, чтобы вернуться на стезю полной серьезности, – математика все-таки великая вещь, что там говорить! Мы там, эти брюхоползающие голые эмпирики, должны все-таки сознаться: с одной стороны, страх перед этим математическим миром, с другой, однако, в общем они душки, прямо надо сказать. Так в чем же они душки? Душки они в, так сказать, прирученном состоянии, то есть когда они, почти ничего не зная, не лезут командовать, а смиренхонько конструируют свои фазовые пространства и системы нелинейных уравнений и прочую всякую белиберду, как говорится, человеку на благо потребную. А человеками-то мы являемся.

Теперь, какая, в частности, нам, биологам, на эволюционном и биосферном уровнях нужна математика? Очень нужна. Нам действительно нужны модели. Дело в том, что большинство происшествий не только в сложных биоценозах, но и в популяциях, ну, как говорят те же математики, когда они в хорошем настроении, «не прозрачны»... Это они так нас кроют в вежливых терминах, что наши дела непрозрачные. Действительно, тут надо сознаться, непрозрачные. И в популяциях, и особенно в биогеоценозах мы имеем дело, сталкиваемся со взаимодействием, в общем-то, чертовой прорвы факторов всяких. И тут возникают две, как мне кажется, чрезвычайно существенные задачи.

Во-первых, устранение псевдофакторов несуществующих или несущественных. Мы, по-видимому, склонны усложнять картину в значительной мере. Это вообще на известной стадии подхода к дивному окружающему нас миру людям свойственно. Так вот, это первая задача, в которой, несомненно, математики должны будут принять участие, хотя бы они или не хотят. Уж так оно выйдет. Ничего не поделаешь. Вот в какой-то переборке факторов и процессов, которые создают впечатление полной непрозрачности в тех общих явлениях, которые протекают в популяциях и особенно в биогеоценозах.

А затем... Видите ли, нам эти сложные системы, с одной стороны, приходится описывать, изучая их и аналитически с помощью вонючей химии и прочее, с другой стороны, мы можем экспериментировать. Но экспериментируя даже с относительно простыми биогеоценозами, мы неизбежно все-

таким образом перед собой трудноконтролируемую многофакторную систему какую-то и многокомпонентную систему. И нам практически обычно не удается вычленив в качестве варьанты какой-нибудь один фактор или одну компоненту, так сказать, всерьез, а не по-украински. И вот это могут математики в своих машинных моделях.

Для этого им нужны две вещи: по-видимому, машины много лучше ваших, со значительно большим объемом памяти. И затем свойственную нам, биологам, скромность. Значит, не решать пока что мировых задач, потому что вы их все равно не решите покуда. Да и без нас не решите. Потому что вот этой, как у вас сейчас принято говорить, информации-то у вас мало! Может быть, пока целесообразно бы воздержаться от решения мировых проблем, а броситься объединенными силами на конструкцию математических, а затем и машинных моделей относительно заведомо упрощенных биогеоценотических систем. Но опять-таки пока не решайте проблемы в пределе и в бесконечности... Вымрут эти ваши машинные биогеоценозы где-то в бесконечности или даже тогда, когда нас уже давно хватил инфаркт,— это нам наплевать. Чтобы они достаточно долго жили, чтобы можно было всласть поиграть с варьацией отдельных факторов, удерживая прочие в константном состоянии.

Я почему упомянул убожество ваших машин. Вчера весь разговор был о популяциях, состоящих из 120–150 особей, и разговор шел об эволюции. Разговор больше, так сказать, шел о вымирании, а не об эволюции популяций. 20 факторов изучаются в популяции, состоящей из 120 зубров. Картина печальная, я бы сказал. Это даже не Беловежская пуца, а Приокский заповедник в стадии прошлого года. Сейчас их там, говорят, уже больше.

Значит, нужны, конечно, большие популяции. Модели нас интересуют в первую очередь на больших популяциях, чтобы пока исключить фактор флуктуации численности. Пока. А нарвемся на противоречия — черт с ними! У вас в моделях досихпорошних тоже — выгребай лопатой. Это не беда! Если будет хуже, вы исправите. На то вы и математики. Но значение флуктуации надо отдельно изучить. Численность популяции в машине можно... машина это позволяет... варьировать, хотите от 50 зубров до 50 000 зубров. Понимаете? И посмотреть, что при этом происходит при прочих равных условиях. Нас, во всяком случае, очень интересует возможность, не данная нам, так сказать, в природных экспериментах, в максимально чистой форме, опять-таки без пределов и бесконечности, проработать макрофизическое, более или менее заметное и ощутимое влияние различных вещей, таких, как численность популяции, период флуктуации, амплитуда флуктуации, затем те или иные давления тех или иных изоляций, которые можно вставить.

Вот вчера докладывалась интересная работа, где была вставлена определенная форма биологической изоляции вот с этим генотипом, который пролезал по всей машинной популяции. Это, конечно, одна из форм биологической изоляции, а именно физиологический тип биологической изоляции, который был введен. И вот целый ряд таких различных форм изоляций можно вводить будет в машинные популяции и чистенько их раздраконить с тем, чтоб нам, в первом приближении пока, составить себе карти-

ну (я называю ее макрофизической – без всяких детальных внутренних механизмов) о том, что происходит с этими сложными системами, когда мы серьезно, заметно для себя (а это всегда серьезно, потому что это всегда грубое вмешательство) меняем компоненты и меняем давление факторов отдельных, давящих на популяцию. В этом отношении математики нам очень могут помочь.

И затем, конечно, я думаю, и в этом, может быть, особая роль отечественных математиков – перестройка сделанного... а сделано уже порядочно людьми... Это тоже не стоит только ругать. И Холдэйн, и Райт, и Фишер проделали огромную работу, и полезную работу. Но, по-видимому, ее нужно переводить на новые математические рельсы. Это очень большая работа. Но требующая внимательного отношения. А у математиков иногда бывает...

Вот мое долготелее сотрудничество и дружба с Максом Дельбрюком начались со следующего. Он теоретический физик, ученик Борна и Бора. И как-то появился у нас в коллоквиум, послушал что-то об эволюции, сказал: «Ну, это вы все белибердой занимаетесь. Ведь отбор-то можно выразить количественно». И, подумав несколько дней, подсчитав, вычертил нам такую, ну, всем известную тогда уже в течение примерно 40–50 лет кривую отбора. Ну, тогда я ему сказал: «Макс, это все очень хорошо, конечно, и ценное достижение теоретической физики в области эволюции. Но вот в таких-то и таких-то книжечках эта кривая давно есть». Он был крайне разочарован. Но потом всерьез принялся за дело и теперь, как известно, ведущий, так сказать, фаголог и вирусолог в Америке. Мы его совратили с теоретической физики. Ну, у теоретических физиков тогда было такое спокойное время. Им было трудно что-нибудь выдающееся сделать, а умникам из них невыдающееся делать не хотелось. Ну и они полезли в биологию, конечно. Иногда это бывает с представителями точных дисциплин. Вот! В точных дисциплинах трудно – головой думать надо. Ну, вот это примерно то, что я хотел предложить вашему вниманию.

Я вначале сказал, что мне бы хотелось спровоцировать немножко математиков. Вот сейчас скажет Алексей Андреевич, с которым мы кооперируемся в превеликой дружбе вот уже много-много лет. Но для того, чтобы эта кооперация была максимально плодотворна, время от времени надо и поцапаться. Так? Без этого никак невозможно. Иначе пейзаж станет однообразен, скучен, уныл, и все покроется осенним мелким дождичком. Чтобы этого не было, нужно ругаться время от времени.

А. П. Ершов

Учитель

В 1952 г. я был студентом 4-го курса механико-математического факультета Московского университета. То, что называется специализацией, уже совершилось. Год назад я записался на незадолго перед этим организованную кафедру вычислительной математики, возглавляемую тогда академиком Сергеем Львовичем Соболевым. В этом выборе уже сыграла свою роль обрывочная информация об электронных вычислительных машинах, выполняющих с фантастической скоростью длинные последовательности арифметических действий. Для студентов, которые в восхищении разевали рты на ладные и стрекочущие как пулеметы механические счетные машины «Мерседес», только-только появившиеся на кафедре, такая информация об ЭВМ, конечно, кружила голову, однако носила слишком уж «потусторонний» характер. Поэтому, не сознавая внутренней подготовленности к этому новому, еще не получившему названия делу, я блуждал между занятиями по конструктивной теории функций и алгеброй релейно-контактных схем, старательно сдавая экзамены и предаваясь другим делам, типичным для студента.

В начале 1952/53 учебного года в нашей группе «вычислителей», как называли студентов кафедры С. Л. Соболева, прошел слух о появлении на факультете пришедшего откуда-то, вроде бы из военной академии, молодого доктора по теории множеств Алексея Андреевича Ляпунова, который объявил спецкурс под необычным названием: «Принципы программирования».

К этому времени первая информация об ЭВМ начала попадать на страницы научных журналов. Велась интенсивная работа и в СССР. Однако, как и другие работы по новой технике, она в то время проводилась под покровом секретности, и поэтому поставленные нам в учебный план курсы «Счетные машины и приборы» и «Теория машин и механизмов», хотя и читались весьма достойными специалистами и преподавателями, но забивали наши головы кучей деталей, которые, будучи, возможно, и интересными сами по себе, но взятые вместе, лишь подчеркивали переломный момент, переживаемый вычислительной техникой. Лекции Алексея Андреевича были первым курсом, на сто процентов направленным в будущее.

Первая лекция состоялась в самый разгар семестра, 29 октября 1952 г. Перед нами предстал чуть выше среднего роста худощавый скромно одетый человек запоминающейся наружности. Первое впечатление было смешанным. Несколько сбивчивая речь, импровизационный стиль лекции, но

заразительный энтузиазм, усиливаемый пронизывающим искрящимся взглядом черных глаз. Абсолютная незаинтересованность укреплять авторитет общения внешними средствами, обычно присущими профессиональному преподавателю, в сочетании с не менее абсолютной непреклонностью принципиальных положений. В нашей группе «вычислителей» к 4-му курсу было несколько «ангажированных» студентов, уже углубившихся в разные разделы математики, которых курс Ляпунова никак не затронул. Оказалась, однако, дюжина студентов, для которых этот курс сыграл важнейшую формирующую роль в их дальнейшей жизни. Почти все они внесли впоследствии заметный вклад в становление программирования и информатики.

Реальное значение курса «Принципы программирования», конечно же, не ограничивалось приобщением некоторого числа студентов к новому виду деятельности. Во время чтения этого курса у Алексея Андреевича сложились основы «операторного метода» программирования – системы понятий, приведшей к символическим языкам программирования, трансляторам, теории схем программ, к тому, что и поныне составляет основу программирования.

С позиций диспетчера, ведающего расписанием и аудиториями, курс «Принципы программирования» мог вызвать лишь беспокойство в связи с его нерегулярностью: три лекции в 1-м семестре и пять – во 2-м. На первых лекциях мы знакомились с системой команд условной трехадресной ЭВМ. Задним числом можно понять, что система команд машины БЭСМ (быстродействующей электронной счетной машины) Академии наук СССР уже тяготела над лектором, но говорить о ней как о реальной машине было еще рано. Сразу после довольно схематичного описания системы команд мы принимались за упражнения в составлении программ. Программы записывались в таком виде, который сейчас можно было бы назвать перемещаемой формой с использованием базовых адресов. В качестве источника алгоритмов брались разложения элементарных функций в степенной ряд, вычисление многочлена, численное интегрирование дифференциального уравнения, решение треугольной системы линейных уравнений. Последняя лекция имела пророческое название «Синтез программ», вошедшее в литературу через 25 лет. В последней лекции от 24 апреля уже содержалось представление об операторах программы, их классификация и методика программирования на основе операторного метода.

Конечно, изложение основных понятий операторного программирования было еще далеко от совершенства, но главное было в том, что эти понятия возникли буквально у нас на глазах. В значительной степени успех курса основывался на том, что Алексей Андреевич сразу угадал как специфические стороны деятельности, называемой программированием, так и ее универсальный характер, не зависящий от конкретного содержания решаемой задачи. Текстологический анализ, который, однако, потребовал бы более подробных и аккуратных записей, нежели – увы! – моих, мог бы обнаружить, как зерна проницательных догадок и «вечных» истин прорастали в самых разных уголках изложения, далеко не всегда на его главной линии.

Помимо поступательного развития идей курса был также очевидный и захвативший нас момент прозрения, скачком изменивший горизонты про-

граммирования. Это произошло после очередной командировки Алексея Андреевича в Киев, где он работал на первой электронной вычислительной машине, построенной и собранной под Киевом в здании бывшего Феофановского монастыря под руководством Сергея Алексеевича Лебедева. Алексей Андреевич вернулся из Киева преображенным. Активный творческий процесс всегда порождает избыточные идеи, среди которых не всегда удастся сразу выбрать наиболее верную; для нас, однако, было исключительно важным равное, поистине совместное, размышление над процессом программирования, определившее затем на годы направление и содержание работы.

Говоря о влиянии Алексея Андреевича на студентов и на формирование основных понятий программирования, нельзя, конечно, ограничиваться только пересказом восьми лекций курса. Одновременно с чтением лекций Алексей Андреевич руководил курсовыми работами, выступал на семинарах, беседовал со студентами у себя дома. Не раз по окончании лекции он прихватывал очередного собеседника и вел его от Моховой к себе на Шаболовку. Часового пути хватало, чтобы обсудить все на свете, от метода Монте-Карло до разницы между ДНК и РНК, о роли информационных потоков в управляющих системах, об истинном значении кибернетики, о сущности моделирования в технике и в биологии, о минералах и живых сообществах, о Лузине и о французских математиках, о теории множеств и о внешней баллистике.

Деятельность Алексея Андреевича Ляпунова в МГУ в начале 50-х годов интересна далеко не только для истории науки. Мне хотелось бы закончить свои краткие заметки несколькими уроками Ляпунова, имеющими прямое отношение к текущему моменту.

Сейчас, в период фронтального продвижения курса основ информатики и вычислительной техники, раздается немало возражений о преждевременности преподавания этого курса в условиях отсутствия неограниченного доступа школьников к ЭВМ. При всей внешней убедительности такой позиции меня не покидает мысль, что за этой критикой иногда кроется убогая неспособность говорить и рассуждать о предмете, предвзятым разговором и рассуждением физическое обладание соответствующим предметом. Главное содержание курса информатики – это не ловкое манипулирование клавиатурой ЭВМ и знание деталей ее устройства, а несколько исключительно мощных и глубоких идей, связанных с понятиями информации, ее обработки и представления, алгоритмов и со способами «перекачки» знания в действие и наоборот. Усвоить эти идеи и увидеть, как они действуют в ЭВМ и в повседневной практике людей, вот истинное постижение информатики.

Первый урок Ляпунова состоял в том, что он научил нас говорить и рассуждать о программировании, видеть в машине хотя и самодовлеющую, но конечную стадию процесса программирования, которое проявляло себя как естественное продолжение и развитие математической практики «домашнего» периода.

Еще одно воспоминание. В мае 1954 г. курс обучения в МГУ был позади, и я готовился к государственным экзаменам. В это же время я уже во-

семь месяцев работал по совместительству в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР, где готовилась к сдаче государственной комиссии машина БЭСМ. Я готовил очередной просчет по своей программе обращения матриц, когда меня пригласил Сергей Алексеевич Лебедев и попросил прочитать без промедлений короткий интенсивный курс программирования для ведущих инженеров института со сдачей экзамена в конце. Вначале я был шокирован. У меня за спиной был лишь курс Ляпунова и две-три программы, написанные для БЭСМ. Передо мной была аудитория, состоявшая из разработчиков БЭСМ, пропустивших эту машину через свои головы и руки и работающих за ее пультом с ловкостью виртуозов. Опасения мои оказались хотя и естественны, но напрасны. Выяснилось, что каждый из нас знал свое, и идейный заряд, полученный на лекциях Ляпунова, нельзя было заменить никакими деталями практического свойства.

Второй урок Ляпунова как учителя состоял в том, что он никогда не пытался скрыть от студентов, что овладевает новой наукой программирования вместе с нами. Уже ко второму семестру его курса выяснилось, что многие из нас программируют более ловко, чем лектор. В результате лекции иногда превращались в поток встречных предложений, которые Алексей Андреевич воспринимал без тени раздражения. Мера его доверия и интереса к собеседнику была безгранична. Надо сказать, что вообще взыскательное доверие к активной молодежи было очень характерным для научной и общественной атмосферы в Московском университете и в той части Академии наук, которая занималась становлением вычислительной техники и прикладной математики. Научное и нравственное влияние А. А. Ляпунова, С. Л. Соболева, М. В. Келдыша, С. А. Лебедева, М. А. Лаврентьева, А. А. Дородницына было прямым и не демпфировалось посредственностью, стоявшей в стороне от живого и нового дела и только еще ждущей своего часа.

Не буду обобщать и скажу лишь о пережитом мною опыте. На пятом курсе я учил разработчиков БЭСМ программированию. На первом году аспирантуры мне поручили руководить дипломниками МГУ. Через год я начал организовывать отдел теории программирования в Вычислительном центре Академии наук СССР. На третьем году аспирантуры у меня появился собственный аспирант из Китайской Народной Республики (к слову говоря, переживший «культурную революцию» и ставший ведущим специалистом в Академии наук Китая), а Сергей Львович Соболев пригласил меня заведовать лабораторией в Сибирское отделение АН СССР. Написанный мною отчет по программирующей программе для БЭСМ был без всяких проволочек по инициативе Л. А. Люстерника напечатан в виде отдельной книги, успев стать первой в мире монографией по автоматизации программирования. Это было реальное ускорение в области неназванной еще в то время информатики, ускорение, которое в дальнейшем было трагически растеряно в близорукой погоне за дешевым успехом копирования прототипов.

И, наконец, третий урок Ляпунова. В 1952 г. оставалось еще четыре года до XX съезда КПСС. «Талмудисты и начетчики» еще в полный голос разоблачали «лженауку кибернетику» и презренных «менделистов-морганистов». Алексей Андреевич с бесстрашием и осмотрительностью

боевого офицера-фронтовика не лез под пули, но в своих беседах терпеливо и бескомпромиссно рассказывал о сущности кибернетики, о единстве законов обработки информации, об информационной теории наследственности и ее физико-химических носителях, о научном подвиге Николая Ивановича Вавилова. При этом особенно важным было отсутствие дешевого разоблачительства, исключительно позитивный характер аргументации, сила которой многократно возрастала от широкого кругозора, подкрепляемого постоянной работой мысли.

Ю. А. Шрейдер

А. А. Ляпунов — лидер кибернетики как научного движения

Существенное отличие между иеромонахом Пименом и Гришкой Отрепьевым состояло в том, что если первый понимал смысл своей жизни как исполнение задачи летописца — как запись истории, то второй явно считал, что участвовать в истории гораздо интересней.

Когда начиналась кибернетика, я был по своему мироощущению ближе к Гришке Отрепьеву и поэтому воспринимал то, что происходило, не как исторические события, а как увлекательные обстоятельства жизни, происходившей так, как и должно было быть. Участвовать в научной жизни было хорошо и интересно. Отсюда, конечно, возникло то, что память не фиксировала событий в нужной последовательности. С возрастом позиция Пимена мне становится все ближе, я все больше склонен думать, что исполнить долг перед памятью — одно из самых больших обязательств человека.

То, что мы обсуждаем, уже стало историей, но еще трудно сохранить беспристрастную точку зрения, хотя прежние пристрастия успели измениться. В те времена нас объединяло ощущение, что кибернетика — это безусловно хорошо. Вопрос стоял лишь о том, что надо делать в кибернетике. Сегодня возникают более сложные оценки. Как мне представляется, в кибернетике, в отличие от многих других научных направлений, главным была не определенная программа научных исследований, но вера в то, что на этом пути можно что-то небанальное узнать о человеческом разуме и расширить его возможности за счет создания «искусственного интеллекта».

Более того, по моему глубокому убеждению, в кибернетике такой программы не было. И, во всяком случае, ее невозможно реконструировать. Были некоторые представления разных людей о том, какой она должна быть, но я думаю, что эти представления не согласуются. Если бы мы сейчас устроили диалог М. Л. Цетлина и И. А. Полетаева, то они вряд ли бы

договорились о том, что есть кибернетика. Я абсолютно уверен в этом. Они по-разному понимали ее предмет, цели и метод. Было бы бесплодно конструировать из этих взглядов нечто усредненное. Гораздо интереснее попытаться понять воззрения разных людей, определившие начальный этап и направление развития кибернетики.

Сейчас, собственно, нет кибернетики как чего-то целого, но в рамках кибернетики существует много конкретных программ, и вовсе нет нужды договариваться об их согласовании. Но вначале понималось так, что кибернетика — это наука со своими специфическими задачами, со своей проблематикой, допускающей общий подход. Мне кажется, что единой научной программы в кибернетике никогда не было. Я думаю, что это на самом деле очень важное обстоятельство, потому что без понимания этого мы не поймем, что же происходило в кибернетике.

Что дало кибернетике возможность объединить очень разных людей? Почему семинары Ляпунова стали центром, объединявшим людей разнообразных профессий и научных взглядов?

Что происходило в начальные годы становления кибернетики? Мне кажется, происходило объединение вокруг кибернетики как научной деятельности, которая помогла бы выявить естественные пути возникновения в мире организации, вплоть до разума. Увлекала задача рационального объяснения того, как действует интеллект. Книга Винера внушила идею, что критерий адекватности объяснения состоит в возможности искусственного воспроизведения интеллектуальных действий в модели. Все это оказалось чрезвычайно интересным и увлекательным и нуждалось в коллективном обсуждении.

Как подходить к этим проблемам, каждый думал по-разному. Вероятно идеи, как это делать, были у Михаила Львовича Цетлина и Алексея Андреевича Ляпунова в каком-то смысле даже противоположными, потому что Михаил Львович интересовался тем, как в очень простых системах возникает нечто такое, что можно квалифицировать как интеллектуальные действия, а Алексея Андреевича интересовало скорее, как создать достаточно сложный логический механизм, чтобы он проявил себя как «искусственный интеллект».

Но тем не менее вся эта проблематика была крайне увлекательной. Она была той самой ценностью, которая объединяет всех. Объединяет людей не столько общая задача, сколько общая ценность. Задача была в том, чтобы понять, как устроена жизнь, чисто естественнонаучным способом, исходя из идеи организации, идеи нахождения каких-то логических механизмов.

Вот из этого понятно, как воспринимались разные вещи на семинаре Алексея Андреевича. Скажем, почему такой высокий балл получали все задачи, где решались нехитрые игры. Я помню, как я рассказывал очень слабую программу для игры в домино. Не программу даже, а алгоритм, который в дело не пошел, но было видно, что программу сделать можно. Алгоритм был, даже на мой тогдашний взгляд, не шибко интересный, но вот этот доклад явно вызывал интерес. Потом Первин сделал гораздо лучший доклад на эту тему. У него действительно машина играла в домино, и даже выигрывала у сильных игроков. Это было уже где-то в пятьдесят седьмом

— пятьдесят восьмом, если мне память не изменяет. Там был уже красивый результат — описание эффективной стратегии. Но то, как она проходила «на ура», было в каком-то смысле неадекватно. Сегодня какие-нибудь сложные шахматные программы такого энтузиазма уже не вызывают. Не потому, что к ним привыкли. А дело в том, что была такая атмосфера, в которой казалось очень значимым, когда оказывалось, что машина — такое как бы искусственное явление, а делает то же, что человек. В этом отношении ярко проявлялась презумпция: если делает то же, значит правдоподобно, что устроена так же. Или тогда можно восстановить, как это устроено. Ну, конечно, не так прямолинейно. Тем не менее, идея была такая: раз машина играет в игру, она занимается чисто человеческой деятельностью. При этом не было попыток создать определение — что есть чисто человеческая деятельность, ибо такое определение как бы предполагает, что человек принципиально отличается от машины. В этой аудитории такие вопросы были даже неприличны, так как их задавали противники кибернетики, которые выглядели очень глупыми людьми. Весь набор тогдашних антикибернетических статей выглядел чудовищно глупо, на эту тему можно было написать что-нибудь более умное. Однако официальные философы-марксисты находились в очень жалком положении. Аргументировать философскую несостоятельность той или иной научной концепции они имели право только путем обвинения ее в идеализме. Но кибернетика возникла из самой что ни на есть материалистической традиции. Это подтверждается, между прочим, и той легкостью, с которой кибернетика была ассимилирована нашей философией, поскольку кибернетика основана на чрезвычайно материалистической доктрине по самой сути. Найти там идеализм было чрезвычайно трудно. Я думаю, что это было сложное задание для тех философов, которым было поручено ее обругать. Кибернетика явно связана с демокритовской традицией, с идеей поиска материальных первоносителей, с именем Павлова, с тем, что всегда лежало в русле материализма. Чтобы ее обругать, пришлось в качестве одного из аргументов использовать то, что Винер работал на «американских милитаристов». Аргумент совершенно не философский, вдобавок Винер разрабатывал устройство управления зенитной стрельбой для наших тогдашних союзников.

Мне хотелось бы напомнить чрезвычайно эмоциональные оценки ситуаций, когда создавалась модель деятельности, про которую казалось очевидным, что она свойственна исключительно человеку. Например, модель игры, хотя бы самой элементарной. Помню, как Алексей Андреевич прямо уговаривал опубликовать или, во всяком случае, сделать доклад о программе, играющей в «пьяницу». Там была всего одна тонкость: как экономить память при «споре». Эта единственная трудность была, конечно, чисто технической. Как мы сейчас понимаем, она никакого отношения к искусственному интеллекту не имеет, но при ограниченной памяти машины того времени она была существенна для практической реализации программы. Само слово «игра» в применении к вычислительной машине означало как бы придание последней человеческих качеств. Я помню, с какой гордостью Алексей Андреевич рассказывал в частной беседе о том, как ему удалось получить новое (более прозрачное) доказательство теоремы фон Неймана о

существовании оптимальной вероятностной стратегии для игр с нулевой суммой. Его радовало, видимо, само прояснение логической природы игры. Вероятно, его горячо эмоциональная заинтересованность проблематикой машинного перевода была не в малой степени связана с тем, что перевод воспринимался как нечто связанное с человеческой способностью понимания текстов.

Уместно привести воспоминание школьных лет, как в 1940/41 учебном году я после окончания занятия математического кружка в МГУ забрел на семинар для студентов и старших школьников, который вел тогда Ляпунов. На этом семинаре Сергей Стечкин решал у доски задачи на применение формулы Бейеса к ситуациям, когда требовалось сосчитать вероятность того, что шар определенного цвета был выбран из той или иной урны. Не здесь ли лежал один из истоков позднейшего интереса Алексея Андреевича к логике принятия решений?¹

Это не пустой вопрос. Чтобы понять принципиальное значение книги Н. Винера «Кибернетика», необходимо было быть к этому подготовленным. Могу признаться, что я это понял не сразу, хотя я начал принимать участие в разработке компьютеров с осени 1949 г. На меня большое впечатление произвели работы Шеннона и Хемминга, равно как и идея универсального компьютера, принадлежащая фон Нейману, но книга Винера показалась менее содержательной.

Кстати, по поводу книги Винера. Я точно помню, что в 49-м году перевод этой книги хранился в СКБ-245, где я работал, в первом отделе. Мне этот перевод однажды дали почитать под большим секретом, поскольку у меня тогда не было допуска. Перевод был чудовищный, сделанный невеждой. Я помню этого несчастного человека, старого пенсионера, который работал в СКБ переводчиком, делал спецпереводы. Он из винеровского текста сделал безумную кашу. Тем не менее этот бессмысленный перевод

¹ Интерес Ляпунова к приложениям теории вероятностей несомненно сказался в его позитивной реакции на мои тогдашние занятия методом Монте-Карло. По его инициативе мы с Н. П. Бусленко написали совместную книгу «Метод статистических испытаний», вышедшую в 1961 г. Думается, что занятия вероятностной комбинаторикой с разноцветными шарами, помещенными в разных урнах, способствовали развитию вкуса к конечной (или дискретной) математике. Лазарю Ароновичу Люстернику принадлежит стихотворный шарж на эти увлечения (привожу его по памяти):

На дне глубокого сосуда
Лежали ровно n шаров.
Попеременно их оттуда
Таскали двое докторов.
Занятие это им приятно.
Они таскают t минут
И, вынув шар, его обратно
Без промедления кладут.
Ввиду условия такого
Сколь вероятность велика,
Что был один умней другого
И что шаров он вынул k ?

хранился под строгим секретом, я не знаю уж под каким грифом, не буду врать.

В 50-м году я работал 3 месяца у И. С. Брука, и Исаак Семенович высказывал мне идеи из этой книги, оценивая их очень положительно, но не очень акцентированно упоминал, откуда он их берет. Из осторожности как-то не раскрывал источника, что понять можно.

У семинара Ляпунова в МГУ была еще одна интересная социальная функция. Дело в том, что кибернетика уже была хотя бы полуразрешенной в какой-то момент, но все же было время, когда она не была полностью реабилитирована, хотя семинар Ляпунова открыто назывался семинаром по кибернетике. Это, я думаю, были годы пятьдесят четвертый — пятьдесят шестой. Это были годы, когда кибернетика еще была ругательным словом, но семинар по кибернетике был уже возможен. В те годы очень много там докладывалось по генетике, еще совсем не реабилитированной. Помню такой эпизод, по-моему, значимый: Тимофеев-Ресовский сделал доклад, естественно, в духе абсолютно антилысенковском. Рассказывал о формальной генетике, все как полагается. Среди присутствующих затесался явный лысенковец. Это было видно по его вопросу, потому что вопрос он задал такой: «А как вы относитесь к опытам таким-то, где точно показано, что благоприобретенные признаки наследуются? Причем в данном случае думать о подтасовке не приходится: опыт чистый». Далее произошло следующее. Ляпунов отстранил Тимофеева-Ресовского, не дал ему отвечать на этот вопрос. Он сказал: «Я отвечу сам: заведомо опыт нечистый». Обратите внимание: он избавил Тимофеева-Ресовского от необходимости отвечать, потому что Тимофееву-Ресовскому было в то время гораздо опаснее ответить на этот вопрос, чем Алексею Андреевичу. Тимофеев-Ресовский был не защищен, потому что генетика тогда еще была совершенно «бьяка».

Это могло быть в пятьдесят пятом году или около того.

В те же времена появился в журнале «Успехи математических наук» перевод американской работы о моделировании условных рефлексов. На самом деле работа была чрезвычайно банальная, как мы сейчас понимаем. Но она вызвала неадекватный резонанс: действительно, условный рефлекс замоделирован, вот здорово! Я сам рассказывал на семинаре Ляпунова о моделях обучения Буша и Мостеллера (по книге, перевод которой я редактировал). Она вызывала интерес — хотя это модели все-таки очень математичные, очень четкие, по-моему, безумно неинтересные, скука... Но тогда они были действительно интересны.

Помню свою неудачу, когда я реферировал книжку Холла, где описывался процесс обучения как некоторое подкрепление, при котором увеличиваются параметры чего-то внутри. Но дело в том, что все эти параметры были в принципе неизмеримыми, они были чисто качественной метафорой. Автор выписывал некие величины, составлял для них уравнения, но все это было абсолютно неизмеримо. Алексей Андреевич отнесся очень отрицательно и как-то даже несколько ругал меня за этот доклад. Хотя он вообще был очень мягок на семинаре.

Интересно вот что: Алексей Андреевич — человек не такой уж мягкий в жизни. И мне приходилось видеть его и суровым, и резким. Мне приходи-

лось видеть, как он мог дать отповедь чиновнику. Он был человек очень интеллигентный, очень вежливый, но не мягкий... Это — другое... Он не хамил никому. В то же время, он не был благодушно мягким. Но на своем семинаре он был действительно каким-то даже восторженным. Поразительно благожелательные оценки всего, что происходит. И мне кажется, что это вполне объяснимо. Дело не в особой мягкости его натуры. Им поддерживалось любое выступление, работавшее на пользу кибернетики; любой человек, который вносил свою лепту на благо кибернетики, пусть даже не Бог весть какую интересную, находил у Ляпунова искреннюю поддержку. Алексей Андреевич был профессиональный математик и понимал, что трудно, а что не очень трудно. Он готов был приветствовать и не очень технически трудные вещи. Он считал трудным сам переход барьера, саму идею, что можно заниматься моделированием живого. Я думаю, что этот барьер на самом деле не очень легкий.

В 1952/53 гг. я столкнулся с задачей объяснения эффекта колец Лизиганга — это эффект, родственник периодической химической реакции Белоусова. Я тогда не понял принципиального значения этой задачи и решил не тратить на нее усилий. То есть не перешел барьер.

Отношение А. А. Ляпунова к кибернетике напоминало отношение священнослужителя к культу. Ляпунов верил, что он занят неким священным делом. Сама задача естественнонаучного понимания живого — сверхважная, потому что здесь мы как бы понимаем природу самой жизни, так сказать, в идеале. И вот это, по многим косвенным признакам, было для Алексея Андреевича существенно. В это вписывалась и его яркая деятельность в поддержку генетики, действительно совершенно рыцарская и отнюдь не безопасная в те времена.

За кибернетику уже можно было и не пострадать. Здесь было уже хорошее прикрытие, известно уже было, что программы для вычислительных машин — это важно для всяких военных применений. А насчет генетики все было не так. Ляпунов отстаивал естественнонаучный подход к пониманию феномена жизни и разума как некую сверхценность!

Туда же ложились и физиологические работы. Очень хорошо выглядел на семинаре целый ряд докладов Крушинского про экстраполяционные рефлексy. Это очень интересные, оригинальные работы, но в них как бы сочетались два противоположных момента. С одной стороны, они выходили за грани чистого условного рефлекса. То, что условный рефлекс — это, в общем, еще не мышление, как-то довольно быстро было понято. То, что такая модель простого условного рефлекса слишком примитивна, было как-то понято в рамках семинара в первые годы. А здесь — явно деятельность выходит за эти пределы. Она не может быть описана чисто на рефлекторной модели, она требует решения некоторой задачи в сознании. Там пища двигалась за экраном, ворона видела начало движения, потом забегала вперед, к той стороне экрана, откуда пища должна была появиться. Ворона экстраполировала движение пищи и делала это с первого раза. Вот что было крайне интересно в этих экспериментах. Там были разные вариации, был, наверное, не один доклад, а несколько, но они объединились в моей голове в одно целое. С другой стороны, эта задача описывалась просто.

Было ощущение, что она, в сущности, поддается сравнительно легкой дешифровке. И это была вторая, обратная сторона ее привлекательности.

Нельзя не упомянуть о той роли, которую играли на семинарах Ляпунова работы по машинному переводу. И вот здесь я должен сказать, что занималась этим, в сущности, одна Ольга Сергеевна Кулагина, и тот объем работ, который она выполнила в кандидатской диссертации, для одного человека почти непосильный. Я знаю, как они начинали заниматься вместе с моей женой, которая потом довольно быстро дезертировала. И делали они это так: они брали математическую книгу Лебега и пытались сформулировать на текстах этой книги правила перевода. Составляли словарь по этой французской книге, а потом формулировали правила: в каком контексте слово должно переводиться так-то. И вот они наткнулись на такую интересную вещь. Это, кстати, были очень ранние вещи, это начиналось году в пятьдесят втором, тогда еще слово «кибернетика» не произносилось: это было только предвестие кибернетического бума. Оказалось, что правила, которые они составили по книге Лебега, не проходили по книге Бореля.

Кандидатская диссертация Ольги Сергеевны уже содержала работающий алгоритм франко-русского машинного перевода.

В сущности, до последнего времени еще работал алгоритм перевода, который был некоторым изменением, подштопыванием ее алгоритма из кандидатской диссертации, защищенной году в пятьдесят восьмом. Тогда же, в пятьдесят восьмом году, в первом выпуске «Проблем кибернетики» появилась статья Ольги Сергеевны, которая является, на мой взгляд, абсолютно классической. В ней разработана теоретико-множественная модель языка. Я думаю, что такого класса работ в математической лингвистике не слишком много. В этой работе были введены очень красивые, чисто математические понятия, в том числе очень нестандартное понятие «производного разбиения». Потом уже мой дипломник П. Василевский делал работу, где были выяснены очень хитрые обстоятельства, связанные с этим понятием.

Интересно вот что: эта работа классическая, но сама Оля долго считала, а может, и сейчас считает, что гораздо важнее ее алгоритм, чем эта работа. Но работа осталась, потому что эти результаты есть, а алгоритмы так уже не делают. Сами принципы составления алгоритма сейчас совсем иные. А работа действительно замечательная, она вошла главой в ее диссертацию. Но когда обсуждался вопрос на совете в ИПМ, то на высказанные сомнения Келдыш ответил: «Алгоритм работает, переводит, надо давать степень». То, что там была еще теоретическая часть, это как бы было неважно. Но тогда никто и не мог оценить, что там были красивые вещи из математической лингвистики. Все-таки главным считалось, что машина делает то, что свойственно человеку. Никому не приходило в голову, что сам перевод делается как-то, может быть, не очень похоже на человеческий способ работы с материалом и что вот таким способом далеко и не пойдешь. Это все стало известно позже. Кстати, уже потом, в книжке Кулагиной «Основы машинного перевода» или как она называется, она сформулировала (во введении) некий, по-моему, весьма важный принцип, который имеет общекрибернетическое значение. Принцип состоит в том, что разные алгоритмы

решения одной и той же задачи надо сравнивать по характеру допускаемых ими ошибок (см. первую фразу романа Л. Толстого «Анна Каренина»).

Надо смотреть, где машина ошибается, как алгоритм ошибается, тут существенно проявляется различие между хорошим алгоритмом и плохим.

Хочу сказать, что Алексей Андреевич мог очень жестко и резко выступать на официальных совещаниях. Сам видел! Но эта жесткость мотивирована тем, что он отстаивал то, что сам считал сверхценностью. При этом он искренне поддерживал работы, которые были далековаты от его личных интересов. Он поддерживал работы М. Л. Цетлина. И это очень органично для Алексея Андреевича. Он понимал, что делает. Он считал, что Цетлин работает на кибернетику. Хотя я думаю, что Цетлин работал противоположно Алексею Андреевичу, и Алексей Андреевич вполне мог это видеть. Деятельность Алексея Андреевича была созданием необходимой для научного сообщества атмосферы сознания важности исследований, направленных на понимание механики интеллектуальных процессов, на постижение принципов их искусственного воспроизведения. Мне все же кажется, что сама кибернетика не была объединена научной программой. В каком-то смысле она так и не стала наукой. Но это вовсе не значит, что это «лженаука». Вернее было бы сказать: «не наука, а нечто другое». Я лично назвал бы это: «научное движение», объединение ученых с общим представлением о том, что важно. Но именно в рамках этого движения возникли очень четкие научные программы.

Первая — это программа исследований по машинному переводу, которая сыграла очень большую роль.

Вторая — это программирование. Идея программирующей программы возникла от Алексея Андреевича, от его «операторных схем». Эти схемы, уже позже, сыграли и некую отрицательную роль, ибо довольно долго тормозили внедрение Алгола и других языков программирования, образовавших главное направление в программировании. Но не надо забывать, что эти языки начали развивать именно люди, выросшие на операторных схемах.

Третья — это программа изучения живого, понимания феномена живого в кибернетических понятиях. Это была прежде всего программа Михаила Львовича Цетлина, связанная с понятием организации. То, что до этого делалось по моделированию функций живого, к живому отношения просто не имело. Не было понимания, что есть какая-то специфическая логика в живом. А вот первым это понимание внес Михаил Львович. И, кстати, его деятельность тогда четко отмежеввалась от ляпуновской, хотя Ляпунов относился к этому направлению очень благожелательно и хорошо понимал, как это важно.

Не всякий бы на его месте столь терпимо и хорошо отнесся. Я подчеркиваю еще раз: это не мягкость Ляпунова общая, а понимание ценности. Широкий человек тем и отличается от узкого фанатика, что способен понять, как часто его, казалось бы, противники работают на его же дело. Ему может не нравиться то, что делает другой человек, но в счет идет прежде всего то, что тот работает на общее дело. Для этого понимания надо быть широким и в каком-то смысле мудрым человеком. Вот это у Алексея Андрее-

вича было бесспорно. Но я хочу подчеркнуть, что это не следствие его какой-то мягкой бесхарактерности. Он мог быть и очень жестким и откровенным в непримиримости. У него были очень суровые оценки по отношению к биологам-антигенетикам.

Ирония судьбы состоит в том, что Алексей Андреевич оказался косвенно виноват в моих занятиях вычислительной техникой. В 1949 г. он рекомендовал меня Д. И. Блохинцеву для работы в области физики. Много лет спустя я узнал, что заполнил анкеты для работы на Обнинской АЭС, тогда только что строившейся. Я понадеялся, что дело верное, и перестал беспокоиться о своей судьбе. Но срок аспирантуры заканчивался, а ответа все не было. И в срочном порядке я устроился в какое-то малопонятное конструкторское бюро, где как раз начинала разрабатываться машина «Стрела». Тогда я считал огромной жизненной неудачей, что мне не пришлось заниматься серьезной физикой. Существенно позже я понял, как мне повезло, что я не стал старожилом города Обнинска, а открыл для себя совершенно неожиданную область интересов. По инициативе Ляпунова с 1958 г. начал регулярно выходить сборник «Проблемы кибернетики». Это издание было замечательно широтой отбора материалов. После отхода Ляпунова от руководства сборник стал гораздо более определенным по тематике, но менее интересным и представительным. При Ляпунове в этот сборник были приняты две моих публикации, отнюдь не входящие в «ляпуновское» направление. В № 5 вышла моя статья с общей схемой алгоритма динамического программирования, включающего в себя как частный случай так называемый «метод прогонки». В № 13 — статья о семантической теории информации, получившая серьезный резонанс.

После переезда Ляпунова в Новосибирск исчез объединявший кибернетику центр, и она естественно расслоилась на много потоков. Алексей Андреевич Ляпунов был живым воплощением кибернетики как целостного движения, но никто другой эту роль уже не мог выполнять. Для него кибернетика, как мне кажется, была не просто одним из научных подходов к изучению процессов управления в живых и искусственно создаваемых системах, но символом единства живого и неживого, обеспечивающего рациональное постижение феномена жизни путем построения конечных моделей. Эта идейная установка несколько позже была осмыслена и выражена Станиславом Лемом, который еще в 1974 г. безапелляционно утверждал, что «человеческий мозг и любые другие устройства, функционально ему равноценные, — это именно... конечные автоматы». Сегодня от этой установки отказались даже разработчики «интеллектуальных систем», но в 50-е годы она помогала проникновению научных подходов в области, до этого идеологически запретные, и стимулировала становление важных научных направлений.

Москва 1983 — Сидней 1997

А. И. Фет

Воспоминания об Алексее Андреевиче Ляпунове

Вовсе не имея настроения писать воспоминания, я дал себя убедить написать об Алексее Андреевиче, потому что он был человек особенный, и среди известных мне в Академгородке ученых – единственный в своем роде. Прежде всего потому, что он был интеллигент. Среди моих коллег-математиков – более или менее способных людей – это качество здесь было необычно. Для Алексея Андреевича наука никогда не была средством, а всегда была целью, подчиненной, может быть, общим человеческим целям, но никогда не личному успеху и благополучию. Поэтому было странно, что он был «членкором», то есть принадлежал, по крайней мере формально, к чиновничьей иерархии Академии наук, которой я всегда, по возможности, избегал. Те из академиков и «членкоров», которых я знал, понимали эту чиновничью сторону своего положения и стыдились ее – одни сознательно, другие нет. Алексей Андреевич просто не придавал ей значения. Думаю, «членкором» его сделал М. А. Лаврентьев, которому нужно было иметь в Городке кибернетику, а следовательно, и ее главу с надлежащим чином.

Не помню уже, когда я познакомился с Алексеем Андреевичем – это было в самом начале шестидесятых годов. Очевидно, он знал о моих работах от московских математиков, потому что наши интересы в чистой математике были далеки. Он заведовал тогда кафедрой математического анализа в Новосибирском университете, и сразу же предложил мне читать там «Анализ III» – важнейший предмет третьего курса, включавший функциональный анализ и вариационное исчисление. Сам Алексей Андреевич читал анализ на первых двух курсах, так что его кафедра – да и весь университет – заслуживали в то время серьезного отношения. Как мне рассказывали, он не стеснялся ставить студентам двойки: его доброта не означала безответственности. Алексей Андреевич никогда не устраивал «заседаний» кафедры, хотя, вероятно, требуемые начальством «протоколы» как-то изготовлялись: он понимал бессмысленность таких требований. Все нужные дела он обсуждал в беседах с заинтересованными людьми. В частности, он советовался со мной об организации преподавания. Но ни разу он не вмешивался в содержание и построение моих курсов: для него было очевидно, что человека, которому доверяют самый высший вид преподавания – преподавание в университете, – уже незачем контролировать и опекать. Алексей Андреевич никогда не подчеркивал этого своего мнения, как и многих

других, которые считал очевидными и для своих коллег.

В шестидесятые годы я очень увлекался кибернетикой, и на этой почве у нас были с Алексеем Андреевичем общие интересы. Мы часто обсуждали с ним перспективы кибернетического подхода – особенно в биологии и лингвистике. У меня интерес к биологии только начинался, и мне предстояло еще пережить влияние Конрада Лоренца; между тем Алексей Андреевич давно и глубоко размышлял о биологии. Больше всего его волновала сущность жизни. Он пытался дать «определение» жизни, позволяющее отличить живое от неживого, и видел такое отличие в способе хранения информации: живые организмы, как он полагал, хранят информацию на молекулярном уровне – в отличие от неживых систем. Это несомненно для генетической информации, но в шестидесятые годы думали, что и «текущая», приобретаемая организмом информация тоже хранится в молекулах и считывается с них; теперь имеются серьезные основания думать иначе. Скорее всего, «текущая» информация хранится в виде устойчивых токов в нейронных цепях мозга. Но можно видоизменить определение, которое предлагал Алексей Андреевич, и определить живую систему как систему, способную к репродукции и хранящую на молекулярном уровне информацию о своем строении и функциях. Один из разговоров с Алексеем Андреевичем – о генетике – привел даже к тому, что я записал мои наброски аксиоматики «абстрактной генетики» и дал ему прочесть. Потом мы к ним не возвращались, но после смерти Алексея Андреевича их нашли в его архиве и отдали мне. Алексей Андреевич щедро делился своими идеями с математиками и биологами, но я не знаю, что он успел опубликовать: он был очень небрежен по части записей и публикаций. Уверен, что его сотрудники помнят его мысли гораздо лучше меня.

Должен сознаться, что тогда я относился к биологическим применениям кибернетики несколько скептически: я не верил, что винеровские идеи обратной связи и регулирующего цикла дают ключ к пониманию жизни. Алексей Андреевич был в этом отношении гораздо большим энтузиастом, и теперь мне кажется, что он был прав. Я имею в виду кибернетические концепции Лоренца, изложенные в его последней книге «Die Rückseite des Spiegels». Во всяком случае, идеи кибернетики вошли в плоть и кровь биологии, а не только в изучение частных физиологических механизмов.

Мы часто говорили с Алексеем Андреевичем об «искусственном интеллекте», очень модном в то время предмете. Разумеется, кибернетический энтузиазм Алексея Андреевича никогда не доходил до смешного оптимизма, вызванного этими планами среди молодых людей, в частности, в Академгородке.

Другой областью наших разговоров была математическая лингвистика и, в частности, так называемый «машинный перевод». Я был знаком с этими вещами по семинарам А. В. Гладкого. Алексей Андреевич знал и поддерживал пионерские в то время работы по формальным грамматикам, но к возможностям машинного перевода относился, как и я, осторожно. Время подтвердило эту осторожную оценку.

Алексей Андреевич всегда был центром активности во всем круге «кибернетических» проблем. В частности, он пробудил у меня интерес к эко-

логии. По его инициативе возник семинар по биоценозам, где должны были взаимодействовать биологи и математики, но достаточно сильных биологов здесь не нашлось, и семинар, куда я одно время ходил, скоро распался. Много лет спустя, однако, эти заложенные Алексеем Андреевичем интересы пробудились, и вот теперь я пишу популярную книгу по экологии, выражающую идеи красноярских экологов. Не знаю, насколько влияли на них инициативы Алексея Андреевича, но их окружения пересекаются, и на Международном экологическом конгрессе в Красноярске я с удовольствием слушал доклад Георгия Карева, одного из учеников Алексея Андреевича и моего бывшего студента.

На развитие кибернетики и ее приложений в нашей стране, может быть, больше, чем конкретные идеи Алексея Андреевича, влияла его страстная пропаганда этой новой у нас и поначалу подозрительной науки. Достаточно сказать, что до 1955 года она считалась «буржуазной лженаукой», и требовалось немалое мужество, чтобы уже в этом году выступить в ее защиту, в статье, которую Алексей Андреевич опубликовал совместно с С. Л. Соболевым и А. И. Китовым. Тогда еще не ясно было, в какую сторону повернется мнение начальства, и пророкам кибернетики угрожала обычная судьба пророков, которых, как известно, побивали камнями. Можно сказать с уверенностью, что Алексей Андреевич сыграл решающую роль в утверждении кибернетики в России.

Первоначальные математические интересы Алексея Андреевича относились к дескриптивной теории функций и, как я уже сказал, были далеки от моих занятий. Но, конечно, решение проблемы континуума никого не могло оставить равнодушным. Последний мой разговор с Алексеем Андреевичем был как раз об этом. Мы возвращались с именин Зои Софроньевны Никоро, удивительной, святой женщины, которой исполнилось тогда семьдесят лет. Не знаю, почему, Алексей Андреевич стал вдруг говорить о своем учителе, Николае Николаевиче Лузине. Он сказал мне, что был последним учеником Лузина – чего я не знал, и рассказал, что Лузин всю жизнь мечтал о решении проблемы континуума – представлял себе это таким образом, что «вот придет еврейский мальчик и решит проблему континуума». Таким мальчиком Лузину казался Л. Г. Шнирельман, гениальный молодой математик, застрелившийся после допроса в НКВД. Но замечательнее всего, – рассказал мне Алексей Андреевич, – что у Лузина было сильное предчувствие особого статуса этой проблемы, ее неразрешимости в аксиоматике теории множеств, что и доказал много лет спустя П. Коэн. Это был наш последний разговор.

Алексей Андреевич был необычайно добрый человек и, как часто бывает с такими людьми, не хотел верить в темные стороны человеческой природы. Эта наивность, конечно, помогала ему жить, потому что ему приходилось прибегать к поддержке людей, мотивы которых он объяснял в положительном смысле. Жизнь самого Алексея Андреевича, которую он мне никогда не рассказывал, должна была быть тяжелой. Он был старше меня и, несомненно, пережил многое. Достаточно было быть дворянином, а ведь Алексей Андреевич был из знаменитого рода Ляпуновых – хотя он объяс-

нял мне, в ответ на мой вопрос, что происходил не от Прокопия Ляпунова, сидевшего в Тушине с «вором», а из другой ветви этого рода.

Ему пришлось служить в какой-то военной академии, но трудно представить себе Алексея Андреевича в военном мундире. Он был очень больной человек, его берегли от всяких переживаний, но сам он себя не берег. И хотя все знали, что он мог умереть каждый день, смерть его всех потрясла.

И. Б. Погожев

Ляпунов обладал даром предчувствовать, что будет нужно науке в будущем...

Ученые, наделенные большим талантом, обычно отличаются сосредоточенностью и все отпущенное им судьбою время стремятся израсходовать на работу в любимой области. Алексей Андреевич Ляпунов был, несомненно, высоко одаренным ученым. Математика, и особенно ее разделы, связанные с теорией множеств, оставались любимыми для А. А. Ляпунова в течение всей его научной жизни, и он мог бы, казалось, полностью сосредоточиться именно на них, получая огромное удовлетворение от своих заслуженных успехов.

Однако он был наделен еще даром предчувствовать, что будет нужно науке в будущем. Поэтому он уделял львиную долю своего времени и сил созданию и становлению новых научных направлений.

Эта деятельность обычно очень неблагодарна: пока новое научное направление еще не стало общепризнанным, оно часто встречает ожесточенное сопротивление и коллег, и могущественной власти (как это было у нас, например, с кибернетикой). Когда же оно уже укрепилось, мы почему-то очень редко благодарим тех, кто содействовал его становлению у нас. Мои сегодняшние воспоминания о Ляпунове тесно связаны с глубокой благодарностью ему именно за эту черту его самоотверженной деятельности и чувством стыда за то, что эта благодарность не была высказана мною своевременно.

С А. А. Ляпуновым я познакомился в 1947 году в Москве, когда он преподавал разделы высшей математики в Военной Артиллерийской Инже-

© И. Б. Погожев, 1993. (Опубликовано в газете «Эврика» – приложении к «Новой ежедневной газете», 1993, № 2, с. 4.)

нерной академии, а я был принят туда слушателем. Это было необыкновенно интересное время. Мы, слушатели, 22–25-летние артиллерийские офицеры, прошедшие войну, жадно стремились к знаниям, и особенно в области математики. Удивительно, что командование академии этому стремлению тогда не только не препятствовало, но, напротив, в меру своих возможностей, активно способствовало: на кафедры высшей математики и теоретической механики были приглашены университетские профессора и талантливые ученые (Лев Абрамович Тумаркин, Алексей Андреевич Ляпунов, Семен Михайлович Тарг и др.); на вступительных экзаменах предпочтение было отдано тем, кто показал хорошие знания в области математики и физики (даже при плохих оценках по военным дисциплинам); группе слушателей, в том числе и мне, было разрешено посещать научные семинары Андрея Николаевича Колмогорова и даже учиться заочно на механико-математическом факультете в МГУ.

Допущение этих неслыханных для военного заведения «вольностей» требовало немалого мужества от тех, кто стоял тогда во главе Артакадемии и ее факультетов. Эти люди – Хохлов, Кулешов, Дьяконов, Березин и др. – заслуживают доброго слова: они могли брать на себя ответственность за создание условий для появления и развития таких ярких личностей, как А. А. Ляпунов; они тепло и внимательно относились к нему, опекая от всесильных тогда политорганов. Все они по разным причинам были убраны потом из Артакадемии, когда с помощью политорганов у нас в стране началось генеральное наступление на науку и вольномыслие в различных областях: генетике, языкознании, кибернетике...

В Артакадемии А. А. Ляпунов активно вел семинары по различным разделам математики, которые не входили в обязательные программы, но были, по его мнению, настоятельно необходимы для математической и общенаучной культуры человека. Широта и глубина его познаний, а также ясность и простота изложения были просто поразительны. Все это имело для нас, молодых и, в общем очень невежественных людей, огромное значение.

Ляпуновские семинары в Артакадемии имели своим естественным продолжением домашние Ляпуновские семинары в его квартире на Хавско-Шаболовском переулке. Здесь обсуждался значительно более широкий круг вопросов (не только математики!) с участием интересных и ярких людей (Игорь Андреевич Полетаев, Николай Пантелеймонович Бусленко, Анатолий Иванович Китов, Сергей Всеволодович Яблонский), которых умел привлекать А. А. Ляпунов и которые сами тянулись к нему.

Когда власти в стране начали разгром генетики и клеймили кибернетику, не давая ей укрепиться, А. А. Ляпунов и кибернетику и генетику включил в свои домашние семинары. В тех условиях это было очень опасным, если не более того. Однако он, насколько мне известно, никогда не считал этот поступок ни смелым, ни мужественным: он просто не мог не начать семинаров по этим перспективным научным направлениям, раз они нуждались в его защите.

Ляпуновский домашний семинар на Хавско-Шаболовском в пятидесятые годы перерос в большой кибернетический семинар МГУ, который А. А. Ляпунов вел вместе с С. В. Яблонским. Это было очень интересное и

полезное сочетание: А. А. Ляпунов поднимался до высоких и неожиданных обобщений, поражая полетом свободной мысли и демонстрируя колоссальную эрудицию, а С. В. Яблонский поддерживал научный уровень семинара и жестко обрывал тех его участников, кто нудно пытался говорить о том, что «вычислительная машина мыслить не может и человека никогда не заменит...».

Отмечу одну характерную черту Ляпуновских семинаров и вообще Ляпуновского общения. Он разговаривал с естественным, совершенно одинаковым вниманием и уважением с людьми, находящимися на самых различных ступенях должностной и научной лестницы: с академиком Сергеем Львовичем Соболевым и студентом-первокурсником, с маршалом Павлом Николаевичем Кулешовым и старшим лейтенантом, слушателем Артакадемии. Такая манера не унижала никого, напротив, всех поднимала, делая лучше и чище духовно.

А. А. Ляпунов обладал редкой способностью искренне радоваться чужому научному успеху. Когда даже мало знакомый ему человек получал интересный научный результат и сообщал ему об этом, А. А. Ляпунов приходил в восторг. Он буквально светился от счастья и стремился рассказать о новом результате решительно всем, поднимая его автора до высот необыкновенных. В такие минуты он был прекрасен: большие черные глаза его сияли, он быстро ходил по комнате, заряжая всех своей энергией и добром.

К своим собственным результатам он относился более чем скромно.

Чувство зависти к чужому научному успеху у него, по-моему, полностью отсутствовало.

Он был очень снисходителен и мягок к недостатку научного образования у собеседника, стремился быть максимально понятным ему, никогда не подчеркивая своей образованности. Однако научной халтуры он никогда не прощал, к ней был всегда непримирим.

Он по-доброму прочно объединял людей.

Г. Ш. Фридман

Несколько слов об Алексее Андреевиче

Я скажу несколько слов об Алексее Андреевиче.

Я был его учеником. Это – выпускники Новосибирской физматшколы, которая была создана Алексеем Андреевичем, он ею руководил. Там была

© Г. Ш. Фридман, 1996. (Выступление на Втором Сибирском конгрессе по прикладной и индустриальной математике, Новосибирск, 25 июня 1996 г.)

некоторая группа ребят, это были мальчики. Сейчас этим мальчикам по пятьдесят. Они здесь присутствуют. Вот они сидят в зале.

Была такая группа, которая стала с самого начала работать у Алексея Андреевича дома, бывать у него на домашних семинарах по дескриптивной теории множеств. Принято было много, но потом нам еще и повезло: троим из нас довелось работать у Алексея Андреевича в его лаборатории до конца его жизни.

И вот что я хочу сказать. То, что Алексей Андреевич великий ученый, на самом деле, мы поняли потом, как это и бывает. Ему как-то очень свойственно было не выпячивать свой вклад в науку, а скорее говорить о своих учителях. Мы очень много поэтому знали о Н. Н. Лузине, П. С. Новикове, М. А. Лаврентьеве. И только отойдя на расстояние, уже через многие годы, мы смогли осознать, каков масштаб фигуры самого Алексея Андреевича. Но о его вкладе в науку скажут более компетентные люди.

Я хочу сказать только о главном. Что осталось, что мы поняли. Алексей Андреевич явил нам тип настоящего русского интеллигента, в самом лучшем смысле этого слова. Это был человек абсолютно независимого духа. Абсолютно счастливый человек, который всю жизнь делал только то, что он хотел делать и только то, что он считал нужным делать.

Вот я время от времени возвращаюсь к жизни Алексея Андреевича, продумываю. Он действительно делал всегда то, что хотел.

<...>

Затем он понял, что надо, опять-таки хорошо, развивать кибернетику, независимо от того, в какой области стоял вопрос. И он это делал. На мой взгляд, совершенно замечательно, что в свое время некоторые ученые-генетики, боявшиеся арестов, просто ночевали у Алексея Андреевича дома. Это были пятьдесят второй – пятьдесят третий годы! И когда его как-то спросили: «Алексей Андреевич, как же так, ведь вас тоже могли посадить?», то ответ был такой: «Ну, что? Вы понимаете, это настоящая наука. Ее надо было сохранить». Казалось бы, ответ не на поставленный вопрос, но на самом деле это очень правильный ответ.

И вот это – через всю жизнь. И то же самое в науке. Он не ставил перед своими учениками конкретных задач, и был очень удивлен, когда однажды дипломник упрекнул его, что он неправильно руководит дипломной работой, что задачу нужно четко поставить и объяснить, как ее решать. Алексей Андреевич был очень удивлен...

Он открывал нам море задач, выбирай себе задачи, какие хочешь! А вот помощь, совет, это – да! И никакие политические, идеологические, никакие третьи или двадцать пятые причины в принципе не могли на него повлиять. В этом смысле он был, как говорят, абсолютно неадаптируемая система. Заложенная при рождении или в раннем детстве система ценностей была сформирована, и это не изменилось уже никогда, за всю его жизнь. И это – главное, я думаю, что он передал своим ученикам, причем учениками его вольны считать себя или не считать очень многие люди. Даже те, перед кем он прямо не ставил никаких задач. А, может быть, те, которым он показал, как все это устроено. И, может быть, показал ту внутреннюю систему цен-

ностей, которой стоит пользоваться в течение жизни. И я знаю этих людей, и у нас уже давно есть ученики, и у наших учеников есть ученики...

И значительную часть своей жизни я точно помню, что главное – надо передать своим ученикам. И за это я ему буду благодарен по гроб своей жизни. И я хотел бы сказать, что это замечательно, замечательно, что в стране нашей, среди нас, был такой человек. И, дай бог, чтобы в стране нашей такие люди еще появлялись.

Академик А. И. Берг

Наука величайших возможностей

В принятой XXII съездом партии Программе КПСС многократно подчеркивается необходимость улучшения организации работы, в частности – организации управления. Эту задачу нельзя решить старыми методами; для повышения качества управления необходимо использовать все возможности и достижения современной науки. Одним из таких достижений является развивающаяся в наше время самостоятельная наука об управлении сложными процессами и операциями – **к и б е р н е т и к а**. Основная идея этой новой науки – сходство содержания операций, выполняемых человеком при управлении производственными процессами или организованной деятельностью коллективов, с операциями, осуществляемыми в живой природе. Это сходство проявляется в следующем: во всех случаях операции управления могут быть описаны одинаковыми математическими закономерностями; технические средства, используемые при управляющем воздействии на многие управляемые объекты, основаны на тех же принципах электронной автоматики, в частности, на принципах, положенных в основу современных электронных машин, и, наконец, такое управление всегда должно быть целенаправленным. Мало того, во всех случаях ищется наивыгоднейший способ решения задачи: поставленная цель должна быть достигнута с наименьшими затратами времени, труда и средств. Таким образом, можно сформулировать содержание, предмет новой науки об управлении сложными процессами и операциями: «Кибернетика – это наука об оптимальном, целенаправленном управлении сложными динамическими системами».

Говорить о применении кибернетики для решения простых задач не имеет смысла. Ставится цель – повышение эффективности управления в трудных случаях, когда сама управляемая система сложна, т. е. состоит из множества взаимосвязанных структурных функциональных элементов, либо когда задача должна быть решена в очень короткий срок, превышающий возможности инерционных средств, либо когда сама задача оптимизации по одному или нескольким параметрам представляет значительные трудности.

Взаимное оплодотворение наук

Живая и мертвая природа дает множество примеров сложных динамических систем, в которых происходят или должны быть принудительно произведены изменения состояния структурных элементов, а следовательно, и всей системы.

В живой природе – это, прежде всего, клетка, основа всякой жизни; это группа или система живых клеток, например нервных; это отдельные системы органов, выполняющих те или иные функции; наконец, это весь организм в целом, а применительно к микроорганизмам – это их популяции. Значительный интерес представляет изучение совместной жизни крупных животных. Однако наибольшее внимание привлекает, конечно, изучение человеческого организма, его анатомии, строения и жизнедеятельности. Кибернетика, использующая мощный математический аппарат и располагающая весьма эффективными техническими средствами, может предоставить биологам, физиологам и медикам совершенно новые возможности повышения темпов развития этих важнейших наук. Интересно, вместе с тем, отметить, что кибернетика, а до этого – автоматика, электротехника и механика заимствовали у живой природы множество, пожалуй, даже большинство, основных идей и методов, использованных ими в дальнейшем. Сюда относится идея порождения, генерации, возбуждения того или иного процесса, обеспечение необходимой для этого так называемой положительной обратной связи. Идеи автоматизма, конечно, тоже заимствованы из области безусловных рефлексов или инстинктов. Вся высшая нервная деятельность человека служит до сих пор образцом надежности, целесообразности и многообразия и имитируется в моделях и схемах электронных машин. Таким образом, происходит взаимное оплодотворение наук о живой природе и кибернетики, причем до настоящего времени от этого взаимодействия выгадала, конечно, главным образом кибернетика, хотя уже можно отметить начало новой эры – использования идей, методов и технических средств кибернетики в биологии, физиологии и медицине.

Новые методы и средства управления

Организованные коллективы людей, деятельность которых направлена на достижение конкретных общих или частных целей, также являются примером сложных динамических систем, нуждающихся в эффективном управлении. В капиталистическом мире – это те или иные коммерческие, финансовые, торговые, транспортные или другие объединения, целью ко-

торых является обеспечение максимальной прибыли и наживы тем или иным группам. В социалистическом государстве – это организованная деятельность государственных, планирующих, финансирующих, снабжающих и других организаций, направленная на достижение высоких целей коммунизма. Именно в наших условиях существуют наилучшие возможности обеспечить единое государственное, оптимальное и непрерывное планирование всего народного хозяйства. Учитывая громадный масштаб всего многообразного народного хозяйства, особенно быстрые темпы его дальнейшего развития, надо признать, что еще никогда в истории человечества перед органами управления не были поставлены задачи такой сложности и трудности. Вполне естественно, что не может быть речи о выполнении замечательных заданий новой Программы нашей партии в установленные, чрезвычайно короткие сроки, если сохранить старые, недостаточно гибкие и быстрые методы и средства управления. Поэтому в стране намечено построить управление всем народным хозяйством по единой системе, через специально создаваемые для этой цели мощные вычислительные центры, снабженные современными сверхбыстродействующими электронными вычислительными машинами и связанные с планирующими, финансирующими, транспортными и промышленными организациями единой системой так называемой технологической автоматической связи. Это позволит обеспечить получение руководящими органами своевременной полноценной информации о ходе и развитии хозяйственной деятельности в стране и даст возможность оперативно, непрерывно и в наивыгоднейшем режиме управлять ими. С такой системой управления не сможет соперничать ни одна капиталистическая система, так как она всегда построена на противоречивых, антагонистических интересах разных групп населения.

Для сложных производственных операций

В Программе нашей партии говорится о необходимости обеспечить комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов промышленности. Для этого необходимо развитие новых и совершенных методов технологии производства и специализация предприятий. Если частичная автоматизация отдельных производственных операций может оказаться сравнительно простой задачей, вполне посильной для «старой» техники, то комплексная автоматизация сложных и разнообразных, но взаимосвязанных технологических процессов является, несомненно, труднейшей проблемой. Необходимо обеспечить высокую надежность и экономическую эффективность управления.

Но и в этой области все большее внимание привлекает обеспечение такого автоматического управления, при котором поставленная цель – получение готового продукта высокого качества – была бы достигнута в возможно короткое время и с наименьшими затратами, т. е. наивыгоднейшим, оптимальным путем. Для многих случаев практики эта задача может быть решена на базе предварительных теоретических, математических исследований. Начинают находить практическое применение и другие способы оптимизации, когда само управляющее устройство в процессе работы посте-

пенно находит наивыгоднейший режим. Первый, теоретический способ, разрабатываемый школой акад. Л. С. Понтрягина, имеет преимущества большей общности. Второй способ, успешно разработанный и развиваемый Институтом автоматики и телемеханики Государственного комитета по автоматизации и машиностроению под руководством профессора А. А. Фельдбаума, с успехом внедряется в производство.

Хотелось бы специально отметить, что управление сложными процессами, без выполнения требования оптимизации, становится в настоящее время уже неактуальным. Кибернетика – это наука, которая имеет огромные перспективы, смотрит далеко вперед, и поэтому обеспечение управления наивыгоднейшим способом становится для нее все более важной целью.

Информация и ее мера

В основе кибернетики лежит понятие информации. Не существует единого и общепринятого определения этого термина. Но ведь многие широко применяемые нами понятия также не могут быть точно сформулированы. Это забота философов. Для математики и логики достаточно, чтобы такими понятиями, как жизнь, время, пространство, информация, и многими другими можно было оперировать, а некоторые из них измерять и выражать количественно.

Все тела природы, живые и мертвые, все виды энергии и все процессы, которые в них происходят, являются источниками информации. Носитель этой информации тоже материя, но, в отличие от процессов, происходящих с большими затратами, преобразованиями или расходом энергии, процесс информации, ее сбора, распространения и приема, характеризуется незначительными «потерями» энергии. Информация характеризует степень организованности вещества или энергии.

Потребность в определении количественной меры информации ощущалась давно. Но только 15 лет тому назад удалось выработать приемлемый метод ее численного выражения. За единицу количества информации принята величина, получившая наименование *бит*. Самое лучшее – привести несколько примеров, так как объяснение и обоснование этой величины заняло бы слишком много места. Так, книга в 10 печатных листов содержит информацию около миллиона *бит*. Для выработки кратковременных прогнозов погоды на обширных пространствах нужно располагать информацией во много миллиардов *бит*. Информация, содержащаяся на молекулярном уровне и необходимая для воссоздания человека со всеми его физическими и психическими особенностями, оценивается (конечно, весьма приближенно) в десять в 25 степени *бит*. Может быть, полезно напомнить, что Земля образована веществом, содержащим около 10^{50} атомов. Информация, содержащаяся в одной букве широко распространенных языков, содержит несколько единиц *бит*.

Но нас интересует не только количество информации, а и ее смысл. Эта часть задачи наукой еще не решена. Между тем для эффективного управления необходимо располагать, как мы уже говорили, полноценной информацией. Это значит, что информация должна быть не только полной,

достаточной, но и своевременной, точной и непротиворечивой. Информация, поступающая через различные по своей физической природе каналы, должна быть согласованной. Это относится в первую очередь к биологическим каналам информации о состоянии внешней и внутренней среды. Если вспыхивает огонь, то мы об этом узнаем при помощи глаз, ушей (шум огня), ощущаем запах дыма, тепло и др. В этих случаях мы вынуждены мгновенно, рефлекторно реагировать на этот опаснейший для жизни источник энергии. Все рецепторы должны действовать согласованно и быстро. Сколько при этом перерабатывается различной по своей физической природе информации, я сказать не могу. Еще сложнее обстоит дело, если меняется температура окружающей нас внешней среды, предположим, на несколько градусов. Организм должен на это быстро реагировать и переработать информацию, поступающую по миллионам нервных каналов, воспринимающих ее от рецепторов тепла на поверхности тела в 2 м^2 . Сбор, классификация, хранение, передача и прием, а также использование биологической информации – это предмет новой науки, которая еще недостаточно разработана. Но, в первом приближении, для отдельных органов чувств и для более простых случаев, в биологии допустимо пользоваться классической теорией «технической» информации, применяемой с большой пользой в службе связи, в электронных машинах и телемеханике.

Управление сложными системами

Кибернетика имеет дело с объектами, которые обычно подходят под классификацию сложных динамических систем. Это управляемые системы. Закономерности, определяющие процессы в таких системах, должны быть известны, если мы хотим создать устройство, способное решить задачу оптимального целенаправленного управления. Такое управляющее устройство (субъект управления, например, электронная машина) должно на основе информации, характеризующей управляемую систему, вырабатывать и подавать команды. Субъект и объект управления во время работы сливаются в единую систему. Управление должно быть целенаправленным. Часто эта цель может быть установлена на основании теоретических или практических соображений. Например, для того, чтобы вода закипела, необходимо повысить ее температуру при нормальном давлении до 100° . Это, конечно, примитивный пример. Но обычно сложные задачи образуются из сочетания многих взаимосвязанных простых задач. Точно так же существуют частные и более общие цели. Ведь любое управление сложными системами, преследующее достижение некоторой общей, конечной цели, являющейся как бы стратегической целью, распадается на ряд элементарных, частных задач управления, достижения отдельных тактических целей. Но и каждая частная задача может потребовать для своего решения серьезных усилий и затрат. Назовем только два-три примера.

Для решения общей транспортной задачи всей страны надо располагать грандиозной по своим масштабам информацией, которая сможет быть переработана только на крупных вычислительных центрах. При этом может оказаться, что оптимальный, частный вариант для наилучшего использова-

ния одного вида транспорта может не удовлетворять оптимальному решению всей комплексной проблемы.

Не менее сложна проблема обеспечения электроэнергией быстрорастущей промышленности, а также всех других потребителей. Электростанции, перерабатывающие топливо или использующие энергию воды, ветра, солнца и др., могут быть скомбинированы в сложные энергосистемы по различным показателям. Надо найти оптимальное решение. Решению этой задачи могут помочь вычислительные центры.

Можно говорить об оптимальном режиме работы доменных печей или об оптимизации работы всей металлургической промышленности и т. д.

Кибернетика и живая природа

Но, конечно, важнейшей из всех решаемых в настоящее время задач является задача сохранения здоровья советских людей, обеспечение здоровых условий труда, забота о здоровье детей, пожилых и старых людей. На это специально указано в Программе нашей партии.

В нашей стране уделяется огромное внимание здравоохранению. Предупреждение инфекционных заболеваний, ранний диагноз и успешное лечение тяжелых, считающихся в настоящее время неизлечимыми заболеваний, – почетная задача советского здравоохранения. Основная трудность и здесь, конечно, в необходимых темпах прогресса. Весьма вероятно, что кибернетические методы и средства, вместе со средствами электроники, смогут помочь медикам ускорить решение задач, поставленных партией.

Уже в настоящее время электронные средства оказывают существенную помощь медицине. Как указывалось уже в нашей прессе¹, электронные приборы сбора первичной информации о состоянии организма с успехом применяются несколько лет. Их преимущество перед старыми приборами в большей чувствительности и возможности усиления очень слабых сигналов, в легкости генерирования радиочастот практически всего диапазона волн, в регистрации наблюдений, их записи и хранении. Примерами могут служить электрокардиографы, электроэнцефалоскопы, электромиографы, а за последнее время – эндорадиозонды, сверхминиатюрные чувствительные элементы и радиопередатчики, способные выдавать данные о кислотности, щелочности, давлении и температуре желудочно-кишечного тракта. Уже сегодня потребность советской медицины в таких приборах исчисляется несколькими миллионами.

Если к этому добавить средства телерегистрации мускульных усилий спортсменов или рабочих, телевизионные микроскопы, цветное телевидение в хирургии и особенно электронные микроскопы, дающие увеличение в десятки и сотни тысяч раз при разрешающей способности в несколько ангстрем, то станет понятно, какую неоценимую услугу оказывает уже сегодня электроника биологии и медицине.

Переработка и автоматический анализ информации в специальных или типовых электронных машинах может чрезвычайно облегчить труд лабо-

¹ См. «Литературная газета» от 29 марта 1962 г.

рантов. Открывается реальная возможность сбора медицинской статистической информации, хранения ее в долговременной памяти электронных машин и ее использования при выработке диагноза по некоторому сочетанию симптомов. Сейчас еще трудно сказать, каково будущее электронных диагностических машин, но есть все основания думать, что именно их использование поможет подойти к решению проблемы выработки диагнозов в тяжелых и неясных случаях или на ранней стадии заболевания.

Энергетическое воздействие на организм электрическими, электромагнитными, акустическими или ультразвуковыми, а также тепловыми полями может оказать существенную лечебную помощь. Имеются весьма важные достижения (чл.-корр. Академии наук Б. Л. Астауров) в области воздействия на пол и на наследственность². Это открывает громадные перспективы и может дать исключительно большой экономический и общий народнохозяйственный эффект. Остается только пожалеть, что эти важнейшие достижения, имеющие мировое значение, долго не находили практического использования.

Важнейшим направлением электроники и кибернетики является моделирование (имитация) некоторых процессов в живом организме, а также моделирование отдельных элементов, например нейронов. Моделирование электронными логическими схемами условных рефлексов с любыми наперед заданными параметрами – это уже вчерашний день. Конечно, сейчас, в 1962 г., когда так много сделано в этой области, легко себе представить, во сколько раз могла бы быть облегчена работа И. П. Павлова, если бы он мог сочетать эксперименты над собаками с электронным моделированием.

Непосредственно к кибернетике относится важнейшая область создания электронных приборов для управления жизнедеятельностью при операциях – применение кардиомониторов для поддержания сердечной деятельности, электронных стимуляторов сердца, регуляторов наркоза.

Мы не можем останавливаться более подробно на этих вопросах. В заключение можно сказать, что применение математических, математически-логических методов и средств автоматизации, электроники и кибернетики способно произвести полный переворот в биологии и медицине.

Все советские ученые, участвующие в развитии передовой науки, последовательно выполняют указание Программы партии: «Шире и глубже развивать мичуринское направление в биологической науке, которое исходит из того, что условия жизни являются ведущими в развитии органического мира». Это положение является центральным в классическом дарвинизме, и речь может идти только о том, чем и как мы обязаны помочь биологам реализовать это указание.

За последние годы, я бы сказал, даже за последние месяцы, биологами, совместно с физиками, химиками и математиками достигнуты исключительно важные результаты в области биологической химии. Некоторые из этих результатов были доложены в 1961 г. в Москве на Международном конгрессе по биохимии, другие опубликованы позже. Эти достижения касаются структуры некоторых белковых молекул и механизма передачи на-

² См. «Природа», 1962, № 4, стр. 55–67.

следственной информации. Достигнутые результаты позволяют надеяться, что советские генетики, а также их иностранные коллеги, используя новые возможности, предоставляемые им современной наукой, приблизятся к разрешению проблемы, вызвавшей так много споров. Мы не можем останавливаться подробнее на этом вопросе, но любознательный читатель может найти много уже опубликованных материалов по этой проблеме³. Вероятно, значение этих работ не менее велико, чем значение работ Пастера, Коха и Мечникова в области микробиологии.

Получены новые данные о структуре и функциях отдельных элементов живой клетки. Неужели кто-нибудь еще может сомневаться в том, что в биологии совершается настоящая революция? Хотелось бы, чтобы наши биологи, будучи преемниками Сеченова, Мечникова, Павлова, Бехтерева, Прянишникова и Мичурина, опираясь на достижения в области смежных наук, заняли ведущее место в мировой науке по важнейшим проблемам, как этого требует новая Программа партии.

Может ли машина думать?

Нам хочется высказать еще несколько соображений о «думающих» машинах. В настоящее время есть возможность поручить электронным машинам выполнение многих математических операций и расчетов, а также операций математической логики. Человеческий мозг, в процессе чрезвычайно медленного эволюционного развития, достиг сегодня известных границ в отношении возможностей памяти, быстроты выполнения мыслительных операций, использования объема, содержания и количества разнообразной информации. Лет двести тому назад люди, наряду с машинами, которые компенсировали недостаточность их физических сил, начали создавать приборы, аппараты и средства для управления этими машинами и другими источниками или преобразователями энергии. Зародились первые, обычно игрушечные, но весьма остроумно сконструированные автоматы, имитировавшие те или иные движения человека или животных. В дальнейшем человеческий мозг создал огромное множество разнообразных средств сбора, хранения и обработки информации и, наконец, – быстродействующие электронные машины, компенсирующие медлительность и инерционность действия нервных волокон коры головного мозга.

Сконструированы машины, которые отлично работают по заданной человеком программе со скоростью в несколько миллионов операций в секунду. Построены машины, специально предназначенные для работы по меняющейся программе, причем на характер изменения своих действий может влиять сама машина. Таким образом, созданы так называемые самообучающиеся машины, имеются машины-оптимизаторы и др.⁴. Так как возможности человеческого мозга ограничены и эволюционное развитие идет невероятно медленными темпами, то человеку и дальше придется для удовлетворения своих непрерывно растущих потребностей во все большем

³ См. «Природа», 1962, № 6, стр. 103–105; № 7, стр. 31–36.

⁴ См. «Природа», 1962, № 4, стр. 27–34.

масштабе поручать электронным машинам выполнение операций, которые необоснованно считались навсегда закрепленными только за человеческим мозгом. Границ тут нет никаких. Но значит ли это, что электронные машины «думают»? Я уверен, что нет. Машины не думают и думать никогда не будут. Думать могут только комбинации из *живых нервных клеток*, образующие человеческий мозг. Эти клетки связаны с внешней средой и внутренним миром человеческого тела, живут, дышат и питаются, претерпевают изменения своего химического состава при запоминании и мышлении. Твердо установлено, что перерыв в общении с внешним миром, полный перерыв в поступлении информации из внешнего мира, ведет к дезорганизации нормальной работы мозга и необратимым химическим реакциям, которые губят нервные клетки. Мозг и мыслительная способность развиваются при общении человека с другими людьми. Человек-одиночка не мог бы мыслить как человек. Он мыслит бы так, как его заставила бы мыслить окружающая его среда и его примитивная деятельность, инстинктивно выполняемая для сохранения своей жизни. Ничего похожего на мыслительную способность нормального человека он бы не проявлял. Все это подтверждается многочисленными фактами возвращения к людям детей, похищенных животными и проживших среди них некоторое время (годы). Человек обладает психикой, сознанием, связанным, конечно, с мозговым веществом, но не совпадающим с ним. Следовательно, человек думает совершенно иначе, чем построенные им машины, как бы «умны» они ни казались. Но я не вижу никакой необходимости сводить выполнение математических и логических операций в машине к деятельности живого мозга. Достаточно того, что умный человеческий мозг создал машины, которые компенсируют его слабость. Но пока дело обстоит так, что человек создал нужные ему машины, а не наоборот. И это очень важно. Если бы существовало машинное общество, оно бы вряд ли нуждалось в создании человека... Следовательно, ставить знак равенства между думающим мозгом и выполняющим его задания электронным устройством нельзя.

Дискредитирует и развенчивает ли такой взгляд современные и будущие электронные машины? По-моему, нет. Вместе с машинами будут развиваться и многие другие приборы и орудия, в которых будет нуждаться человек. Но без электронных машин немыслим быстрый научный прогресс. Этого, мне кажется, вполне достаточно для признания их роли. Мы и коммунизма не построим в намеченные сроки, если не вырвемся вперед в области разработки новых, более совершенных машин, а также в создании методов и средств выдачи машинам нужной им исходной полноценной информации. Но не «думающие» электронные машины, а думающие люди будут строить коммунизм.

Нам нужны хорошие, современные электронные вычислительные машины в огромном количестве, быстродействующие, надежные в работе.

У человека есть и воля, и настойчивость, и энергия, т. е. те психические свойства, которыми он, несомненно, будет пользоваться для управления машинами, совершенно для него необходимыми и незаменимыми, хотя они и не думают.

Мне кажется, что чем глубже мы вникнем в исключительную сложность задач, которые советские ученые должны и хотят выполнить за ближайшие 20 лет (да нет, уже только за 18 лет), тем яснее нам станет, что работать по старинке уже больше нельзя – просто не хватит времени. Надо признать, что поставленные перед нами задачи могут быть решены только на новой технологической базе, при помощи новых средств и методов управления. В этом может помочь развивающаяся советская кибернетика – наука величайших возможностей и грандиозных перспектив.

М. Г. Гаазе-Рапопорт

**Вступительное слово
к первому Семинару по истории кибернетики
22 декабря 1983 года**

Начинаем работу!

<...>

...собраться всем, кто когда-то участвовал в первых семинарах по кибернетике. В основном я как раз приглашал именно тех, кто остался в списках семинаров. Дело в том, что за последние годы многие из тех, кто начинал кибернетику, уже ушли от нас, и было бы интересно сохранить материалы, вспомнить тех людей, которые все начинали, и сохранить все имеющиеся материалы воспоминаний.

Если присутствующие не будут возражать, мы дальше будем записывать все эти вещи. Если будут тезисы докладов или какие-нибудь письменные материалы, мы их готовы тоже хранить, с тем, чтобы не ставить сейчас вопрос о возможности или невозможности публикации. Чтобы просто сохранить материалы по истории кибернетики.

Можно вспомнить и людей, и ход рождения и развития идей, так сказать, собрать и сохранить коллективную память.

Сохранились заметки, так что восстановить в памяти многое из того, что происходило 25–30 лет тому назад, по-видимому, можно.

Теперь мне хотелось сказать такую вещь: мне представляется (это надо решить вместе), что основой должны быть не столько доклады, сколько воспоминания. Поэтому, если мы будем устраивать заседания, посвящен-

Из фонотеки М. Г. Гаазе-Рапопорта. Лакуны в тексте обусловлены состоянием фонограммы.

ные кому-нибудь одному – Алексею Андреевичу, Мике Бонгарду, Мише Цетлину, то вряд ли мы за одно заседание сможем все рассказать и обо всем поговорить. Поэтому, наверно, такого рода персональные заседания придется устраивать подряд, скажем, два–три раза. Я думаю, это будет разумно.

Но, кроме того, кроме вот этого списка основных участников, о котором я вам сообщал, мы, естественно, будем приглашать и других людей. Естественно, что на семинар, например, памяти Михаила Львовича, мы пригласим многих из тех, кому присутствие на всех заседаниях не очень интересно.

Какие есть возражения по такой чисто методологической части? Какие есть соображения?

Я скажу зачем: люди уходят, из памяти стираются, и хотя бы материалы, пускай рукописные, сохраняются для потомства. Если из этих материалов можно будет составить что-нибудь коллективное, ради бога.

Я сейчас думаю, что если даже этого нельзя будет сделать, даже если из этого ничего не получится, то все равно, мне кажется, что такого рода обсуждения, воспоминания могут представлять интерес.

<...>

Ну, давайте считать, что это наша большая задача. Я хочу, чтобы наша задача не ограничивалась выступлениями. То есть в выступлениях могут быть и анекдоты, и воспоминания биографического порядка, и все, что связано с соответствующими людьми и соответствующими идеями. Вот в чем идея: чтобы сохранить как можно больше. Из этого, может быть, удастся выбрать и то, что войдет в такого рода официальную историю кибернетики.

Ну, а теперь, прежде чем дать слово Юлию Анатольевичу, я хотел бы взять себе небольшое слово, тоже связанное с историей кибернетики.

Мне хотелось просто минут за 10–15 рассказать, как мне помнится зарождение позитивной кибернетики у нас в Советском Союзе. Мне кажется, что это было начало. Может быть, я ошибаюсь. Это было бы интересно послушать и понять <...> как оно начиналось у других.

В 1953–1954 гг. в НИИ Главного артиллерийского управления в течение нескольких лет проходил методологический семинар по философским основам физики, философским основам естествознания. На одном из этих заседаний семинара (если я не ошибаюсь, это было где-то в середине пятидесят четвертого года) было решено поставить сообщение, так сказать, о «позитивном» значении кибернетики. Там должны были выступать трое товарищей, кстати сказать, одного из них здесь нету, он обещал прийти. Это – Китов, И. А. Полетаев и я. Китов на это заседание не смог прийти. С кратким сообщением начал выступление я, причем я говорил достаточно сухо о кибернетике в чисто техническом плане, как о развитии автоматического регулирования и общей теории управления в технических системах. Вторым выступил Игорь Андреевич Полетаев. Он говорил блестяще, причем его выступление было закончено под аплодисменты, что было удивительно для этого семинара. Такого у нас на методологическом семинаре никогда в жизни не бывало.

Надо сказать, что Игорь Андреевич в это время уже был хорошо знаком с книжкой Винера и излагал все идеи, которые несколько позже были опубликованы в его работе «Сигнал».

На это же заседание пришёл А. И. Китов с довольно большой статьей о кибернетике. Эту статью нам удалось посмотреть. Потом она была показана А. А. Ляпунову, который приписал к ней несколько страниц и показал С. Л. Соболеву, который согласился тоже поставить под ней подпись. В результате появилась известная статья о кибернетике в «Вопросах философии», в 4-м номере за 1955 год, подписанная Китовым, Ляпуновым и Соболевым. Собственно, отсюда все началось.

Далее, на одном из советов у А. И. Берга (это на какой-то из секций Министерства обороны) проходило обсуждение этой статьи, и там, по идее А. И. Берга, с подачи И. А. Полетаева, было решено написать книжку. Поскольку у Полетаева уже основные материалы и заделы были, это было поручено ему. Отсюда появилась идея «Сигнала».

Примерно в это же время проходило несколько частных бесед. Например, один раз – в поезде, когда мы ехали из Звенигорода с А. А. Ляпуновым, где он сказал, что он свои семинары по программированию хочет дополнить большим семинаром, и рассказывал о возможных, так сказать, идеях, которые на этом семинаре можно будет обсудить. Но это уже другой вопрос, вопрос об этом большом семинаре.

Вот, собственно, с моей личной точки зрения, все позитивное началось именно отсюда. Может быть, у кого-нибудь есть другие идеи, другие мысли, другие воспоминания, было бы интересно их услышать.

<...>

Негативная началась несколько раньше.

О негативной кибернетике, я думаю, нам сможет рассказать Израиль Борисович Гутчин, потому что в свое время, я помню, у него вот такую большую книгу вырезок всех негативных статей по кибернетике, которые были помещены, ну, за те два, три, четыре года. Это было бы тоже, наверное, довольно интересно.

<...>

Так, есть ли какие-нибудь замечания к такому краткому сообщению?

Нет? Ну тогда, я думаю, что, в соответствии с нашей договоренностью, слово предоставляется Юлию Анатольевичу.

О становлении кибернетики в СССР

Кибернетика – интегральное научное направление и как таковое в значительной степени базируется на знаниях и идеях, зародившихся в рамках большого числа различных дисциплин, развивавшихся первое время независимо друг от друга. Именно поэтому, говоря о возникновении кибернетики, нельзя обойти вниманием период накопления и формирования знаний и фактов, на базе которых она потом возникла. Об этом уже шла речь в предыдущей статье*. Ниже мы, не повторяя сказанного там, выделим то, что можно назвать корнями кибернетики, систематически рассмотрим состояние соответствующих знаний к моменту зарождения идей, которые можно назвать кибернетическими, т. е. к 30–40-м годам нашего века.

Корни кибернетики

Известно, что термин «кибернетика» для обозначения науки об управлении общественными системами использовали французский физик А. М. Ампер¹ (1775–1836) и польский ученый Ф. Бронислав Трентовский² (1808–1869), ученик Гегеля.

Можно считать, что корни кибернетики в основном относятся к последней половине XIX в., и существовали они сравнительно самостоятельно до конца первой половины нашего столетия. Корни эти представляют собой как элементы чисто инженерного знания, так и некоторые локальные обобщения – результат развития теоретического знания в отдельных естественнонаучных и научно-технических дисциплинах. Это:

- системы автоматического регулирования и управления, теория автоматического регулирования;
- элементы моделирования и локальные теории моделей для различных областей техники;
- счетно-решающие приборы и математические инструменты;
- цифровые вычислительные машины;
- элементы программирования для ЦВМ;

* Имеется в виду статья Б. В. Бирюкова «Кибернетика, информатика, вычислительная техника, автоматика: проблемы становления и развития. Вклад отечественной науки», опубликованная в том же сборнике на страницах 7–45. – **Сост.**

© Издательство «Наука», 1989. Опубликовано в: Кибернетика: прошлое для будущего. Этюды по истории отечественной кибернетики. Теория управления. Автоматика. Биокибернетика. М.: Наука, 1989, с. 46–85.

- релейно-контактные схемы управления и защиты, элементы теории релейно-контактных схем;
- средства связи и некоторые вопросы теории связи;
- биомедицинские исследования, такие, как биомеханика, общая физиология, физиология высшей нервной деятельности;
- вопросы административного и производственного управления, элементы общей теории систем;
- элементы психологии труда и инженерной психологии;
- математическая логика как часть математики.

Рассмотрим теперь каждый из этих корней.

Автоматическое регулирование и управление. Потребности развития техники, требования к поддержанию в заданных пределах различных величин, характеризующих функционирование технических устройств, привели к изобретению и последующему развитию разнообразных регуляторов. Первым, технически применявшимся прибором такого рода³, в котором использовался не сформулированный еще принцип управления по отклонению (обратная связь), был регулятор Уатта – он служил для регулирования скорости паровой машины путем воздействия на количество поступающего в нее пара⁴. В дальнейшем появились и другие виды подобного рода устройств.

Распространение регуляторов, потребность в повышении точности их работы, в устранении явления неустойчивости (автоколебаний) привели к теоретическому осмыслению принципов их работы, к выработке математического описания их функционирования и созданию методов соответствующих инженерных расчетов. Первые теоретические исследования систем автоматического регулирования с обратной связью связаны с именами Дж. К. Максвелла, И. А. Вышнеградского и А. Стодолы⁵.

Заметим, что примерно до середины 30-х годов нашего века теория регулирования развивалась в рамках отдельных технических дисциплин, таких, как «регулирование машин», «регулирование электродвигателей», «гидравлические регуляторы», «электропривод» и т. п. Даже одна из основополагающих работ – работа Г. Найквиста по частотным методам исследования устойчивости систем с обратной связью⁶ была написана применительно к электронным усилителям. Само понятие «обратная связь», пронизывающее всю теорию автоматического регулирования, вошло в нее лишь после появления электрических и электронных элементов и построенных на их базе разнообразных следящих систем, называвшихся ранее сервосистемами или сервомеханизмами.

С конца 30-х годов началось интенсивное проникновение следящих систем во все отрасли техники, включая радиотехнику, электронику и счетно-решающие устройства; по этой тематике стали выпускаться журналы, сформировались соответствующие коллективы специалистов. Сложившаяся к этому времени общая теория автоматического регулирования связана с именами А. В. Михайлова, Г. Найквиста, А. А. Андропова, Б. Н. Петрова, М. А. Айзермана, А. А. Фельдбаума и многих других советских и зарубежных ученых⁷.

Теория автоматического регулирования явилась одной из важнейших основ кибернетики и после возникновения последней вошла в нее как одна из существенных составных частей.

Моделирование. Моделирование также развивалось в рамках конкретных научно-технических дисциплин уже в первой половине прошлого века, а в некоторых областях и того ранее. Речь идет главным образом о построении уменьшенных действующих моделей различных технических систем и устройств до воплощения их в натуральных размерах. Такое моделирование называют натурным или масштабным. Примерами могут служить известная модель деревянного одноарочного моста через Неву, построенная И. П. Кулибиным⁸, модели паровых машин и паровозов, выполненные их конструкторами (Дж. Уатт, Р. Тревитик, Дж. Стефенсон и др.) в порядке подготовки практической реализации своих изобретений; в настоящее время такого рода модели (судов, самолетов и т. п.) изучаются в опытовых бассейнах, аэродинамических трубах и пр.

Зарождение моделирования в науке связано с появлением понятия «подобие», использовавшимся главным образом для решения ряда задач строительной механики, а затем проникшим в другие области техники. Развитие этого вида моделирования привело к созданию соответствующей теории, называемой иногда *теорией подобия*⁹.

Важным этапом в истории моделирования явилось установление изоморфизма функционирования различных систем, главным образом колебательных. Многие из подобных систем, несмотря на разную природу (механические, гидравлические, акустические, электрические и др.), описываются одинаковыми дифференциальными уравнениями, что позволяет изучать функционирование одной системы, не решая соответствующие уравнения (системы уравнений), а непосредственно изучая функционирование изоморфной системы другой природы, в силу каких-либо причин более удобной для изучения, нежели система-оригинал.

Использование одной системы в качестве модели для изучения другой, являющееся и одним из основных методов кибернетики, получило интенсивное развитие после широкого распространения электрических цепей, когда благодаря законам токораспределения Кирхгофа удалось установить, что поведение этих цепей описывается системами дифференциальных уравнений. Изменение параметров цепей означало, по сути дела, изменение параметров соответствующих уравнений (систем уравнений), а изменение структуры цепей – изменение формы уравнений. Так электрические цепи (схемы) превратились в удобный модельный инструмент для изучения процессов в разнообразных системах.

Модельные исследования первоначально развивались автономно в рамках отдельных технических дисциплин; изучалось «электрическое моделирование акустических систем», «моделирование механических систем» и т. п.; появление таких модельных систем, как гидравлические, привело к «гидравлическому моделированию» и т. д. То, что все эти виды моделирования основываются на аппарате дифференциальных уравнений, описывающих процессы различной природы, привело к «универсализации» электрических (электронных) моделей, и их начали использовать в качестве ин-

струмента для решения дифференциальных уравнений и их систем, вне зависимости от того, какие реальные системы и процессы этими уравнениями описываются. Так было положено начало развитию *аналоговых вычислительных машин* и так называемому математическому моделированию.

Примерно к этому времени, т. е. к 30-м годам нашего века, усилиями ряда ученых (Л. И. Гутенмахер, Г. Л. Полисар и др.) было показано, что электрические сети могут применяться для моделирования более сложных систем, для решения уравнений в частных производных. Появились сеточные электрические модели¹⁰, которые стали применяться для решения задач строительной механики, теории упругости, гидродинамики и др. В развитие электромоделирования и в создание электронных аналоговых машин, называвшихся также интеграторами, кроме упомянутых выше Л. И. Гутенмахера и Г. Л. Полисара, большой вклад внесли многие советские и зарубежные ученые – А. А. Фельдбаум, В. Б. Ушаков, Г. И. Петров, Г. Крон и др.

Счетно-решающие приборы и математические инструменты. Строго говоря, счетно-решающие приборы можно рассматривать как разновидность моделирующих устройств. Истоки их относятся к древности. При решении землемерных и астрономических задач возникла потребность в решении треугольников и других геометрических вопросов. Родилась идея, что задачи эти можно решать в уменьшенном масштабе – «на бумаге» – в виде графических построений, а далее – с помощью механических устройств, в которых длины и углы поворота отдельных деталей соответствуют реальным расстояниям и углам, непосредственно получаемым при измерениях изучаемых объектов. Так появились первые астрономические инструменты, с помощью которых, помимо непосредственного измерения углов, модельным путем – с использованием принципа геометрического подобия – определялись неизвестные линейные размеры объектов. Подобные же принципы использовались для определения расстояний на земле.

Одним из первых специально сконструированных дальномеров – он служил для определения расстояний до артиллерийских целей – был прибор, построенный в начале XIX в. русским офицером Тимофеем Бринком¹¹. В дальнейшем принцип геометрического подобия стал применяться для выполнения простых математических операций (сложение, вычитание, умножение) и их комбинаций; математические величины вводились в приборы в соответствующем масштабе в виде углов, перемещений, длин и иных чисто механических носителей.

Проблемой, затруднявшей использование подобных устройств, являлась трудность достижения необходимых точностей чисто механическими средствами. Поэтому интенсивное их развитие, главным образом для решения военных задач (военные приборы), началось лишь в XX в., когда прогресс технологии позволил создавать достаточно прецизионную технику.

Для интегрирования и дифференцирования стали применяться специальные дисковые или грибовидные фрикционные механизмы и тахометры, а для введения функциональных величин – механические графики, кулачки и коноиды. На механических принципах были созданы довольно сложные приборы для управления артиллерийской зенитной стрельбой (ПУАЗО),

управления торпедной стрельбой и стрельбой корабельной артиллерии (ПУТС и ПУС). Важной особенностью такого рода счетно-решающих приборов было то, что они работали в «натуральном масштабе времени», т. е. результаты получались непрерывно, без задержки, при непрерывном же вводе исходных данных. Теорией и проектированием механических счетно-решающих устройств интенсивно занимались многие советские ученые, и в том числе Н. Г. Бруевич, С. О. Доброгурский, И. Ф. Сакриер, Н. И. Пчельников¹².

Развитие электротехники и электроники привело к введению в описываемые приборы электрических и электронных элементов (потенциометрические схемы, решающие усилители, вращающиеся трансформаторы), а затем к появлению счетно-решающих устройств, полностью построенных на такого рода элементах; эти устройства начали интенсивно разрабатываться в 40-е годы и в значительной степени стимулировали развитие аналоговых моделирующих устройств.

Все это воздействовало на развитие инженерной мысли в области точного приборостроения. Помимо вопросов точности механизмов, которыми занимались такие ученые, как П. Г. Бруевич и З. Ш. Блох, возник ряд специальных инженерных дисциплин, связанных с отдельными аспектами теории и методики проектирования систем и устройств, решающих определенные группы математических задач. Кроме упомянутых выше ученых, исследования в этой области вели Б. И. Станиславский, А. А. Папернов, А. Л. Лившиц, Л. Н. Преснухин, В. С. Семенихин и др., а также многие зарубежные специалисты (в их числе были Н. Винер, Л. Заде, Д. Рагазини и др.).

Развитие цифровых, дискретных устройств типа арифмометров, сначала на основе механических принципов, а затем электромеханических и электронных, привело к включению цифровых элементов в счетно-решающие приборы, а затем и к созданию цифровых счетно-решающих устройств – специализированных ЦВМ, – работавших в натуральном масштабе времени.

Существенным является то, что развитие счетно-решающей техники обусловило переход от управления отдельными объектами (станок, орудие, батарея и т. п.) к управлению их комплексами, т. е. выдвинуло задачу управления техническими системами *с л о ж н о й п р и р о д ы*. Иначе говоря, возникли подходы кибернетического плана. Примечательно, что работы Н. Винера в области теории ПУАЗО и счетно-решающих приборов помогли ему сформулировать ряд идей, которые вошли в его первую книгу о кибернетике.

Математические инструменты. Их развитие началось с упоминавшихся выше астрономических инструментов и тоже шло по пути создания точных приборов аналогового типа; развитие это отличается разве что меньшей интенсивностью и тем, что принцип работы в натуральном масштабе времени здесь не использовался, так как эти приборы предназначались главным образом для решения статических задач, таких, как измерения геометрических объектов, площадей, длин, для интегрирования и дифференцирования графически заданных функций и т. п.

Не останавливаясь подробно на истории математических инструментов – она достаточно освещена в литературе¹³, – заметим, что в их конструкции часто использовались принципы и решения, разработанные в теории счетно-решающих приборов, и наоборот, ряд принципов и решений, применимых в математических инструментах, нашли успешное использование в счетно-решающих устройствах. Научно-исследовательский семинар по точности механизмов, которым руководил Н. Г. Бруевич (40-е–50-е годы), значительное время занимался почти исключительно проблемами, связанными с точностью математических инструментов, и тем не менее сыграл заметную роль в развитии теории счетно-решающих приборов.

Цифровые вычислительные машины. ЦВМ также имеют достаточно большую историю. Многие вопросы этой истории подробно освещены в литературе¹⁴. Мы остановимся поэтому лишь на некоторых основных аспектах развития ЦВМ. Первым шагом здесь является создание – еще в древности – абака, разновидностью которого являются русские конторские счеты. В этих простейших приборах уже используется кодирование десятичных цифр с помощью дискретных единиц-костяшек и осуществляется реализация простейших арифметических действий. Следующий шаг – это создание арифмометров, т. е. механических устройств для выполнения операций арифметики. XIX век ознаменован арифмометром с колесом Однера (1874); позже выпускались счетно-клавишные машины ВК, «Мерседес», «Рейнметалл» и др. Затем, уже на наших глазах, появилось множество разнообразных клавишных электронных калькуляторов, способных выполнять относительно простые вычислительные процедуры. Изменилась техника – от механических систем произошел переход к электромеханическим, а затем к электронным; изменился источник энергии – ручной привод заменился электродвигателями, а затем электронными источниками питания. Однако основной принцип работы – составление на бумаге плана расчета и пошаговое последующее его выполнение – остались.

Принципиально новой идеей, восходящей к работам Ч. Бэббиджа, явилось использование бумажного носителя информации – перфокарт, примененных ранее Ж. Жаккардом для управления ткацким станком, – с целью реализации фиксированных последовательностей арифметических операций, т. е. вычислительного процесса. Эта идея привела к зарождению элементов программирования, заключавшегося в изготовлении управляющих перфокарт, а также позднее к коммутации на наборных досках и вылилась в то направление вычислительной техники, которое связывают с именем Г. Голлерита и называют счетно-перфорационной техникой. Существенным в счетно-перфорационных машинах является то, что для «программирования» последовательности операций используются не перфокарты, а коммутационные доски со штеккерными соединениями. На перфокартах же кодируется числовая информация.

Комплекты счетно-перфорационных машин в 30-е–40-е годы сыграли существенную роль в решении массовых вычислительных задач для народного хозяйства и обороны страны. В разработку методов их использования внесли вклад работы Л. Я. Нейшуллера, И. Я. Акушского, С. К. Неслуховского и других советских ученых.

Счетно-перфорационные машины претерпели такие же изменения, что и калькуляторы: совершенствовалась механическая часть, внедрялись релейные и электронные схемы и в конечном счете сформировалось специальное направление вычислительной техники, и поныне соревнующееся с электронными цифровыми машинами при решении задач некоторых классов.

Существенным этапом, с которого началось развитие современных ЦВМ, явилась разработка в начале 40-х годов релейных и электронных схем для хранения в машинах цифровой информации – промежуточных данных и результатов вычислений. Началось развитие одного из важнейших устройств ЭВМ – *блока памяти*. Развитие науки и техники, особенно электроники, привело в дальнейшем к использованию целой гаммы принципов построения запоминающих устройств – регистровых, на магнитных барабанах, лентах и дисках, электронно-лучевых, ферритовых, пленочных, оптоэлектронных и голографических, – что существенно обогатилось на развитии ЭВМ и росте их производительности.

К началу формирования кибернетики как научного направления (конец 40-х годов) относится революционная идея Дж. фон Неймана относительно «единства» информации, используемой на всех этапах работы ЦВМ, и в частности о хранении в памяти машины, помимо текущей информации, связанной с решаемой задачей, также и информации программной. Идея эта – важнейшая в комплексе принципов, составивших то, что обычно называют фоннеймановской структурой ЭВМ, и в значительной степени сохранившая свою жизненность до наших дней, привела к возможности оперировать с командами программ так же, как и с числами: осуществлять в машине их преобразования, выполнять над ними логические и арифметические операции. В концепции фон Неймана автоматический цифровой вычислитель выступил как устройство для переработки информации любой природы, не обязательно числовой.

Уже к концу 40-х годов на развитие ЭВМ и их теории существенное влияние оказывали и такие составные части («корни») кибернетики, как теория релейно-контактных схем и автоматов, математическая логика; возрастающее значение стали приобретать вопросы программирования. Необходимо, однако, отметить, что ЭВМ и их теорию нельзя отождествлять с кибернетикой: они лишь частично смыкаются с ней, выступая в качестве ее технической базы.

В самом деле, «ипостаси» ЭВМ многообразны. Эти машины являются мощным средством выполнения сложнейших математических расчетов, решения разнообразных научных и инженерных задач; это не всегда имеет непосредственные связи с кибернетикой, но безусловно относится к *прикладной математике*. В силу высокого быстродействия ЭВМ являются мощным инструментом информационного – не обязательно математического! – *моделирования* разнообразных объектов, систем, процессов и явлений; в качестве универсального инструмента моделирования они, естественно, используются для решения задач собственно кибернетического плана; в этом смысле ЭВМ являются одним из основных инструментов кибернетики. Далее, ЭВМ входят в качестве ведущей компоненты в *сложные управляющие и информационные системы*, изучающиеся в кибернетике.

Наконец, архитектура, возможности, теория и принципы совершенствования ЭВМ являются объектами кибернетического рассмотрения¹⁵.

Программирование для ЦВМ. Родоначальником программирования считается Ада Лавлейс – дочь знаменитого поэта Дж. Г. Байрона, – которая составляла первые программы для «аналитической машины» Беббиджа. Однако серьезно о программировании стало возможным говорить лишь с момента появления первых ЭВМ и внедрения фон неймановского принципа ввода и хранения программ в памяти машины.

К моменту зарождения кибернетики уже накопился некоторый опыт составления программ для ЭВМ. Так, в начале 50-х годов элементы программирования были включены С. А. Лебедевым в читавшиеся им в Московском энергетическом институте лекции по вычислительной технике. Первый в СССР самостоятельный курс программирования был прочитан в это же время А. А. Ляпуновым¹⁶. Накопление опыта программирования привело к возникновению элементов теории программирования, к разработке вопросов программирования невычислительных задач, к попыткам использования ЭВМ для автоматизации программирования, что сразу же стало объектом исследований возникавшей в это же время кибернетики. Именно поэтому *теорию программирования для ЭВМ*, тесно связанную с использованием методов *математической логики и дискретной математики*, следует считать одним из «корней» – и составных частей – кибернетики.

Релейно-контактные схемы и их теория. Переключательные элементы, позже получившие название «реле», появились в начале прошлого века, истоки же их – аналогичные элементы неэлектрической природы – создавались еще ранее. Первые конструкции электромагнитных реле можно обнаружить уже в прерывателе Вагнера – Неффа¹⁷ и в пишущем устройстве телеграфного аппарата С. Морзе. Впоследствии, с развитием электротехники и электросвязи, многообразие релейных устройств резко возрастает. Релейные, или, точнее, релейно-контактные схемы начинают применяться в средствах защиты электротехнических систем, в связи, в системах автоматики, телемеханики и телеуправления. В первой половине XX в. релейная техника продолжает быстро развиваться; появляются телемеханические системы различного назначения, широко использующие релейные схемы.

Теоретические исследования этого времени ограничиваются вопросами расчета и проектирования реле как самостоятельных устройств. Исследований, связанных с построением таких схем из реле, которые обладали бы заданными свойствами и выполняли требуемые функции, не было. Каждая релейная схема, разработанная для практических задач, не основывалась на теоретической модели, а была отдельным изобретением. Только в середине 30-х годов начала зарождаться *теория релейно-контактных схем*, т. е. схем, состоящих из нескольких релейных элементов. В нашей стране слово – она называлась «Некоторые математические методы конструирования и упрощения двухполюсных схем класса А» (1938 г.) – для анализа и расчета релейно-контактных схем были использованы методы алгебры логики. Работы Шестакова, по-видимому, опередили аналогичные исследования, вы-

полненные известным специалистом по информатике и кибернетике Клодом Шенноном¹⁸.

Большая роль в развитии логико-математических методов анализа и синтеза релейно-контактных схем и в их внедрении в инженерную практику принадлежит М. А. Гаврилову, его последователям и ученикам (В. Н. Рогинский, В. Г. Лазарев, П. П. Пархоменко и др.). В 1943 г. М. А. Гаврилов выпустил первый отчет о своей работе¹⁹ и начал активную деятельность по привлечению научных сил к этой проблеме. Он явился основателем школы исследователей, работающих в области релейно-контактных схем и теории автоматов, – школы, которую называют «гавриловской».

В настоящее время многие идеи и результаты М. А. Гаврилова²⁰ заняли прочное место в соответствующих учебных курсах, но не так было в 40–50-е годы, когда его работы не всегда встречали понимание и надо было обладать мужеством и научной убежденностью, чтобы противостоять оппонентам, выступавшим против логико-математических методов в инженерной практике: М. А. Гаврилову ставили в вину «формализм» и даже идеализм. Несколько позже, уже в русле чисто кибернетических исследований на базе математической логики, существенные результаты в данной области были получены С. В. Яблонским, О. Б. Лупановым и другими советскими математиками.

Таким образом, к моменту выдвижения концепции кибернетики Н. Винером (1948 г.)²¹ уже были заложены основы теории, показывающей, в частности, что положения алгебры логики, созданной в прошлом веке, «воспроизводятся» с помощью релейно-контактных схем и что, наоборот, релейно-контактные схемы описываются алгебрологическими методами. Этот теоретический «задел» явился базой для развития *теории автоматов* и вместе с последней вошел в качестве составной части в кибернетику; в дальнейшем он составил теоретическую основу анализа и рационального проектирования логических схем цифровых вычислительных машин²².

Устройства связи и теория связи. Технические средства связи – подобно часам, методам и средствам измерений – в идейном плане представляют собой наиболее древние прообразы кибернетических систем. Действительно, если любые технические системы могут характеризоваться *коэффициентом полезного действия*, т. е. отношением полезной энергии или вещества к энергии или веществу, затраченному для получения требуемого эффекта, то задачей систем связи и измерительных систем является получение сведений, сообщений, сигналов, т. е. того, что ныне получило общее наименование *информации* и является одним из основных понятий кибернетики. Сигнальный, информационный характер измерительных приборов и средств связи делает их прямым предшественником кибернетических систем. Ибо в их основе лежит понятие *сигнала, знака*. Почтовое или телеграфное сообщение ценно не благодаря его вещественному или энергетическому содержанию, а из-за смысла, информации, в нем заложенной; можно идти еще дальше и считать отдаленными корнями кибернетики *язык и письменность* – первые системы, в которых знаковый, информационный характер является «оправданием» их существования²³.

Вернемся, однако, к системам связи. Развитие их привело к появлению таких важных для кибернетики понятий, как кодирование сообщений, канал связи, источник и приемник информации, помехи, шумы и т. п. Интересно отметить, что первый пример научного – а именно статистического – подхода к кодированию связан с именем С. Морзе, который при разработке (1838 г.) телеграфного кода, названного его именем, учитывал частоту встречаемости различных букв в англоязычных текстах. Можно вспомнить о другом «эпизоде» дешифрирования сообщений – типично кибернетической задаче! – который фигурирует в известном рассказе Эдгара По «Золотой жук»²⁴, относящемся еще к 1843 г.

Прогресс с и с т е м связи, появление радио, электронных схем и таких специфических информационных средств, как радиолокация, повлекло за собой развитие *теории связи*, ее выделение в самостоятельную научно-техническую дисциплину, вошедшую в состав кибернетики. Укажем в этом контексте на работы Р. Хартли, который предложил логарифмическую меру оценки величины телеграфного сообщения, развитую позже К. Шенноном, заложившим основы современной теории информации – быстро развивающейся части кибернетики²⁵. Большое влияние на последующее развитие оказали работы В. А. Котельникова, ныне академика и вице-президента АН СССР, знаменитая теорема которого²⁶ позволила установить связь между непрерывными сигналами и их дискретными кодами и возможность представления любого непрерывного сигнала в дискретной форме.

Ныне системы передачи цифровых (дискретных) данных являются необходимой основой большинства современных сложных управляющих систем, требующих наличия развитой структуры каналов и сетей передачи управляющей информации. Развитие теории релейно-контактных схем и средств вычислительной техники сыграло большую роль в совершенствовании современных средств связи, особенно при решении задач коммутации, кодирования и декодирования сообщений.

Биомедицинские исследования. Биология и медицина, темпы развития которых особенно возросли с началом нашего века, также оказали заметное влияние на возникновение кибернетических идей. Прежде всего это относится к общей физиологии и физиологии высшей нервной деятельности.

Еще в прошлом веке предпринимались попытки привлечения научных знаний из области механики для изучения движения живых организмов. Исследования кровотока привели к открытию ряда законов гидродинамики (А. Навье, Дж. Г. Стокс)²⁷. Физиологические исследования (Н. А. Белов, М. М. Завадовский, Н. А. Бернштейн, а затем П. К. Анохин) привели к установлению существенной роли принципа обратной связи в функционировании живых организмов. Заметим, что термин «обратная связь», введенный в физику Е. Румером²⁸ в 1906 г., при этом не использовался.

Модельные представления при исследовании физиологических процессов привлекались еще И. М. Сеченовым²⁹ (1829–1905); широко известные работы И. П. Павлова (1849–1936) раскрыли роль сигнальной информации в высшей нервной деятельности животных и человека. В работах У. Б. Кеннона, сформулировавшего в 1929 г. положение о *гомеостазе*³⁰, были рассмотрены основы устойчивого функционирования физиологических

систем, которые после изобретения У. Р. Эшби гомеостата³¹ легли в основу одного из кибернетических направлений – гомеостатики. К этому же времени было установлено наличие в организме сложных взаимосвязанных регулирующих систем, поддерживающих – несмотря на изменение внешних воздействий – в определенных пределах ряд жизненно важных параметров организма, как, например, температуру тела, давление и химический состав крови, частоту пульса, дыхания и пр.

Исследования высшей нервной деятельности и морфологии нервной системы и головного мозга, изучение функционирования нервных клеток позволили установить роль электрических (ионных) процессов в функционировании нервной системы, дискретный – на определенном уровне «срабатывания» – характер работы нейронов; была раскрыта грубая структура некоторых зон мозга, в частности анализаторных. Выяснилось, что в первом приближении нейроны работают по принципу «все или ничего», т. е. в определенной степени аналогично релейным переключательным элементам.

К 30-м годам нашего века относятся кибернетически значимые исследования Н. А. Бернштейна³² и П. К. Анохина. Последним, в частности, было постулировано существование в живых организмах «акцепторов действия» (синоним известного в технике упреждающего механизма – «предиктора»), а в дальнейшем сформулирована идея *функциональной системы* и показано, что введение этого понятия проливает свет на природу целесообразного функционирования физиологических систем организма и его целенаправленного поведения³³.

Сложность биологических образований и процессов, большое число и разнообразие связей между их элементами и подсистемами, трудности изучения таких систем традиционными методами привели в это же время к зарождению элементов «общей теории систем» (Л. фон Берталанфи), которая первые годы развивалась параллельно кибернетике, а в настоящее время практически слилась с нею³⁴.

Элементы теории управления в социальных структурах. Своеобразным корнем кибернетики, относительно мало заметным на первых этапах ее исторической подготовки и становления, явились попытки научного рассмотрения проблем управления социальными и экономическими системами. Здесь следует отметить упоминавшиеся выше работы Ф. Б. Трентовского, который задолго до Винера пользовался термином «кибернетика», а также опубликованный в 10–20-х годах нашего века трехтомный труд А. А. Богданова «Тектология»³⁵, в котором предпринималась попытка, говоря современным языком, системно-кибернетического анализа некоторых вопросов функционирования социальных структур и управления ими.

Работы А. А. Богданова (1873–1928) и Л. фон Берталанфи³⁶ представляют собой первые попытки построения «общей» теории *больших и сложных систем*, какими являются биологические и социально-экономические системы, рассмотрения этих систем со структурно-и н ф о р м а ц и о н н о й точки зрения, при существенном отвлечении от их «субстратного» состава.

К моменту «оформления» кибернетики также был выполнен ряд исследований, в которых математические методы использовались для анализа экономических систем и для решения ряда народнохозяйственных задач³⁷. Одной из первых работ этого рода явилась работа Л. В. Канторовича «Математические методы организации и планирования производства»³⁸, относящаяся к 1939 г. Необходимо также отметить шедшие в аналогичном русле исследования В. С. Немчинова (1894–1964), В. В. Новожилова (1892–1970), М. К. Гавурина, В. А. Залгаллера, а в США – В. В. Леонтьева (р. 1906) – ученых, которым, в частности, принадлежит инициатива в использовании модельных подходов в экономике и в построении ряда экономических моделей, сыгравших существенную роль в развитии *математической экономики*, называемой также *экономической кибернетикой*.

Заметим, что на первых порах формирования кибернетики социальные, и в том числе экономические, структуры в силу их сложности и трудности формализации не рассматривались еще как объекты кибернетического и информационного анализа. Эти работы, часто неявно, уже содержали некоторые общие принципы и положения, которые впоследствии вошли в концептуальный аппарат кибернетики (обратная связь, информация, целостность системы и др.).

Инженерная психология и психология труда. Развитие автоматизированных управляющих систем, технических средств управления отдельными объектами и сложными техническими комплексами привело к исследованию возможностей человека в работе с такими системами, в выполнении функций «элемента» в так называемых *человеко-машинных системах*.

Исследования по изучению свойств и особенностей человека-оператора, работающего с техническими управляющими системами, которые охватываются понятием инженерной психологии, стали активно развиваться с конца 30-х годов. В известной мере эти исследования продолжили работы по психологии труда, в которых изучалась общая проблема взаимодействия человека с техническими устройствами. Эти работы активно проводились в нашей стране уже в начале 20-х годов и связаны с именами А. К. Гастева (1882–1941) и его учеников³⁹, а также Н. А. Бернштейна, С. Г. Геллерштейна и др. Анализировались проблемы управления движениями человека, изучались его механические и психофизиологические характеристики, определяющие возможности и успешность его работы с техникой, вопросы обучения соответствующей трудовой деятельности и пр.

Первые работы по изучению человека-оператора, включенного в системы управления, связаны с именем Б. Ф. Ломова (р. 1927) – основателя и руководителя советской инженерно-психологической школы⁴⁰; кроме него, можно назвать Л. Н. Преснухина, изучавшего операторскую деятельность в режиме слежения, а также Д. И. Агейкина, В. Ф. Венду и др.

Человеко-машинные системы по своему характеру и по функциям, ими выполняемым, полностью относятся к управляющим системам, и поэтому естественно, что с возникновением кибернетики инженерная психология, не перестав быть разделом психологии, стала во многом также и ответвлением кибернетики.

Математические корни кибернетики. В заключение – о тех математических направлениях, которые, развиваясь в рамках своей науки, сразу же стали необходимым и важным инструментом кибернетических исследований. Среди этих направлений следует, прежде всего, указать на теорию обыкновенных дифференциальных уравнений и, особенно, на вопросы их устойчивости (А. М. Ляпунов), а также на проблематику *оптимизации сложных динамических систем*, описываемых дифференциальными уравнениями и их системами. Несмотря на большое значение этого раздела математики для кибернетики, мы не будем на нем останавливаться, так как его широкий характер и обширные приложения в различных технических дисциплинах не позволяют выделить в нем специфически кибернетические черты.

Значительно более характерным для кибернетики явилось использование таких экзотических в свое время разделов математики, какими являются *математическая логика* и *теория алгоритмов*. Возникшие в рамках «чистой» математики, эти ее разделы традиционно связывались лишь с общими вопросами обоснования математики; долгое время считалось, что они не имеют прикладного значения. И только появление теории релейно-контактных схем, использование в ЦВМ двоичной системы счисления (удобной для технических реализаций), тесно связанной с двоичной же алгеброй логики (булевой алгеброй), потребности в разработке и оптимизации логических и вычислительных элементов и узлов ЦВМ сделали математическую логику, а в известной степени и всю *дискретную математику*, одним из эффективных инструментов кибернетических исследований. То же можно сказать и о теории алгоритмов и рекурсивных функций, возникшей в рамках математической логики в связи с проблемами вычислимости и доказуемости, но по мере развития *программирования* превратившейся в его теоретическую основу и инструмент дальнейшего развития.

Существенно отметить, что развитие кибернетики, в свою очередь, оказало стимулирующее влияние на исследования в области математической логики, теории алгоритмов и всей дискретной математики. Достаточно указать на *модальные и псевдофизические логики*, *теорию логического вывода* и *теорию принятия решений*, *теорию графов* и ряд разделов современной алгебры; прогресс в этих областях не в последнюю очередь был вызван потребностями возникающей кибернетики. Здесь следует упомянуть идеи и результаты А. М. Тьюринга (1912–1954), Э. Поста (1897–1954), А. А. Маркова (младшего) (1903–1979), С. А. Яновской (1896–1966) и других советских и зарубежных математиков и логиков, работы которых сформировали математический фундамент кибернетики. Эта область привлекает ныне все большее внимание современных советских логиков.

Зарождение кибернетики в СССР как самостоятельной сферы исследований и разработок

Итак, к 40–50-м годам нашего века в различных научных и научно-технических дисциплинах накопилось большое количество связанных между собой фактов, сформировалось много положений и связей, имеющих

междисциплинарный характер. Возникла задача установления того, что эти положения и связи не случайны, что их можно объединить в единое целое, что они являются базой формирования цельного и достаточно самостоятельного научно-технического направления. Эта задача была во многом решена, когда появилась книга «Кибернетика» Н. Винера. В нашей стране инициатором кибернетических исследований явился Алексей Андреевич Ляпунов⁴¹.

Начало отечественных кибернетических исследований. Несмотря на известное запаздывание с развертыванием работ в нашей стране в области кибернетики – в том виде, в каком мы ее теперь представляем, – общая картина развития данного направления, за исключением незначительных деталей, аналогична той, какую мы видим и за рубежом.

Журналистский бум, поднятый в западной печати после появления книги Винера, идеалистические и механистические выводы, встречавшиеся в зарубежных популярных статьях, вызывали в нашей стране в период 1948–1954 гг. резко негативное отношение к кибернетическим идеям, замедлившее разработку их позитивного содержания. Этому способствовало появление ряда публикаций в отечественной печати, в которых кибернетика характеризовалась как идеалистическая буржуазная лженаука⁴². Серьезная литература по кибернетике не публиковалась, а книга Винера была мало доступна научной общественности: несколько ее экземпляров было у отдельных ученых. Достаточно сказать, что один из первых советских кибернетиков и активный пропагандист идей науки об управлении и переработке информации И. А. Полетаев познакомился с трудом Винера по экземпляру, который имелся у И. С. Брука.

Тем не менее, как следует из сказанного в первом разделе данной статьи, почва для восприятия кибернетических идей в нашей стране была подготовлена. Инженеры и математики занимались разработкой ЭВМ, управляющих систем и устройств, а также программированием, и кибернетические представления неуклонно пробивали себе дорогу. В этих условиях многие ученые стали на путь осмысления данных о кибернетике, выделения рационального зерна Винеровой концепции.

Существенным фактом, оказавшим стимулирующее влияние на этот процесс, явился возросший интерес к научной методологии и широкое развитие, начиная с середины 50-х годов, философских (методологических) семинаров, на которых изучались общеметодологические проблемы современного естествознания. Подобные семинары активно работали почти во всех академических институтах и в значительной части отраслевых НИИ.

Во второй половине 1954 г. на подобном семинаре, работавшем в одном из научно-исследовательских институтов, по инициативе участников семинара в программу был включен ряд сообщений о рациональных зернах кибернетики. Сообщения были поручены трем кандидатам технических наук – И. А. Полетаеву, А. И. Китову и автору этих строк. Их выступления встретили большой интерес.

В ходе подготовки своего сообщения Анатолием Ивановичем Китовым был написан текст, с которым затем ознакомились профессор (тогда еще только доктор физико-математических наук) А. А. Ляпунов и академик

С. Л. Соболев. Этот текст лег в основу статьи трех авторов «Основные черты кибернетики»*, а также статьи Э. Кольмана «Что такое кибернетика», напечатанных в 1955 г. в № 4 журнала «Вопросы философии». Эти статьи явились первыми позитивными работами по кибернетике, опубликованными в СССР. В них излагались основные положения этого научного направления, раскрывалась большая общность кибернетического подхода и отмечалось значение кибернетических идей для развития технических и биологических наук. На этом, самом первом этапе развития советской кибернетики, речь шла об изучении технических и биологических управляющих систем. Структуры экономического, социального порядка – так же как и гуманитарные науки в целом – в поле кибернетического видения не включались, как, впрочем, это имело место и в книге Винера «Кибернетика»⁴³.

После появления упомянутой статьи – за ней последовал ряд аналогичных публикаций – можно было говорить о признании позитивной роли кибернетики; открылась возможность перехода от кулуарных обменов мнениями среди узких кругов специалистов к широкому обсуждению кибернетических идей и постановке соответствующих исследований, их внедрению в научную и инженерную практику. Для этого на первых порах следовало решить две большие задачи.

Первое. Специалистов различных профилей, заинтересовавшихся кибернетическими представлениями, надо было объединить в единый неформальный коллектив с целью координации исследований, выработки общих подходов, общего языка, формулирования и развития научной проблематики, идущей в русле идей, связанных с понятиями информации и управления.

Второе. Следовало преодолеть негативные взгляды на кибернетику и раскрыть ее теоретическое и прикладное значение; надо было популяризировать содержание, идеи и методы нового научного направления.

В решении этих двух задач ведущая роль принадлежит А. А. Ляпунову, который при поддержке академика С. Л. Соболева организовал в 1954/55 учебном году в Московском университете научный семинар по кибернетике для студентов и аспирантов. Семинар этот сразу же привлек большое количество специалистов разного профиля и перерос в общемосковский и даже во всесоюзный. Он работал 10 лет и внес решающий вклад в становление информационно-кибернетических исследований в нашей стране.

Научно-исследовательский семинар А. А. Ляпунова. Всего было проведено 121 заседание семинара⁴⁴. Заседания проводились в главном здании МГУ на Ленинских горах в больших аудиториях механико-математического факультета (№ 1610 и 1624) по пятницам с шести вечера, как правило, два раза в месяц. Начиная с 1961/62 учебного года в связи с переездом А. А. Ляпунова в Новосибирск семинар заседал реже (4–6 раз в год). Обычно на заседании заслушивался один относительно короткий доклад (не более часа), а основное время отводилось для ответов на вопросы и обсуждение проблемы. Живая и очень активная дискуссия практически не ограничивалась, так что на некоторых заседаниях в ней принимало участие

* Перепечатана в настоящем разделе сборника. – Сост.

более десяти человек. Иногда – это было по большей части в первые годы – обсуждение проблемы переносилось на следующее заседание, на котором продолжалась дискуссия. Заседания обычно завершались кратким резюме руководителя, информирующего попутно о всех событиях, относящихся к кибернетике и намеченных к проведению в ближайшее время. Такой порядок работы определялся в первую очередь необходимостью установления взаимопонимания между представителями разных специальностей. Естественно, что он требовал от руководителя умения тактично влиять на ход дискуссии, направляя ее в нужное русло.

Состав участников включал не только студентов и аспирантов МГУ, но и многочисленных специалистов – математиков, биологов, инженеров, философов и др., а также писателей, журналистов, популяризаторов науки, работников научно-популярного кино; участники семинара работали в различных учреждениях Москвы, многие приезжали из других городов. Семинар отличался демократичностью: ни возраст, ни отсутствие научных «регалий» не мешали участию в дискуссии.

К работе семинара и к докладам на нем наряду с молодежью привлекались крупнейшие ученые Москвы и других городов Союза, а иногда и иностранные гости. О представительности семинара свидетельствует следующий выборочный перечень его участников (выступавшие с докладами выделены курсивом): *М. А. Айзерман*, Н. К. Бари, Р. Л. Берг, *С. М. Блинков*, Л. А. Блюменфельд, *Н. А. Бернштейн*, С. Н. Брайнес, *Г. Гриневский* (ПНР), *И. М. Гельфанд*, *А. П. Ершов*, *Н. И. Жинкин*, *Л. В. Канторович*, *Н. Е. Кобринский*, *А. Н. Колмогоров*, *Л. В. Крушинский*, Л. А. Люстерник, *Н. П. Наумов*, В. В. Немыцкий, В. В. Парин, Г. И. Поляков, *Н. П. Рашевский* (США), *Ж. Риге* (Франция), *Н. В. Тимофеев-Ресовский*, Л. А. Туммерман, Я. З. Цыпкин, В. В. Чавчанидзе, *В. К. Чичинадзе*, *Л. Г. Чхаидзе*, И. И. Шмальгаузен, *К. Штайнбух* (ФРГ), *Н. М. Эмануэль*, С. А. Яновская. Руководитель семинара А. А. Ляпунов выступал с докладами 17 раз.

Не преувеличивая, можно сказать: все, кто в той или иной степени начинал в 50–60-е годы заниматься кибернетикой, – либо участвовал в работах семинара, либо так или иначе был с ним связан. Семинар был великолепной научной школой, многие его участники стали крупными учеными, и их научные заслуги получили общественное признание. Так, молодой участник семинара А. П. Ершов – ныне академик; руководитель семинара и его участники Л. В. Крушинский, О. Б. Лупанов, С. В. Яблонский стали членами-корреспондентами АН СССР. Десятки участников семинара защитили докторские диссертации по различным вопросам, связанным с кибернетикой. В этом, безусловно, большую роль сыграла личность А. А. Ляпунова.

О руководителе семинара. Алексей Андреевич Л я п у н о в родился в Москве 8 октября 1911 г. Его семья принадлежала к обширному роду Ляпуновых, дававшему русской науке многих выдающихся ученых (А. М. Ляпунов – выдающийся математик; М. В. Ляпунов – русский астроном; Б. М. Ляпунов – известный славист; А. Н. Ляпунов – отец Алексея Андреевича, математик; и др.). К роду Ляпуновых принадлежал и известный русский композитор С. М. Ляпунов. Известны также родственные связи семьи Ля-

пуновых с семьями выдающихся русских и советских ученых – И. М. Сеченова, А. Н. Крылова, П. Л. Капицы и др.

Окончив школу, Алексей Андреевич учился на физико-математическом факультете Московского университета и в 1939 г. защитил кандидатскую диссертацию по математике, а уже после Великой Отечественной войны, в которой он принимал участие, служа в артиллерийских частях, и докторскую. К учителям А. А. Ляпунова, оказавшим большое влияние на его формирование как математика, относятся такие крупные ученые, как Н. Н. Лузин, П. С. Новиков, А. Н. Колмогоров и М. А. Лаврентьев.

В своей научной деятельности А. А. Ляпунов никогда не «замыкался» на одной математике – он был в полном смысле слова ученым-энциклопедистом, много и плодотворно работавшим в различных областях науки. Так, еще в студенческие годы под влиянием П. П. Лазарева у него возник интерес к биофизике и биологии, сохранившийся в течение всей жизни. По инициативе А. Н. Колмогорова и Н. И. Вавилова он занимался статистической обработкой результатов генетических экспериментов и участвовал в знаменитых семинарах генетиков Н. К. Кольцова и С. С. Четверикова. До конца дней сохранял он тесные научные и дружеские связи с рядом крупных биологов, многих из которых он впоследствии заинтересовал кибернетической проблематикой и привлек к работе в своем семинаре (Н. В. Тимофеев-Ресовский, Л. В. Крушинский и др.). Биологические работы А. А. Ляпунова сыграли существенную роль в построении фундамента теоретической и математической биологии, в создании и развитии биокибернетики.

Несколько менее известен тот факт, что Алексей Андреевич был также весьма крупным специалистом в области геофизики, к которой его привлек сохранившийся еще со студенческих лет интерес к астрономии и естествознанию в широком смысле этого слова. Им опубликован ряд работ по геофизике; он участвовал (в качестве руководителя) в одной из Среднеазиатских геофизических экспедиций, лично собрал богатую коллекцию минералов.

Несмотря на широкий спектр научных интересов, научная деятельность А. А. Ляпунова отличалась всегда высоким профессионализмом. Биологи его считали биологом, геофизики – геофизиком, философы – философом. Большая эрудиция и энциклопедичность, сочетающиеся с целостным, единым подходом к естествознанию, ко всему комплексу научных знаний, явились той почвой, на которой не могли не прорасти идеи кибернетики. В этом отношении налицо определенное сходство А. А. Ляпунова с Н. Винером, который тоже был глубоко и широко мыслящим ученым, работавшим в различных областях.

А. А. Ляпунова отличали прекрасные личные качества и замечательные педагогические способности. Алексей Андреевич был чутким и доброжелательным человеком; он никогда не замыкался в пределах того конкретного курса, который ему приходилось читать, а всегда с увлечением обращал внимание на связи излагаемого материала с общей системой научного знания, нацеливал внимание на еще не исследованные области. Его умение зажигать своими идеями молодежь, внимательность к людям и бескорыстие позволили ему собрать вокруг себя множество учеников, к числу которых относятся та-

кие его бывшие слушатели и студенты, как Н. П. Бусленко, С. Я. Виленкин и А. И. Китов, как А. П. Ершов, Т. Д. Вентцель, Е. Г. Гольштейн, О. С. Кулагина, В. С. Штаркман, Э. З. Любимский и многие другие.

Тематика заседаний ляпуновского семинара. Кибернетика как самостоятельное научное направление только зарождалась, и семинар А. А. Ляпунова был в то время единственной формой объединения ученых и специалистов, интересующихся кибернетикой. Поэтому основной его задачей – в первые годы работы – являлось установление общего научного языка, способного связать друг с другом представителей различных специальностей. Первые заседания были посвящены сущности кибернетики, знакомству его участников с рядом основополагающих зарубежных работ, по большей части еще до их перевода и публикации в СССР. Уже тогда внимание привлекали вопросы расширения возможностей ЭВМ и их нетрадиционного, невычислительного использования.

В целях формирования общих взглядов и установления единого языка докладчики на семинаре чередовались: после доклада биологов выступали представители точных или технических наук, и наоборот. Позже большое место в тематике семинара стали занимать доклады, в которых излагались результаты оригинальных работ, выполненных его участниками; в их числе были доклады, посвященные расширению возможностей кибернетических подходов в экономике и психологии, автоматизации программирования и языкам программирования, математической лингвистике. Следует отметить глубину докладов и, если можно так выразиться, неторопливость в их обсуждении. Так, вопросам, связанным с изучением кибернетической сущности условных рефлексов и подходов к их моделированию, было посвящено восемь заседаний. На семинаре заслушивались также сообщения о работе международных и отечественных конференций, съездов и совещаний по кибернетике и смежным с ней вопросам (доклады И. Я. Аксенова, Ю. Я. Базилевского, А. М. Петровского, А. П. Ершова, О. С. Кулагин и др.).

Научно-организационная деятельность. Пропаганда и популяризация кибернетики. Семинар (и его бюро, заседавшее на квартире у А. А. Ляпунова) занимался также пропагандой кибернетических идей среди научной общественности, а до 1960 г. по сути дела осуществлял координацию исследований в своей области в масштабе страны. На семинаре и бюро рассматривались структуры и планы первых институтов кибернетики – в УССР (В. М. Глушков) и в ГССР (В. В. Чавчанидзе); в ноябре 1957 г. был заслушан доклад В. К. Чичинадзе о работе и планах Института автоматики и электроники АН ГССР; руководитель семинара, члены его бюро, участники семинара давали консультации по вопросам организации кибернетических исследовательских подразделений, создававшихся в ряде научно-исследовательских организаций страны.

Члены семинара участвовали в III и IV Всесоюзных математических съездах (Москва, июль 1956 г.; Ленинград, июль 1961 г.), на которых выступали с пленарными и секционными докладами по кибернетической тематике. Так, на IV съезде участниками семинара была прочитана серия докладов по соответствующей тематике⁴⁵. Активное участие принимали

«ляпуновцы» также в научно-техническом совещании по кибернетике (май 1957 г.), совещаниях по машинному переводу (май 1958 г.) и вычислительной технике (ноябрь 1960 г.), а также в ряде других, где выступали с докладами и сообщениями о своих результатах.

Семинар установил тесную связь с секцией кибернетики Ленинградского Дома ученых⁴⁶ (1958 г.) – с этой секцией проводился обмен докладами – и с рядом научных учреждений и семинаров, работавших в других городах (Киев, Горький, Владивосток). Так, в Производственно-технологическом НИИ (Горький) С. В. Яблонским был прочитан цикл лекций по математической кибернетике и оказана помощь в развитии соответствующих исследований.

В 1959 г., после доклада академика А. И. Берга на Президиуме АН СССР (состоялся 10 апреля) об основных задачах кибернетики, был создан – с правами академического института – Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР⁴⁷. Первые два года, в период организационного становления Научного совета, семинар активно помогал его деятельности, выполнял ряд координационных функций, возложенных на Научный совет, и фактически являлся его рабочим аппаратом. Активный участник семинара кандидат физико-математических наук М. Л. Цетлин был первым научным секретарем Научного совета⁴⁸, А. А. Ляпунов (в 1964 г. он был избран членом-корреспондентом АН СССР) и академик АН УССР Б. В. Гнеденко – заместителями председателя, а доктор физико-математических наук Я. И. Хургин – первым штатным заместителем председателя Научного совета.

Семинар и его руководитель вели большую работу по пропаганде кибернетических идей в научных кругах. Этому вопросу было посвящено два заседания семинара, проводившихся совместно с Московским математическим обществом (ноябрь 1955 г.), на которых был заслушан и обсужден доклад А. А. Ляпунова. Активный участник семинара И. А. Полетаев в августе 1957 г. выступил с докладом на заседании Московского отделения физиологической секции (председателем которой был академик П. К. Анохин) Всесоюзного общества физиологов, биохимиков и фармакологов. Участниками семинара было прочитано несколько сот лекций и докладов на методологических семинарах в различных научных учреждениях и на предприятиях Москвы. Семинар активно реагировал на статьи о кибернетике, публиковавшиеся в печати; его участники подвергали критике ошибочные положения, иногда появлявшиеся в них. Члены семинара публиковали статьи о кибернетике в журналах «Техника – молодежи», «Знание – сила» и других научно-популярных изданиях.

Выпуск литературы. Издание книг по кибернетике в СССР началось преимущественно с переводов. «Первыми ласточками» здесь были⁴⁹: переведенная И. А. Полетаевым и К. Н. Трофимовым по инициативе А. И. Берга книга Ф. М. Морза и Д. Е. Кимбелла, посвященная методам исследования операций (вышла в 1956 г.); сборник «Автоматы» под редакцией К. Шеннона и Дж. Маккарти, переведенный участниками семинара по инициативе А. А. Ляпунова и изданный под его редакцией в том же 1956 г. – в году выпуска ее на английском языке; книги Н. Винера «Кибернетика»

(1958) и «Кибернетика и общество» (1958), переведенные при поддержке А. И. Берга по инициативе А. А. Ляпунова и других участников семинара; книга «Введение в кибернетику» У. Р. Эшби, выпущенная под редакцией В. А. Успенского (предисловие к ней написал А. Н. Колмогоров^{*}); «Совершенный стратег» Дж. Д. Вильямса (редактор и автор предисловия И. А. Полетаев); труд Р. Буша и Ф. Мостеллера по теории обучения, выпущенный под редакцией, с предисловием и дополнением Ю. А. Шрейдера; монография Д. Блекуэлла и М. Гиршика по теории игр, предисловие к которой написал А. А. Ляпунов⁵⁰, и др. С участием членов семинара был также издан русский перевод работ К. Шеннона⁵¹, вышедший под редакцией О. Б. Лупанова. Эти книги до их выхода в свет обсуждались на семинаре, причем некоторым из них были посвящены специальные заседания. На семинаре также дважды обсуждалась первая отечественная книга по кибернетике – «Сигнал», написанная И. А. Полетаевым, и книга «Автоматы и живые организмы» автора этих строк⁵².

По инициативе семинара и его руководителя с 1958 г. начали выходить в виде продолжающегося издания сборники «Проблемы кибернетики», титульным редактором которого был сначала А. А. Ляпунов, а затем, после смерти Алексея Андреевича – с выпуска 28 (1974 г.) – член-корреспондент АН СССР С. В. Яблонский; в сборниках помещались работы участников семинара и других советских кибернетиков и регулярно освещались важнейшие события, связанные с развитием кибернетики в нашей стране. С 1958 по 1984 г. (когда данное издание в своем прежнем виде прекратило существование) вышел 41 выпуск «Проблем кибернетики»⁵³.

Другие семинары. Расширение фронта кибернетических исследований привело к тому, что наряду с семинаром А. А. Ляпунова, который естественно называть Большим, начали возникать многочисленные семинары по более частным вопросам кибернетики. Как правило, эти семинары возглавлялись участниками Большого семинара.

Ряд семинаров по программированию, теории игр, математической биологии вел в период 1955–1961 гг. руководитель Большого семинара А. А. Ляпунов. Активный участник этого семинара Л. В. Крушинский организовал в 1955/56 учебном году на биологическом факультете МГУ семинар по биологическим (нейрофизиологическим) аспектам кибернетики, в работе которого участвовали и выступали с докладами некоторые члены Большого семинара. С 1957/58 учебного года по настоящее время, т. е. уже свыше 30 лет, в Московском университете работает семинар по математической кибернетике, руководимый участником и соруководителем ляпуновского Большого семинара С. В. Яблонским. С начала 60-х годов начали работать семинары: по нейрокибернетике (руководитель член-корреспондент АН СССР И. М. Гельфанд, ныне академик), по теории автоматов (руководители М. А. Айзерман и Л. И. Розоноэр), по биокибернетике (руководители Я. И. Хургин и С. В. Фомин), по психонике (Д. А. Поспелов) и множество других научных и методологических семинаров, общее число которых к

^{*} Оно перепечатывается в настоящем сборнике, в разделе «Приложения». – *Сост.*

70-м годам перевалило за сотню. Большинство этих семинаров отпочковались от Большого и в той или иной степени было связано с ним.

После переезда А. А. Ляпунова в Новосибирск и в связи с переходом координационных функций в области кибернетики к Научному совету, возглавлявшемуся А. И. Бергом, работа Большого семинара стала менее интенсивной, и в 1963/64 учебном году он прекратил существование. К этому времени кибернетика полностью сформировалась как самостоятельное научно-техническое направление. Год 1964-й можно в этом смысле считать годом завершения этапа формирования отечественной кибернетики, этапа, который можно назвать ляпуновским.

Приложение

Доклады, прочитанные и обсужденные на заседаниях Большого семинара А. А. Ляпунова в Московском университете

*1954/55 учебный год*⁵⁴

15.X 1954. Программа выработки условных рефлексов (А. Эттингер). Докладчик не установлен.

23.X 1954. *Т. Д. Венцель*. Сообщение о вычислительных машинах «Уайрлвинд» и ЮНИВАК.

5.XI 1954. *Э. З. Любимский*. Первая программирующая программа.

12.XI 1954. *В. С. Штаркман*. Контроль программ в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР.

26.XI 1954. *В. В. Войтишек*. «Мышь» Шеннона.

3.XII 1954. *А. А. Ляпунов*. Неарифметическое использование вычислительных машин.

10.XII 1954. *М. Г. Гаазе-Рапопорт*. Накопители и модели памяти.

17.XII 1954. *В. С. Штаркман*. Статья Гольдстейна о вычислительной машине на типовых элементах. *Г. П. Багриновская*. О машине с минимальным количеством операций.

24.XII 1954. *Л. В. Канторович*. Работы по программированию в Ленинграде.

7.III 1955. ЦВМ для статистических испытаний (реферирование статьи А. У. Течера). Докладчик не установлен.

4.IV 1955. *Н. Н. Рикко*. Вычисление программ на ЭВМ. Реферат диссертационной работы Г. Рутисхаузера.

11.IV 1955. Продолжение доклада Н. Н. Рикко.

*1955/56 учебный год*⁵⁵

10.X 1955. *А. А. Ляпунов*. Об основных проблемах кибернетики.

24.X 1955. *А. А. Ляпунов, Л. В. Крушинский и др.* Условные рефлексы и их моделирование.

31.X 1955. *А. И. Китов*. Имитация самоорганизующихся систем с помощью ЭВМ (реферат работы Б. Дж. Ферли и У. А. Кларка).

14.XI 1955. *А. А. Ляпунов*. Алгоритмическая схема элементарного механизма мышления.

21.XI 1955. *А. П. Ершов*. О моделировании процесса выработки условных рефлексов на вычислительной машине ЭДЗАК.

12.XII 1955. *А. А. Ляпунов*. Понятие о вероятностных процессах. Моделирование выработки условных рефлексов в виде марковского процесса.

19.XII 1955. *И. М. Фейгенберг*. Дальнейшее развитие экспериментов по изучению более сложных условных рефлексов. Усложненная логическая структура условного рефлекса.

26.XII 1955. Моделирование условных рефлексов (обсуждение).

13.II 1956. *А. А. Ляпунов*. О соотношении между дискретным и непрерывным в биологических процессах.

20.II 1956. *И. А. Полетаев*. О возможности моделирования процессов запредельного торможения с помощью электронных схем.

12.III 1956. *А. А. Ляпунов*. Генетические вопросы кибернетики.

2.IV 1956. *А. А. Ляпунов*. Направленные и случайные составляющие движения живых существ (о работах Н. И. Кобозева).

16.IV 1956. *А. А. Ляпунов*. Случайные события, величины и процессы и некоторые биологические процессы, с ними связанные.

7.V 1956. *А. А. Ляпунов*. О некоторых статистических вопросах кибернетики и биологии.

*1956/57 учебный год*⁵⁶

21.IX 1956. *А. А. Ляпунов*. О кибернетике.

28.IX 1956. *И. А. Полетаев*. Сообщение о книге Ф. М. Морза и Дж. Б. Кимбелла «Методы исследования операций».

6.X 1956. *Ю. А. Шрейдер*. О некоторых вопросах обучаемости.

12.X 1956. *Ю. Т. Медведев*. Об изображении событий в автоматах.

26.X 1956. *Л. Б. Емельянов-Ярославский*. О моделировании работы нервной системы.

2.XI 1956. *О. Завидельский*. Реферат книги Д. Блекуэла и М. А. Гиршика «Теория игр».

9.XI 1956. *Н. П. Бусленко*. О статье У. Р. Эшби «Схема усилителя мыслительных способностей»; работа гомеостата, близость гомеостата к работе нервной системы⁵⁷.

16.XI 1956. *Н. В. Тимофеев-Ресовский*. О принципе усилителя⁵⁸.

30.XI 1956. *С. В. Яблонский*. Реферат статьи Дж. Т. Калбертсона «Некоторые неэкономичные роботы».

7.XII 1956. *М. Л. Цетлин*. Реферат статьи Дж. фон Неймана «Вероятностная логика и синтез надежных организмов из ненадежных компонент».

14.XII 1956. *Р. Р. Васильев*. О модели черепахи.

21.XII 1956. *В. Я. Берлас*. Реферат книги «Математическая мысль в общественных науках».

8.II 1957. *В. С. Гурфинкель*. Управляющие элементы нервной системы.

15.II 1957. *А. А. Малиновский*. Об управляющих системах в живых организмах.

22.II 1957. *И. А. Полетаев*. Сообщение по материалам части II его книги «Сигнал» (готовилась к печати).

1.III 1957. *Ю. А. Шрейдер*. О программировании некоторых игр с неполной информацией (домино, карты). Соклад Ю. А. Первина.

15.III 1957. *Н. И. Жинкин*. Авторегулировка механизмов речи.

22.III 1957. *Л. Г. Членов*. О некоторых нарушениях деятельности нервной системы на примерах зрительной агнозии.

29.III 1957. *А. А. Ляпунов*. О теоретико-информационном подходе к основам генетики⁵⁹.

5.IV 1957. *С. В. Яблонский*. Некоторые понятия алгебры логики; приложения алгебры логики к синтезу контактных схем⁶⁰.

12.IV 1957. *Н. В. Тимофеев-Ресовский*. О некоторых вопросах эволюционного процесса управляющих систем.

19.IV 1957. *Н. А. Бернштейн*. О координации движений у человека и высших организмов.

26.IV 1957. Обсуждение доклада *Н. А. Бернштейна*.

14.V 1957. *Л. В. Канторович*. Математические методы в задачах экономического планирования⁶¹.

17.V 1957. *С. В. Яблонский*. Применение многозначной логики к синтезу электронных схем.

24.V 1957. *Н. Е. Кобринский, Л. М. Шехтман*. О быстродействующей машине для экономического анализа⁶².

1957/58 учебный год⁶³

27.IX 1957. *С. В. Яблонский*. Понятие кибернетической системы.

4.X 1957. *А. М. Гильман*. Некоторые вопросы алгоритмического проектирования технологических процессов в машиностроительной промышленности.

11.X 1957. *Л. В. Крушинский*. Экстраполяционные рефлексы у животных.

25.X 1957. *Н. Д. Ньюберг*. Кодирование зрительной информации.

15.XI 1957. *В. К. Чичинадзе*. О работах Института автоматики, телемеханики и электроники АН ГССР в области технической кибернетики.

22.XI 1957. *Н. Е. Кобринский, Н. Г. Лебедев*. Информационная машина для обработки государственной хозяйственной информации.

6.XII 1957. Об играх в обучении. Докладчик не установлен.

20.XII 1957. *Г. В. Савинов*. Модель гомеостата Эшби.

3.I 1958. *Н. В. Тимофеев-Ресовский*. Об эволюции генов.

10.I 1958. *Н. Д. Ньюберг*. Программное управление движением глаз.

14.II 1958. Проводимость нервных волокон (о работах *И. Тасаки*). Докладчик не установлен.

До мая 1958. *М. А. Герд*. Анализ процессов элементарного мышления.

1958/59 учебный год⁶⁴

3.X 1958. *Р. Р. Васильев*. О II Международном конгрессе по кибернетике⁶⁵.

17.X 1958. Обсуждение книги *И. А. Полетаева* «Сигнал».

31.X 1958. *С. Н. Брайнес, О. Я. Кобринская*. Исследование физиологического механизма сложного рефлекса у крыс в условиях лабиринта.

14.XI 1958. *А. М. Петровский*. Отчет о командировке в США.

28.XI 1958. *А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский*. К вопросу о систематизации основных понятий кибернетики.

12.XII 1958. *И. Я. Аксенов*. О конференции по автоматизации на железнодорожном транспорте.

26.XII 1958. *Ю. А. Шрейдер*. Пути развития структур вычислительных машин.

26.XII 1958. *А. П. Еришов*. О кибернетическом симпозиуме в Лондоне⁶⁶.

13.II 1959. *М. Г. Гаазе-Рапопорт*. Некоторые вопросы поведения живых организмов.

27.II 1959. *Н. Е. Кобринский*. Кибернетическая проблематика в экономике.

6.III 1959. *А. А. Ляпунов*. Математические методы изучения эволюции⁶⁷.

13.III 1959. *Д. И. Воловой*. Обоснование технических норм веса и скорости движения речных составов с помощью электронных цифровых машин.

10.IV 1959. *Г. В. Савинов*. Электрическое моделирование некоторых самонастраивающихся систем.

24.IV 1959. *А. А. Ляпунов, О. С. Кулагина, Т. Н. Молошная*. Отчет о Ленинградском Совещании по математической лингвистике.

Май 1959. Ю. Я. Базилевский. Сообщение о поездке в США (19.IV–3.V 1959 г.)⁶⁸.

*1959/60 учебный год*⁶⁹

23.X 1959. А. П. Ершов. О проекте международного языка программирования АЛГОЛ.

30.X 1959. А. А. Малиновский. О возможности структурного подхода к некоторым вопросам высшей нервной деятельности.

13.XI 1959. Продолжение доклада А. П. Ершова.

27.XI 1959. А. А. Ляпунов, А. Г. Маленков. Логический анализ понятий и методов генетики.

11.XII 1959. Продолжение доклада А. А. Ляпунова и А. Г. Маленкова.

18.XII 1959. Е. Г. Гольштейн, Д. Б. Юдин. Задачи и методы линейного программирования (по материалам печатающейся книги).

8.I 1960. Н. В. Тимофеев-Ресовский. Дарвинизм и современное естествознание.

19.II 1960. И. Я. Аксенов, О. С. Кулагина, А. Д. Смирнов. О конференции по переработке информации (Париж, 1959).

4.III 1960. Ю. А. Шрейдер. О динамическом программировании⁷⁰.

11.III 1960. Э. И. Аринь. Программирование самоорганизующихся систем.

8.IV 1960. С. М. Блинков. О строении мозга.

20.V 1960. А. Н. Колмогоров. О пространственном расположении одномерных комплексов.

*1960/61 учебный год*⁷¹

30.IX 1960. А. А. Ляпунов. О некоторых принципах построения биологических управляющих систем⁷².

14.X 1960. Л. А. Блюменфельд. О магнитных и электрических свойствах важнейших биополимеров.

28.X 1960. Н. М. Эмануэль. Свободные радикалы и ингибиторы свободно-радикальных процессов в экспериментальной биологии.

18.XI 1960. Л. В. Чхаидзе. О моделировании координации произвольных движений человека.

2.XII 1960. Ф. Н. Ветухновский, Р. Е. Кричевский. Теория графов и ее применение (реферат книги К. Бержа).

16.XII 1960. Е. В. Гливенко. Количественная оценка электроэнцефалоскопических данных (сходство биопотенциалов).

6.I 1961. Н. В. Тимофеев-Ресовский. Биосфера и эволюция.

17.II 1961. М. М. Бонгард. О ценности информации.

3.III 1961. Р. Х. Заритов. Об алгоритмическом описании процесса сочинения музыки.

13.III 1961. А. А. Ляпунов. Научное содержание кибернетики⁷³.

17.III 1961. О. С. Кулагина. Использование вычислительных машин при составлении алгоритмов анализа текстов.

31.III 1961. М. М. Бонгард. Моделирование процесса узнавания.

14.IV 1961. В. К. Чичинадзе. О гомеостате и некоторых его технических применениях.

12.V 1961. И. М. Гельфанд, В. С. Гурфинкель, М. Л. Цетлин. О тактиках управления сложными системами (о решении нерешаемых задач).

*1961/62 учебный год*⁷⁴

6.IX 1961. К. Штайнбух (ФРГ). Моделирование нервных процессов.

22.IX 1961. *Ж. Риге* (Франция). О работах французских математиков в области кибернетики.

9.III 1962. *М. Г. Гаазе-Рапопорт*. О некоторых концепциях обучения.

23.III 1962. *Г. А. Дворкин*. О кодировании наследственной информации и механизмах процесса передачи информации при биосинтезе белков⁷⁵.

6.IV 1962. *М. А. Айзерман*. Концепции обучения.

27.IV 1962. *А. А. Ляпунов*. О некоторых работах в области программирования.

1962/63 учебный год⁷⁶

26.X 1962. *Л. В. Крушинский*. О моделировании некоторых физиологических процессов (возбуждения и торможения) в нервной системе.

16.XI 1962. *А. И. Китов*. Ассоциативное программирование.

14.XII 1962. *В. С. Гурфинкель*. Биоэлектрическая система управления⁷⁷.

21.XII 1962. *Г. Гриневский* (Польша). О трех принципах двойственности в кибернетике.

15.II 1963. *Н. В. Тимофеев-Ресовский*. Об элементарных единицах и явлениях на различных уровнях изучения жизни на земле.

1.III 1963. *И. М. Фейгенберг*. О вероятностном прогнозировании в работе мозга и некоторых проявлениях его нарушения.

15.III 1963. *Ю. К. Беляев*. Статистические аспекты теории надежности.

1963/64 учебный год⁷⁸

21.II 1964. *В. В. Налимов*. Планирование экстремальных экспериментов.

24.IV 1964. *Н. П. Наумов*. Структура и динамика популяций животных.

4.V 1964. *Я. Б. Шор*. Надежность технических систем⁷⁹.

II.V 1964. *Н. П. Рашевский* (США). Реляционная биология.

Примечания*

¹ См.: *Г. Н. Поваров*. Ампер и кибернетика. М.: Советское радио, 1977, 95 с.

² Ф. Б. Трентовский — автор вышедшей в 1843 г. в Познани на польском языке книги «Отношение философии к кибернетике как искусству управления народом». В книге, в частности, развивались идеи, которые Н. Н. Моисеев характеризует как предвосхищение представлений об адаптивности и обратных связях (см.: *Н. Н. Моисеев*. Люди и кибернетика. М.: Молодая гвардия, 1984, с. 14–21). Характеристику философских и политических взглядов Трентовского, его концепции искусства управления народом со стороны правителя – «кибернета» см. в книге Г. Н. Поварова, указанной в примеч. 1.

³ Мы не говорим здесь об автоматах древности (Герона Александрийского) и автоматах-игрушках XVIII в. (так называемых андроидах). О них см., например: *Г. Дильс*. Античная техника / Пер. и примечания М. Е. Сергеевко, П. П. Забариского под редакцией и с предисловием С. И. Ковалева. М.; Л.: Гостехтеоретиздат, 1934, 214 с.; *М. Г. Гаазе-Рапопорт*. Автоматы и живые организмы. Моделирование поведения живых организмов. М.: Физматгиз, 1961, 224 с. Исторически первым автоматом, нашедшим практическое применение, были маятниковые часы, в которых для регулирования скорости вращения часовых стрелок используется закон независимости периода колебания маятника от его размаха. Однако в этих часах не применяется столь важный для кибернетики принцип обратной связи.

⁴ См., например: Промышленность и техника, т. II: Силы природы и их применение в промышленности и технике / Составители Л. Грунмах, Е. Розенбом; Пер.

* Составлены при участии Б. В. Бирюкова.

под ред. Н. А. Гезехуса. СПб.: Просвещение, 1902, с. 709. Машина Уатта была построена английским изобретателем в 1784 г.

⁵ См. их работы в кн.: *Д. К. Максвелл., И. А. Вышнеградский, А. Стодола*. Теория автоматического регулирования (линеаризованные задачи) / Ред. и коммент. И. Н. Вознесенского. М.: Изд-во АН СССР, 1949, 430 с.

⁶ *H. Nyquist*. Regeneration theory // *The Bell System Technical Journal*, 1932, vol. XI, No. 1, p. 83–113.

⁷ В распространении идей и методов теории автоматического регулирования большую роль сыграл семинар, проводившийся в конце 40-х годов в Институте автоматизации и телемеханики АН СССР (ныне Институт проблем управления) под руководством М. А. Айзермана, а потом Б. Н. Петрова; на этом семинаре докладывались и обсуждались важнейшие работы отечественных ученых в данной области.

⁸ Проект (1776 г.) И. П. Кулибиным осуществлен не был. См. об этом: *В. В. Данилевский*. Русская техника. 2-е изд., исп. и доп. Л.: Ленинградское газетно-журнальное книгоиздательство, 1948, с. 163–170.

⁹ В 50-х годах вышел труд, посвященный этой теории: *М. В. Кирпичев*. Теория подобия. М.: Изд-во АН СССР, 1953, 95 с.; см. также: *Г. Ольсон*. Динамические аналогии / Пер. с англ. М.: Издательство иностранной литературы, 1947, 224 с.

¹⁰ *Л. И. Гутенмахер*. Электрическое моделирование. Л.; М.: Изд-во АН СССР, 1943, 403 с.

¹¹ Об изобретении Тимофея Бринка и о других первых разработках счетно-решающих приборов военного назначения (прицелы, дальномеры и др.) см.: *М. Н. Катханов*. История развития отечественных артиллерийских приборов (Досоветский период): Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: Военная артиллерийская академия им. Дзержинского, 1951, 15 с.; *М. Н. Катханов*. История приборов русской артиллерии. М., 1956.

¹² См.: *Н. Г. Бруевич*. О точности механизмов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941, 50 с.; *Н. Г. Бруевич*. Точность механизмов. М.; Л.: Гостехтеоретиздат, 1946, 332 с.; *С. О. Доброгурски*, *В. К. Титов*. Счетно-решающие устройства. М.: Оборонгиз, 1953, 224 с.; *И. Ф. Сакриер, Н. И. Пчельников*. Теория приборов управления артиллерийским огнем. Л.: Артиллерийская академия РККА им. Ф. Э. Дзержинского, 1935, 398 с.; *Н. И. Пчельников*. Приборы управления артиллерийским зенитным огнем (ПУАЗО), ч. 1 и 2. М.: Воениздат, 1940, 350 с.

В конце 40-х годов *Н. Г. Бруевич*, впоследствии академик, вел в Институте машиноведения АН СССР (носящем ныне имя А. А. Благоврава) семинар по точности механизмов, на котором большое внимание уделялось счетно-решающим устройствам. В частности, на этом семинаре ставились и обсуждались доклады и сообщения о потенциометрических схемах и был заслушан реферат *М. Л. Быховского* об американской ЭВМ ЭНИАК – одной из первых больших электронных (ламповых) вычислительных машин. *С. О. Доброгурски* – в те годы профессор и заведующий кафедрой Московского высшего технического училища им. Н. Э. Баумана – автор многих книг по счетно-решающим приборам и устройствам. *И. Ф. Сакриер* и *Н. И. Пчельников* были профессорами Артиллерийской академии им. Ф. Э. Дзержинского, специалистами по военным приборам и ПУАЗО.

¹³ *В. Мейер цур Капеллен*. Математические инструменты. Изд. 2-е: Пер. с нем. М.: Издательство иностранной литературы, 1950, 316 с.; *Ф. А. Виллерс*. Математические инструменты: Пер. с нем. М.: Издательство иностранной литературы, 1949, 302 с.; *Б. Н. Делоне*. Краткий курс математических машин. Ч. I: Малые счетные машины и математические приборы. М.; Л.: Гостехтеоретиздат, 1952, 135 с.; *Р. С. Гутер, Ю. Л. Полунов*. От абака до компьютера. М.: Знание, 1975, 191 с.

¹⁴ См. книгу Р. С. Гутера и Ю. Л. Полунова, указанную в примеч. 13, а также: И. А. Апокин, Л. Е. Майстров. Развитие вычислительных машин. М.: Наука, 1974, 399 с.; Л. Е. Майстров. Взаимосвязь характеристик вычислительных машин в их развитии // Кибернетика и логика: Математико-логические аспекты становления идей кибернетики и развития вычислительной техники. М.: Наука, 1978, с. 10–44; Р. С. Гутер, Ю. Л. Полунов. К истории разностных машин // Там же, с. 45–56; И. А. Апокин, Л. Е. Майстров, И. С. Эдлин. Чарльз Бэббидж, 1791–1871. М.: Наука, 1981, 126 с.; Р. С. Гутер, Ю. Л. Полунов. Развитие счетной техники в XVII–XVIII столетиях. Суммирующие машины // Вопросы кибернетики. Кибернетика и логическая формализация. Аспекты истории и методологии. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1982, с. 92–130; Ю. Л. Полунов. Развитие счетной техники в XVII–XVIII столетиях. Арифмометры // Вопросы кибернетики. Кибернетика и математическая логика в историко-методологическом аспекте. М.: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1984, с. 23–44.

¹⁵ Этот вопрос более подробно рассматривается в статье: М. Г. Гаазе-Ранонпорт. Куда идет кибернетика? // Кибернетика, дела практические. М.: Наука, 1984, с. 26–36.

¹⁶ В 50-е годы ряд лекционных курсов по программированию (главным образом для преподавателей вузов – математиков) читался также в некоторых московских высших технических учебных заведениях. Курсы в основном повторяли материал А. А. Ляпунова, и лекторами были А. И. Китов, Н. А. Криницкий, автор данной статьи и некоторые другие специалисты.

¹⁷ См. книгу, указанную в примеч. 4, с. 566.

¹⁸ Первые исследования В. И. Шестакова (1907–1987) – они были выполнены на физическом факультете Московского университета – относятся к 1934–1935 гг. Полученные Шестаковым результаты были изложены в рукописи «Алгебра релейных схем», написанной в январе 1935 г. Не будучи опубликованной, она составила основу его диссертации на соискание ученой степени кандидата математических наук, защищенной в Московском университете в 1938 г.; в том же году вышла статья К. Шеннона «Символический анализ релейных и переключательных схем» (*C. Shannon. A symbolic analysis of relay and switching circuits // Transaction of the American Institute of Electrical Engineers*, 1938, vol. 57, p. 713–723) – рус. пер. в кн.: К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Издательство иностранной литературы, 1963, с. 9–45; что касается диссертации В. И. Шестакова, то наиболее важная ее часть увидела свет лишь в 1941 г. (см.: С. А. Яновская. Основания математики и математическая логика // Математика в СССР за тридцать лет, 1917–1947. М.; Л.: Гостехтеоретиздат, 1948, с. 41). Следует отметить, что в японском журнале «*Nippon Electrical Communication Engineering*» (Токио) был помещен цикл статей А. Накасимы, содержащий аналогичное открытие.

¹⁹ М. А. Гаврилов. Синтез и анализ релейно-контактных схем. Ч. 1: Отчет по работе ИАТ АН СССР. М., 1943.

²⁰ Укажем в этой связи его фундаментальную монографию «Теория релейно-контактных схем. Анализ и синтез структуры релейно-контактных схем» (М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, 303 с.), с одной стороны, и написанный им раздел «Теория релейных устройств и конечных автоматов» в статье: А. Г. Бутковский, М. А. Гаврилов, А. С. Красненкер, А. С. Позняк, Я. З. Цыпкин. Некоторые проблемы технической кибернетики // Кибернетику – на службу коммунизму. М.: Энергия, 1978, т. 9, с. 58–102 (раздел, написанный М. А. Гавриловым, занимает с. 60–72).

²¹ N. Wiener. *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. N. Y.: The Technology Press and John Wiley and Sons, Inc.; Paris: Hermann et Cie, 1948, 195 p. Автор этой статьи познакомился впервые с этой книгой в конце 1952 – начале 1953 г. по тексту ее (по-видимому, первого) машинописного перево-

да, хранившегося в виде служебного материала ограниченного пользования в одном из учреждений Министерства приборостроения и средств автоматизации СССР.

Книга Н. Винера на русском языке издавалась неоднократно; первое издание: *Н. Винер. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине*. М.: Советское радио, 1958, 215 с. В 1961 г. на английском языке вышло второе, дополненное новыми материалами издание книги Винера (N. Y.; L.: The MIT Press and John Wiley and Sons, Inc.). Оно легло в основу второго русского издания (под тем же названием, но с добавлением: Второе издание. М.: Советское радио, 1968, 326 с.). Эта книга была переиздана в издательстве «Наука» (Главная редакция изданий для зарубежных стран): М., 1983, 340 с.

²² Стоит отметить, что как за рубежом, так и в СССР были выполнены исследования и созданы образцы ЦВМ, построенных полностью на релейных элементах; однако относительно низкая скорость срабатывания реле сделала подобные машины «неконкурентоспособными» по отношению к ЭВМ.

²³ Эта линия становления идей кибернетики прослежена в кн.: *Б. В. Бирюков. Жар холодных чисел и пафос бесстрастной логики. Формализация мышления от античных времен до эпохи кибернетики*. М.: Знание, 1985, 192 с. Стоит также указать, что теория знаковых систем – семиотика – с первых шагов отечественной кибернетики вошла в ее состав.

²⁴ В русском переводе: *Э. А. По. Полное собрание рассказов*. М.: Наука, 1970, с. 426–451.

²⁵ *R. V. L. Hartley. Transmission of information // The Bell System Technical Journal, 1928, vol. VII, July, No. 3, p. 535–563; рус. пер.: Р. Хартли. Передача информации // Теория информации и ее приложения. М.: Физматгиз, 1959, с. 5–35; С. E. Shannon. A mathematical theory of communication // The Bell System Technical Journal, 1948, vol. XXVII, July, No. 3, p. 379–423; October, No. 4, p. 623–656; рус. пер. в кн.: К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике, с. 243–332.*

²⁶ *В. А. Котельников. О пропускной способности «эфира» и проволоки в электросвязи // Материалы к I Всесоюзному съезду по вопросам технической реконструкции дела связи и развития слаботочной промышленности. [М., 1933] 19 с.*

²⁷ Уравнения Навье – Стокса (впервые выведены в 1822 г.) – дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости. Анри Навье (1785–1836) – французский инженер и ученый-физик; Джон Габриэль Стокс (1819–1903) – английский физик и математик; оба ученых внесли весомый вклад в гидромеханику.

²⁸ См.: *М. Лауэ. История физики*. М.: Гостехтеоретиздат, 1956, с. 15.

²⁹ *И. М. Сеченов. Рефлексы головного мозга*. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1942, 150 с. (этот труд русского физиолога впервые был опубликован в 1863 г.); *И. М. Сеченов. Физиология нервной системы*. СПб., 1866, 501 с.

³⁰ *W. B. Cannon. Organisation for physiological homeostasis // Physiological Reviews, 1929, vol. 9, p. 399–431.*

³¹ *У. Р. Эшби. Введение в кибернетику*: Пер. с англ. М.: Издательство иностранной литературы, 1959, 432 с.

³² О вкладе Н. А. Бернштейна в биок cybernetiku см. подробнее статью В. Е. Демидова в настоящей книге, с. 108–155*.

³³ После возникновения кибернетики «функциональная система» П. К. Анохина была осмыслена как род кибернетической системы. Ср., например, обзор вопроса в кн.: *Б. В. Бирюков, Е. С. Геллер. Кибернетика в гуманитарных науках*. М.: Наука, 1973, с. 116–119, 156–164.

* Фрагменты этой статьи перепечатаны также в настоящем сборнике, в разделе «Кибернетические вопросы биологии». — **Сост.**

³⁴ См. подробнее: *М. Г. Гаазе-Рапопорт*. Кибернетика и теория систем // Системные исследования: Ежегодник 1973. М.: Наука, 1973, с. 63–75.

³⁵ *А. А. Богданов*. Всеобщая организационная наука (тектология). Спб., 1913, ч. 1; 1917, ч. 2; третье издание: М., 1925, т. 1; Берлин, 1927, т. 2; Берлин, 1929, т. 3 (вышел также, как «ч. III, изд. 2, дополненное». Л.; М.: Книга, 1929. 223 с.)^{*}. Об этом труде см.: *М. И. Сетров*. Об общих элементах тектологии А. Богданова, кибернетике и теории систем // Ученые записки кафедр общественных наук вузов г. Ленинграда. Л., 1967, вып. 8.

³⁶ Основной труд Людвиг фон Берталанфи (1901–1972), вышедший в 1968 г. вторым изданием, так и назывался: «Общая теория систем» (*L. von Bertalanffy. General System Theory. Foundations, Development, Applications*. N. Y.: G. Brariller, 1968, 1969, XV+289 p.).

³⁷ Мы не говорим здесь о статистике, которая давно и прочно вошла в инструментарий экономических наук.

³⁸ *Л. В. Канторович*. Математические методы организации и планирования производства. Л.; МГУ, 1939, 68 с. За работы в области математической экономики Л. В. Канторович (1912–1986), академик с 1964 г., лауреат Государственной (1949) и Ленинской (1965) премий, был в 1975 г. удостоен (вместе с Т. Ч. Купмансом) Нобелевской премии по экономическим наукам.

³⁹ См.: *А. Гастев*. Как надо работать: Практическое введение в науку организации труда. 3-е изд. М.: Изд-во ВЦСПС, 1927, 200 с.; переиздано в кн.: *А. К. Гастев*. Как надо работать: Практическое введение в науку организации труда. М.: Экономика, 1966, 472 с. (с библиографией работ автора); 2-е изд. М., 1972, 478 с.

⁴⁰ См.: *Б. Ф. Ломов*. Человек и техника: Очерки инженерной психологии. М.: Радио и связь, 1966, 464 с.

⁴¹ Документальным свидетельством этого является посмертно опубликованный сборник трудов А. А. Ляпунова «Проблемы теоретической и прикладной кибернетики» (М.: Наука, 1980, 336 с.).

⁴² Ср. статью «Кибернетика»^{**} в 4-м издании «Краткого философского словаря» (М.: Госполитиздат, 1954, с. 236–237; в 3-м издании 1952 г. статья о кибернетике отсутствует). Примечательно, что при допечатке тиража 4-го издания словаря, произведенной в следующем, 1955 году, статья «Кибернетика» из него была изъята. Об ошибочных оценках кибернетики см. также в статье Б. В. Бирюкова в настоящей книге, с. 43–44^{***}.

⁴³ Вторая его книга на данную тему: *The Human Use of Human Beings. Cybenetics and Society*. L.: Eyre and Spottiswood, 1954, 199 p., в русском переводе озаглавленная «Кибернетика и общество» (М.: Издательство иностранной литературы, 1958, 200 с.), была специально посвящена социальным аспектам нового комплексного научного направления.

⁴⁴ Данные автора. В нечетных номерах сборников «Проблемы кибернетики» – с выпуска 1 по 13 – приведена тематика заседаний семинара за последние восемь лет его работы, однако в фигурирующих там данных встречаются неточности в датах и названиях докладов. В Приложении к настоящей статье эти неточности исправлены.

⁴⁵ См.: Труды III Всесоюзного математического съезда. Москва, июнь – июль, 1956, т. I: Краткое содержание секционных докладов. М.: Изд-во АН СССР, 1956, 238 с.; то же, т. II: Краткое содержание обзорных и секционных докладов. М.: Изд-во АН СССР, 1956, 168 с. IV Всесоюзный математический съезд состоялся в Ле-

* Эта основная работа А. А. Богданова была переиздана в 1989 г. — **Сост.**

** Перепечатана в настоящем сборнике, в разделе «Приложения». — **Сост.**

*** См. примечание на с. 225. — **Сост.**

нинграде 3–12 июля 1961 г. Список пленарных докладов, а также докладов, относящихся к кибернетической тематике, сделанных на секциях, приведен в «Проблемах кибернетики» (вып. 8, 1962, с. 347–354).

⁴⁶ Секция кибернетики Ленинградского дома ученых была создана 14 ноября 1956 г., и первым ее председателем был Л. В. Канторович (в 1958 г. избранный членом-корреспондентом АН СССР). С января 1958 г. секцию возглавил кандидат (ныне доктор) технических наук Л. П. Крайзмер. См.: Проблемы кибернетики, 1963, вып. 9, с. 347.

⁴⁷ В декабре 1961 г. был организован Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН УССР под председательством академика АН УССР В. М. Глушкова. См.: Проблемы кибернетики, 1963, вып. 9, с. 341.

⁴⁸ О личности и научном вкладе Михаила Львовича Цетлина см.: В. В. Иванов. Из истории кибернетики в СССР: Очерк жизни и деятельности М. Л. Цетлина // Вопросы кибернетики. Кибернетика и логическая формализация. Аспекты истории и методологии: Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР. М., 1982, с. 166–190*.

⁴⁹ Мы не говорим здесь о литературе по развитию вычислительной техники; соответствующие сведения можно найти, например, в книге И. А. Апокина и Л. Е. Майстрова, данные о которой приведены в примечании 14.

⁵⁰ Ф. М. Морз, Д. Е. Кимбелл. Методы исследования операций / Пер. с англ. И. А. Полетаева и К. Н. Трофимова под ред. А. Ф. Горохова. М.: Советское радио, 1956, 307 с.; Автоматы / Под ред. К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти / Пер. с англ. под ред. А. А. Ляпунова, М.: Издательство иностранной литературы, 1956, 403 с.; Дж. Д. Вильямс. Совершенный стратег, или Букварь по теории стратегических игр / Пер. с англ. под ред. И. А. Полетаева. М.: Советское радио, 1960, 269 с.; Р. Р. Буш, Ф. Мостеллер. Стохастические модели обучаемости / Пер. с англ. под ред. и с дополнением Ю. А. Шрейдера. М.: Физматгиз, 1962, 483 с.; Д. Блекуэлл, М. А. Гиршик. Теория игр и статистических решений / Пер. с англ. под ред. Б. А. Севастьянова. С предисловием А. А. Ляпунова. М.: Издательство иностранной литературы, 1958, 374 с.

⁵¹ См. примечание 25.

⁵² И. А. Полетаев. Сигнал. М.: Советское радио, 1958, 404 с.; М. Г. Гаазе-Рапопорт. Автоматы и живые организмы. Здесь необходимо упомянуть и первые в стране научно-популярные книги о кибернетике: Н. Е. Кобринский, В. Д. Пекелис. Быстрее мысли. М.: Молодая гвардия, 1959, 390 с.; Л. Теплов. Очерки о кибернетике, М.: Московский рабочий, 1959, 232 с.; Ю. И. Соколовский. Кибернетика настоящего и будущего. Харьков: Харьковское книжное издательство, 1959, 191 с.

⁵³ Проблемы кибернетики, вып. 1–41. М.: Физматгиз, Наука, 1958–1984. После создания Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР «Проблемы кибернетики» (в дальнейшем ПК) стали изданием этого Научного совета, и на обороте титульного листа с выпуска 4 (1960 г.) отмечалось: «Сборники „Проблемы кибернетики“ выпускаются под общим руководством Научного совета по кибернетике Академии наук СССР», а с выпуска 9 (1963 г.) по выпуск 36 (1979 г.) добавлялось: «Председатель Совета академик А. И. Берг». На обороте титульного листа выпуска 28, кроме того, в траурной рамке было указано: «Выпуск составлен Алексеем Андреевичем Ляпуновым». Выпуски 37 (1980 г.) и 38 (1981 г.) на обороте своих титульных листов содержат данные: «Председатель Со-

* Перепечатана в настоящем сборнике в разделе «Биографические материалы».—Сост.

вета академик Б. Н. Петров», а выпуски 40 (1983 г.) и 41 (1984 г.) – «Председатель Совета академик О. М. Белоцерковский».

⁵⁴ Заседания 1954/55 учебного года в «Проблемах кибернетики» не отражены. На самом деле уже эти заседания ляпуновского семинара, проводившиеся для аспирантов и студентов старших курсов механико-математического факультета МГУ, посещали многие университетские профессора (Л. А. Люстерник, В. В. Немыцкий, Н. К. Бари и др.), а также сотрудники других научных учреждений; поэтому их естественно считать первыми заседаниями Большого семинара по кибернетике, которым руководил А. А. Ляпунов.

⁵⁵ В ПК (вып. 1, 1958, материал «Семинары по кибернетике в Московском университете», раздел V: Хроника, с. 265–266) заседания этого учебного года отнесены к «семинару по вопросам, смежным для кибернетики и физиологии», причем фактические данные содержат ряд неточностей. Так, доклад А. П. Ершова был прочитан не 14.XI 1955 г., а 21.XI 1955 г. Из материала, помещенного в ПК, получается, что 14.XI было будто бы прочитано три доклада, В то же время не упомянут доклад А. И. Китова (31.X 1955). Аналогичная неточность имеет место и в отношении докладов А. А. Ляпунова и Л. В. Крушинского, относимых в ПК к одной и той же дате (13.II 1956). Объяснение заключается в том, что в это время функционировали также и другие семинары – семинар Л. В. Крушинского и Малый семинар А. А. Ляпунова, что, по-видимому, и привело к путанице. О явлении запредельного торможения Л. В. Крушинский рассказывал в своем выступлении во время обсуждения доклада А. А. Ляпунова (возможно, тоже 13.II 1956). Существованием Малого семинара объясняется также и тот факт, что интервалы между соседними докладами, как они указаны в материале, опубликованном в ПК, подчас оказывались меньше двух недель.

⁵⁶ В упомянутых в предыдущем примечании материалах ПК заседания этого года отнесены уже к семинару по кибернетике «при кафедре вычислительной математики».

⁵⁷ Этот доклад в ПК, вып. 1, ошибочно отнесен к 19 октября.

⁵⁸ В ПК фамилия Н. В. Тимофеева-Ресовского печатается с двумя буквами «с».

⁵⁹ Этот доклад в ПК, вып. 1, ошибочно отнесен к февралю.

⁶⁰ Нами приведено точное название этого доклада, а также следующих далее докладов Н. В. Тимофеева-Ресовского и Н. А. Бернштейна.

⁶¹ В ПК ошибочно указана другая дата – 10.V 1957.

⁶² В ПК не указано, что этот доклад Н. Е. Кобринский сделал совместно с Л. М. Шехтманом. Что касается доклада Н. Е. Кобринского «О логических сетях», отнесенного в ПК к 9 ноября 1956 г., то нам не удалось установить, состоялся ли этот доклад, и если состоялся, то когда именно.

⁶³ Заседания этого учебного года в ПК не отражены.

⁶⁴ В ПК (вып. 3, 1960), в разделе «V. Хроника», материал о заседаниях этого учебного года помещен под заголовком «Семинар по кибернетике в Московском университете» (с. 273), причем указано, что руководителем семинара был А. А. Ляпунов.

⁶⁵ Конгресс проходил в г. Намюре (Бельгия) с 3 по 10 сентября 1957 г.; участвовавшая в его работе группа советских ученых включала И. Я. Аксенова, Ю. Я. Базилевского и Р. Р. Васильева. Аналогичной тематике были посвящены также состоявшиеся в том же учебном году доклады А. М. Петровского (14.XI 1958), А. П. Ершова (26.XII 1958) и Ю. Я. Базилевского (май 1959); в них рассказывалось об участии отечественных специалистов в зарубежных научных совещаниях – в США и Англии.

⁶⁶ А. П. Ершов докладывал о совещании «Symposium on the Mechanization of Thought Processes», проходившем в Национальной физической лаборатории (Тед-

дингтон) под Лондоном с 24 по 27 ноября 1958 г. В состав группы советских участников симпозиума входили Б. С. Сотсков, В. А. Ильин, Я. З. Цыпкин, М. С. Александров, А. П. Ершов, Н. Р. Комарицкий. А. П. Ершов выступал с докладами «О работах ВЦ АН СССР в области автоматизации программирования» и «О работах ВЦ АН СССР в области теоретического программирования». Согласно убеждению Андрея Петровича (частное сообщение), это было первое международное совещание, «посвященное еще не названному тогда искусственному интеллекту».

Следует отметить, что доклады А. П. Ершова и Ю. А. Шрейдера отнесены в ПК, вып. 3, к одному и тому же числу. Установить подлинные даты этих двух докладов не удалось.

⁶⁷ Этот доклад в ПК не указан.

⁶⁸ Доклад Ю. Я. Базилевского в ПК не указан. Установить дату соответствующего заседания не удалось.

⁶⁹ Ср. ПК, вып. 5, 1961, с. 293–294, материал «Семинары по кибернетике в Московском университете».

⁷⁰ Название этого и следующего докладов в ПК изменено.

⁷¹ Ср. ПК, вып. 7, 1962, с. 233, материал «Семинары по кибернетике в МГУ». Помимо названий докладов в ряде случаев приводятся данные о статье по теме доклада, опубликованной либо представленной к публикации в какой-либо научный журнал или в сборник «Проблемы кибернетики».

⁷² В ПК, вып. 7, название этого доклада, так же как и доклада М. М. Бонгарда (17. II 1961), изменено.

⁷³ Сведения об этом докладе в ПК отсутствуют.

⁷⁴ Ср. ПК, вып. 9, 1963, с. 344–345, материал «Семинары по кибернетике в МГУ». Большой семинар здесь указан как работавший под руководством А. А. Ляпунова и С. В. Яблонского. Такие же указания мы находим в соответствующих материалах выпусков 11 и 13.

⁷⁵ Названия данного и следующего за ним доклада в ПК изменены.

⁷⁶ Ср. ПК, вып. 11, 1964, с. 278, материал «Семинары по кибернетике в МГУ».

⁷⁷ Этот доклад в ПК, вып. 11, не указан.

⁷⁸ Ср. ПК, вып. 13, 1965, с. 251, материал «Семинары по кибернетике в МГУ».

⁷⁹ Доклад в ПК, вып. 13, не указан.

II. КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА

Вяч. Вс. Ив́анов

Академик А. И. Берг и развитие работ по структурной лингвистике и семиотике в СССР

Академик А. И. Берг в конце 50-х годов выступил инициатором развертывания работ по структурной, математической и кибернетической лингвистике и семиотике в СССР. К тому времени (начало 1959 г.), когда Аксель Иванович вплотную занялся этой проблематикой, у нас уже существовало несколько небольших групп энтузиастов, много и напряженно работавших в этих новых областях науки.

Надо сказать, что бурный взрыв исследований по семиотике текста, структурной поэтике и типологии языков в 20-е годы происходил именно в нашей стране, значение же этих работ по достоинству начали оценивать в мировой науке лишь много лет спустя. В последующие два десятилетия развитие семиотики и структурной лингвистики продолжалось в СССР только в работах отдельных ученых, но и тогда дало результаты, во многом опережавшие мировую науку¹. Однако издание соответствующих трудов и в особенности подготовка специалистов практически отсутствовали. Новый импульс лингвистические и семиотические исследования получили в работах по кибернетике и приложениям к языку математических методов, стимулированных появлением ЭВМ.

Как и в других областях кибернетики, особая роль здесь принадлежала члену-корреспонденту АН СССР А. А. Ляпунову, вместе с которым Берг стал заниматься организацией кибернетических работ, в частности, в лингвистике. Выполненные под руководством Ляпунова исследования ряда молодых ученых охватили широкий круг вопросов машинного перевода и построения математических моделей грамматики; эта проблематика занимала видное место уже в первых сборниках «Проблемы кибернетики», изданных под редакцией А. А. Ляпунова в 1958–1959 гг. Наряду с молодыми математиками и лингвистами Ляпунов привлек для работ в этой области и виднейших ученых – создателей Московской филологической школы, еще в 30-е годы разрабатывавшей принципы точного описания языка. Они легко включились в работу в новой области прикладной лингвистики, связанной с ЭВМ и позднее ставшей именоваться «вычислительной лингвистикой».

¹ См.: В. В. Ив́анов. Очерки по истории семиотики в СССР. М.: Наука, 1976.

© Издательство «Наука», 1988. Полностью опубликовано в сборнике «Путь в большую науку: академик Аксель Берг» (М: Наука, 1988, с. 164–186).

Одна из первых публикаций в этой области была написана в соавторстве А. А. Ляпуновым и двумя виднейшими лингвистами Московской школы – П. С. Кузнецовым и А. А. Реформатским. П. С. Кузнецов, выдвинувший задачу аксиоматизации лингвистики, принадлежал к числу наиболее последовательных сторонников формальной точки зрения на грамматику, восходящей к идеям выдающегося русского языковеда Ф. Ф. Фортунатова (1848–1914). Аналогичная задача – по образцу метаматематических идей Д. Гильберта – была представлена в исследовании О. С. Кулагиной, выполненном под руководством А. А. Ляпунова. Это развитие привело к созданию формальной теории грамматик (несколько в ином направлении развивающейся в те же годы Н. Хомским). Позднее наиболее успешной сферой применения этого подхода оказались не столько естественные языки (где особенно отчетливо выявляются трудности, аналогичные тем, которые были обнаружены К. Гёделем по отношению к аксиоматизации математики), сколько метатеория грамматик и грамматики языков программирования (а также некоторых других искусственных языков).

Достигнутые во второй половине 50-х годов успехи в области вычислительной и математической лингвистики были учтены А. И. Бергом, когда он руководил работой комиссии (в состав которой входили и специалисты в области лингвистики), разрабатывавшей перспективный план исследований по проблеме «Основные вопросы кибернетики». Эта комиссия, созданная в январе 1959 г. Президиумом АН СССР по предложению А. И. Берга, закончила свою деятельность в основном к 10 апреля 1959 г. В состоявшемся в этот день докладе А. И. Берга на Президиуме Академии и в постановлении Президиума от того же числа, в основном одобдившем подготовленную под руководством А. И. Берга проблемную записку «Вопросы советской науки. Общие вопросы кибернетики», была представлена и кибернетико-лингвистическая тематика. В параграфе 5 этой записки – «Кибернетические проблемы лингвистики» – говорилось: «Основным средством для обмена информацией в человеческом обществе является язык. Человеческой речью, как известно, кодируется самая разнообразная информация, в силу чего речь является универсальным средством общения между людьми. В то же время теперь, когда обработка информации все чаще и чаще производится машинами, возникает чрезвычайно важный вопрос о разработке возможно более гибких и универсальных способов обмена информацией между машинами и между людьми и машинами. В этом плане понятна необходимость исследований, посвященных созданию машин, управляемых человеческой речью и способных сообщать человеку речевую информацию (как устную, так и письменную). Для эффективного решения этого вопроса необходимо теоретико-информационное изучение устной и письменной речи. Эти же вопросы приводят к развитию абстрактной теории языка – математической лингвистики. Традиционная лингвистика стоит перед собой совсем другие задачи и поэтому не может обслужить эти потребности. Только развивающиеся в последнее время формально-лингвистические системы, объединяемые под общим наименованием структурной лингвистики, по существу могут быть использованы при построении математической лингвистики. Характерной чертой всех этих тео-

рий является изучение языка как абстрактной системы знаков, отвлекаясь от конкретных значений этих знаков». Далее была очерчена проблематика соответствующих исследований и отмечена важность организационных вопросов, связанных с подготовкой кадров, в первую очередь лингвистов, имеющих достаточные знания в области математики и кибернетики. Были выделены следующие основные задачи:

«1. Разработка проблем структурной и математической лингвистики и лингвистической статистики как теоретической основы речевого управления, машинного перевода и автоматизации информационной службы.

2. Проблемы машинного перевода. Построение конкретных переводческих алгоритмов и методов их реализации. Формулирование требований по построению специальных машин и разработка макетов таких машин.

3. Проблемы, связанные с разработкой разного рода машинных языков: языков – посредников машинного перевода, специализированных языков для обработки информации в отдельных отраслях науки и техники. Теория машинных языков в связи с общей теорией кодов и знаковых систем (семиотикой).

4. Разработка устройств для автоматического ввода и вывода в машины речевой информации (устной и письменной)».

Существенной частью записки была таблица, в которой для каждой из объединяемых кибернетикой наук (в том числе и для лингвистики) были указаны основные проблемы, решаемые с единой кибернетической точки зрения. В частности, следует отметить, что в этой таблице «выяснение способов кодирования наследственной информации на разных этапах ее работы» было соотнесено с исследованием «принципа кодирования» по отношению к естественным и искусственным языкам. По мере развития молекулярной биологии далеко идущие параллели между двумя этими областями становятся все более заметными, и тем самым подтверждается прозорливость А. И. Берга, А. А. Ляпунова и других соавторов цитируемого текста.

Созданный решением Президиума АН СССР от того же 10 апреля 1959 г. Научный совет по кибернетике с самого начала своей деятельности уделял значительное внимание лингвистике и семиотике. Этому способствовало то, что и председатель Совета А. И. Берг, и его заместитель А. А. Ляпунов (а также и другой его заместитель – специалист по теории информации А. А. Харкевич, тогда член-корреспондент АН УССР, позднее действительный член АН СССР) весьма интересовались лингвистической и семиотической проблематикой. В состав Совета по предложению Берга и Ляпунова было включено шесть лингвистов, в том числе два упомянутых выше виднейших представителя Московской лингвистической школы П. С. Кузнецов и А. А. Реформатский, а также профессор Л. Р. Зиндер – крупнейший лингвист Ленинградской школы, основанной Л. В. Щербой и еще до войны начавшей регулярное сотрудничество с инженерами-связистами при решении задач, связанных с разборчивостью речи.

При Совете по кибернетике АН СССР была создана Лингвистическая секция под председательством В. В. Иванова. В ее состав (постепенно увеличивавшийся) первоначально входило 18 человек – специалистов в разных областях теоретической и прикладной лингвистики, математиков, пси-

хологов и инженеров. В задачи Секции входила координация работ, организация общественного контроля хода работ (что особенно требовалось в отношении исследований по машинному переводу), обмен опытом, организация научно-исследовательских семинаров.

Аксель Иванович принял деятельное участие в организации Секции. Я помню, как в конце весны 1959 г. мне на работу (тогда я был руководителем группы машинного перевода в Институте точной механики и вычислительной техники АН СССР) позвонил М. Л. Цетлин – ученый секретарь Совета по кибернетике; в круг чрезвычайно широких научных интересов Михаила Львовича входила и лингвистика. В своем обычном шутиливо-грубоватом духе он сказал мне по телефону, что у него «не хватает серого мозгового вещества», чтобы ответить на интересующие Берга лингвистические вопросы, и просил меня поехать вместе с ним к Бергу. С этого посещения дома Акселя Ивановича начинается длинная цепь разговоров у него на квартире (а потом, когда Совет получил помещение, сначала временное, потом постоянное, и в служебном кабинете Берга), особенно частых на протяжении лета 1959 г., когда работа Совета и Секции только начинала налаживаться и Аксель Иванович не щадил времени, стремясь проникнуть в суть разбираемых вопросов.

Основное, что занимало тогда Берга, – это добиться такого же перелома в отношении к структурной лингвистике, какого ему удалось добиться по отношению к кибернетике. Он сформулировал целый ряд путей, с помощью которых Секция и Совет при его поддержке и помощи должны были осуществить (и, как читатель увидит из дальнейшего рассказа, меньше чем за год осуществили) эту задачу. В частности, большое значение он придавал общим статьям, излагающим в доступной форме суть проблемы (некоторые из таких статей, подготовленных Секцией и ее членами под руководством А. И. Берга и им отредактированных, позднее были помещены в сборниках организованного им продолжающегося издания «Кибернетику – на службу коммунизму»). Аксель Иванович внимательно читал работы по лингвистической проблематике, которые ему приносили (иногда по его просьбе, иной раз и злоупотребляя его вниманием), и потом их обсуждал со всей строгостью. Сочувствуя основным принципам структурной лингвистики, он в то же время обрушивался на ставшие тогда модными рассуждения в духе абстрактной фонологии Копенгагенской школы. «Нормальный человек, читая эти работы, не может понять, что такое фонема», – сокрушался он.

Должен заметить, что здесь (как и во многих других случаях) ход развития науки подтвердил правильность его интуиции. «Естественная фонология», близкая к тем идеям Ленинградской школы, которую в нашем Совете и Секции представлял Л. Р. Зиндер, в 70-х годах получила широкое распространение в мировой науке именно как реакция на абстрактный подход к фонологии, при котором ее связи с фонетикой становились малоощутимыми, а тем самым уменьшалась возможность ее использования при решении прикладных задач.

Обсуждение лингвистических проблем, не реже (а иногда и существенно чаще) чем раз в неделю часами длившееся и дома, и в служебном кабинете у А. И. Берга, обычно перемежалось и с его рассказами о давнем и недав-

нем прошлом. Мы с изумлением узнавали, что он плавал во время Первой мировой войны на подводной лодке, что потом, частично переквалифицировавшись, стал радиоинженером, что он читал лекции в Массачусетском технологическом институте (США), находясь в длительной заграничной командировке, что перенес он перед войной и во время войны, когда был начальником большого института, что он работал заместителем министра. Кроме обстоятельств, иногда казавшихся сказочными, чаще всего из дурной сказки, но обычно с хорошим концом, как в случае с его тяжелейшим инфарктом, из-за которого ему пришлось работу в министерстве сменить на академическую, в каждом таком рассказе был и свой урок. Состоял он в том, как надо решать научно-организационные задачи.

Аксель Иванович, несмотря на незадолго до этого перенесенный инфаркт, заставлявший его и во время наших разговоров принимать лекарства, был полон энергии: в те месяцы, о которых идет речь, столь же напряженно, что и лингвистикой и семиотикой, он занимался многими другими проблемами, готовил по ним решения правительства и Президиума АН СССР, организовывал создание институтов и лабораторий. Вопрос, которым он занимался, считал он, прежде всего должен был быть хорошо подготовлен. Для этой цели Берг обычно создавал группу экспертов (в нашем случае это была Лингвистическая секция), поручал ей составить аргументированную докладную записку с изложением сути вопроса и необходимых научно-организационных мероприятий. После этого начиналась длительная работа по обсуждению и проведению в жизнь каждого из таких решений.

В соответствии с рекомендациями Акселя Ивановича и при его непосредственном участии летом 1959 г., кроме многочисленных более детальных обсуждений у него дома (в более узком составе), было проведено и два пленарных заседания Лингвистической секции. Первое из них состоялось 3 июля 1959 г. На нем были определены основные направления работы Секции, между членами Секции (на этом же заседании пополненной несколькими новыми членами) распределены обязанности по руководству этими направлениями и по написанию соответствующих частей детального плана работ, который было решено обсудить на следующем заседании, намеченном на конец августа. О. С. Кулагина должна была руководить составлением плана работ по машинному переводу, В. А. Успенский – планом по логико-лингвистическим вопросам построения информационных языков, документалистике, проблемам логической семантики, я – по семиотике и теории языковой коммуникации, Р. Л. Добрушин – по статистическим, теоретико-вероятностным и другим математическим методам в лингвистике, П. С. Кузнецов и А. А. Реформатский – планом исследований по общим вопросам структурной лингвистики и фонологической теории, И. И. Ревзин – по дескриптивным методам и теории перевода, Т. М. Николаева – по структурным методам в синтаксисе, Л. Р. Зиндер – по исследованию речи (в связи с задачами речевого управления механизмами, ввода устной речи в машину и совершенствования пропускной способности каналов связи), Ю. В. Кнорозов – работами по дешифровке исторических письменностей (в связи с использованием в этой области ЭВМ) и по теории письма; преду-

сматривались также и занятия теорией графики для целей разработки читающих устройств.

Два месяца, прошедшие между двумя заседаниями Секции, были заполнены интенсивной работой – составлением планов по каждому из направлений; их дополнение и редактирование с участием А. И. Берга с целью включения в развернутый текст общего плана Секции продолжалось и осенью 1959 г.

Секция с самого начала уделяла особое внимание исследованию семантики как наименее развитой тогда части языкознания. Наряду с молодыми лингвистами, начинавшими работу в этой области в Лаборатории машинного перевода Московского педагогического института иностранных языков (МГПИИЯ), предложения по организации соответствующих исследований представил профессор А. Р. Лурия (на втором пленарном заседании Секции он доложил о них, и Берг живо его поддержал). А. Р. Лурия выступал за организацию совместной работы психологов, невропатологов и лингвистов. Из лингвистов старшего поколения уже 18 августа 1959 г. на нашу просьбу откликнулся П. С. Кузнецов, который еще с 1956 г. участвовал в руководстве университетским семинаром по некоторым применениям математических методов в языкознании. Еще ранее, 12 августа, свои предложения представил А. А. Реформатский. Надежда широко развернуть исследования всех окрыляла.

К концу августа на основе сведенных вместе и отредактированных под руководством А. И. Берга предложений отдельных членов Секции был составлен первый вариант записки, излагающий план ее работ с подробными обоснованиями. Для его обсуждения 31 августа было создано расширенное пленарное заседание Секции, на котором присутствовали А. И. Берг, А. А. Ляпунов, Л. А. Калужнин (математик, тогда возглавлявший работы по математической лингвистике в Киеве), Ю. В. Кнорозов (ленинградский этнограф, руководитель образованной при Секции и активно работавшей группы по дешифровке исторических письменностей), П. С. Кузнецов, О. С. Кулагина, Д. Г. Лахути (логик, один из авторов подробного плана работ по документалистике и информационным языкам), А. Р. Лурия, Т. М. Николаева (тогда работавшая в Институте точной механики и вычислительной техники и исполнявшая обязанности ученого секретаря Секции), И. И. Ревзин (тогда читавший лекции в МГПИИЯ и руководивший вместе с В. Ю. Розенцвейгом теоретической стороной работ по машинному переводу, координировавших этим институтом), В. Ю. Розенцвейг, И. А. Соколянский (создатель замечательной системы обучения слепоглухонемых, один из самых решительных сторонников применения кибернетических и семиотических идей в дефектологии), В. А. Успенский (автор части плана, относившейся к математическим методам в лингвистике), В. К. Финн (один из соавторов плана работ по информационно-логическим языкам), Г. С. Цейтин (один из наиболее активных членов Секции, занимавшийся вычислительной и математической лингвистикой с использованием идеи конструктивного направления в математике и независимо от Хомского пришедший к идеям, близким к порождающей грамматике), А. Л. Шумилина, (тогда работавшая в лингвистической группе Лаборатории электромоделиро-

вания, позднее влившейся в состав ВИНТИ), а также некоторые другие специалисты в смежных областях.

Я живо помню это заседание. Был жаркий летний день. Мы собрались в большой аудитории МГПИИЯ (занятия еще не начались, в институте было просторно). А. И. Берг приехал точно ко времени. Первым на совещании обсуждался вопрос о машинном переводе и уже тогда предложенном (но созданном почти 15 лет спустя) особом центре машинного перевода. Заслушав по этому вопросу сообщение О. С. Кулагиной и предложения А. А. Ляпунова, Аксель Иванович высказался относительно научно-организационных вопросов, обратив внимание на то, что в решение ГКНТ о создании Центра не вошли слова о подчинении Совету. Берг считал руководство со стороны Совета по кибернетике необходимым. Кроме того, в состав руководства Центром он считал нужным ввести компетентных членов Секции. К этому вопросу А. И. Берг возвращался и много лет спустя, когда Центр уже был создан (без учета этих его пожеланий, которые помогли бы избежать многих ошибок в работе) и когда на заседании бюро Секции с участием Акселя Ивановича снова обсуждалась организация работ по вычислительной лингвистике.

А. И. Берг беспокоился также и о том, чтобы ранее действовавшие группы, занимавшиеся машинным переводом, получали достаточное для проведения опытов машинное время. На заседании 31 августа он выяснял, как этого добиться, к кому следует обратиться от имени Секции в дирекциях соответствующих институтов и в Президиуме.

Присутствовавших на заседании специалистов по автоматическому переводу А. И. Берг просил ответить на вопрос, на каком уровне находятся советские работы по сравнению с зарубежными. Он предлагал также подсчитать истинную эффективность автоматического перевода, оценив и общее количество переводчиков в нашей стране. По мнению Берга, в документе, посвященном необходимости автоматического перевода, «надо указать, что изобилие переводчиков обеспечивает нам вечное отставание». Он также выдвинул в качестве одной из важнейших задач Секции составление плана широкой популяризации получаемых сведений, в частности издание брошюры в 3–4 печатных листа о проблемах научной информации.

На описываемом заседании обсуждался и вопрос о том, как организационно оформить начавшиеся научные исследования. Речь шла о будущих институтах семиотики и кибернетики. А. И. Берг был убежден, что Институт кибернетики, который включал бы около 10 крупных отделов, безусловно нужен, причем, возможно, имело бы смысл начать его создание с отдельных лабораторий. Для Института семиотики, на целесообразности создания которого сходились все участники заседания, А. И. Берг предлагал в качестве варианта его иное название – «Институт знаковых систем» (из-за многозначности термина «семиотика», использующегося и в другом, медицинском значении).

На заседании также был обсужден вопрос об открытии особых отделений в МГУ и других университетах для подготовки специалистов в области математической лингвистики. Берга заботило и установление надлежащих отношений между Секцией (и Советом в целом) и Отделением литературы

и языка АН СССР, руководство которого тогда без энтузиазма относилось к структурной и прикладной лингвистике. Аксель Иванович предлагал просить тогдашнего академика-секретаря этого отделения академика В. В. Виноградова сделать доклад по этому вопросу.

Перед Секцией Берг поставил задачу в короткий срок закончить составление и редактирование записки о перспективах исследований и плане предстоящих работ.

Развернувшееся благодаря инициативе А. И. Берга широкое обсуждение различных аспектов прикладной и теоретической лингвистики и семиотики весьма плодотворно сказалось на каждом из направлений, которые охватывались Секцией. В области автоматического перевода и вычислительной лингвистики в целом были предприняты шаги к координации и объединению усилий отдельных групп, до того работавших порознь. Вскоре после августовского заседания Лингвистическая секция совместно с Объединением по машинному переводу, возглавлявшимся В. Ю. Розенцвейгом, разослала соответствующим исследовательским группам подробный вопросник о состоянии работ по вычислительной и математической лингвистике, ответы на который их просили представить к 15 ноября 1959 г.

На основе полученных материалов было составлено описание состояния работ по машинному переводу (сопоставительно с зарубежными странами) и выработаны научно-организационные предложения². Они были доложены на широкой кибернетической конференции, проходившей в помещении Дома Советской армии осенью 1959 г. А. И. Берг председательствовал на многих заседаниях и живо интересовался ходом дискуссии. Конференция отразила и размах работ – от автоматического перевода до непрерывных сред как модели сердечной деятельности (чему был посвящен доклад И. М. Гельфанда и М. Л. Цетлина), – и напряженность поисков. В каждом докладе ожидали увидеть решение наболевших вопросов, над которыми бились присутствующие, и многие доклады не разочаровывали. Доклад по автоматическому переводу был весьма критическим: в нем больше говорилось о том, чего нет и что должно было быть. Но и это встречалось с пониманием. Всех заботило общее положение дел, и мы старались вслед за Акселем Ивановичем не бояться резких характеристик, если они соответствовали истине.

Осень 1959 г., следовавшая за ней зима и начало весны 1960 г. были посвящены в основном подготовке постановления Президиума АН СССР о развитии работ по структурной лингвистике. А. И. Берг придавал большое значение этой работе. Он считал необходимым убрать все препятствия на пути развития новой области знания; встречался с руководством Секции, обсуждал те мероприятия, которые надо было бы провести. Когда текст проекта предполагаемого документа был подготовлен, Берг созвал бюро Совета по кибернетике для его обсуждения. После ряда обстоятельных

² См.: В. В. Иванов. Некоторые вопросы машинного перевода в СССР // Доклады на конференции по обработке информации, машинному переводу и автоматическому чтению текста. М.: ВИНТИ АН СССР, 1961, вып. 10.

дискуссий с участием членов бюро Секции и бюро Совета Аксель Иванович передал отредактированный им текст в Президиум Академии наук.

6 мая 1960 г. мы были приглашены на заседание Президиума. Опасались, что некоторые из лингвистов, по инерции не жаловавших структурную лингвистику, могут выступить с возражениями. Поэтому специально для участия в обсуждении этого вопроса пришли такие авторитеты, как академик И. Е. Тамм. Помню, что обсуждение предыдущих пунктов повестки дня затянулось, и Игорь Евгеньевич из-за обилия дел ушел, так и не дождавшись доклада Акселя Ивановича.

Когда наступила очередь нашего вопроса, слово было предоставлено Бергу. Он коротко изложил содержание предлагаемого постановления, сделав оговорку относительно термина «семиотика», многозначность которого его беспокоила. Возражавших не было; несогласные, если они и были, молчали: авторитет Берга в Академии был велик. Постановление, текст которого предварительно раздали присутствующим, приняли быстро. Значение этого документа, постановления Президиума АН СССР (№ 452 от 6 мая 1960 г.) «О развитии структурных и математических методов исследования языка» – документа, в составлении, редактировании и принятии которого такую большую роль сыграл Аксель Иванович, в истории не только лингвистики, но и других гуманитарных наук велико. Приведу его обосновывающую часть.

«В связи с огромным народнохозяйственным значением автоматизации необходимо всемерно развивать исследования в области кибернетики и целого комплекса научных дисциплин, использующих достижения кибернетики. К числу таких научных дисциплин относится языкознание, внутри которого возникли и интенсивно развиваются структурные и математические методы исследования языка (структурная и математическая лингвистика). Эти методы являются теоретической базой для разработки прикладных лингвистических проблем современной кибернетики (автоматическое речевое управление производственными объектами, автоматизация службы информации, автоматизация перевода и реферирования научно-технической литературы, построение информационно-логических машин, конструирование стенографов-автоматов, повышение пропускной способности каналов проводной и непроводной связи и др.).

Применение структурных и математических методов исследования языка имеет большое значение и для развития теоретического языкознания. Изучение закономерностей функционирования и развития языка как общественного явления, научное описание многочисленных, часто малоизученных языков Советского Союза невозможны без выработки точных методов исследования. Разные лингвистические проблемы, разные объекты лингвистического исследования предполагают применение различной методики описания и анализа языка. Применение структурных и математических методов особенно важно для изучения языка как важнейшего средства передачи информации в обществе, исследования речевой коммуникации (в том числе массовой коммуникации с помощью радио, кино, телевидения), а также для решения некоторых вопросов сравнительно-исторического языкознания (восстановление языковых систем методом внутренней ре-

конструкции, определение относительной хронологии и глоттохронологии) и для разработки методов дешифровки древних письменностей.

Вместе с тем применение структурных методов в лингвистике ни в коей мере не может заменить других методов изучения языка, используемых марксистским языкознанием, и нисколько не уменьшает значения исторического и сравнительно-исторического изучения языка как общественного явления, как результата многовекового творчества народа.

Структурные и математические методы, правильно сочетаемые с другими методами советского языкознания, принадлежат к перспективным путям развития современной науки.

Однако теоретическим исследованиям в области структурных методов до сих пор не уделялось должного внимания, и нынешнее состояние разработки этих методов в соответствующих научно-исследовательских институтах Академии наук следует признать неудовлетворительным. Имеющиеся научные работы в этих областях остаются неопубликованными в течение ряда лет.

Недостаточное развитие теоретических исследований в области структурных и математических методов в лингвистических учреждениях тормозит практически важные работы по теории и практике машинного перевода, построению информационных языков и информационных машин, логической семантике и другим приложениям языкознания, разрабатываемым в настоящее время в ряде технических и математических научно-исследовательских институтов».

Для преодоления неудовлетворительного состояния разработки структурных методов исследования языка в системе Академии постановлением Президиума предусматривался целый комплекс мероприятий. В их числе были и реорганизация существующих, и создание новых исследовательских подразделений в институтах Отделения литературы и языка и Отделения исторических наук, причем директорам соответствующих институтов предписывалось привлечение математиков на штатную работу в секторы и группы. Предусматривались меры по оснащению лингвистических учреждений Академии современным оборудованием, издание периодических бюллетеней по структурной лингвистике. В пункте 4 признавалось необходимым «возбудить ходатайство перед директивными инстанциями об организации с 1961 г. журнала „Структурная и математическая лингвистика“ как органа отделений литературы и языка, исторических наук и физико-математических наук». До создания этого журнала редколлегии «Вопросов языкознания» рекомендовалось публиковать работы в области структурной лингвистики, теории и практики машинного перевода и построения информационных языков. Президиум далее просил Министерство культуры СССР поручить Издательству иностранной литературы и Физматгизу систематически публиковать переводы зарубежных исследований в области структурной лингвистики и математических методов анализа языка.

Пункт 7 гласил: «Считать целесообразным создание в 1961–1962 гг. в системе Академии наук СССР Института семиотики, в котором должны вестись исследования по структурной лингвистике и всему комплексу теоретических и прикладных семиотических дисциплин. Поручить Научному

совету по кибернетике (академик А. И. Берг) в двухмесячный срок представить в Президиум АН СССР предложения по организации этого Института».

В постановлении указывалось на необходимость резко улучшить подготовку специалистов по структурному анализу, математическим методам исследования языка и кибернетическим приложениям языкознания в вузах и через аспирантуру Академии. Координация исследований в данной области, ведущихся в учреждениях Академии наук СССР, возлагалась на Научный совет по кибернетике.

Наиболее существенные пункты постановления были выполнены быстро, причем Аксель Иванович внимательно следил за их реализацией. Почти все намеченные в постановлении секторы академических институтов и математико-лингвистические отделения в университетах были созданы за несколько месяцев. На очереди стояло создание Института семиотики. Им Секция занималась на протяжении последующих двух лет.

План будущего Института семиотики, которого ждал от нас Аксель Иванович, обрисовался в общих чертах еще до постановления Президиума. Этот вопрос обсуждался на заседании Секции 20 декабря 1959 г. Было решено, что создавать Институт следует в две очереди: сначала в нескольких академических институтах и вузах организовать секторы структурной лингвистики, математической лингвистики, алгоритмов и программ машинного перевода, информационных языков науки и техники и наладить их работу, а потом на их базе создать сам институт. Постановление от 6 мая 1960 г. определяло успех первого этапа. Надо было переходить ко второму. И тут возник вопрос о руководителе будущего института. Велись переговоры с академиком А. Н. Колмогоровым, который в круг своих необычайно широких интересов давно уже включил ряд логико-семантических проблем, был одним из создателей теории информации в ее современном виде и напряженно занимался ее приложениями к языку и поэтике, в связи с чем (и в развитие его занятий теорией алгоритмов и теорией автоматов) уже намечались контуры будущей теории сложности – одного из крупнейших и до сих пор не до конца оцененных его открытий. Но Андрей Николаевич при сочувственном отношении к нашим планам соглашался возглавить только теоретико-информационный отдел.

После длительных обсуждений, в которых деятельно участвовал Берг, возникла идея выдвинуть на пост директора института члена-корреспондента АН СССР А. А. Маркова, давно включившегося в наши занятия математической лингвистикой, а его заместителями назначить А. А. Ляпунова и меня. Все названные лица вместе с Н. М. Нагорным (специалистом по теории алгоритмов, учеником А. А. Маркова), которому Марков предложил стать ученым секретарем будущего института, на протяжении 1960 и начала 1961 г. неоднократно встречались для обсуждения конкретных мер по его организации. Главной причиной, по которой наши планы тогда не осуществились, несмотря на активную поддержку Акселя Ивановича, были человеческие и научные особенности Маркова и Ляпунова. Оба они были крупными учеными, но воплощали разное отношение к науке, в частности и к тем ее областям, которыми должен был заниматься

будущий институт. Наши встречи все больше выявляли их взаимопонимание.

Часть тем, которыми собирался заняться будущий Институт семиотики, должна была разрабатываться в Институте кибернетики, создание которого в 1961 г. обдумывал А. И. Берг. В середине июля 1961 г. (сразу же после окончания IV Всесоюзного математического съезда в Ленинграде, где математическая лингвистика обсуждалась и на пленарном заседании, и на логико-математической секции) академик М. В. Келдыш, незадолго до того ставший Президентом Академии наук, созвал совещание, посвященное организации Института кибернетики. Во вступительном слове он говорил о необходимости создания нескольких новых институтов, которые занимались бы не феноменологическими, а глубокими аспектами явлений; кроме Института кибернетики он назвал Институт мозга (к обоим этим проектам А. И. Берг снова обратился в конце 70-х годов). Создание Института кибернетики было поддержано в выступлениях А. И. Берга, А. Н. Колмогорова, И. М. Гельфанда и других участников заседания.

Хотя организация Института семиотики и затягивалась, Берг поощрял нас расширять работы, не дожидаясь создания учреждения, которое бы нас объединило.

* * *

Главным средоточием широко развернувшихся работ по семиотике был в это время созданный весной 1960 г. (в соответствии с постановлением Президиума от 6 мая) Сектор структурной типологии Института славяноведения АН СССР, тогда возглавлявшийся В. Н. Топоровым. Осенью 1962 г. этот сектор совместно с Лингвистической секцией Совета по кибернетике организовал симпозиум по структурному изучению знаковых систем. Берг с большим вниманием отнесся к симпозиуму, просмотрел изданный перед его началом сборник тезисов³ и отметил, кто из известных ему лингвистов больше всего участвовал в подготовке симпозиума. Он открыл симпозиум кратким вступительным словом, где напутствовал нас перед вступлением в новую главу истории науки. Помню его внушительный вид в адмиральском мундире за столом президиума в большой аудитории здания гуманитарных институтов Академии наук на Волхонке (дом № 14), где проходили первые заседания.

Чтобы оценить и сам симпозиум, и реакцию на него, встревожившую Берга, необходимо сделать краткое историческое отступление. Хотя основные идеи семиотики высказывались давно, а около века назад была предпринята попытка их математически точной формулировки (Ч. С. Пирс), они не нашли непосредственного отклика в науке прошлого и первой половины нынешнего века. Ф. Соссюр, не зная о Пирсе, независимо пришел к необходимости создания «семиологии» (термин, близко соответствующий «семиотике» Пирса); его посмертно изданный курс лекций медленно про-

³ Симпозиум по структурному изучению знаковых систем. М.: Изд-во АН СССР, 1962.

кладывал путь новой науке. Только благодаря деятельности групп лингвистов, объединенных Московским, Пражским и Копенгагенским лингвистическими кружками, и стало очевидно к 40-м годам, что для дальнейшего развития лингвистики необходимо уточнение ее семиотических основ. Но широкое развитие работ по семиотике во всем мире относится к началу 60-х годов, причем московский симпозиум оказался первым научным совещанием, на котором была сделана попытка изучить разные знаковые системы: естественные и искусственные (информационно-логические) языки, язык жестов, системы ритуалов и мифологии, символику художественной литературы и структуру произведений изобразительного искусства.

Новизна такого подхода, естественно, совсем не одинаково глубокого и адекватного по отношению к каждой из этих областей, не могла не вызвать критики. Эта негативная точка зрения на некоторые аспекты работы состоявшегося симпозиума была доведена до М. В. Келдыша и обсуждалась на Президиуме Академии при участии Берга⁴. Аксель Иванович (в разговорах со мной потом он не раз высказывал несогласие с теми, кто критиковал некоторые установки выступавших на симпозиуме) на заседании Президиума предложил создать авторитетную комиссию, которая бы тщательно и объективно разобралась в существе вопроса. Комиссию возглавил Берг, в ее состав вошли представители Совета по кибернетике (в том числе и члены Лингвистической секции, участвовавшие в симпозиуме), а также руководители (директоры или заместители) гуманитарных институтов, в том числе и такие ученые, как академик В. В. Виноградов. Еще до начала работы комиссии Берг несколько раз встречался с участниками симпозиума, чтобы уяснить, что именно могло вызвать столь громкий отклик. В утвержденном им отчете об исследованиях по кибернетике за 1962 г. симпозиум был оценен положительно. Не желая отступать от занятой позиции, Берг назвал возглавленную им комиссию «Комиссией по подготовке предложений по улучшению работы в области семиотики». Лингвистической секции Берг поручил к заседанию комиссии подготовить решение, где была бы дана оценка симпозиума. Это было сделано Секцией на заседании 2 апреля 1963 г., где было принято решение, в котором, в частности, говорилось:

«Знаковые системы (естественные устные языки, письменные языки, искусственные логические языки, информационно-логические и другие машинные языки, киноязык и др. системы) имеют существенное значение для переработки, передачи и хранения информации в человеческом обществе. Поэтому семиотика как наука о строении и функционировании знаковых систем, а также семиотические дисциплины, исследующие отдельные знаковые системы, уже имеют и приобретут в будущем важные теоретические и практические приложения (как это отмечалось, в частности, постановлением Президиума от 6 мая 1960 г.)».

Далее шло перечисление успешно развивающихся дисциплин семиотического цикла и констатация того, что эти дисциплины, несмотря на их внутреннюю взаимосвязь, разрабатываются разрозненно, что сказывается

⁴ Об этих событиях подробнее рассказывается в воспоминаниях В. А. Успенского (следующий документ в этом разделе, § 8). – **Сост.**

на терминологии и приводит к недостаточному использованию одной семиотической дисциплины в другой. Далее отмечалось, что симпозиум по структурному изучению знаковых систем, «задуманный как рабочее совещание по некоторым приложениям семиотики к отдельным вопросам гуманитарных наук, показал плодотворность и перспективность использования семиотических методов в гуманитарных науках», что «ряд докладов на симпозиуме не содержал формального семиотического описания рассматриваемых объектов», что симпозиум должен рассматриваться «не как итоговый, а как предварительное рабочее совещание с целью обсуждения первых опытов применения семиотики к отдельным гуманитарным наукам, <...> неразработанность некоторых методов семиотики привела к тому, что методику семиотических исследований пришлось отрабатывать на таких элементарных моделях, как регулирование уличного движения, этикет, гадание на игральными картами и т. д. Разумеется, эти темы являются лишь исходными моделями, вполне плодотворными (ср. использование игры в домино и подкидного дурака при кибернетических опытах на ЭВМ), но такими элементарными моделями семиотика может заниматься только для отшлифовки методов <...>. Для полного использования всего богатого опыта советской науки существенное значение имело освещение на симпозиуме таких работ советских ученых, в которых впервые были намечены отдельные приложения семиотики к гуманитарным наукам (психологические работы Л. С. Выготского, исследования С. М. Эйзенштейна по языку кино и другим семиотическим вопросам искусства, формальная запись фольклорного текста, изложенная В. Я. Проппом и др.)».

В апреле – мае 1963 г. состоялись заседания возглавленной А. И. Бергом комиссии. Заседания проходили темпераментно, шумно, не обошлось и без резкостей, неизбежных в горячей полемике. На них были весьма интересные выступления А. И. Берга и В. В. Виноградова, касавшихся разных аспектов семиотики: Виноградов по поводу семиотики изобразительного искусства вспоминал о некоторых художественных выставках 20-х годов. По просьбе Берга различные институты и отдельные ученые представили свои соображения, подытожить которые должна была подкомиссия по выработке доклада и проекта решения в составе Н. Д. Андреева (председатель), В. А. Успенского и В. З. Панфилова. При обсуждении подготовленного подкомиссией доклада, в котором предлагалось создание института семиотики, Берг поставил вопрос о том, достаточно ли для института наличных кадров, работающих в этой области. Он говорил (цитирую по стенограмме), что «в институте должны вестись и теоретические поисковые работы и вместе с тем должны решаться непосредственные практические задачи».

Комиссией был обсужден проект решения, который, однако, так и не был принят, поскольку не все члены согласились с формулировками, касающимися оценки симпозиума. Однако главные положения, касающиеся содержания и важности семиотических исследований, были приняты всеми членами комиссии. В числе этих положений, согласованных на весенних заседаниях комиссии, были следующие.

«...Методы семиотики зародились в языковедении и именно там получили значительное развитие. В языковедении семиотические методы тесно связаны со структурными и математическими методами, и поэтому им отводилось большое место в тех секторах и группах структурной и математической лингвистики, которые были созданы в языковедческих институтах АН СССР на основании Постановления Президиума АН СССР <...> от 6 мая 1960 г. В течение прошедшего с тех пор времени этими секторами и группами, а также некоторыми другими научными учреждениями достигнуты определенные успехи в области структурной и математической лингвистики и семиотических вопросов языкознания.

<...> Вместе с тем следует признать, что работа по собственно семиотическим проблемам, ведущаяся в секторах и группах структурной и математической лингвистики языковедческих институтов АН СССР, с одной стороны, часто перерастает рамки институтов, а с другой стороны, недостаточно координируется.

<...> Исходя из вышеизложенного, необходимо безотлагательно создать в системе АН СССР Институт семиотики».

Далее была описана тематика исследований будущего института (разработка общей теории знаковых систем, формализованных языков отдельных наук, пригодных для обработки автоматическими устройствами; разработка рациональной методики составления алгоритмов автоматического перевода и т. п.) и внесено предложение: «Поскольку семиотические исследования лежат на стыке физико-математических и общественных наук, целесообразно подчинить Институт семиотики Научному совету по комплексной проблеме „Кибернетика“ при Президиуме АН СССР».

Следует заметить, что часть членов комиссии склонялась к названию «Институт кибернетической лингвистики и семиотики», тогда как другие принимали формулировки цитируемого текста. Ряд оценочных характеристик, касавшихся главным образом отдельных докладов на симпозиуме, не мог быть согласован, и работа комиссии застопорилась. В знак несогласия с возникшей неопределенностью я попросил А. И. Берга освободить меня от обязанностей члена комиссии и председателя Лингвистической секции. Сперва Берг не согласился, но осенью сообщил мне, что согласен с моим уходом с поста председателя Лингвистической секции, которая позднее была преобразована в Секцию семиотики, и ее председателем выбрана сначала О. С. Кулагина, а потом (в 1964 г.) В. Ю. Розенцвейг; при Секции семиотики была создана комиссия по структурной лингвистике, и я был избран ее председателем.

А. И. Берг по-прежнему не соглашался подписать проект решения комиссии, требуя согласия всех ее членов. Переговоры по этому вопросу тянулись долго, и комиссия в конце концов прекратила работу.

Большим организационным достижением А. И. Берга и работавших под его руководством штатных и внештатных сотрудников Совета по кибернетике могло бы явиться осуществление принятого спустя несколько лет по представлению Совета решения Президиума АН СССР о создании специального вычислительного центра для нужд лингвистики. Но Отделение литературы и языка АН СССР не сумело использовать это решение и не

представило доклад по вычислительной лингвистике на Президиум, хотя его к этому и обязывали особым постановлением: Отделение дважды для этого собиралось и дважды браковало проект доклада. Стремясь добиться решения этого вопроса, А. И. Берг осенью 1971 г. приехал на заседание бюро Отделения литературы и языка и произнес речь о важности новых идей и методов в лингвистике. Увидев меня среди приглашенных, Берг обратился ко мне в начале заседания, кратко напомнив присутствовавшим историю симпозиума по знаковым системам и осудив в той грубовато-иронической форме, которая была ему присуща, «дураков», которые тогда мешали семиотике.

* * *

Начиная с 1971 г. мы регулярно встречались с А. И. Бергом в Совете по кибернетике, обсуждая проблемы, касавшиеся структурной и математической лингвистики, международных вспомогательных языков, общения с ЭВМ на естественном языке, языка кино и некоторых других семиотических аспектов кибернетики. Результатом таких обсуждений, в которых участвовал и В. Ю. Розенцвейг, явился наш совместный доклад, представленный в 1974 г. на конференцию по теоретическому языкознанию⁵. Недостаточное внимание к семиотической проблеме выразилось в том, что доклад, хотя среди его авторов значился А. И. Берг, был поставлен не на пленарном, а на секционном заседании. Берг, который не мог быть на конференции, с интересом выслушал наш с В. Ю. Розенцвейгом рассказ о разгоревшихся на ней дебатах, где некоторые ее участники оспаривали необходимость развития теоретико-лингвистических исследований как фундамента машинного перевода. Бергу хотелось добиться решительной перемены отношения к лингвистам, которые были заняты общесемиотическими исследованиями.

В качестве председателя Научного совета по кибернетике А. И. Берг поддерживал издание монографий и сборников статей по кибернетической лингвистике и семиотике; при этом он каждый раз стремился уяснить, в чем состоят особенности книги, иногда ограничивал излишние притязания авторов на листаж.

В 1976–1977 гг. особый интерес у Берга вызвала проблема функциональной асимметрии мозга. Он подолгу обсуждал со мной вопросы нейролингвистики и нейросемиотики, обнаруживая хорошее знание текущей иностранной научной периодики. Аксель Иванович хотел понять, как соотносятся работы по функциональной асимметрии мозга в нашей стране и за рубежом. Он попросил меня организовать в Совете под его председательством совещание по этому вопросу; внимательно следил за составом приглашенных, стремясь к тому, чтобы не забыть ни о ком из нужных специалистов.

⁵ См.: А. И. Берг, В. В. Иванов, В. Ю. Розенцвейг. Лингвистика, семиотика и кибернетика // Доклады на конференции по теоретическому языкознанию. М., 1974, ч. 2.

Утром 23 марта 1977 г. в кабинете А. И. Берга было созвано совещание по вопросам исследования функциональной асимметрии мозга, нейросемиотическим и кибернетическим аспектам этой проблемы. В совещании, кроме сотрудников Совета по кибернетике, приняли участие представители всех (тогда еще немногочисленных) лабораторий и групп ученых из Москвы, Ленинграда, Тбилиси, где на протяжении нескольких лет уже велась работа в этой области. Но координации этих работ не было, и некоторые участники совещания на нем впервые познакомились. А. И. Берг поручил мне сделать вступительный доклад о состоянии вопроса. Моему докладу он предпослал свои предварительные замечания.

<...>

То, что Аксель Иванович Берг сделал для развития комплекса наук о человеческом языке и других знаковых системах, несомненно повлияло на развитие науки, причем не только в нашей стране, но и во всем мире, так как в 70-е и 80-е годы семиотические исследования отечественных ученых получили мировой резонанс.

В. А. Успенский

**Серебряный век
структурной, прикладной и математической лингвистики
в СССР**

и В. Ю. Розенцвейг:

Как это начиналось (заметки очевидца)

И я там был, [...] и кот ученый
Свои мне сказки говорил.

А. С. Пушкин

«Это» – это структурная, прикладная и математическая лингвистика в Советском Союзе, прежде всего – в Москве. Иногда «это» именуют просто структурной, просто прикладной или просто математической лингвистикой. Будучи осведомлены о сделанных в начале века подсчетах А. А. Маркова старшего, изучавшего вероятностные законы чередования букв в «Евгении Онегине», мы все же относим начало математической лингвистики к середине 50-х годов.

© Gesellschaft zur Förderung slawistischer Studien, 1992. Опубликовано в: «Wiener Slawistischer Almanach», Sonderband 33, Festschrift für Viktor Jul'evich Rozencveig zum 80. Geburtstag. Wien, 1992, S. 119–162.

Имеющее быть 28 ноября 1991 г. 80-летие Виктора Юльевича Розенцвейга – прекрасный повод для воспоминаний о «серебряном двадцатилетии» (1956–1976) структурной, прикладной и математической лингвистики в СССР.

Довольно быстро обнаружилось, что математическая лингвистика не столько область науки (да и что это за область, предмет которой состоит в применении методов одной науки к другой), сколько движение. По существу, это было одно из первых неформальных движений (модный теперь термин) в нашей стране. Скажем, «Объединение по машинному переводу» (о нем ниже) имело отчетливые черты многих современных неформальных организаций: например, наличие изданий при отсутствии членства.

Питательной средой этого движения служила довольно неожиданно наступившая оттепель, когда стало возможным говорить о формальной генетике с риском быть всего лишь уволенным, но не посаженным, а о кибернетике – даже и без риска увольнения. Хотя еще за год до того кибернетика была реакционной лженаукой, используемой американской военщиной в агрессивных целях (радоваться бы, что мощь американской военщины опирается на лженауку и тем самым становится лжемощию – но нет!); в учебниках практической фонетики того или иного языка все еще разоблачалась идеалистическая, субъективистская, бихейвиористская и позитивистская теория фонем зарубежных авторов. Но уже махровый мракобес американец Карнап постепенно превращался в идеалистического, конечно, но отчасти почтенного австрийского логика Карнапа.

1. Начало «серебряного века» и НПММИВЯ

Существенным толчком к появлению математической лингвистики явилась задача машинного перевода.

7 января 1954 г. в нью-йоркском офисе фирмы IBM состоялась первая публичная демонстрация машинного перевода. Перевод осуществлялся на машине IBM-701 и происходил с русского на английский. Сообщение об этом появилось во втором номере журнала “Computers and automation” за тот же год [Macdonald 1954]. А реферат об этом сообщении, подписанный Д. Ю. Пановым, появился в сентябрьской тетрадке Реферативного журнала «Математика» (1954, № 10, с. 75–76, реф. № 5293: «Перевод с одного языка на другой при помощи машины: Отчет о первом успешном испытании»). С появления этого реферата начинается отсчет истории машинного перевода в СССР. Д. Ю. Панов, бывший тогда директором ВИНТИ (в то время ИНИ – Института научной информации), привлек к деятельности по машинному переводу И. К. Бельскую. К лету 1955 г. был закончен первый пробный вариант англо-русского алгоритма, и к концу 1955 г. получены первые опыты на машине. Через некоторое время после окончания в 1956 г. аспирантуры (кажется, в МГУ), И. К. Бельская поступила на работу в ИНИ, а затем возглавила группу в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ) АН СССР. Основное внимание было сосредоточено на переводе с английского (и, в меньшей степени, с китайского и японского) на русский [МП 1958]. К сожалению, Д. Ю. Панов сразу взял

курс на отказ от структурных методов [Панов 1958, с. 50], и направление Панова – Бельской, функционировавшее довольно изолированно, в отрыве от основных лингвистических коллективов, не привело к заметным успехам (несмотря на то, что программирование было обеспечено такими специалистами как Л. Н. Королев, ныне член-корр. АН СССР, Н. П. Трифонов, ныне заведующий одной из кафедр МГУ, и др.). Другое направление возникло по инициативе и под руководством А. А. Ляпунова. Через несколько дней после выхода 10-й тетрадки Реферативного журнала М. Р. Шура-Бура и А. А. Ляпунов пригласили О. С. Кулагину (с октября 1954 г. – аспирантку Математического института АН СССР) и поручили ей заняться машинным переводом французских математических текстов. Сразу начинаются широкие контакты. Сперва М. В. Келдыш¹, тогда директор Отделения прикладной математики (ОПМ) Математического института, приглашает к себе для разговора А. А. Реформатского и П. С. Кузнецова. Затем А. А. Ляпунов в сопровождении трех своих учениц и сотрудниц – Т. Д. Вентцель, О. С. Кулагиной, Н. Н. Рикко – едет в Институт языкознания на беседу с большим числом языковедов (среди них – А. А. Реформатский, П. С. Кузнецов, О. С. Ахманова, В. Н. Сидоров). Примерно в это время к деятельности Ляпунова и Кулагиной подключается и И. А. Мельчук. В конце 1955 г. на работу в ОПМ поступает Т. Н. Молошная; сначала она помогала в работе над франко-русским алгоритмом, а затем приступила к самостоятельной работе над англо-русским алгоритмом.

Если понимать машинный перевод как цель не теоретическую, а практическую и массовую (а именно так, практически, и ставился вопрос в 50-е годы), следует признать, что у нас в стране машинного перевода нет. Чтобы он был, надо одно из двух: или полностью перестроить самую систему организации научных исследований в государстве и их внедрения (обеспечив, в частности, должный уровень компьютеризации), или создать для осуществления машинного перевода что-нибудь вроде Министерства среднего машиностроения с таким же подчинением не его государству, а государству ему, как это было при Сталине и Берии. Первое, к сожалению, не

¹ Имя М. В. Келдыша еще по меньшей мере один раз встречается в истории машинного перевода. В 1960 или 1961 году Президент Академии наук академик А. Н. Несмеянов собрал в своем кабинете небольшое совещание с целью выяснить, что такое машинный перевод, нужен ли он, возможен ли он. Приглашены были и мы с В. Ю. Розенцвейгом. Келдыш, тогда вице-президент, сильно запаздывал. Несмеянов спросил: «А где же Мстислав Всеволодович?» В. Ю. Розенцвейг, для которого не могло быть других Всеволодовичей, кроме Вячеслава Всеволодовича Иванова, и, имея его в виду, ответил: «Он в командировке». Помню, как Несмеянов с беспокойством звонил в ОПМ, выехал ли Келдыш с Миусской площади. Наконец Келдыш приехал и, послушав происходящее, сказал несколько брезгливо: «Ну что ж, Александр Николаевич, я готов лично разобраться в этом деле и потратить на это полный свой день. Для этого мне надо как-нибудь не приехать на это ваше заседание Президиума, все равно ведь там будет какая-нибудь чепуха». Мне неизвестно, чтобы Келдыш когда-либо тратил свой день на машинный перевод. В 1961 г. Несмеянов был смещен, Келдыш стал Президентом и уже сам стал проводить заседания Президиума АН СССР.

состоялось; хочется надеяться, что не состоится и второе. Так что цель была нереальна с самого начала (хотя в принципе она не так уж неосуществима: «В настоящее время в мире существует множество реализованных на ЭВМ переводческих систем» – [Кулагина 1989]).

Нереальные цели – как и в данном случае – могут быть, тем не менее, весьма полезны. Нереальная, в случае Колумба, цель достичь Индии привела к открытию Вест-Индии, оказавшейся на поверку Америкой. Еще более нереальная цель отыскания философского камня, образующая предмет для алхимии, привела к возникновению химии. Соотношение между алхимией и химией дает (по крайней мере, в применении к СССР) хорошую параллель в соотношении между машинным переводом и современной, основанной на строгих методах лингвистикой.

В случае лингвистики, однако, был и другой стимул помимо машинного перевода. Этот стимул состоял в иррациональной потребности отыскать в языке строгие законы, строгостью своею напоминающие математику. Обращаясь к химической аналогии, нарисую такую, не претендующую на реальность, картину. Одни пытаются получить философский камень с целью превратить свинец в золото (разумеется, отнюдь не только с целью разбогатеть, само слово «философский» свидетельствует о бескорыстии поисков). Другие пытаются увидеть в строении и чередовании химических веществ отражение законов астрологии. Впрочем, и те, и другие, в полном согласии «сидят в дыму лабораторий над разложением веществ».

К числу «других» принадлежал и автор этих строк, познакомившийся (в сезон 1950/51 г., скорее всего – осенью) с Вячеславом Всеволодовичем Ив́ановым, тогда пятикурсником и Комой (в августе 1954 г. ему исполнилось 25 лет), а ныне народным депутатом СССР, директором Всесоюзной государственной библиотеки иностранной литературы, председателем секции переводчиков Московской писательской организации, заведующим кафедрой истории мировой культуры Московского университета. Желание одного применить методы чужой науки к своей и желание другого применить методы своей науки к чужой объединили нас. О машинном переводе мы тогда не думали.

Когда мы решили открыть семинар по математической лингвистике, точно не помню. Надо бы спросить у В. В. Ив́анова, который помнит все. Сейчас мне кажется, что это было на концерте в Музее изобразительных искусств; концерт давал Баршай. В практическую плоскость решение стало воплощаться весной 1956 г. Семинар было решено открыть на филологическом факультете Московского университета. Мы оба были ассистентами этого университета: он – филологического, я – механико-математического факультета. Нам не по чину было тогда открывать первый в стране семинар на такую «скользкую» (тогда) тему, да еще на филологическом факультете, считавшемся «идеологическим». Необходимо было привлечь к руководству семинаром лицо, рукоположенное в профессорское звание. Да и название «математическая лингвистика» казалось слишком опасным. Оно могло подействовать как красная тряпка на столпов университетского языкознания, занятых выяснением того, следует ли говорить о языке как о системе или же, как о структуре. Даже вышедшая в 1961 г. книга О. С. Ахма-

новой и др. [Ахманова 1961] имела на титуле подзаголовок «(о так называемой „математической лингвистике“»)). Было выбрано скромное название, к которому было бы трудно придаться: «Некоторые применения математических методов исследования в языкознании», сокращенно НПММИвЯ. Что касается профессора филологического факультета, то наилучшим образом подходила кандидатура Петра Саввича Кузнецова, интересного человека и интересного лингвиста, с молодости не чуждого математике и даже слушавшего математические курсы, друга А. Н. Колмогорова. Мы обратились к нему, и он сразу согласился. Мне приятно вспомнить о всех своих контактах с Петром Саввичем, включая совместное оппонирование (Т. Н. Молошной, Т. М. Николаевой, А. А. Зализняку) и его шестидесятилетний юбилей в Коммунистической аудитории Московского университета, где я приветствовал его от имени Лаборатории электро моделирования АН СССР (а академик В. В. Виноградов произнес следующие бессмертные слова: «П. С. Кузнецов является одним из выдающихся наших лингвистов, что видно хотя бы из того, что на протяжении последних пятнадцати лет мы регулярно встречаем его имя в списках кандидатов в члены-корреспонденты»). А потом я нес его гроб на Ваганьковском кладбище.

Ранним летом 1956 г., 13 июня, руководители семинара собрались для обсуждения программы. Перед совещанием всех трех мы с В. В. Ивановым встретились в Александровском саду. У меня сохранился вырванный из блокнота лист, на котором рукою Комы написано:

«1. Статистика. 2. Машинный перевод. 3. Математизация языка.

Специфичность. Математическое определение грамматических категорий.

4. Математическая логика и теория информации



Синтаксис. Рейхенбах.

5. Возможно, и другие разделы».

Первое занятие семинара состоялось 24 сентября 1956 г.² Оно было целиком посвящено выступлениям руководителей семинара. Не помню, о чем говорили П. С. Кузнецов и В. В. Иванов, я делал обзор “Papers” по математической лингвистике Гарвардского университета (точного библиографического описания у меня не сохранилось; помнится, это был довольно увесистый том, но изданный каким-то «домашним» способом вроде ксерокопий с машинописи). Кроме того, участникам были предложены домашние задания на сюжеты, восходящие к А. Н. Колмогорову: найти строгие определения понятиям *яmb* и *падеж*.

К сожалению, на занятиях семинара не велось никакой регистрации участников³. Их посещали не только «математические лингвисты», но, ска-

² Этот день я считаю началом «серебряного века».

³ Некоторые подробности об этом семинаре см. в § 5 воспоминаний Вяч. Вс. Иванова «Из прошлого семиотики, структурной лингвистики и поэтики», которые публикуются в настоящем разделе сборника.— **Сост.**

жем, такие лица, как известный ныне физик М. К. Поливанов и известная ныне переводчица Н. Л. Трауберг. Со второго заседания семинар стали регулярно посещать В. Ю. Розенцвейг и И. И. Ревзин, тогда работавшие на кафедре перевода Первого⁴ Московского Государственного педагогического института иностранных языков (МГПИИЯ, тогда еще не носившего имя Мориса Тореза) – первый заведующим, а второй старшим преподавателем этой кафедры. Тогда я и познакомился с ними. Впоследствии знакомство переросло в дружбу.

На втором и третьем занятиях семинара 8 и 15 октября 1956 г. И. А. Мельчук излагал работы Якобсона и его школы по фонематическому анализу языка на основе спектрограмм. Помнится, меня поразило тогда, что исследование, не только считавшееся в то время вершиной лингвистической мысли, но и претендующее на статус логического описания (ср. само название “Towards the logical description of...”), на мой взгляд, этим статусом не обладало, в чем я пытался (впрочем, довольно безуспешно) убедить присутствующих и прежде всего докладчика. Впоследствии заседания семинара происходили еженедельно, с перерывом на январь, до 20 мая 1957 г. включительно. С докладами выступали В. А. Успенский (22.X и 5.XI.1956; 18.II, 25.II, 4.III, 25.III и 1.IV.1957), О. С. Кулагина и Т. Н. Молошная (29.X и 12.XI.1956), Р. Л. Добрушин (19.XI, 26.XI и 3.XII.1956), С. К. Шаумян (10.XII и 17.XII.1956), П. С. Кузнецов (11.II и 15.IV.1957), В. В. Ив́анов (8.IV, 22.IV, 29.IV и 20.V.1957), И. И. Ревзин (6.V и 13.V.1957). Осенью 1957 г. состоялось пять занятий; с № 26 по № 30, на них выступали В. В. Ив́анов (16.IX, 23.IX, 14.X, 21.X), В. А. Успенский (7.X), В. А. Пурто (7.X); занятие № 31 состоялось 9.VI.1958. В 1957–58 учебном году происходил также мой факультативный курс математики для филологов (по крайней мере один студент-филолог пожелал получить по этому курсу зачет: мой брат Борис Успенский); этот курс продолжался вплоть до весны 1960 г., а с осени 1960 г. обучение математике сделалось обязательным для части студентов филологического факультета МГУ. Но об этом потом. Последнюю информацию о семинаре мы находим на с. 161 пятого выпуска журнала «Вопросы языкознания» за 1958 г. Там сообщалось, что 9 июня 1958 г. состоялось очередное заседание семинара НПММИВЯ, преобразованного в межфакультетский семинар по математической и прикладной лингвистике. Был заслушан доклад В. В. Ив́анова, сообщение И. И. Ревзина и обсужден план работы на следующий год. Не думаю, чтобы семинар собирался после этой даты.

Полностью программа семинара в 1956–57 учебном году опубликована в «Бюллетене объединения по проблемам машинного перевода», № 5, 1957, с. 3–4. Этот бюллетень, издававшийся упоминавшимся уже Первым МГПИИЯ, вообще служит важным источником для воссоздания истории прикладной лингвистики в СССР.

⁴ О втором МГПИИЯ автору ничего не известно.

2. Объединение по машинному переводу и его Бюллетень

Первые семь номеров Бюллетеня Объединения по машинному переводу с тиражом, возросшим от 150 экземпляров у № 1 до 350 у № 7 были изданы в 1957–1958 гг. стеклографическим способом; они давно стали библиографической редкостью, и потому их оглавления воспроизведены в № 8 (с. 73–77). Номера 8, 9 и 10 вышли в 1959 г. улучшенным ротاپринтным способом и тиражом уже в 800 экземпляров; в них появляется новое, параллельное название «Машинный перевод и прикладная лингвистика», а также отвечающая этому названию новая, параллельная нумерация выпусков: 1, 2, 3. Далее остается только это новое название и эта новая нумерация, так что в 1960 г. выходит просто сборник «Машинный перевод и прикладная лингвистика», выпуск 4. Последний, 20 выпуск вышел в 1980 году.

Основателем, душой и бессменным ответственным редактором этого издания был Виктор Юльевич Розенцвейг (в явном виде имя ответственного редактора стало указываться начиная с № 5 Бюллетеня). Ему же принадлежит нетривиальная идея создания самого Объединения по машинному переводу, от имени которого и выпускался Бюллетень. Замечательность идеи состояла в том, что статус и границы Объединения были умышленно задуманы совершенно аморфными. Никакого документа, конституирующего это Объединение, никогда не было. Термин «объединение» был выбран чрезвычайно удачно – не «институт», не «лаборатория», не «общество», а неизвестно кого (или что) объединяющее объединение. Было совершенно неясно – и в этом была сила замысла – из кого или чего состоит это Объединение и, вообще, состоит ли оно из чего-нибудь. Это не мешало Объединению собираться на заседания... – нет, не так, а вот как: это не мешало проводить важные заседания, называемые (чтобы не придраться!) заседаниями Объединения по машинному переводу. Они происходили в МГПИИЯ, дававшем Объединению «крышу» и полиграфическую базу. На этих заседаниях не только ставились научные доклады, но и обсуждались научно-организационные вопросы, включая вопросы о присуждении ученых степеней (как вспоминает В. Ю. Розенцвейг, Объединение принимало, например, решения о рекомендации к защите докторских диссертаций А. А. Реформатского и С. К. Шаумяна). Первое заседание (24 декабря 1956 г.) открылось вступительным словом руководителя Объединения В. Ю. Розенцвейга («Бюллетень» № 1, с. 1–3); он же, как правило, председательствовал и на последующих заседаниях. Активным и постоянным участником этих заседаний был и И. И. Ревзин. Плодом совместной деятельности В. Ю. Розенцвейга и И. И. Ревзина на кафедре перевода I МГПИИЯ явилось их учебное пособие «Основы общего и машинного перевода» (М.: Высшая школа, 1964).

Отчеты о заседаниях Объединения помещались в Бюллетене. Поучительно проследить, как с ходом времени убывала полнота и точность этих отчетов. Бюллетень № 1 имеет подзаголовок: «стенограмма заседания объединения от 24 декабря 1956 г.». Стенограмма включает вступительное слово председательствующего, доклад И. И. Ревзина «Некоторые вопросы формализации синтаксиса» и прения. Подчеркнем, что опубликованный текст доклада пред-

ставляет собою именно стенограмму – нередко он прерывается возгласами с места, тщательно застенографированными. Застенографированы и выступления в прениях. Стенограмма следующего заседания составляет Бюллетень № 2. Здесь помещен доклад Т. Н. Молошной «Сообщение о составлении грамматических правил для машинного перевода с английского языка» (стенограмма по-прежнему прерывается вопросами с места) и стенограмма прений – но уже не приводится ни вступительных слов председательствующего, ни даже даты заседания. Бюллетень № 3 включает стенограмму состоявшегося 21 февраля 1957 г. доклада О. С. Кулагиной «Об одном способе определения лингвистических понятий», стенограмма все еще прерывается вопросами, зафиксированы и прения. Бюллетень № 4 посвящен заседанию от 18 апреля 1957 г. Здесь два доклада: И. А. Мельчук «О машинном переводе с венгерского языка на русский» и Г. В. Колшанский «К вопросу о возможностях машинного перевода». Начиная с этого номера в записях докладов исчезают сведения о каких-либо высказываниях публики в течение самих докладов. Бюллетень № 5 содержит информацию о семинаре НПММИВЯ – программу и изложение ряда докладов, а Бюллетень № 6 – последний из бюллетеней, содержащий протоколы заседаний Объединения (в данном случае, от 25 сентября 1957 г. с докладом В. В. Иванова о Международном лингвистическом конгрессе в Осло и сообщением И. И. Ревзина о тематике работы Объединения). В дальнейшем мы встречаем лишь сравнительно скудную информацию о заседаниях Объединения в разделе «Хроника» Бюллетеня (№ 9, с. 76; № 10, с. 94–98), причем опубликованное здесь сообщение относится к заседанию от 15 июня 1959 г. Из этой хроники мы узнаем, что в 1959 г. на заседаниях Объединения (а также на занятиях образованного при нем практикума по записи алгоритмов машинного перевода) выступали К. И. Бабицкий, Л. И. Богораз, В. М. Золотарев, В. В. Иванов, О. С. Кулагина, Ю. С. Мартемьянов, И. А. Мельчук, Т. Н. Молошная, Т. М. Николаева, Е. В. Падучева, И. И. Ревзин, Б. А. Успенский, А. Л. Шумилина. Мне неизвестны дальнейшие публикации о деятельности Объединения; а когда слово «Бюллетень» окончательно исчезло из названия, такие публикации, по-видимому, полностью прекратились.

А где сейчас еще, кроме как на желтеющих страницах первых Бюллетеней, прочитаешь стенографические записи выступлений в прениях, скажем, А. Б. Долгопольского, В. В. Иванова, И. И. Ревзина?

Вот еще пример неутомимой просветительской деятельности В. Ю. Розенцвейга в стенах МГПИИЯ. В сентябре 1958 г. в Москве проходил IV Международный славистический конгресс. В. Ю. Розенцвейг организовал на кафедре перевода МГПИИЯ встречу участников конгресса, интересующихся теорией перевода. Он произнес вступительное слово и дирижировал встречей. На встрече выступил Роман Якобсон, который сказал: «Сегодня я присутствовал на одном из самых интересных заседаний Славистического конгресса – на заседании по машинному переводу. Была высказана мысль (проф. Финкель), что одноязычие первично, а перевод вторичен. Для меня же понятия лингвистики и теории перевода сливаются. Необходимые факторы языкового процесса таковы: адресант, адресат, сообщение, общий код и общий контекст, или общая ситуация. Все факты языка можно соотнести

с этими факторами. Установка на контекст дает познание, установка на адресанта – эмоцию, на адресат – императив, на сообщение – поэзию. Наконец, установка на код приводит к „языку о языке“, этим занимаются логики. Логика различает объектный язык и метаязык. Но логики ошибаются, думая, что метаязык – это специальный инструмент логики, лингвистики, вообще науки. На самом деле метаязык есть существенная часть языка в целом. Более того, без метаязыка, без метаязыковых операций язык не может быть усвоен ребенком. Афазия в ряде случаев – это именно утрата метаязыковых операций. Пример метаязыковой операции – переспрос, при котором идет проверка кода». Якобсон говорил долго и интересно. Он цитировал Екатерину II («Свобода – право то делать, что законы дозволяют»). Он говорил о теории значений («Раньше считалось, что лингвист не должен заниматься значениями. Студенты-лингвисты на вопрос „что такое яблоко“ обязаны были дать фонетический и грамматический анализ слова, но на вопрос о значении обязаны были отвечать: этим занимаются ботаники»). Он приводил определение значения по Пёрсу («Значение – это перевод одного знака в другой. Я не хочу говорить, что это так. Я не хочу прослыть семинаристом. Но для лингвиста это достаточно»). Выступление Якобсона проходило не только в форме монолога, но и в форме диалога с аудиторией. В этом диалоге приняли участие М. К. Поливанов и Н. Д. Андреев; после Якобсона с сообщениями выступили И. А. Мельчук и В. К. Финн. Встреча эта стоит в ряду замечательных мероприятий, устраивавшихся В. Ю. Розенцвейгом в МГПИИЯ.

3. Проблемная группа по экспериментальной и прикладной лингвистике

Объединение по машинному переводу было не единственным поручиком Кижэ, изобретенным В. Ю. Розенцвейгом. Другим таким поручиком была так называемая «Проблемная группа по экспериментальной и прикладной лингвистике». Создание этой группы, объединившей сотрудников различных московских учреждений и функционировавшей на общественных началах, было рекомендовано постановлением Бюро ОЛЯ (т. е. Отделения литературы и языка) АН СССР от 29 апреля 1969 г. (§ 25) по докладу И. А. Мельчука «О развитии экспериментальной и прикладной лингвистики». Со ссылкой на эту рекомендацию группа и была создана приказом по Институту русского языка № 49 от 5 июня 1969 г. В состав группы были включены старшие научные сотрудники И. А. Мельчук (Институт языкознания АН СССР) и О. С. Кулагина (Институт прикладной математики АН СССР), доценты МГПИИЯ В. Ю. Розенцвейг и Ю. С. Мартемьянов, младшие научные сотрудники Н. Г. Арсентьева (Институт прикладной математики АН СССР), Ю. Д. Апресян, В. З. Санников и Б. В. Сухотин (Институт русского языка АН СССР). Руководителем группы был назначен В. Ю. Розенцвейг, ученым секретарем – В. З. Санников. Эта группа никогда не существовала как организм (например, никогда не собиралась, не имела помещения и оборудования). Однако это абстрактное, трансцендентное существование проблемной группы было более чем плодотвор-

ным. Во-первых, она проводила школы по конкретной тематике, связанной прежде всего с формированием толково-комбинаторного словаря и с морфологией русского глагола (в Можинке под Москвой в феврале 1969 г. и в Дилижане в марте 1970 и в апреле 1971 гг.). Во-вторых, под флагом этой группы (и, следовательно, с грифом Института русского языка) выходила блестящая, сделавшая бы честь любому научному центру серия «Предварительные публикации»⁵. Каждое издание этой серии представляло собою небольшую брошюру, печатавшуюся ротاپринтно в типографии МГПИИЯ тиражом, возросшим от 100 до 190 экземпляров. На февраль 1990 г. вышло 182 таких брошюры. Назовем некоторые из них:

Вып. 1, 1970 г. А. В. Гладкий, И. А. Мельчук. Грамматики деревьев. I.

Вып. 2, 1970 г. Ю. Д. Апресян, А. К. Жолковский, И. А. Мельчук. Восемь словарных статей толково-комбинаторного словаря русского языка. (Дальнейшие словарные статьи тех же авторов помещены в выпусках 4, 29, 42, 62.)

Вып. 3, 1970 г. А. К. Жолковский. О глубинном и поверхностном синтаксисе.

Вып. 6/н, 1970 г. Р. М. Фрумкина и др. Проблемы вероятностной организации речевого поведения в норме и патологии.

Вып. 7, 1970 г. Л. Н. Иорданская, Л. П. Крысин. Материалы к толково-комбинаторному словарю русского языка.

Вып. 10, 1970 г. Т. Д. Корельская, Е. В. Падучева. О формальном аппарате синтаксических преобразований.

Вып. 21, 1971 г. О. С. Кулагина, И. А. Мельчук, К. О. Эрастов. Об одной возможной системе машинного перевода.

Вып. 22, 1971 г., и вып. 33, 1972 г. А. К. Жолковский, Ю. К. Щеглов. К описанию смысла связного текста.

Вып. 30, 1972 г. И. А. Мельчук. I. Уровни представления высказываний и общее строение модели «Смысл \leftrightarrow Текст»; II. Словообразование и конверсия.

Вып. 50, 1974 г. В. Ю. Розенцвейг. Опыт лингвистического описания лексико-семантических ошибок в речи на неродном языке.

Вып. 52, 1974 г. Т. В. Гамкрелидзе. Соотношение смычных и фрикативных в фонологической системе.

Вып. 53, 54, 1974 г.; вып. 82, 83 и 84, 1976 г. В. З. Санников. Алфавитный, частотный и обратный словари восточнославянских юридических текстов XI–XVI вв.

Вып. 55, 1974 г. И. Е. В. Падучева. ТОЖЕ и ТАКЖЕ: взаимоотношение актуального членения и ассоциативных связей; П. И. А. Мельчук, Е. Н. Саввина. О формальной модели аллоторского языка.

⁵ В 60-х годах выпускались «Предварительные публикации» сектора структурной и прикладной лингвистики Института языкознания АН СССР: так печатались Л. Н. Иорданская, И. А. Мельчук, Р. М. Фрумкина; однако в конце концов Институт языкознания отказался издавать эти выпуски.

Вып. 60, 1974 г. Ю. М. Лотман. Динамическая модель семиотической системы.

Вып. 64, 65, 66, 1975 г. И. А. Мельчук, Н. В. Перцов. Модель английского поверхностного синтаксиса.

Вып. 67, 1975 г. И. А. Мельчук. Исследования по автоматическому переводу в 1970–1974 гг.

Вып. 94, 95, 96, 1976 г. С. И. Гиндин. Структура стихотворной речи. Систематический указатель литературы по общему и русскому стиховедению, изданной в СССР с 1958 по 1973 гг. [Продолжение, относящееся к литературе за 1974–1980 гг., и дополнения – в выпусках 146, 147, 148 за 1982 г.]

Вып. 115, 1978 г. И. А. Е. Кибрик, С. В. Кодзасов, С. А. Старостин. О просодической структуре слова в дагестанских языках. П. И. А. Муравьева. Корякская гармония гласных в сравнении с чукотской.

Вып. 126–130, 1979 г.; вып. 140–141, 1981 г. А. Е. Кибрик. Материалы к типологии эргативности.

Вып. 143, 1982 г. Р. М. Фрумкина и др. Экспериментальное изучение семантических отношений в группе слов цветообразования.

Вып. 149, 1982 г. В. А. Плунгян. I. Коммуникативная информация и порядок слов. II. Пресуппозиции в словообразовании прилагательных.

Вып. 156, 1983 г. И. Ш. Козинский. О категории «подлежащее» в русском языке.

Вып. 182, 1988 г. Памяти Алексея Михайловича Сухотина.

Начиная с самого первого выпуска, организатором и бессменным ответственным редактором всех этих предварительных публикаций был В. Ю. Розенцвейг (ответственный редактор стал указываться только начиная с 80-го выпуска).

4. МГПИИЯ: Лаборатория и Конференция

Уместно отметить, что «эффект Киже» в известном смысле был присущ и самой Лаборатории машинного перевода МГПИИЯ, руководимой В. Ю. Розенцвейгом и явившейся одним из «центров кристаллизации» работы по структурной и математической лингвистике в СССР. В частности, именно эта Лаборатория обеспечивала издание как сборников «Машинный перевод и прикладная лингвистика» (по-видимому, с выпуска 3), так и упомянутых «Предварительных публикаций» Проблемной группы. Однако в период расцвета этой Лаборатории тщетно было бы искать в ней не только технические устройства, но и каких-либо сотрудников помимо четырех лиц в должности инженеров. Этими инженерами (обслуживавшими несуществующую технику) были: А. К. Жолковский, Н. Н. Леонтьева, Ю. К. Щеглов, Ю. С. Мартемьянов. Читатель оценит юмор судьбы, назначившей этих филологов инженерами. Еще работало до 20 сотрудников по хозяйственным вопросам. Сам руководитель Лаборатории В. Ю. Розенцвейг не занимал в ней никакой ставки.

Первое упоминание о Лаборатории машинного перевода я обнаружил на с. 99 третьего выпуска «Машинного перевода и прикладной лингвистики» (1959 г.).

С 15 по 21 мая 1958 г. в I МГПИИЯ состоялась первая Всесоюзная конференция по машинному переводу. Я сейчас не помню, кто формально возглавлял Оргкомитет конференции, но по существу им руководил В. Ю. Розенцвейг. Его правой рукой был ответственный секретарь Оргкомитета Г. В. Чернов. Конференция была превосходно организована, регламент соблюдался с точностью до минуты. Четкость организации сочеталась с богатством содержания: среди 61 доклада, сделанного на конференции, мы находим такие:

М. И. Стеблин-Каменский. Значение машинного перевода для языкознания⁶.

А. А. Ляпунов, О. С. Кулагина. О работах по машинному переводу Математического института АН СССР.

И. К. Бельская. Относительно некоторых общих проблем машинного перевода.

Р. Л. Добрушин. Значение математических методов в лингвистике.

Е. А. Бокарев. Язык-посредник и искусственные международные языки.

И. А. Мельчук. Модель языка-посредника для машинного перевода.

И. И. Ревзин. «Активная» и «пассивная» грамматика Л. В. Щербы и проблемы машинного перевода.

В. Н. Топоров. О некоторых аналогиях проблемам и методам современного теоретического языкознания в трудах древнеиндийских грамматиков.

О. С. Виноградова, А. Р. Лурия. Объективное исследование смысловых связей.

И. А. Соколянский. Обучение слепоглухонемых языку.

В. В. Шеворошкин. Древние тексты и проблемы машинного перевода.

А. А. Зиновьев. Общая теория определения и возможности ее приложения к теории устройств, осуществляющих перевод.

В. В. Ив́анов. Теорема Гёделя и лингвистические парадоксы.

Полностью программа конференции опубликована в сборнике «Машинный перевод и прикладная лингвистика», вып. 1, 1959 г. (он же «Бюллетень Объединения по машинному переводу № 8»). Как вспоминает В. Ю. Розенцвейг, опубликованный сборник тезисов конференции попал в США и произвел там большое впечатление. (Вообще, знакомство зарубежных ученых с советской теоретической лингвистикой в значительной степени происходило через коллективы, занимавшиеся структурной проблематикой; именно эти коллективы первыми вышли на международную арену.)

Работа конференции велась на пленарных заседаниях, а также на двух секциях: теоретической и алгоритмов машинного перевода. Итоги работы секций были подведены на заключительном заседании конференции В. Ю. Розенцвейгом [Розенцвейг 1959] и В. А. Успенским [Успенский 1959a].

⁶ Этот замечательный доклад, открывший собою конференцию, был опубликован в кратком изложении [Стеблин-Каменский 1958].

Из рекомендаций, принятых на заключительном заседании конференции:

«6. Конференция одобряет инициативу филологического факультета Московского государственного университета, организовавшего в 1956–1957 гг. первый в СССР семинар по математической лингвистике и введшего в 1957–1958 гг. факультативный курс математики для студентов-филологов.

7. Конференция приветствует создание экспериментальной лаборатории по машинному переводу при Ленинградском государственном университете и считает целесообразным открытие подобной лаборатории при ИМГПИИЯ.

11. Конференция поддерживает ходатайство ректора Ленинградского государственного университета об открытии на филологическом факультете ЛГУ специальности „математическая лингвистика“.

Конференция поддерживает ходатайство Горьковского государственного университета об открытии на филологическом факультете ГГУ специализации по машинному переводу

Конференция призывает Московский государственный университет последовать примеру ЛГУ в деле создания специальности „математическая лингвистика“.

13. Конференция полагает, что необходимо значительно расширить сектор прикладного языкознания Института языкознания АН СССР с тем, чтобы обеспечить все разделы его работы».

Как ни удивительно, многие рекомендации оказались выполнены. Хорошо это или плохо – сейчас мне трудно судить; тогда казалось, что хорошо. Но вот одно следствие конференции, которое кажется мне безусловно положительным и сейчас: слепоглухонемой девочке Юле Виноградовой была предоставлена отдельная комната. Этот сюжет требует некоторых комментариев. Среди докладов Конференции был упомянут доклад И. А. Соколянского, основоположника тифлосурдопедагогики в нашей стране, руководившего до войны созданной им клиникой для слепоглухонемых в Харькове (клиника была уничтожена войной). Его участие в конференции по машинному переводу было следствием его контактов с представителями структурной и математической лингвистики. Последним не без основания казалось, что развитие языковых возможностей слепоглухонемых, помимо очевидного гуманистического аспекта, представляет научный интерес как с точки зрения структурной, так и прикладной лингвистики: некоторые методы И. А. Соколянского находят аналоги в трансформационной грамматике и в практике работы с машинными языками (см. Иванов 1961). Говоря грубо, при обучении языку машины, возможно, можно заимствовать нечто от обучения языку слепоглухонемых. В те годы И. А. Соколянский, уже доведший свою предыдущую воспитанницу О. Скороходову до кандидатской диссертации, занимался с Ю. Виноградовой, которой тогда было, помнится, лет 14–15. Юля Виноградова постоянно находилась в одной из рабочих комнат Института дефектологии АПН РСФСР. Днем она сидела там вместе с проходящими на службу в эту комнату сотрудниками, а но-

чью она спала на стоявшем в этой комнате диване. Утверждалось, что она может определить количество людей в комнате. В шкафах стояли вылепленные ею кисти рук, сложенные в знаки азбуки для глухонемых. Основное время Юля проводила за пишущей машинкой для незрячих, на которой писала – простыми предложениями – воспоминания о своей «прежней» жизни – о том, как она в детстве жила в деревне. Казалось естественным желать, чтобы она имела свою комнату, отличную от той, которую в рабочее время занимают служащие Института дефектологии, пусть даже доброжелательно к ней относящиеся. Или, если угодно, казалось естественным желать, чтобы проф. Соколянский имел для своей работы кабинет, отличный от той комнаты, в которой живет Юля Виноградова. Естественно также, что вопрос не находил своего разрешения. В протокол заключительного заседания конференции была внесена поэтому фраза «...просить Академию педагогических наук СССР улучшить условия, в которых работает профессор Соколянский Иван Афанасьевич, и рассмотреть вопрос о восстановлении клиники для слепоглухонемых» (см. «Машинный перевод и прикладная лингвистика», вып. 1, 1959, с. 12). Эта выписка была послана в Академию педнаук. Никто не пророк в своем отечестве, но чужих пророков уважают. Мне говорили, что бумага подействовала, и Юля получила для проживания отдельную комнату в Институте (как представляющая интерес для науки) и тем самым профессор Соколянский с сотрудниками – кабинет для работы (и тоже не потому, что в этом нуждался, а потому, что за него вступилась «высокая наука»). Загорский интернат для слепоглухонемых был создан уже после смерти И. А. Соколянского, в 1964 г.

По итогам конференции 28 ноября 1958 г. был издан приказ № 1228 Министра высшего образования СССР (тогда – В. П. Елютин) «О развитии научных исследований в области машинного перевода». В нем, в частности, ректорам всех университетов предписывалось «оказывать всемерную помощь преподавателям и сотрудникам, ведущим научные исследования по вопросам машинного перевода и математической лингвистики, стремясь к объединению в этой работе преподавателей разных кафедр, факультетов и лабораторий», а ректорам университетов Московского, Ленинградского, Горьковского, Саратовского, Казанского и Томского – «ввести факультативные курсы для студентов математических и филологических специальностей по машинному переводу и математической лингвистике». Независимо от реальности осуществления, сами эти формулировки выглядели в те годы весьма смелыми, почти революционными. В Институте иностранных языков (МГПИИЯ) предписывалось организовать при кафедре перевода лабораторию машинного перевода, а также выделить в 1958–59 учебном году на III курсе переводческого факультета группу студентов до 10 человек для подготовки в порядке опыта лингвистов по машинному переводу. Такая группа была организована. Р. Л. Добрушин, В. В. Иванов, И. И. Ревзин, В. Ю. Розенцвейг и В. А. Успенский собрались и составили для нее учебный план.

5. Ленинградские совещания и Черновицкая конференция

А в апреле 1959 г., с 15 по 21, в Ленинграде состоялось I Всесоюзное совещание по математической лингвистике, созванное Ленинградским университетом и комитетом прикладной лингвистики (о том, что это такое, будет сказано ниже). Главным организатором Совещания был Н. Д. Андреев. Информация о Совещании была опубликована в журналах «Успехи математических наук» [Ломковская 1959], «Вопросы языкознания» [Андреев 1960], «Вопросы философии» [Зиновьев 1959]. Если в конференции по машинному переводу участвовало 340 человек, то возросший за год интерес увеличил число участников Совещания до 486 (все цифры – по официальным отчетам). В Совещании приняли участие ряд видных математиков, в частности, С. Л. Соболев, Л. В. Канторович (впоследствии – Нобелевский лауреат) и А. А. Марков (последние двое выступали в прениях). В. Ю. Розенцвейг выступил в день открытия Совещания с программным докладом «Общая лингвистическая теория перевода и математическая лингвистика». Вспоминается такая деталь: математики, для лучшего уяснения сути, решили собраться в один из дней Совещания отдельно, с тем чтобы заслушать сообщения друг друга. Замысел этой отдельной встречи состоял в возможности говорить на профессиональном языке. Самым замечательным был регламент встречи: пять минут на выступление. Здесь замысел состоял в том, что если докладчику есть что сказать, это может быть изложено за пять минут. Регламент соблюдался чрезвычайно жестко, и все участвующие во встрече признали ее весьма полезной.

Вообще надо сказать, что для математической и прикладной лингвистики в нашей стране роль научных конференций была очень большой, большей, чем стандартная роль подобных мероприятий – так всегда, по очевидным причинам, бывает в случае становящегося научного направления. Из таких конференций запомнилась, и не только мне, Межвузовская конференция по вопросам прикладной лингвистики, состоявшаяся с 22 по 28 сентября 1960 г. в Черновцах под эгидой Черновицкого университета. Приведем, для примера, несколько докладов на этой конференции.

Пленарные доклады:

В. В. Ив́анов. О построении информационного языка для текстов по дескриптивной лингвистике.

Секция структурной и математической лингвистики:

О. С. Широков. Применение лексико-статистического метода при установлении языкового родства.

И. А. Мельчук. О терминах «устойчивость» и «идиоматичность».

Т. М. Николаева. Типологическое сопоставление русского устного и письменного языков.

Р. М. Фрумкина. Статистические закономерности в языке и речи.

Секция перевода и методики:

В. Ю. Розенцвейг. Машинный перевод и некоторые вопросы преподавания иностранных языков.

А. А. Зализняк. Опыт обучения англо-русскому переводу с помощью алгоритма.

В. А. Успенский. О преподавании математики студентам-языковедам.

К. И. Бабицкий и др. Установление соответствий между языками для машинного перевода.

Е. В. Падучева. Правила порождения сложных предложений в стандартизованном русском языке.

Из околonaучных событий, имевших место во время конференции, запомнилась экскурсия в город Хотин, прославленный не только одою Державина, но и тем, что в нем родился В. Ю. Розенцвейг («Давайте выпьем все до дна за уроженца Хотина» – В. В. Иванов). Для экскурсии был нанят небольшой самолет; его вместимость и ограничила число экскурсантов, коих, впрочем, оказалось, как вспоминает В. Ю. Розенцвейг, больше, чем мест в самолете, так что пришлось внести стул. Наиболее яркое впечатление экскурсии – прилет того же самолета в Хотин за экскурсантами во второй половине того же дня, в условленный час, с посадкой в чистом поле (а именно, в кукурузном поле, исполнявшем должность аэродрома). Помнится, экскурсия в Хотин состоялась как раз в день двадцатипятилетия Е. В. Падучевой.

И московская Конференция по машинному переводу 1958 г., и ленинградское Совещание по математической лингвистике 1959 г., и черновицкая Конференция по прикладной лингвистике 1960 г. были довольно многолюдны. Более скромным было Совещание по статистике речи, организованное с 1 по 4 октября 1957 г. в Ленинграде Секцией по исследованию речи Комиссии по акустике АН СССР и Ленинградским университетом. Зато оно происходило *раньше* указанных собраний, и это безусловно повышает его вес: для новых, революционных направлений всегда велика роль самых первых мероприятий. Из докладов на этом совещании запомнились доклад Л. А. Чистович «Применение статистических методов к определению фонетической принадлежности индивидуального гласного звука» (автор предложила отказаться от поисков категорического ответа на вопрос о фонетической принадлежности звука и искать этот ответ с той или иной вероятностью); доклад И. А. Мельчука «Применение статистики к вопросу о категории рода во французском и испанском языках» (в докладе было убедительно показано, что категорию рода во французском языке следует, наперекор традиции, признать формально выраженной окончанием существительного: действительно, соответствующие правила охватывают примерно 94% существительных для французского языка – ср. с 98% для испанского, где эта выраженность признается традицией); доклад И. И. Ревзина «Соотношение структурных и статистических методов в языкознании» (было отмечено, что не только статистика позволяет лучше разобратсья в структуре языка, но и подсчитываемые единицы нуждаются в точном структурном определении). Здесь же я столкнулся едва ли не впервые с печальными реалиями организации научных исследований. В. А. Гармаш и Д. С. Лебедев в своем докладе «Статистика трехбуквенных сочетаний русского печатного текста» рассказали об интересном эксперименте, проведенном в Лаборатории по разработке научных проблем проводной связи АН СССР с целью выяснения энтропии русского письменного языка.

Выяснилось, что подходящим кодированием трехбуквенных сочетаний объем текстов может быть сокращен в $\frac{5}{3}$ раза. Однако полученная в результате эксперимента ценнейшая информация о распределении частот трехбуквенных сочетаний была квалифицирована как всего лишь вспомогательная и после обработки уничтожена (остались лишь следы для наиболее частых сочетаний: «#и#» с частотой $82 \cdot 10^{-4}$ и «#не» с частотой $74 \cdot 10^{-4}$; здесь «#» означает пропуск между словами). По свежим следам Совещания я отмечал [Успенский 1958] такие его итоги:

«Совещание в Ленинграде, бесспорно, имело принципиальное значение, не ограниченное кругом вопросов, указанных в его названии. На совещании отчетливо выявились два обстоятельства:

1. Проникновение математических, в частности статистических, методов в языкознание, несомненно, плодотворно. Эти методы могут играть очень важную, но все же подчиненную роль при решении лингвистических проблем. Полностью формализовать реальный язык в виде некоей математической системы, по-видимому, никогда не удастся, однако можно ставить вопрос о тех или иных формализованных приближениях к реальному языку, причем расхождение между реальным языком и таким приближением должно оцениваться статистически.

2. Лингвистические исследования начинают приобретать все большее и большее практическое значение, не укладывающееся, как раньше, в рамки составления школьных грамматик и орфографических правил. Это не означает, что языкознание утрачивает свой теоретический профиль. Наоборот, с развитием техники оказывается, что наиболее тонкие теоретические построения наиболее важны для приложений. Положение дел в лингвистике можно сравнить в этом отношении с положением в математике, теоретические отрасли которой (такие, как математическая логика) приобрели в последнее время особое, прикладное значение.

Большим достоинством совещания явилось разнообразие представленных на нем специальностей, от радиотехники до физиологии. Совещание показало необходимость и дальнейшей координации деятельности представителей разных наук в области прикладной лингвистики».

Под этими словами я готов подписаться и теперь.

В организационном плане следствием Совещания по статистике речи явилось создание, во исполнение его решения, рабочего Комитета по прикладной лингвистике при упоминавшейся уже Секции по исследованию речи. Итак, такая византийская иерархия. Сперва Комиссия по акустике Отделения физико-математических наук АН СССР во главе с академиком-физиком Николаем Николаевичем Андреевым⁷. При ней – Секция под председательством Вячеслава Николаевича Федоровича (Ленинград). При ней – Комитет под председательством Льва Рафаиловича Зиндера, профессора кафедры фонетики Ленинградского университета. В состав Комитета вошли Л. А. Варшавский, Р. Л. Добрушин, Н. И. Жинкин, В. В. Иванов, А. Р. Лу-

⁷ Читатель не должен путать его с ленинградским лингвистом Николаем Дмитриевичем Андреевым, каковой и имеется в виду при всех других упоминаниях фамилии *Андреев* в данном тексте.

рия, А. А. Реформатский, В. А. Успенский и др. Комитет обычно собирался в Ленинграде в помещениях Лаборатории экспериментальной фонетики ЛГУ. Первое заседание Комитета состоялось 24 января 1958 г. и было посвящено уточнению проблематики прикладной лингвистики. Информацию об этом см. в [Иванов 1958а]. Следующее заседание состоялось 23–24 июня 1958 г. (см. «Вопросы языкознания», 1958, № 3, с. 161). На нем, в частности, в состав Комитета были избраны И. И. Ревзин и В. Ю. Розенцвейг. В эти дни в Ленинграде стояли белые ночи, и мы с Виктором Юльевичем всю ночь бродили по городу, проверяя через каждые 10 минут, действительно ли можно ночью читать газету; обнаружилось, что есть очень короткий период, когда все же нельзя.

Комитет прикладной лингвистики сыграл определенную роль в развитии соответствующих исследований в нашей стране, и можно лишь пожалеть, что деятельность его угасла.

6. Лаборатория электро моделирования и совещание на улице Грицевец

Думается, что едва ли не первым представительным форумом⁸, на котором в нашей стране прозвучали идеи структурной, математической и прикладной лингвистики, было «Совещание по комплексу вопросов, связанных с разработкой и построением информационных машин с большой долговременной памятью», созданное в Москве с 28 по 31 мая 1957 г. Лабораторией электро моделирования (ЛЭ АН СССР). Программа совещания была опубликована в виде хроникальной заметки [НТСК 1958]. После окончания Совещания его руководитель (и заведующий Лабораторией) Лев Израилевич Гутенмахер сказал автору этих строк: «Совещание прошло на уровне конференции». Слова эти были и задуманы, и высказаны на полном серьезе, однако в них действительно, по крайней мере в рамках лексики говорившего, заключалась некая истина: в Совещании приняло участие более 500 человек (в их числе В. М. Глушков и А. А. Ляпунов), представлявших свыше 90 научных учреждений и организаций. Это совещание осталось в памяти под именем «совещания на улице Грицевец»⁹. Оно, возможно, было первым в СССР представительным совещанием по кибернетике и семиотике – поэтому и привлекло столько участников. Возможно также, что само

⁸ И семинар по математической лингвистике в МГУ, и Объединение по машинному переводу в МГПИИЯ собирали на свои заседания ограниченный контингент участников.

⁹ Оно происходило в каком-то клубе или доме культуры на этой улице. Странность названия этой улицы, видимо, в том, что в 1939 г., когда переименовывали Б. Знаменский переулок, никто не готов был взять на себя ответственность за выбор между формами «переулок Грицевца» или «переулок Грицевца» (в ранг улицы этот переулок был возведен в 1951 г.). Это лишний раз показывает, сколь противоречит духу русского языка сам топоним «улица (переулок, площадь и пр.) такого-то» (а не «такая-то улица (переулок, площадь)»). Интересно бы получить ответ, когда впервые появился этот безграмотный родительный падеж после слов *улица, переулок, площадь* и т. д.

слово «семиотика» (в значении «теория знаковых систем» – не смешивать с семиотикой в медицине!) впервые прозвучало на нем в широкой аудитории, да еще в положительной модальности [Успенский 1959, с. 49; Успенский 1960, с. 24]. Перечислим некоторые из пленарных докладов:

1. Электрическое моделирование некоторых процессов умственного труда с помощью информационных машин с большой внутренней памятью. Л. И. Гутенмахер (ЛЭ АН СССР);

2. Задачи, которые должна решить химическая информационная машина с большой долговременной памятью, и перспективы ее развития в химическую информационно-логическую машину. В. В. Серпинский, Г. М. Влэдуч (Институт научной информации АН СССР);

3. Логико-математические вопросы создания машинного языка для информационной машины. В. А. Успенский (ЛЭ АН СССР);

4. Лингвистические вопросы создания машинного языка для информационной машины. В. В. Ив́анов (ЛЭ АН СССР);

5. Современное состояние и направления развития ферритов с прямоугольной петлей гистерезиса, используемых в коммутационных и запоминающих устройствах. В. В. Косарев (ЛЭ АН СССР);

6. Логическая программа операции линейного шифрования химических названий и структурных формул. А. М. Цуккерман (МГУ, химфакультет), Г. Г. Стецюра (ЛЭ АН СССР).

Доклады Л. И. Гутенмахера, В. В. Ив́анова и В. А. Успенского были впоследствии опубликованы – см. [Гутенмахер 1957], [Ив́анов 1958], [Успенский 1960; 1959]. Теоретическая секция открылась докладом А. А. Ляпунова «Об общих вопросах машинного перевода». Вот еще несколько докладов на этой секции:

Проблематика создания машинного языка для геометрии. Н. М. Ермолаева, Ю. А. Шиханович (ЛЭ АН СССР);

Семантические требования к информационному языку. В. К. Финн (ЛЭ АН СССР);

О системе теоретико-множественных понятий для построения грамматик. О. С. Кулагина (МИ АН СССР);

Формальный анализ синтаксических элементов и синтетических связей в тексте. И. И. Ревзин (МГПИИЯ);

Вопросы различения омонимии при переводе с английского языка на русский. Т. Н. Молошная (МИ АН СССР);

Алгоритм для перевода с венгерского языка на русский. И. А. Мельчук (ИЯ АН СССР).

Совещание на улице Грицевец да и вся деятельность теоретических подразделений Лаборатории электромоделирования служат прекрасной иллюстрацией к высказанной уже мысли, что и неправильные идеи могут порой быть полезными. В данном случае речь идет о принадлежащей Л. И. Гутенмахеру идее («под которую» и была создана его Лаборатория) построения «информационной машины с большой долговременной памятью». Идея носила чисто технический характер и касалась способов записи информации –

способов не семиотических, а электротехнических (с помощью ферритовых сердечников прежде всего). В случае успеха идеи составляющие ее электротехнические способы записи давали бы возможность записывать информацию на гораздо меньшем объеме, чем позволяли другие существовавшие в те годы способы. Выигрыш достигался за счет того, что информация записывалась навечно, без права менять запись. Она могла только считываться. Предполагалось, что система записи позволит организовать информационный поиск. Кажется, идея оказалась порочной, прежде всего с электротехнической точки зрения (первым мне сказал об этом, имевший электротехническое образование В. М. Глушков прямо на улице Грицевец).

Однако именно эта, оказавшаяся бесплодной идея Л. И. Гутенмахера, стимулировала теоретические разработки в области прикладной семиотики, относящиеся к способам записи информации на логических (информационных) языках и информационному поиску. (Так, именно в Лаборатории электро моделирования были начаты Е. В. Падучевой первые в СССР систематические исследования по логическому анализу естественного языка.) В организационном отношении эта деятельность привела к созданию внутри Лаборатории отдела математической логики и математической лингвистики. В. В. Иванов заведовал в этом отделе группой математической лингвистики, я – группой математической логики. Ядро отдела составляли Н. М. Ермолаева, А. В. Кузнецов, Д. Г. Лахути, Е. В. Падучева, В. К. Финн, И. Н. Шелимова, Ю. А. Шиханович, А. Л. Шумилина. Впоследствии, после поглощения Лаборатории Институтом научной информации АН СССР (он же – Всесоюзный институт научной и технической информации, короче – ВИНТИ), этот отдел Лаборатории электро моделирования составил ту основу, на которой образовался сперва Сектор теоретических основ информационного дела, а затем Отдел семиотики ВИНТИ (возглавлявшийся при его создании Дмитрием Анатольевичем Бочваром, известным химиком и известным логиком); после ряда переименований этот отдел ВИНТИ называется сейчас «Отдел теоретических основ информатики» (едва ли не единственный отдел с таким названием в СССР) и возглавляется Р. С. Гиляревским.

Члены бывшего Отдела математической логики и математической лингвистики ЛЭ вспоминают, как правило, о своей деятельности в ЛЭ как о насыщенном и романтическом периоде своей биографии. Лаборатория электро моделирования ютилась в одноэтажном бараке, стоявшем в одном из дворов домовладения № 18 по 2-му Бабыгородскому переулку. Сейчас и самого переулка, и всех этих дворов и бараков нет: вместо них – новое здание Третьяковской галереи (превратившейся из галереи во всесоюзное госмузейное объединение). Для целей нового строительства барак все время собирались сносить; Л. И. Гутенмахер упирался как мог. Наконец явился судебный исполнитель опечатывать дверь. Пока Л. И. с необычайной скрупулезностью проверял его документы в своем кабинете, молодцы сняли с петель входную дверь и унесли ее. Опечатывать было нечего, и Лаборатория продержалась еще несколько лет. Л. И. Гутенмахер был противоречивой (как сейчас модно говорить, неоднозначной) фигурой. Проекты его были, скорее всего, безумны (например, предполагалось, что информа-

ционная машина должна будет сообщать информацию «голосом любимого артиста»). По-видимому, он в них искренне верил (и был рад быть обманутым, скажем, Владимиром Алексеевичем Артемовым из МГПИИЯ, чрезвычайно представительным и вальяжным господином, утверждавшим, что в его фонетической лаборатории научились инструментально опознавать и синтезировать звуки речи). Тем не менее, именно ему во многом обязана советская семиотика – она начала развиваться под его «крылом». А я благодарен ему еще за то, что он познакомил меня с А. И. Бергом. В один из последних дней самостоятельного существования Лаборатории я был привезен Л. И. Гутенмахером на квартиру А. И. Берга... (Как я понимаю, с целью убедить Берга воспрепятствовать лишению Лаборатории ее самостоятельности. Сам Берг утверждал, что может задержать любое постановление.)

7. А. И. Берг и Совет по кибернетике

«Серебряный век» математической лингвистики в СССР неотделим от личности Акселя Ивановича Берга (10 ноября 1893 г., н. с. – 2 июля 1979 г.). Берг был впечатляющей фигурой. Академик (с 1946 г.) и Герой (Социалистического Труда, 1963 г.), мореплаватель (с лета 1916 г. плавает на подводных лодках, с 1919 г. – в качестве штурмана, с августа 1955 г. – инженер-адмирал, впоследствии – адмирал-инженер) и, если не плотник, то строитель (радиотехники, электроники и кибернетики в СССР: в частности, он – создатель и первый директор Института радиотехники и электроники АН СССР, 1953–1959 гг.; а с апреля 1959 г. – Председатель Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР¹⁰).

Всегда подтянутый, до конца дней сохранивший не только военноморскую выправку, но и военноморскую точность: назначенная им аудиенция начиналась минута в минуту – в эту самую назначенную минуту из его кабинета выходил предыдущий посетитель. Как ему удавалось окончить предыдущую аудиенцию столь точно? Он был всегда очень демократичен – я бы сказал, аристократически демократичен. (Вспоминается старая уборщица, рассказывавшая после смерти известного автомобилестроителя, академика Е. А. Чудакова: «Евгений Алексеевич были настоящий барин, каждое утро со мною за ручку здоровались».) При всем том, помещение Совета по кибернетике было разделено пополам: одна половина – личный кабинет Берга, в другой половине ютились все остальные (думаю, что это было правильно). С 18 сентября 1953 г. по май 1957 г. Берг – заместитель министра обороны СССР (пребывание в должности было прекращено тяжелой болезнью сердца, случившейся в июне 1956 г.). Он сохранил связи «на самом верху», но всегда использовал свой авторитет только на благо. Он верил в науку, в идеалы, был энтузиастом своего дела. Энтузиаст в кресле начальника – это не могло не произвести впечатление. Произво-

¹⁰ Последующие председатели Научного совета по кибернетике – академики Б. Н. Петров, О. М. Белоцерковский, А. П. Ершов, Е. П. Велихов.

дила впечатление и адмиральская форма. Когда надо, он умел ею пользоваться. (Его машинистка Зина пожаловалась ему, что ее призывают в армию. По-видимому, она была военнообязанная. Я присутствовал при его звонке в военкомат: «С вами говорит академик адмирал Берг. Ко мне обратилась Зинаида Васильевна Кулакова¹¹... Ах, вы хотели с ней только побеседовать? В таком случае я сам с ней побеседую. Или вы полагаете, майор, что вы это сделаете лучше меня?» Майор не полагал.) И вот, такой человек появился, припоздав, на заседании Бюро Отделения литературы и языка в один из вторников осени 1971 г. («Я помню вторник – аксельбантом блистал великий адмирал».) Обсуждался какой-то вопрос (не помню точно, какой) «на стыке», как теперь говорят, языкознания и кибернетики (в частности, кажется, вопрос об учреждении Вычислительного центра с целью создания словаря языка В. И. Ленина). Вел заседание академик-секретарь М. Б. Храпченко, человек весьма опытный, в частности, в делах табели о рангах. Он с почтением уступил Бергу свой стул и с почтением слушал его выступление. А говорил Берг примерно следующее. «Столько-то процентов взрослого мужского населения страны – зарегистрированные алкоголики¹². На днях мы два часа сидели с Алексеем Николаевичем Косыгиным и обнаружили, что ни одно постановление Совета Министров не выполняется. И поэтому мы пришли к вам, как вы решите, так и будет. А мы заранее согласны с вашим решением»¹³. В перерыве ко мне подошел испуганный член-корреспондент Будагов и, взяв меня за пуговицу, сказал: «Мне показалось, что уважаемый Аксель Иванович не вполне точно представляет наши возможности». Мне было интересно наблюдать, как вывернется М. Б. Храпченко. Он это сделал с блеском. Отметив ценность содержащихся в выступлении А. И. Берга указаний и необходимость принять их к сведению и руководству, он предложил создать для подготовки соответствующего решения комиссию во главе с членом-корреспондентом В. Н. Ярцевой. Как я понимаю, комиссия работает по сию пору.

¹¹ Зинаида Васильевна – 19 лет.

¹² Надо сказать, что Берг был страстным противником пьянства. Временами его охватывало подозрение, что сотрудники Академии наук выпивают в рабочее или предрабочее время. Рассказывали следующую историю, отчасти даже трогательную. В те годы уличные будки, из которых кружками продавали пиво, еще составляли заметную часть московского пейзажа, и с утра около них толпились любители. Один из таких пивных ларьков действовал в районе улицы Вавилова, где находился и находится ряд академических институтов, в том числе и Совет по кибернетике. Бергу, проезжавшему мимо этого ларька, померещились в его дующих на пену за всегдаемых научных сотрудники. Он выскочил из машины и ураганом налетел на мирно пришедшую опохмелиться толпу. Он стал хватать за рукав одного, другого, требовательно задавая один и тот же вопрос: «Вы из какого института?» Можно предположить, что сочетание этого дикого, с точки зрения спрашиваемых, вопроса, длинного черного лимузина и черной же непривычной шинели с тремя звездами на погонах произвело на выпивох ошеломляющее впечатление, и они разбежались.

¹³ Сохранились воспоминания и о других аспектах этого выступления А. И. Берга [Иванов, 1988, с. 180–181].

То заседание Бюро ОЛЯ запомнилось мне также прекрасным выступлением В. Ю. Розенцвейга. («Но чьим ораторским талантом был покорен притихший зал»¹⁴). В результате обсуждавшиеся лингвокибернетические вопросы (повторяю, не помню точно, какие) были решены должным образом. До конца «серебряного века»¹⁵ оставалось менее пяти лет...

¹⁴ Эта цитата – из моего посвященного В. Ю. Розенцвейгу стихотворения, написанного по свежим следам указанного заседания. Приведу его начало: «Когда, всклокочив рыжий волос, вскричит неистовый Мельчук, когда его взорвется голос как эпатирующий звук; когда, негодованья полн, десницу занесет Федот [Филин], – кто по грядам враждебных волн умело масло разольет? [...] Владеет кто, хотел бы знать я, искусством мудрой дипломатии?» Ответ был очевиден: В. Ю. Розенцвейг.

Впрочем, следует признать, что Ф. Филин, как никто, умел создать у своего собеседника или противника комфортную иллюзию успеха – на самом же деле переиграть этого умнейшего злодея было невозможно. Помнится, в начале семидесятых годов В. Ю. Розенцвейг и я посетили Филина в его директорском кабинете в Институте русского языка с целью организовать докторскую защиту Ю. Д. Апресяна, в то время сотрудника названного Института и уже выдвинувшегося на одно из первых мест в отечественной лингвистике. Филин был само радушие. Для пользы дела он предложил повысить компетентность ученого совета Института, добавив в этот совет на одно, посвященное защите, заседание авторитетных математиков и кибернетиков. Мы ушли, почти окрыленные, недооценив театральных (и актерских, и режиссерских) талантов Филина. Весною 1972 г. Апресян не прошел аттестацию на занимаемую им должность младшего (sic!) научного сотрудника и должен был из института уйти. Разумеется, во время нашей беседы Филин уже имел готовый план развития событий. Зловещая роль Федота Филина в истории советского языкознания еще ждет своего летописца. В нем было что-то дьявольское. Он и умер, как подобает злему колдуну, в день похорон Р. И. Аванесова, с которым он тайно, но упорно боролся, – весть о смерти Филина поступила на моих глазах к распорядителям похорон на Армянском кладбище Москвы. Филин умер, но дело его живет: совсем недавно Ю. Д. Апресян, уже не только выдающийся лингвист (эту истину к делу не подошьешь) и даже не только доктор наук (что, хотя и менее значимо, но может быть подшито), но и состоящий в должности главного научного сотрудника (а это высшая научная должность в СССР) – то есть, казалось бы, *persona grata* – был отвергнут филологическими властями ВАКа в качестве предполагаемого члена специализированного совета, наделенного полномочиями присуждать ученую степень доктора филологических наук по специальности *теоретические основы информатики*. И даже вмешательство академиков от информатики не помогло. Сообщаю это для истории. Я не вижу в нашей стране человека, более компетентного в лингвистических аспектах информатики или же информатических аспектах лингвистики, чем Ю. Д. Апресян.

¹⁵ Сигналом этого конца было изгнание И. А. Мельчука из Института языкознания в марте 1976 г. Какие бы то ни было ссылки на его работы сделались запрещенными – особенно после его эмиграции в Канаду в мае 1977 г. Запрет на упоминание имени Мельчука в печати делал невозможным использование его идей в научных публикациях. Тем самым по существу было закрыто (или, по крайней мере, серьезно подорвано) перспективное научное направление, связанное с соотношением языка и действительности. (Заметим, что именно это направление в 50–60-е годы обвинялось в позитивизме и других идеалистических измах – ср. положение в генетике, где в идеализме обвинялись именно те, кто признавал ген как материальный носитель наследственности.)

Надо сказать, что лингвистике с Бергом повезло. «Он владел пятью иностранными языками и активно ими пользовался», часто обращался к вопросам обучения языку [ПВБ, с. 189]. Может быть, поэтому все связанное с языкознанием ему было особенно близко. (Впрочем, ему особенно близко было все, чем он только ни занимался.) Именно он, откликнувшись на письмо к нему В. Ю. Розенцвейга, добыл ту персональную ставку, на которую был зачислен в Институт языкознания в 1966 г. И. А. Мельчук. Лингвистике повезло и с Сусанной Степановной Масчан, филологом по образованию, в течение многих лет бывшей ученым секретарем Совета по кибернетике; она удивительным образом сочетала в себе крайнюю деликатность в обращении с деловитостью. Мое поколение питает к ней благодарность.

При создании Совета по кибернетике в его состав было включено 6 лингвистов [ПВБ, с. 167]. При образовании секций Совета была создана и лингвистическая секция во главе с В. В. Ивановым. Впоследствии этой секцией руководил В. Ю. Розенцвейг¹⁶, затем (с 1980 г.) А. П. Ершов и, после его кончины в декабре 1988 г., – Ю. П. Караулов. Сейчас секция называется секцией лингвистических проблем обработки информации. Согласно ПВБ, с. 144, при А. П. Ершове она называлась «Кибернетическая лингвистика и семиотика», но это название вызывает у меня сомнения. Впрочем, в разных документах секция называлась по-разному. Помнится, одно время существовала секция семиотики во главе с А. А. Марковым (существовала ли она отдельно от секции лингвистики – сейчас не помню, но секция семиотики определенно существовала, например, 7 мая 1964 г.). Подробно и информативно о роли Совета по кибернетике и А. И. Берга в развитии лингвистики и семиотики в СССР вспоминает В. В. Иванов [Иванов 1988].

8. Симпозиум по семиотике

В своих воспоминаниях В. В. Иванов останавливается и на роли В. Ю. Розенцвейга, отмечая, в частности, совместный доклад А. И. Берга, В. В. Иванова и В. Ю. Розенцвейга «Лингвистика, семиотика и кибернетика», представленный в 1974 г. на конференцию по теоретическому языкознанию. Вспоминает он и знаменитый Симпозиум по семиотике («Симпозиум по структурному изучению знаковых систем», Москва, 19–26 декабря 1962 г.), организованный совместно Институтом славяноведения АН СССР и Советом по кибернетике, а также негативную реакцию на отдельные моменты симпозиума¹⁷. Критика симпозиума должна была содержаться, в ча-

¹⁶ С 1964 г., согласно [ПВБ, с. 180]; однако на той же странице указано, что председателем секции одно время была О. С. Кулагина, чего я не помню, а О. С. Кулагина отрицает. Что я помню точно, так это то, что в 1980 г. В. Ю. Розенцвейга сменил А. П. Ершов, а В. Ю. сделался его заместителем.

¹⁷ Так, некий влиятельный в те времена профессор Г. П. Сердюченко писал в своих замечаниях по поводу симпозиума по семиотике: «Хорошо известно и неоспоримо, что общая теория языкознания может с успехом разрабатываться на основе марксистско-ленинской методологии. [...] Отечественные структуралисты в качестве „методологов науки“ называют в своих работах Р. Карнапа, К. Хемила, А. Папа и

стности, в докладе «Методологические проблемы естествознания и общественных наук», с которым предполагал выступить на сессии Академии наук Л. Ф. Ильичев – тогда уже академик и еще секретарь ЦК КПСС. Весной 1963 г. брошюра с предварительным текстом доклада была распространена, хотя и не слишком широко, для ознакомления и как бы для обсуждения¹⁸. На с. 75 указанной брошюры говорилось:

«В декабре прошлого года в Москве проходил симпозиум по структурному изучению знаковых систем. [...] Выхолащивая идейное содержание искусства, забывая его отражательную функцию, они [докладчики] сводили все к чисто формальным приемам исследования. В докладе „О семиотике искусства“, например, утверждается: „Произведение искусства можно рассматривать как текст, состоящий из символов, в которые каждый подставляет собственное содержание (в этом отношении искусство аналогично гаданию, религиозной проповеди и т. д.)“. В программу симпозиума были включены и такие доклады, как „Выкрики разносчиков и бродячих ремесленников – знаки рекламы“, „Гадание на игральные карты как семиотическая система“, „К описанию текста как семиотической системы“, „К семиотическому анализу ‘тайных языков’“ (автор последнего ратует за необходимость заняться изучением современного воровского жаргона [...])».

(Как тут не вспомнить поношение, которому в свое время подверглась в прессе диссертация «Температура как фактор жизни человеческой вши» – только за название! Иначе как «вшивой» газетчики ее не называли. Правда, потом пришлось извиняться – говорили, после вмешательства военного ведомства.)

Я сумел попасть на прием к вице-президенту АН СССР П. Н. Федосееву (что оказалось сложнее, чем попасть к Президенту АН Несмеянову в годы его президентства, т. е. до 1961 г.) и вручить ему в письменном виде свои несогласия с содержащейся в докладе Л. Ф. Ильичева критикой симпозиума. «Ну что ж, я передам ваши замечания Леониду Федоровичу», – сказал мне Федосеев. Возможно, что это было чистое совпадение, но в окончательном тексте критика была значительно смягчена. Хочу также привести полный состав комиссии «для подготовки предложений по улучшению работы в области семиотики», о которой вспоминает В. В. Иванов на с. 178 в [ПВБ].

Эта комиссия была создана подписанным Президентом М. В. Келдышем распоряжением Президиума АН СССР № 20–364 от 26 марта 1963 г. Вот текст распоряжения:

«Для подготовки предложений по улучшению работы в области семиотики, проводимой секцией математической и структурной лингвистики Научного совета при АН СССР по комплексной проблеме „Кибернетика“, образовать комиссию в составе: 1. А. И. Берг – академик, председатель; 2. В. В. Виноградов – академик; 3. Н. Д. Андреев; 4. В. А. Успенский;

других представителей современных субъективно-идеалистических направлений неопозитивизма, неокантианства и подобных течений».

¹⁸ Доклад Л. Ф. Ильичева обсуждался на расширенном заседании Президиума АН СССР 18 октября 1963 г.

5. Ю. А. Шрейдер; 6. И. М. Шептунов; 7. И. А. Горский; 8. В. В. Иванов; 9. Б. Н. Топорнин; 10. В. А.¹⁹ Панфилов — ученый секретарь. Доклад и предложения комиссии представить в Президиум Академии Наук к 15 апреля с. г.».

Комиссия провела четыре заседания — 10, 18, 28 апреля 1963 г., а также 7 мая 1963 г. (правда, на этом последнем заседании из членов комиссии было только пятеро, но зато присутствовали А. А. Марков, С. С. Масчан, В. Ю. Розенцвейг). Заседания проходили очень напряженно. Для иллюстрации приведу высказывание В. В. Виноградова, выступившего первым (после Берга) 10 апреля (цитирую по стенограмме): «В настоящее время секторы структурной лингвистики абсолютно ничего не делают для улучшения и расширения методов, например, славянского языкознания». В. З. Панфилов в начале того же заседания: «Можно ли рассматривать произведение литературы и искусства как определенную знаковую систему? Нет, потому что это ведет к абстракционизму». В. Ю. Розенцвейг активно участвовал во втором, третьем и четвертом заседаниях комиссии, а на первом — как бы заочно (из стенограммы выступления В. В. Иванова 10 апреля: «Здесь очень важное предложение было сделано давно еще Розенцвейгом. Это сочетание высшего образования с научной работой»).

Открывая работу комиссии, А. И. Берг сразу же предложил создать подкомиссию для выработки доклада в Президиум АН СССР и проекта постановления Президиума. Он предложил и персональный состав подкомиссии — Н. Д. Андреев (председатель), В. З. Панфилов, В. А. Успенский. Я не стал отказываться, хотя и понимал, что работать в таком составе будет более чем непросто. В результате подкомиссия создала документы, датированные 24 апреля 1963 г., где в трех местах текст был предложен в двух вариантах — варианте большинства (Андреев, Панфилов) и варианте меньшинства (Успенский). Первое из этих мест относилось к оценке «работы по собственно семиотическим проблемам, ведущейся в секторах и группах структурной и математической лингвистики языковедческих институтов АН СССР». В варианте большинства говорилось, что она «не соответствует основным задачам этих институтов», а в варианте меньшинства «часто перерастает рамки этих институтов». На заседании Комиссии 28 апреля была принята формула «выходит за рамки основных задач». Второе место косвенно касалось оценки недавно состоявшегося Симпозиума. В варианте большинства говорилось, что «за последнее время в некоторых работах по семиотике были допущены ошибки методологического характера, вызвавшиеся в преувеличении роли семиотики»; в варианте меньшинства этот текст отсутствовал. Комиссия, увы, приняла вариант большинства, хотя и в смягченной форме: «...в процессе работы в области семиотики были допущены отдельные методологические ошибки, требующие исправления». (Надо сказать, что на заседании 28 апреля, фактически заключительном, предложения подкомиссии подверглись в отдельных случаях значительному редактированию.) Наконец, большинство подкомиссии предлагало создать в системе АН СССР Институт кибернетической лингвистики и семио-

¹⁹ Опечатка. Надо «З».

тики, меньшинство – Институт семиотики. Комиссия 28 апреля приняла предложение меньшинства. В принятом Комиссией проекте постановления Президиума АН СССР был также пункт об издании, с 1964 г., журнала по проблемам семиотики.

Какие окончательные документы (и когда) ушли из комиссии в Президиум АН СССР, мне не известно. Еще осенью 1964 (!) года ко мне поступали какие-то варианты этих документов. Никакого постановления Президиума АН СССР по результатам работы комиссии, насколько мне известно, принято не было.

9. Институт семиотики Академии наук СССР

Однако организация Института семиотики АН СССР была предусмотрена еще постановлением Президиума АН СССР от 6 мая 1960 г. № 452 «О развитии структурных и математических методов исследования языка», подписанным вице-президентом А. В. Топчиевым. Пункт 7 этого постановления гласит: «Считать целесообразным создание в 1961–1962 гг. в системе Академии наук СССР Института семиотики, в котором должны вестись исследования по структурной лингвистике и всему комплексу теоретических и прикладных семиотических дисциплин. Поручить Научному совету по кибернетике (акад. А. И. Берг) в двухмесячный срок представить в Президиум АН СССР предложения по организации этого Института».

История неудачных попыток создать Институт семиотики заслуживает специальных изысканий. Хочу надеяться, что таковые будут проделаны свидетелями этих попыток. Я вижу едва ли не главную причину провала в «эффекте золотой рыбки». В качестве директора Института в 1960 г. предполагался Андрей Андреевич Марков. Его кандидатура возникла при обстоятельствах совершенно нереальных, свидетелями которых были Г. Э. (он же Г. М.) Влэдущ, Д. Г. Лахути и я: здесь не место об этом говорить. Практически всеми и мною, прежде всего, А. А. Марков считался едва ли не единственным достойным кандидатом на этот пост. Согласие его было получено. Была получена поддержка А. А. Ляпунова и А. И. Берга. Никто не возражал. Дело было на мази.

А далее произошло вот что. Возникла довольно стандартная интрига: захватить уже функционирующий или рождающийся организм и, паразитируя на уже дарованном ему праве на существование, переделать его в угоду себе – а фактически наполнить совершенно новым содержанием. Так, сравнительно недавно была сделана попытка захвата многолетнего издания ВИНТИ «Семиотика и информатика» одним из научных советов при Академии наук, а тогда, в 1960 г., нашлись силы, которые захотели воспользоваться уже состоявшимся решением о создании Института семиотики и создать Институт, но не семиотики, а кибернетики! Что же касается семиотики, то предлагалось трактовать ее как часть кибернетики и предусмотреть в составе будущего Института кибернетики достаточно мощный отдел (или даже отделение) семиотики. Указанным силам не составило большого труда уговорить А. А. Маркова. Быть директором Института кибернетики показалось ему более престижным, нежели директором Института семиотики. Должен ли

А. А. Марков был считать связанным себя моральными обязательствами перед теми семиотиками, которые единодушно признали его своим лидером и, так сказать, на блюде преподнесли ему директорский пост? Не знаю. Но, с прагматической точки зрения, его линия поведения не привела к успеху (а прежде всего, просчитались его советчики).

Оказалось, что не только он считает пост директора Института кибернетики престижным. Оказалось, что различные научные, академические, околонаучные и околоакадемические группировки имеют весьма различные взгляды на то, как должен быть устроен Институт кибернетики. Оказалось, короче говоря, и это неудивительно, что обширная популяция советских кибернетиков гораздо менее однородна и единодушна, чем сравнительно небольшая популяция советских семиотиков. В результате не получилось ни Института кибернетики²⁰, ни Института семиотики.

10. «Комиссия по структурализму» и создание структуралистических секторов

Не у всех пунктов постановления от 6 мая 1960 г. оказалась такая плачевная судьба. Например, первый пункт этого постановления в основном был выполнен. Этот пункт предписывал Отделению литературы и языка реорганизовать сектор прикладного языкознания в Институте языкознания (этот сектор был создан в апреле 1958 г.²¹ во главе с А. А. Реформатским) в сектор структурной и прикладной лингвистики с группой машинного перевода; создать сектор структурной лингвистики в Институте русского языка (и в сентябре 1960 г. «Вечерняя Москва» объявила конкурс на должность заведующего этим сектором – кандидата филологических наук; имелся в виду С. К. Шаумян, который и возглавил сектор; впоследствии заведующим был В. П. Григорьев); в составе Ленинградского отделения Института языкознания организовать группу изучения языка математическими методами (не упомяну, чтобы она была организована) и группу структурно-типологического изучения языков (как я понимаю, эта группа была создана во главе с А. А. Холодовичем, ныне ее возглавляет В. С. Храковский).

Отделению исторических наук предписывалось создать Сектор структурной типологии славянских языков в Институте славяноведения (первым заведующим был В. Н. Топоров, затем В. В. Иванов, а с 8 января 1990 г. – Т. М. Николаева), организовать группу структурной типологии восточных языков в Институте востоковедения и др.

Я не помню сейчас, как возникла идея постановления «О развитии структурных и математических методов исследования языка» от 6 мая 1960 г. Могу только сказать, что эта идея появилась никак не позже 4 февраля 1960 г. Этим днем помечено распоряжение Президиума АН СССР

²⁰ Тогда не получилось. С 1983 г., как известно, существует Институт проблем кибернетики АН СССР во главе с В. А. Мельниковым (а еще раньше, в 1962 г., был создан Институт кибернетики АН УССР во главе с В. М. Глушковым).

²¹ При утверждении новой структуры Института языкознания в связи с выделением из него Института русского языка.

№ 3–194, подписанное Президентом А. Н. Несмеяновым. В распоряжении говорилось:

«...для советского языкознания серьезное значение имеет применение метода структурного анализа в лингвистических исследованиях [...]. Для подготовки к рассмотрению на Президиуме АН СССР вопроса о развитии данного научного направления образовать комиссию в составе: академик В. В. Виноградов (председатель комиссии); академик А. И. Берг; чл.-корр. АН СССР Б. А. Серебренников; чл.-корр. АН СССР В. И. Борковский; чл.-корр. АН СССР П. С. Новиков; д-р филол. наук М. М. Гухман (Ин-т языкознания); д-р филол. наук С. Б. Бернштейн (Ин-т славяноведения); профессор А. А. Ляпунов²²; канд. филол. наук В. В. Иванов (Ин-т точной механики и вычислительной техники); канд. ф.-м. наук В. А. Успенский (Лаборатория электро моделирования, ВИНТИ); канд. филол. наук В. Н. Топоров (Ин-т славяноведения); канд. филол. наук С. К. Шаумян (Ин-т славяноведения); канд. филол. наук Н. Д. Андреев (ЛГУ); канд. филол. наук В. П. Григорьев (Ин-т русского языка, секретарь комиссии). Поручить комиссии в двухнедельный срок представить в Президиум АН СССР проект постановления по данному вопросу».

Заседания этой «Комиссии по структурализму» проходили с меньшей напряженностью, чем заседания последующей комиссии по улучшению работы в области семиотики, но все же порою достаточно остро. Я помню два заседания комиссии – 8 и 22 марта 1960 г. Берг и Новиков не были ни разу, Серебренников – только на втором заседании. В первом заседании участвовал также Л. Р. Зиндер, в обоих заседаниях – А. А. Реформатский.

Председатель комиссии, человек весьма неординарный, оказывал заметное сопротивление структурным методам (выше приводилось его высказывание в качестве члена комиссии А. И. Берга). Дело дошло до того, что один из членов комиссии сказал ему на заседании примерно следующее: «В задачу данной комиссии не входит конкретное указание лиц, ответственных за задержку развития структурной лингвистики в СССР». Это подействовало, Виноградов перестал сопротивляться и подписал проект постановления. Он же был и докладчиком на заседании Президиума Академии в мае 1960 г. В обсуждении приняли участие А. В. Топчиев, В. И. Борковский, А. А. Ляпунов, А. И. Берг.

Быть может, самым существенным был 8-й пункт постановления:

«Считать необходимым резко улучшить подготовку специалистов-лингвистов в вузах, в связи с чем просить Министерство высшего и среднего специального образования СССР и РСФСР:

а) об организации в университетах Москвы, Ленинграда, Киева, Тбилиси и Еревана специальных лингвистических отделений²³ с постановкой на них соответствующих математических курсов;

²² Место работы не указано; по-видимому, он работал в то время в Артиллерийской академии.

²³ Хотелось бы подчеркнуть, что речь шла именно о лингвистических отделениях, а не об отделениях структурной и математической лингвистики.

б) о предоставлении Ленинградскому государственному университету и I Московскому государственному педагогическому институту иностранных языков права принимать контингент на отделение математической лингвистики и машинного перевода без производственного стажа, с обязательным экзаменом по математике».

11. ОТИПЛ / ОСИПЛ

Как бы во исполнение этого постановления с 1 сентября 1960 г. начало функционировать отделение теоретической и прикладной лингвистики (впоследствии – отделение структурной и прикладной лингвистики) филологического факультета МГУ. На самом же деле деятельность по созданию этого отделения началась раньше, в начале 1959 г.

Сигналом к началу такой деятельности послужил, надо думать, упоминавшийся уже приказ министра высшего образования СССР от 28 ноября 1958 г., изданный по итогам организованной В. Ю. Розенцвейгом Всесоюзной конференции по машинному переводу (Москва, май 1958 г.). Из первого пункта этого приказа филологический факультет МГУ узнал, что работа в области машинного перевода и математической лингвистики, ведущаяся в МГПИИЯ, ЛГУ и МГУ, одобряется. В этом перечне МГУ был назван последним, что, конечно, для первенствующего университета было обидно. Да еще к тому же доценту филологического факультета В. В. Иванову и ассистенту механико-математического факультета В. А. Успенскому тем же приказом была объявлена благодарность – а остальные 9 человек, отмеченные министерской благодарностью, к МГУ отношения не имели. Но, главное, министр своею подписью скрепил не вполне очевидное для московских университетских филологов утверждение, что математическая лингвистика не есть буржуазная лженаука, а есть полезное дело. Над филологическим факультетом нависла угроза оказаться в стороне от одобренных начальством устремлений. Оказалось, что вся деятельность в области математической лингвистики на филологическом факультете МГУ осуществляется на чистом энтузиазме, вне каких-либо организационных структур. (Кстати, работа из чистого энтузиазма – характерная черта «серебряного века». Все делалось по внутренней потребности, а не в силу навязанного («спущенного») кем-то плана – и именно поэтому приносило плоды. Скажем, занятия И. А. Мельчука и Ю. Д. Апресяна толково-комбинаторным словарем не были предусмотрены никакими планами. Никто не заставлял П. С. Кузнецова, В. В. Иванова, В. А. Успенского открывать семинар по математической лингвистике. Или А. А. Зализняка – заниматься со студентами санскритом. И т. д.)

Впрочем, все эти рассуждения о возможной причине внезапной вспышки активности филологического факультета остаются спекулятивными. Документально подтверждается лишь следующее. 4 февраля 1959 г. я получил по почте подписанное тогдашним деканом Р. М. Самариным приглашение «принять участие в совещании об организации Отделения прикладной лингвистики на филологическом факультете МГУ». Приглашение было написано под копирку, с вписанным от руки именем и отчеством по-

сле машинописного «Глубокоуважаемый». Кто еще получил такие приглашения – не помню. Знаю, что среди приглашенных был А. А. Ляпунов. Собрание, помнится, организовывал Т. П. Ломтев, который тогда был каким-то образом главой университетских лингвистов (кажется, занимал какое-то формальное положение, что-то вроде заведующего несуществующим отделением языкознания филологического факультета²⁴). 5 февраля А. А. Ляпунов, Т. П. Ломтев и я были в Институте языкознания на докладе Н. Д. Андреева. Там Ляпунов сообщил мне и Ломтеву, что он не пойдет на это собрание (что-то его не устраивало, не помню, что). Тогда я сказал Ломтеву, что без Ляпунова собрание делается бессмысленным и что поэтому я на него не пойду. Состоялось ли собрание, не знаю.

Следующая дата – 19 мая 1959 г., вторник. Кабинет ректора МГУ Ивана Георгиевича Петровского на 9-м этаже главного здания МГУ на Ленинских горах. То есть помещение, называемое кабинетом ректора в инвентаре помещений МГУ, фактически же – зал для собраний (работал и принимал посетителей И. Г. в небольшой скромной комнате неподалеку). Происходит собрание, посвященное открытию на филологическом факультете МГУ отделения прикладной лингвистики. Я был вызван на это собрание телефонным звонком. Присутствуют начальники: ректор И. Г. Петровский, декан филологического факультета Р. М. Самарин со свитой заместителей и других факультетских чиновников; лингвисты во главе с Т. П. Ломтевым, в том числе: О. С. Ахманова (имевшая на ректора большое влияние), С. Б. Бернштейн, Р. А. Будагов, Е. М. Галкина-Федорук, В. А. Звегинцев, П. С. Кузнецов, В. Н. Ярцева; математики: А. Н. Колмогоров, А. А. Марков, Р. Л. Добрушин, В. А. Успенский; физики: С. Н. Ржевкин (зав. кафедрой акустики), В. А. Красильников (профессор той же кафедры), В. И. Шестаков (пионер применения математической логики к электрическим схемам). Первым выступил Т. П. Ломтев, изложивший план создания отделения и его программу. А. Н. Колмогоров предложил создать специализацию, начиная со старших курсов двух факультетов: механико-математического и филологического, – для чего учредить смешанные группы студентов при филологическом факультете и дать им 6 лет обучения. В. А. Успенский, то есть я, предложил создать не отделение прикладного языкознания, а отделение языкознания, с обязательным курсом математики для всех студентов-лингвистов. Последняя идея (об обязательном курсе) была энергично поддержана А. Н. Колмогоровым. Надо сказать, что не только для Колмогорова, но и для Петровского было откровением, что на филологическом факультете нет отделения языкознания. Они наивно полагали, что как механико-математический факультет делится прежде всего на отделение математики и отделение механики, так и филологический делится прежде всего на отделение языкознания и отделение литературоведения. То, что это не так, что деление происходит по языку (и лингвисты, и литературоведы получают одинаковый диплом: «специалист по такому-то языку и литературе»), показалось им странным. (Я эту странность, продолжающуюся и поныне, знал давно; но тогда еще не понимал, что языкознание, по-видимому, просто не доросло до отделения от литературоведения

²⁴ По состоянию на 18.04.1964 Ломтев был заместителем декана.

и не следует его к этому принуждать.) Самарин успокоил академиков, заявив, что создание отделения языкознания предполагается. Разумеется, он знал, что это неправда.

Твердо поддержал идею о создании отделения языкознания и обучении лингвистов математике П. С. Кузнецов. А. А. Марков выступил против выпадов в адрес математической лингвистики со стороны В. А. Звегинцева. Эти выпады были сделаны не на том совещании, а раньше, в феврале или марте 1959 г., в докладе, который Звегинцев сделал на филологическом факультете и на который он пригласил Маркова и меня. Тогда Звегинцев говорил о цинковке, которую математики якобы собираются вытащить из-под лингвистики (что прежде всего было бы аморальным, так как каждый должен сидеть на своей цинковке). Марков никогда не мог простить Звегинцеву этой цинковки, а в прениях по докладу выступил столь резко и смело, что Н. С. Чемоданов заявил: «Мы пойдем не за Марковым, а за Марксом». Вот и 19 мая Марков высказался по поводу Звегинцева – и тут же ушел с совещания читать лекции.

Р. Л. Добрушин объяснял, что нельзя отделение открывать на пустом месте, что научная работа должна предшествовать учебной, а специальные курсы – обязательным. Таким образом, филологический факультет был как бы обвинен в том, что не занимается обсуждаемой проблематикой. На это О. С. Ахманова возразила так: «Как же можно говорить, что факультет занимается не тем, когда из него вышли Молошная, Николаева, Падучева и сам Вячеслав Всеволодович Иванов». Это заявление было тем более пикантно, что упомянутый В. В. Иванов незадолго до того был уволен с факультета за открытую поддержку травимого тогда Пастернака. Заметим в скобках, что ни Молошная, ни Николаева, ни Падучева не были оставлены на факультете. Эта печальная традиция – неоставление на филологическом факультете наиболее способных его студентов – продолжалась и в последующие годы.

Меж тем совещание приближалось к концу. Ярцева ратовала за обучение иностранному языку, предложив (довольно разумно, на мой взгляд), если уж добавлять год обучения, то добавлять его снизу, перед первым курсом, и потратить его на обучение языку. Физики настаивали на проведении экспериментов. Пора было принимать решение. Как известно, самое бюрократически мудрое решение – создать комиссию. Такую комиссию и предложил создать Самарин, причем создать ее при лингвистической секции Ученого совета филологического факультета (была такая секция, и ею то и руководил Т. П. Ломтев). Было неясно, что есть предмет рассмотрения комиссии: отделение языкознания или специализация по прикладной лингвистике. На мой тут же заданный вопрос Самарин ответил: «Комиссия по специализации». «Нет уж, пусть будет по отделению языкознания», – категорически заявил Петровский. Р. М. Самарин не возражал, более того, дал мне личное обещание, что комиссия будет рассматривать все вопросы отделения языкознания – в том числе вопросы об отделении, начиная с 1-го курса, этого отделения от литературоведов.

Было решено, что в комиссию войдет произвольное число лингвистов; от математиков – Марков, Добрушин и я (Колмогоров отказался), от физи-

ков – Ржевкин, Красильников и неназванный радиофизик, для которого была оставлена вакансия.

Я запомнил данное мне Самариным обещание. Поэтому, когда я получил (по почте) извещение (подписанное ученым секретарем филологического факультета А. Д. Калининым), что в субботу 9 июня 1959 г. в 17 ч. в кабинете декана факультета состоится «Совещание по вопросам прикладного (!) языкознания», я счел себя вправе на это совещание не пойти. Известно, что на нем были только лингвисты и С. Н. Ржевкин. Следующее извещение было доставлено мне на дом уже с курьером. Текст извещения, подписанного тем же А. Д. Калининым, гласил: «В субботу, т. е. 4/VII–59 г. в кабинете декана Филологического факультета состоится заседание комиссии по отделению языкознания». Этот текст меня удовлетворил, и я был на этом заседании. Присутствовали: Р. М. Самарин, А. Д. Калинин, Т. П. Ломтев, П. С. Кузнецов, А. А. Марков, В. А. Успенский.

Я уже не помню, что и кто говорил на этом и на последующих заседаниях, если таковые были. Да это и не так важно. Я хорошо помню общую схему развернувшихся дискуссий.

Она такова. Довольно быстро выяснилось, что делить филологический факультет на две части, лингвистическую и литературоведческую, в обозримом будущем нереально. С точки зрения факультета (которую я не вполне понимал тогда и не вполне понимаю сейчас) раздел потребовал бы (якобы) слишком больших организационных потрясений, которых не хотели ни лингвисты, ни литературоведы. Я не понимал и не понимаю этого странного симбиоза литературы и языка. На мой взгляд, если уж объединять, то литературу с историей (включая историю культуры), а язык с математикой. (Разве что классическая и другая «древняя» филология могла бы оставаться единой, поскольку там мы извлекаем язык из литературных памятников.) Менее всего мне понятно стремление к указанному симбиозу, отчетливо наблюдаемое у многих лингвистов (О. С. Ахманова, например, как-то и весьма публично сказала: «Я всегда не знала, когда мне уходить на пенсию. Теперь знаю – когда будет реализовано предложение В. А. Успенского о разделении языкознания и литературоведения».)

Однако могла идти речь о создании отделения языкознания в параллель действующим структурам. То есть оставить все и всех (всех литературоведов и языковедов факультета) как есть, но прибавить еще особое отделение языкознания. Для такого отделения не годилось ни название «отделение прикладной лингвистики», не настойчиво предлагавшееся Ломтевым, ни название «отделение структурной и прикладной лингвистики», очень настойчиво предлагавшееся Звегинцевым. Только потом я понял причину настойчивости моего двойного тезки, Владимира Андреевича Звегинцева. Он, будучи в то время заведующим кафедрой общего и сравнительно-исторического языкознания, организовывал новую кафедру структурной и прикладной лингвистики, на заведование которой и собирался перейти. Ясно, что одноименность отделения и кафедры обеспечивала более высокий уровень власти – практически, подчинение отделения кафедре. Я предложил и отстаивал название «отделение теоретической и прикладной лингвистики», полагая, что никакой другой лингвистики и не бывает и что, та-

ким образом, формируемое отделение и будет по существу отделением просто лингвистики, сиречь языкознания. Как ни удивительно, мне удалось тогда победить (хотя моя победа и оказалась временной). Меня формально поддерживало решение ректорского совещания от 19 мая 1959 г.

И вот летом 1960 г. были проведены первые экзамены (в том числе по математике) и зачислены первые 9 студентов на отделение теоретической и прикладной лингвистики (ОТИПЛ). Газета «Правда» 28 августа 1960 г. в статье, посвященной новому пополнению вузов, приводила слова проректора МГУ по кадрам Кузьмы Иванова: «В нынешнем году в университете открываются новые специальности. На филологическом факультете будут готовиться специалисты в области машинного перевода литературы с иностранных языков. На экономическом факультете создано отделение математических методов в экономических расчетах». Не знаю, как на факультете экономическом, но при приеме на новую специальность филологического факультета первоначально было объявлено об ограничении приема для женщин – что свидетельствовало о серьезном отношении властей (все же среди 9 зачисленных оказались 2 студентки). Газета «Московский университет» поместила в номере от 30 сентября 1960 г. статью «Отделение теоретической и прикладной лингвистики и его задачи», подписанную В. А. Звегинцевым, тогда еще заведующим кафедрой общего и сравнительно-исторического языкознания.

К девяти зачисленным с 1 сентября 1960 г. прибавилось еще четверо, отобранных экзаменом по математике из шести желающих перейти на 1-й курс ОТИПЛа с других курсов и специальностей филологического факультета (трое из этих четырех переходили на первый курс со второго курса, а один – даже с третьего!). Таким образом, на 1-м курсе оказалось 13 человек. Уместно упомянуть, что весной 1965 г. только пятеро из них оканчивало это же отделение: одна отстала, двое перешли на другие отделения того же факультета (в том числе Г. Анджапаридзе, нынешний директор издательства «Художественная литература»), пятеро были отчислены. Столь большой отсев объяснялся прежде всего наличием математических предметов. Если не по объему, то по уровню, преподавание приближалось к мехматскому. Отвечал за математику я, кроме меня преподавали Ю. А. Сиханович и А. Д. Вентцель. Экзамены проходили очень жестко. Это резко выделяло ОТИПЛ из всего факультета – настолько резко, что студентов этого отделения, в отличие от студентов всех других отделений, не посылали на картошку (впоследствии, по мере постепенной деградации отделения, стали посылать). Не все поступившие были готовы к такому суровому обучению. Отмечу еще, что весь пятилетний курс математики, по шесть часов в неделю, прослушал А. Е. Кибрик, тогда работавший на кафедре классической филологии.

Математико-лингвистические специализации появились и в других университетах, а также в МГПИИЯ.

Впоследствии приказом по Министерству высшего и среднего специального образования СССР № 213 от 30 мая 1962 г. при секции языкознания и секции математики, механики и астрономии Научно-технического совета Министерства была организована Координационная комиссия по

математической лингвистике. Состав комиссии: А. А. Марков (председатель), В. Ю. Розенцвейг (зам. председателя), Ю. С. Мартемьянов (ученый секретарь), Н. Д. Андреев, Р. Л. Добрушин, Л. Р. Зиндер, В. В. Иванов, Л. А. Калужнин, А. Н. Колмогоров, П. С. Кузнецов, О. С. Кулагина, А. А. Ляпунов, И. И. Ревзин, В. А. Успенский, А. А. Холодович, И. М. Яглом. Фактически комиссией управлял В. Ю. Розенцвейг. Он руководил проводимым под эгидой комиссии отчетно-координационным совещанием по автоматическому переводу, проходившим в стенах МГПИИЯ 23–24 января 1963 г. Ему я докладывал письмом от 17 февраля 1963 г. о состоявшемся 25 января под моим председательством Совещании по преподаванию математики лингвистам. В совещании приняли участие математики, преподающие математику лингвистам в следующих вузах: в Московском университете – В. А. Успенский, Ю. А. Шиханович, А. Д. Вентцель; в Ленинградском университете – Г. С. Цейтин, С. Я. Фитиалов; в Киевском университете – Л. А. Калужнин; в Новосибирском университете – А. В. Гладкий; в Горьковском университете – М. М. Шульц; в Харьковском университете – Л. Я. Гиршфельд; в МГПИИЯ – О. С. Кулагина, Г. В. Дорофеев, Е. С. Голод. Совещание приняло решение, которое начиналось так:

«1. Обучение лингвистов математике должно быть направлено на то, чтобы обучающиеся овладели:

- 1) точными методами исследования;
- 2) языком основных математических понятий;
- 3) минимумом математических сведений, необходимых для самостоятельного:
 - а) применения этих сведений к исследованию языка;
 - б) чтения литературы по математической лингвистике;
 - в) повышения своей математической квалификации».

В апреле 1962 г. была создана кафедра структурной и прикладной лингвистики. Ее заведующим стал В. А. Звегинцев, который легко добился переименования отделения. 1 сентября 1962 г. студенты пришли уже не на ОТИПЛ, а на ОСИПЛ – отделение структурной и прикладной лингвистики. (Строго говоря, никакого отделения не было и нет, а была специальность «Структурная и прикладная лингвистика». Точно так же, все говорили о романо-германском отделении, когда следовало бы говорить о специальности.)

Но дело, конечно, не в названии. Деграция отделения была предпринята отношением его руководителя В. А. Звегинцева к математике. Он ее не любил и был уверен, что она «тянет циновку» (см. выше). В первые годы было два вступительных экзамена по математике – устный и письменный. Затем устный был отменен. Затем последовало резкое и внезапное сокращение часов на математику. Уверен, что если бы Звегинцев вместо борьбы с математикой заключил с нею союз, это только укрепило бы его позиции и помешало бы темным силам столкнуть его в апреле 1982 г. с должности заведующего кафедрой структурной и прикладной лингвистики. А в июле 1982 г. была ликвидирована и сама кафедра, точнее, слита с кафедрой общего и сравнительно-исторического языкознания, которой заведовал в ту

пору профессор Ю. В. Рождественский: ему и было поручено заведовать объединенной кафедрой. Эта кафедра получила название «кафедра общего, сравнительно-исторического и прикладного языкознания». Первой акцией нового заведующего было отстранение от преподавания лингвиста номер один современности, гениального А. А. Зализняка, до того в течение многих лет числившегося профессором кафедры структурной и прикладной лингвистики по совместительству (по основной работе – в Институте славяноведения АН СССР). С сентября 1982 г. контракт с ним был расторгнут. Думаю, что лето 1982 г. – слияние кафедр и отстранение Зализняка – и следует считать фактическим концом отделения структурной и прикладной лингвистики на филологическом факультете МГУ. Выделение в 1988 г. (из объединенной кафедры) кафедры прикладного языкознания (как видим, слово «структурный» утрачено безвозвратно) не смогло излечить отделение от нанесенного ему в 1982 г. удара.

12. Заключение

Так что, все усилия оказались тщетными? Может быть, да, а может быть, и нет. Ведь мы не можем правильно оценить последствия наших усилий, даже когда видим эти последствия своими глазами. Я с благодарностью вспоминаю все, что было – в частности, потому, что мне довелось встретиться со многими замечательными людьми, среди которых был и Виктор Юльевич Розенцвейг. Он работал не в Академии наук и не в Университете, а в сравнительно скромном МГПИИЯ. Именно эта позиция как бы в стороне от основных структур помещала его в центр движения. С естественным для юбилейной статьи преувеличением можно сказать, что он выполнял функцию, в некотором роде аналогичную функции главы государства, а именно функцию независимого арбитра и гаранта единства.

Март и август 1990 г.

Литература

- [Андреев 1960]: *Н. Д. Андреев*. Сопровождение по математической лингвистике // Вопросы языкознания, 1960, № 1, с. 131–137.
- [Ахманова и др. 1961]: *О. С. Ахманова, И. А. Мельчук, Е. В. Падучева, Р. М. Фрумкина*. О точных методах исследования языка. М.: МГУ, 1961.
- [Гутенмахер 1957]: *Л. И. Гутенмахер*. Электрическое моделирование некоторых процессов умственного труда // Вестник АН СССР, 1957, № 10, с. 88–95.
- [Зиновьев 1959]: *А. А. Зиновьев*. О математической лингвистике // Вопросы философии, 1959, № 9, с. 132–140.
- [Иванов 1958]: *В. В. Иванов*. Лингвистические вопросы создания машинного языка для информационной машины // Материалы по машинному переводу. Сб. 1. Л.: Изд-во ЛГУ, 1958, с. 10–39.
- [Иванов 1958а]: *В. В. Иванов*. Комитет по прикладной лингвистике // Вопросы языкознания, 1958, № 3, с. 136–137.
- [Иванов 1961]: *В. В. Иванов*. Памяти И. А. Соколянского // Машинный перевод и прикладная лингвистика. Вып. 5. М.: МГПИИЯ, 1961, с. 90–92.

- [Иванов 1988]: *В. В. Иванов*. Академик А. И. Берг и развитие работ по структурной лингвистике и семиотике в СССР // *Путь в большую науку: академик Аксель Берг*. М.: Наука, 1988, с. 164–186²⁵.
- [Кулагина 1989]: *О. С. Кулагина*. Машинный перевод: современное состояние // *Семиотика и информатика*. Сб. научных статей. Вып. 29. М.: ВИНТИ, 1989, с. 5–33.
- [Ломковская 1959]: *М. В. Ломковская*. I Всесоюзное совещание по математической лингвистике // *Успехи математических наук*, 1959, т. 14, вып. 6, с. 213–222.
- [МП 1958]: Машинный перевод: Сборник статей по машинному переводу, М., 1958.
- [НТСК 1958]: Научно-техническое совещание по кибернетике // *Проблемы кибернетики* / Под ред. А. А. Ляпунова. М.: Физматгиз, 1958, вып. 1, с. 266–268.
- [Панов 1958] *Д. Ю. Панов*. Автоматический перевод. Изд. 2-е. М.: Изд-во АН СССР, 1958. [1-е изд. – 1956 г.]
- [ПВБ 1988]: *Путь в большую науку: академик Аксель Берг*. М.: Наука, 1988.
- [Розенцвейг 1959]: *В. Ю. Розенцвейг*. Итоги работы теоретической секции // *Машинный перевод и прикладная лингвистика*. Вып. 1. М., 1959, с. 27–30.
- [Стеблин-Каменский 1958]: *М. И. Стеблин-Каменский*. Значение машинного перевода для языкознания // *Материалы по машинному переводу*. Сб. 1. Л.: Изд-во ЛГУ, 1958, с. 3–9.
- [Успенский 1958]: *В. А. Успенский*. Совещание по статистике речи // *Вопросы языкознания*, 1958, № 1, с. 170–173.
- [Успенский 1959]: *В. А. Успенский*. К проблеме построения машинного языка для информационной машины // *Проблемы кибернетики* / Под ред. А. А. Ляпунова. Вып. 2. М.: Физматгиз, 1959, с. 39–50.
- [Успенский 1959а]: *В. А. Успенский*. Итоги работы секции алгоритмов машинного перевода // *Машинный перевод и прикладная лингвистика*. Вып. 1(8). М., 1959, с. 31–62.
- [Успенский 1960]: *В. А. Успенский*. Логико-математические проблемы создания машинного языка для информационной машины // *Сообщения лаборатории электро моделирования*. Вып. 1. М.: Ин-т научной информации, 1960, с. 3–28.
- [Macdonald 1954]: *N. Macdonald*. Language translation by machine – a report of the first successful trial // *Computers and automation*, 1954, v. 3, № 2, p.6–10.

²⁵ Перепечатывается в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

Вячеслав В. Ив́анов

Из прошлого семиотики, структурной лингвистики и поэтики

1

Обозревая путь науки, можно двигаться в двух (по крайней мере) направлениях. Одно из них состоит в поиске дальних и более близких истоков, предшественников, предвестий, хронологической их последовательности, архивных материалов, редких книг и полузабытых статей, взаимной связи между первоначальными открытиями и их продолжениями, отношений между разными школами. Я больше других своих товарищей по науке отдал дань таким разысканиям по поводу нашей семиотики и структурной лингвистики, посвятил им целую книгу и много статей. Здесь я буду об этих историографических интересах вспоминать только в той мере, в какой они пересекались с нашей научной жизнью, картины которой я попробую воспроизвести. Это и будет вторым путем, который я для этого сочинения выбрал. Я буду вспоминать о том, как на моих глазах складывалась новая область знания и сообщество людей, ей занимавшихся. Поневоле рассказ будет предельно субъективным. О многом я не буду говорить совсем или недостаточно подробно только потому, что сам не имел к этому отношения и не видел своими глазами. Я не боюсь и проявить индивидуальные склонности в расстановке акцентов: предлагаемый очерк излагает именно мою собственную точку зрения, не усредненную и не предполагающую общепринятости. Я не боюсь сбиться на изложение страниц собственной научной автобиографии, потому что именно в ней я смогу попытаться воссоздать прошлое более непосредственно. А моя судьба настолько переплетена с дорогами старших и младших друзей, наставников и попутчиков и от них неотделима, что своя автобиография вбирает в себя историю больше чем одного поколения.

2

Мои собственные занятия и общей наукой о знаках – семиотикой, и структурной и математической поэтикой и лингвистикой начались на первом курсе Московского университета, на филологический факультет которого я поступил в 1946 г. В книге воспоминаний «Голубой зверь», в сокращенном виде напечатанной в «Звезде» в 1995 г., я попробовал описать

наших преподавателей, которые сразу познакомили нас с наследием великой филологической науки, тогда полузапретной. Нам вдвойне повезло. У нас были такие учителя, как М. Н. Петерсон, который сумел на своих занятиях санскритом и другими предметами, в центре которых была сравнительно-историческая грамматика индоевропейских языков, объединить нескольких студентов разных отделений, всерьез интересовавшихся наукой (в ту группу, которая начала заниматься у Петерсона в 1947 г., вместе со мной входили будущие лингвисты В. Н. Топоров, Т. Я. Елизаренкова, Т. В. Булыгина и литературовед П. А. Гринцер, а в последующие годы у него успели поучиться и некоторые из моих слушателей, как И. А. Мельчук). Эта именно область знания во время начала наших занятий считалась не только не обязательной, но противоречащей официальному курсу. Петерсона, как и его слушателей, это нимало не смущало. Он в начале учебного года вешал написанное его аккуратным почерком объявление о том, что желающие заниматься санскритом собираются в 9 утра в такой-то аудитории. И этому не могли помешать ни статьи в партийной газете «Культура и жизнь», обвинявшие Петерсона в преклонении перед иностранцами и даже в фашизме, ни наскоки на него местных факультетских карьеристов.

В науке он стремился к точности. Это было главной чертой продолжавшихся в его лекциях традиций Московской лингвистической школы, основанной Фортунатовым. Ученик Фортунатова Поржезинский был проводником фортунатовских идей на отделении сравнительно-исторического языкознания историко-филологического факультета Московского университета. Перед Первой мировой войной это отделение кончили два молодых человека – Петерсон и князь Н. С. Трубецкой, в эмиграции вместе с Романом Якобсоном создавший современную структурную лингвистику. В параллельно развивавшейся российской ветви этого новаторского научного движения Петерсон в своей молодости принимал самое деятельное участие. После отъезда за границу Якобсона, в 1920 г. Петерсон был вместо него на год избран председателем Московского лингвистического кружка, идеи и методы работы которого повлияли на основанный Якобсоном в Праге аналогичный кружок, получивший мировое признание. Приемы новой описательной лингвистики, которую называли потом структурной, Петерсон применил к русской грамматике. Его русский синтаксис был последовательно формальным, напоминая в этом отношении самые крайние образцы американской дескриптивной лингвистики, основанной Блумфильдом (который когда-то в студенческие годы перед самой Первой мировой войной занимался компаративистикой у младограмматика Бругмана в Лейпциге вместе с Трубецким и Теньером – будущим французским первооткрывателем структурного синтаксиса). Один из основателей другой ветви современного структурализма и наиболее последовательный проводник соссюровской семиотической точки зрения в языкознании – Луи Ельмслев признавал влияние на него первых книг Петерсона по грамматике. Петерсон в соавторстве с Ганшиной написал и только что тогда вышедшую структурную грамматику французского языка. Он, как и два других моих университетских учителя – славист П. С. Кузнецов (когда-то учившийся санскриту у того же Петерсона) и германист А. И. Смирницкий (один из самых молодых участников

Московского лингвистического кружка 20-х годов), – продолжал заниматься методологией структурного описания грамматики, критически осмысляя системный подход к языку основателя современной семиотики и лингвистики Соссюра. Я слушал доклад Петерсона на эту тему на Научном студенческом обществе, лингвистической стороной которого ведала Е. Земская. С начинающими языковедами Петерсон делился своими сомнениями по поводу таких соссюрских проблем, как, например, «языковая пыль» – формы, мелкие отдельные особенности которых не укладываются в общую симметричную схему.

В своей преподавательской деятельности Петерсон главным образом продолжал строгое изложение младограмматической компаративистики фортунатовской школы, которая продлилась через его учеников и возродилась потом в 1970-е и 1980-е годы в семинаре памяти В. М. Иллича-Свитыча под руководством В. А. Дыбо. Из этого семинара вышла вся новая Московская школа сравнительно-исторического языкознания, давшая таких компаративистов с мировым именем, как С. А. Старостин. В трудах последнего классические сравнительно-исторические методы в применении к установлению дальнего родства между языковыми семьями опираются на широкое использование компьютерных банков языковых данных и глоттохронологии, по-новому развившей идеи Сводеша. Но и в этом я вижу естественное продолжение той же традиции.

Сближение лингвистики с математикой было для Петерсона, как потом для его учеников в следующих поколениях, следствием классических строгих методов этой науки. Когда много лет спустя я заговорил на эту тему с топологом П. С. Александровым, он сразу же вспомнил одного из создателей этой области математики Грассмана. Тот одновременно с математическими занятиями весьма успешно занимался языкознанием. Мне этот пример особенно близок. Когда я позднее был аспирантом Петерсона, в пору работы над кандидатской диссертацией я ежедневно использовал по счастью оказавшееся в книжном шкафу нашей кафедры старое издание словаря «Ригведы», составленного Грассманом, и всякий раз поражался изумительной ясности исчерпывающего описания словарного богатства и грамматических форм этого на редкость сложного по содержанию текста. А много лет спустя, в книге, написанной совместно с Т. В. Гамкрелидзе, мы пытались по-новому осмыслить в духе предложенной нами новой реконструкции праязыка закон Грассмана, определяющий отражение праиндоевропейских звонких придыхательных смычных в санскрите.

Но Петерсон не удовлетворялся просто пониманием того, что сравнительно-историческая реконструкция – занятие по своему характеру близкое к математическому. Одним из первых он пробовал всерьез применить в своих занятиях русской грамматикой статистические методы. А в ответ на мои разговоры (по поводу статьи о математике и лингвистике Е. Д. Поливанова, с которым вместе Петерсон работал в конце 20-х годов в РАНИО-Не) он мне рассказал о своих беседах на эту тему с Н. Н. Лузиным. Они выработали совместный подход к тем нескольким основным понятиям, которые, как идея функции, объединяют лингвистику и математику.

В моем собственном движении в сторону семиотики, с идеями которой я познакомился в 1947 г. по книге Соссюра, личное общение с физиками и математиками сыграло едва ли не решающую роль. В университетские годы я старался проштудировать несколько переведенных тогда книг по математической логике, о которой я еще школьником узнал от В. Ф. Асмуса. Из тогдашних знакомых ей профессионально занимался А. С. Есенин-Вольпин, с которым мы говорили на общенаучные и философские (равно как и поэтические) темы (много лет спустя я слушал у Алика Вольпина дома его курс по основаниям математики вместе с двумя другими молодыми логиками и Зиновьевым – будущим известным писателем). Алик дал мне только что вышедший перевод книги Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики», на всех нас тогда произведшей глубокое впечатление и подготовившей к пониманию предстоявших открытий в генетике. Ее содержание мне было уже довольно детально известно по очень ясному пересказу моего близкого друга физика М. Л. Левина, которому я обязан многим в ознакомлении с идеями современной науки. На меня в юности большое впечатление произвел его пересказ статьи Франка о соотношении физики и философии (эти мысли развиты Франком и в книге, много позднее вышедшей в русском переводе). Левин убеждал меня и в односторонности математической физики, которая недостаточно внимания уделяет собственно физической сути явлений. Эта прививка здравого смысла оказалась полезной как противовес от тех построений вроде порождающих грамматик, которыми потом стали многие увлекаться. Принятый мной в молодые годы вариант логического позитивизма, к разным формам которого тяготело все поколение, сложился под влиянием разговоров с друзьями-физиками и чтения книг, которые я у них брал или которые оказывались в библиотеке отца, в юности увлекавшегося теорией относительности.

В те годы среди повлиявших на меня книг по физике и ее философии кроме операционализма Бриджмана (чтение которого особенно заставляло думать о методологии собственной науки и словаре ее основных понятий) большую роль сыграл Эддингтон (последний разговор с подружившимся со мной много позднее астрофизиком И. С. Шкловским перед самой его смертью был о его статье памяти Эддингтона, которого не так многие вспоминали). Много спустя, я убедился, что в предвоенной книге Эддингтона подчеркнута именно структурная точка зрения. Структурализм у него, как и у многих западноевропейских авторов, понимается прежде всего в духе математических структур Бурбаки. Этот физико-математический структурализм и был той атмосферой, без которой наша семиотика не могла бы возникнуть. Мы много обсуждали эти вопросы с физиком М. К. Поливановым, с которым тогда сблизился (еще в наши студенческие годы). Он обращал мое внимание на те безразмерные константы, которым такое значение придавал Эддингтон. К этому новому виду пифагорейства я был рано подготовлен благодаря знакомству с числовыми выкладками поэта и математика В. Хлебникова.

Для всех будущих занятий и начинаний в той области, о которой я пишу, решающую роль сыграл один вечер в доме у Поливановых, осенью 1950 г. Я много бывал в этом доме и много почерпнул из разговоров за их столом. Родословной Поливановых я занялся, когда увлекся научным наследием упомянутого выше их родственника, заочного члена Пражского лингвистического кружка и одного из создателей современной лингвистической поэтики, расстрелянного в декабре 1938 г. Их род ведет начало от татарина по прозвищу Поливан, который выехал из орды и крестился после Куликовой битвы. Его потомки верой и правдой служили царям, были столбниками и воеводами. А дядя расстрелянного структуралиста был военным министром перед самым концом монархии. Его племянник в годы Первой мировой войны, вернувшись из Японии, где изучал японские диалекты и приучился к наркотикам, служил в Министерстве иностранных дел, а после переворота стал на сторону большевиков и помогал Троцкому, пишущему о нем (как и Вернадский в дневнике) без восторга. Отец моего друга был профессором в Электротехническом институте. А мать его была дочерью погубленного философа и одного из предвестников нашей семиотики Г. Шпета, мученическим житием которого мой друг много занимался в свои последние годы перед безвременной смертью. Меня многое объединяло с Мишей Поливановым и помимо науки – наша любовь к Пастернаку, потом – увлечение Сэлинджером, чьи «Фрэнни и Зуи» мы ночь напролет обсуждали в Дубне после моего доклада для физиков о семиотике.

В тот вечер я у него познакомился со студентом-математиком В. А. Успенским. Владимир Андреевич Успенский был одним из учеников Колмогорова. Он занимался теорией алгоритмов. Его научные интересы были очень широкими. Они включали в себя и все сферы семиотики. В том первом разговоре, например, в качестве образца строго формального описания он привел книгу Проппа о морфологии волшебной сказки, о которой филологи вспомнили много позже. Мы проговорили тогда чуть не до рассвета о таких занятиях, где оказалась бы рядом математическая логика и музыка. С тех пор началась наша дружба. А за ней пришла и совместная работа. Ей предшествовали многолетние разговоры. Мы их вели и в Москве, и в Дубултах, где провели летом 1953 г. вместе целый месяц. Мы обсуждали парадокс Рассела и историю нашей математики. Успенский со слов Яновской пересказывал мне, как Витгенштейн после Вены чуть не переселился в Москву. От Успенского я узнавал о многих идеях Колмогорова, которого он боготворил.

Без В. А. Успенского нашего семиотического движения я не могу себе представить. В нем был энтузиазм и увлеченность не только семиотическими идеями, но и теми их воплощавшими яркими людьми, которых вокруг, по счастью, было много. В нем было и желание претворить наши чаяния в семинары, конференции, институтские занятия. И многое начинало ему – а с ним вместе и нам всем – удаваться.

Для всех нас вдохновение пришло с первым приездом в Москву Романа Якобсона ранней весной 1956 г. – в начале оттепели. Мы с Якобсоном много говорили о перспективах семиотики. Для него это было главное в современной науке. Его волновали возможности применения к лингвистике

теории информации. Он работал вместе со шведским инженером – специалистом по акустике Фантом. Их совместная с учеником Jakobsona Морисом Халле работа, позднее вышедшая в русском переводе, представляла собой опыт описания универсальной системы фонологических признаков в новых акустических и традиционных артикуляционных терминах одновременно. В Москве Jakobson позвонил своему школьному товарищу математику Хинчину, который как раз напечатал статью по теории информации. Jakobson вспоминал, что, когда они кончали школу, Jakobson мечтал о том, как он будет пересоздавать лингвистику, а Хинчин говорил ему, что собирается заняться математикой будущего. Теперь их пути встретились. Но в ту весну в Москве Хинчин не смог или не захотел с ним повидаться. А Jakobsonу был нужен номер «Успехов математических наук» со статьей Хинчина о теории информации. Мы с Успенским зашли за ним в редакцию журнала. Успенский как раз печатал там одну из первых своих работ. Мы вместе занесли журнал в гостиницу «Москва» Jakobsonу.

Несколько из состоявшихся тогда же совместных научных общений с Успенским прямо продолжали разговоры Jakobsona или его лекции. Когда я рассказал Владимиру Андреевичу (далее буду звать его сокращенно, как в жизни) о занятиях Jakobsona афазией, тот отнесся к этому как к само собой разумеющемуся. Он выразил недоумение по поводу того, как это лингвисты до Jakobsona не догадались заниматься расстройствами речи. Узнав о предстоящей защите диссертации польского ученого Вейля об афазии у полиглотов, мы с Володей отправились в здание Президиума Академии медицинских наук, где должно было состояться заседание, почитали работу Вейля, участвовали в ее обсуждении. Честно говоря, из всей диссертации, защищавшейся вскоре после двадцатого съезда, на меня наибольшее впечатление произвел рассказ о знавшем много языков ученом, в заключении перенесшем инсульт и часть своих языковых познаний утратившем. Тогда мы познакомились с А. Р. Лурия, ставшим одним из наиболее деятельных участников наших попыток междисциплинарных обсуждений (позднее я прошел в лаборатории Лурия в Институте нейрохирургии имени Бурденко школу клинических разборов разных типов афазий). Лурия пригласил меня, Поливанова и Успенского рассказать на психологическом факультете обо всем широком круге занятий, тогда называвшемся у нас кибернетикой (сейчас небольшая часть всего этого цикла носит обозначение «искусственный интеллект», а остальные науки расплзлись по своим углам). После моего выступления Успенский упрекнул меня в том, что я нарушил предварительный уговор, по которому каждый из нас должен был говорить о чужих областях знания, не касаясь своей. Я оправдывался тем, что мой рассказ был не об обычном человеческом языке, а о языке танцев пчел, открытом Фришем.

От Лурия я узнавал о новых приготовленных им изданиях его покойного друга и вдохновителя Выготского, до того запрещенного (его «Мышление и речь» восторженно охарактеризовал и Jakobson в одном из первых своих московских выступлений). Из них я вычитал концепцию культуры как системы знаков, служащих для управления поведением. Лурия несколько раз приглашал меня на доклады физиолога Н. А. Бернштейна, которого со

всеми основаниями считал гениальным. Позднее я подружился с Бернштейном и бывал у него дома (лишившись в пору гонений лаборатории, он стал наркоманом и просил приходить к нему утром до первого укола морфия). Он был одним из предтеч кибернетики¹, а в своей послевоенной книге о построении движений описал высший уровень Е, который не назовешь иначе как семиотическим. В последних работах он занимался письмом и почерком в плане психосемиотическом.

В ту весну мы договорились с Успенским вести вместе на филологическом факультете университета семинар о применении математических методов исследования в языкознании². В качестве третьего соорганизатора семинара мы пригласили П. С. Кузнецова. Я у него занимался в студенческие годы общей фонологией. В лекциях он говорил о работах Кюни, предварявших сопоставление индоевропейских языков с семито-хамитскими, развитое в ностратической теории Иллича-Свитыча, и о попытке кавказоведов Жиркова и Яковлева проникнуть в самое раннее прошлое языка. В его докторской диссертации, рукопись которой я просматривал накануне его защиты, славянские и другие индоевропейские формы сопоставлялись типологически с некоторыми явлениями языков Африки (он владел суахили). Кузнецов был одним из нескольких участников группы, разрабатывавшей в 20-е и 30-е годы вариант московской фонологической теории, отличный от пражской или, скорее, близкий к морфонологии Трубецкого. Кузнецов был близок с Колмогоровым – своим молочным (а по слухам и сводным) братом. Он обсуждал с ним вместе проблемы математического подхода к лингвистике.

4

К тому времени математической лингвистикой увлеклось несколько самых способных студентов, слушавших у меня курс сравнительно-исторической грамматики индоевропейских языков, который я стал читать вместо тяжело больного Петерсона. Среди них энергией выделялся Игорь Мельчук, с которым я познакомился еще когда был в аспирантуре. Вместе с математиком О. Кулагиной Мельчук занимался составлением правил машинного перевода с французского языка. Их работой руководил А. А. Ляпунов – один из представителей «Лузитании» – довоенной группы учеников Лузина, некоторого русского подобия Бурбаки. Это был интеллигент в наилучшем старом смысле, не думавший о себе и своем здоровье, рассеянный, увлеченный наукой и своими учениками. В уже устоявшийся бюрократический мир академической науки он вносил старомодность жюльверновского Паганеля. В этой группе у него и его ученицы Кулагиной сложилась картина теоретико-множественного представления грамматических категорий языка, отвечавшая подходу Ляпунова к разного рода сложным систе-

¹ Очерк В. Е. Демидова о Н. А. Бернштейне см. в разделе «Кибернетические вопросы биологии» настоящего сборника. – **Сост.**

² Об этом семинаре см. также в § 1 статьи В. А. Успенского «Серебряный век...» в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

мам. Ляпунов тогда был душой кибернетического отдела келдышевского Института прикладной математики (где и работала вместе с ним Кулагина) и большого университетского кибернетического семинара, объединявшего специалистов по самым разным наукам (главным образом биологии), воспользовавшихся первым дуновением идеологического освобождения от советской догмы. Ляпунов способствовал признанию кибернетики и проявлял незаурядную смелость в борьбе за отстаивание других запретных наук, среди них прежде всего генетики и структурной лингвистики. Он был близок с лучшими из людей старшего поколения в каждой из этих наук, организовывал в институте П. Л. Капицы доклад Тимофеева-Ресовского, вызвавший злобу и смятение лысенковцев. Среди участников ляпуновских семинаров я встретил и тех, кто занятиями вроде наших увлекся еще в 20-е годы, как психолог Н. И. Жинкин, когда-то печатавшийся в семиотических изданиях возглавлявшейся Шпетом Академии художественных наук, а в то время занятый главным образом звуковой сигнализацией обезьян.

В журнале «Вопросы языкознания», где я стал заместителем главного редактора В. В. Виноградова, оказалось возможным добиться публикации серии работ группы Ляпунова по машинному переводу. Вводную статью Ляпунов написал вместе с двумя лингвистами старшего поколения. Кроме Кузнецова в статье участвовал другой член той же прежней Московской фонологической группы А. А. Реформатский, который потом много лет помогал Мельчуку и другим молодым лингвистам, собравшимся в возглавленном им секторе. Реформатский был человеком очень одаренным, образованным, блестяще начинавшим и потом почти себя погубившим гульбой и пьянством в трудные годы. Его учебник языкознания в первом издании был одним из лучших среди других недурных русских руководств. Идеи Соссюра и его продолжателей у него удачно сочетались с фортунатовской традицией.

Кузнецов, Ляпунов и Реформатский утверждали в своей статье, что для таких задач, как автоматический (тогда мы обычно говорили «машинный») перевод, нужна формализация подхода к языку. Это вызывало протест у Виноградова, формализации не любившего (в сравнительном языкознании тоже: в своей довоенной книге, полемизируя с Фортунатовым и его школой, реконструированный праязык – главное достижение лингвистики прошлого – он обзывает «гомункулюсом»). Но статью о пользе формальных методов все же напечатали.

В то время формальный подход к описанию языка считался предсудительным, как в мои студенческие годы сравнительно-исторический (тоже вполне формальный) метод. «Вопросы языкознания» начали обсуждение того, как нужно относиться к структурной лингвистике. На проведении этой дискуссии сумел настоять С. К. Шаумян, использовавший свои связи в верхах. То было время бурных споров о приемлемых методах в языкознании и смежных науках. Горячо шло обсуждение на устроенном в Институте языкознания диспуте о синхронии и диахронии, где о структурализме как о «лингвистическом модернизме» примирительно говорил Жирмунский – один из немногих сохранившихся после всех арестов и гонений больших ученых, сложившихся еще перед Первой мировой войной в пору

начавшегося тогда невиданного цветения нашей культуры. Он начинал с глубоких исследований религиозной стороны немецкого романтизма и был одним из лучших продолжателей новаторских идей сравнительно-исторической поэтики Веселовского. Веселовский вместе с Потебней были главными отправными пунктами, от которых отталкивался молодой Шкловский. Ученик Жирмунского Пропп, ставший знаменем для всех нас, перенял из незаконченной «Исторической поэтики» Веселовского такое основное понятие своей морфологии сказки, как мотив. На дискуссии Жирмунский упоминал Якобсона как своего старого приятеля.

Дискуссия происходила в доме на Волхонке по соседству с Институтом языкознания. В доме располагался главный академический идеологический институт философии, здание было украшено доской в честь какого-то из состоявшихся в нем в тридцатые годы выступлений Сталина. А на диспуте о синхронии официальная псевдонаука отступала и вела арьергардные бои. На заседаниях появлялся веселый П. Г. Богатырев – друг и соавтор Якобсона по временам Московского и Пражского кружков. Ельмслев в своих «Прологоменах» в качестве одного из первых серьезных антропологических приложений семиотических принципов упоминает выполненную Богатыревым в пору деятельности Пражского кружка работу об одежде как знаке. Богатырев своей поразительной интуицией фольклориста, несшего в себе черты забавных и светлых фольклорных героев, угадывал намечавшийся в те месяцы возврат к науке из бездн бездарности, чуть не поглотившей все от нее отличное.

Мне и некоторым из моих молодых товарищей и слушателей структурализм был близок эстетически красотой фонологических и грамматических систем, которую он открывал в языке. Вместе с тем это была и первая удавшаяся попытка превращения одной из гуманитарных наук в строгую дисциплину вне той болтовни и жвачки, из которой состояли книги и лекции не только официальных марксистски ориентированных или задрапированных под марксизм идеологов, но и многих профессоров старой школы, особенно литературоведов. Мы надеялись полностью перестроить науку. Лингвистика была только трамплином. За ней маячили контуры преобразованной поэтики. Мы заслушивались рассказов Якобсона о Леви-Стросе и его структурной антропологии.

Автоматический перевод оказался не только интересной практической задачей, но и способом приложения и проверки формальных методов описания языка. Поэтому для развития идей и методов структурной лингвистики полезным было и создание московского Объединения машинного перевода³. Его учредителями были В. Ю. Розенцвейг и И. И. Ревзин, тогда работавшие в Педагогическом институте иностранных языков. Ревзин был романтиком, высокие помыслы своей геттингенской души посвятившим музе математической и структурной лингвистики. Розенцвейг, до приезда в СССР прошедший долгий и сложный путь левого европейского интеллигента довоенного пошиба, был прекрасным организатором. Ему удалось наладить и выпуск изданий – сперва Бюллетеня этого Объединения, а по-

³ Об этом Объединении см. § 2 упомянутой статьи В. А. Успенского. – *Сост.*

том Лаборатории машинного перевода, созданной в этом Институте. В 5-м номере Бюллетеня были помещены результаты первого года работ нашего семинара.

5

Когда семинар собрался на первое заседание в сентябре 1956 г., в нем уже смогли участвовать многие из упомянутых выше, до того вовлекшиеся в эту сферу занятий. Но на первое занятие пришли и такие лингвисты и математики, кого я еще не упоминал. О некоторых необходимо сказать хотя бы вкратце. Всего серьезнее и тогда, и до конца своей недолгой жизни занимался математической лингвистикой Ю. К. Лекомцев, человек, без всякого преувеличения гениальный. На его лингвистическое мировоззрение едва ли не наибольшее влияние оказал Ельмслев, чьи «Пролегомены» он перевел на русский язык. Я полагаю, что Ельмслеву принадлежит наиболее серьезное продолжение идей Соссюра. Он дальше других лингвистов того поколения пошел по пути семиотического осмысления языка в сопоставлении с другими системами знаков. Я очень ценю статью Ельмслева о том, что такое структурная лингвистика (она была впервые напечатана в Дании в «Acta linguistica» по-русски и перепечатана в Звегинцевской хрестоматии по истории языкознания), в ней замечательно изложена ранняя работа Соссюра, где тот благодаря строго формальному осмыслению индоевропейских чередований гласных пришел к гипотезе об отражении в них исчезнувших элементов, позднее названных «ларингальными» (в этом смысле со статьей Ельмслева выдерживает соревнование только вступление А. А. Зализняка к русскому переводу соссюровского «Мемуара» и составленная им же лингвистическая задача на ту же тему). Как и для Ельмслева, язык для Лекомцева был абстрактной системой знаков. Для ее описания требовались достаточно сложные математические средства, которыми Лекомцев научился пользоваться. На этом пути Ю. К. Лекомцев позднее встретился с Ю. М. Лотманом, его очень высоко ценившим. Лекомцев был человеком энциклопедических способностей. Он прекрасно владел множеством языков – тибетским, вьетнамским, сантальским и другими аустроазиатскими. Одну из лучших своих теоретических статей Лекомцев посвятил изложению методов описания сочетаемости единиц языка, им продемонстрированных на материале слога в классическом тибетском языке. А в последней его книге по общей лингвистике мне кажется очень интересным то, как описана эскимосская грамматическая структура. В статьях, которые он мне давал читать перед самой смертью, он вернулся к проблематике сравнительного языкознания, которым начинал заниматься со мной в юности. Он не хотел идти проторенными дорогами и искал новые методы, отвечавшие духу и своеобразию аустроазиатских языков. На незабываемом заседании в Тарту он состязался с фантастически образованным богословом Мазингом в знании символики сантальской мифологии. К тому времени санталы уже растеряли свои древние верования и едва ли кто-либо из них мог бы соперничать с тартуским теологом и московским семиотиком. Недурно Лекомцев занимался живописью – делом для него потомственным (лучшим со-

временным художником ему, как и мне, представлялся Вейсберг). Писал он и стихи (они напечатаны в одном из тартуских изданий). Болезнь его уродовала по частям, лишая ног, потом глаз, но он не терял оптимистического настроения и серьезного увлечения наукой, о которой в любой ситуации мог говорить часами – до самой своей смерти.

С опозданием (из-за совпадения времени нашего семинара с какими-то занятиями на мехмате) к концу первого занятия пришел Р. Л. Добрушин. Вскоре мы услышали его доклад о формальном описании русской грамматики. В нем подкупала ясность мысли и четкость формулировок. Излагаемые понятия были простыми. Для начала это было то, что нужно. Добрушина язык, как и физические системы, которыми он потом много занимался, интересовал прежде всего как количественно сложная совокупность элементов. Он оказал неоценимую помощь группе Апресяна во время политических преследований и помог ей обосноваться в Институте проблем передачи информации. Мне нравилось слушать его рассказы о приложениях теории: почему, например, различие длин волн радио и телевизионных передач связано с разницей в объеме передаваемой информации.

Успенский делился с нами соображениями своего учителя Колмогорова об определении падежа. Этому направлению исследований предстояло большое будущее. По этому пути пошел Зализняк, до того блестяще у меня занимавшийся сравнительной грамматикой, а в ту зиму продолжавший занятия у Бенвениста и Мартине в Париже: в прежнее время представить себе, чтобы за границу для учебы послали самого способного студента, было бы невозможно! Модель формальной грамматики реализовалась в зализняковском описании русской морфологии, позднее претворенном Старостиным в компьютерную программу.

В то время мы старались быть на уровне происходившего в мире и не дать себя от него изолировать. В январе 1957 г. я получил от Якобсона посланный авиапочтой экземпляр первого (еще ротاپринтного) издания только что им написанных «Шифтеров». Красота его построения меня обрадовала. Понятия кода и сообщения мне казались удачно примененными (Успенский потом мне не без ехидства говорил, что я прочно их оседлал и не хочу с ними расстаться). Я рассказал об этой работе и своих примечаниях к ней на следующем занятии семинара, а к осени сокращенный текст моего доклада появился в Бюллетене.

Другое мое выступление на семинаре излагало содержание ответа на вопрос о нейтрализации в морфологии и лексике, заданный многим лингвистам в письме, которое разослал Андре Мартине. Речь шла не только об этом понятии, а и о более общей проблеме, тогда нас всех занимавшей: в какой мере точные методы, выработанные в фонологии сперва Казанской школой Бодуэна де Куртенэ и Крушевского, потом учениками Бодуэна (к ним принадлежал Поливанов), Московской и Пражской школами, применимы не только к звуковой стороне языка, но и к другим его уровням? Мы все уже начинали биться над главной проблемой лингвистики второй половины века – описанием значений слов и форм. Поэтому вопрос Мартине пришелся кстати. По отношению к частной теме обсуждения – нейтрализации – наиболее интересное соображение по окончании семинара я услышал

от физика М. Левина (уже упоминавшегося по поводу Шредингера и Франка). Он предложил назвать это явление (когда, например, две фонемы *д* и *т* перестают различаться в русском языке в конце слова: *род* и *рот* произносятся одинаково) не *нейтрализацией*, а *вырождением*.

Меня занимала возможность выразить некоторые процедуры сравнительно-исторического языкознания на формальном языке. Я об этом говорил на семинаре и написал в Бюллетене, а более подробно докладывал на совещании по математической лингвистике, которое состоялось в конце весны 1959 г. в Ленинграде.

Некоторые идеи математической лингвистики развивал в своих первых докладах совсем молодой студент – младший брат Володи Успенского Боря. Как и многих других самых молодых участников семинара, я знал его по своим преподавательским занятиям еще с первого курса. Набор студентов был необычным. Я как-то получил от деканата выговор за сплошные отличные отметки, поставленные целой группе первокурсников. Позднее все они стали известными учеными. В лингвистику, тогда уже освободившуюся от советских пут и быстро менявшуюся, шли самые способные, как теперь идут в бизнес.

6

Меня и Володю Успенского пригласил работать в своей Лаборатории электромоделирования Гутенмахер⁴. Ляпунов считал его способным инженером. Его занимали возможности большой компьютерной памяти. От нас он хотел, чтобы мы поставили логические и лингвистические задачи, которые были бы полезны для разработки будущих банков данных для разных областей знания. Удалось найти и взять на работу в лабораторию нескольких совсем молодых исследователей, только кончивших университет: логики В. Финна и Д. Лахути, лингвиста Е. Падучеву, чьи способности и умение отстаивать свои взгляды поразили Якобсона в следующий его приезд в Москву.

Еженедельные научные обсуждения во дворе возле замоскворецкого барака, где ютилась Лаборатория электромоделирования, подготовили конференцию, состоявшуюся в конце весны 1957 г. Мы пытались опередить будущее. В нашем воображении маячили такие компьютеры, которые хранили бы в своей памяти все содержание достигнутых в определенной области знания результатов, записанное на особом языке, для этого разработанном. Прогресс в этой области (как и в другой главной сфере наших тогдашних прикладных интересов – автоматическом переводе) за последние 40 лет мне кажется удивительно медленным. Библиотечные каталоги во всем мире все еще делают только самые первые шаги по пути к автоматизации.

Из тогдашних совместных занятий с логиками возник еженедельный утренний семинар, на котором мы изучали «Логический синтаксис языка» Карнапа. Семинар происходил в помещении химического института

⁴ О Лаборатории электромоделирования см. § 6 упомянутой статьи В. А. Успенского. – **Сост.**

(ИНЭОС), где работал химик и логик Бочвар. В занятиях кроме названных выше логиков участвовали лингвисты Топоров и Шаумян.

Суть возникающих задач мы начали понимать, когда Падучева и ленинградский логик Г. Цейтин стали составлять правила автоматического перевода с русского языка на логический. Меня особенно поразило то, что в логических исчислениях не нашлось прямого соответствия прилагательным. Оказалось, что нужно думать о такой типологии категорий, которая бы охватывала и логические языки. С Цейтиным я познакомился у Володи Успенского. Он занимался проблемами, соединявшими теорию алгоритмов (*алгоритмов* на его ленинградском математическом диалекте) с теорией информации, тогда увлекавшей нас всех. Позднее он едва ли не глубже всех вошел в проблематику автоматического перевода, и обсуждать с ним лингвистические вопросы было увлекательно: он первый описание значений попробовал связать с конкретной задачей, решаемой в данной узкой области, уйдя тем самым от глобальности общезыковой семантики.

Одним из событий стал доклад Колмогорова о теории информации на сессии Академии наук по автоматизации. Заседание было в главном здании университета на Ленинских горах. У входа, где меня задержали (я не носил с собой университетского удостоверения, для входа в наше старое здание оно не требовалось, нас пускали и так), я столкнулся с Ляпуновым и Кулагиной. Огромный зал (где я потом слушал и большой доклад Колмогорова о кибернетике и автоматах) был забит до отказа. Володя Успенский уселся рядом с П. С. Александровым. После вступительного замечания Колмогорова о том, как он объяснил бы суть теории десятиклассникам, Александров повернулся к Успенскому с репликой, что он уже перестал понимать что бы то ни было в докладе начисто. Я слушал и несколько более специальную лекцию Колмогорова о теории информации той же весной 1957 г. на мехмате. Там он специально затронул и лингвистические вопросы, в частности, теорию фонем. Мне и теперь теория информации кажется одним из изумительных достижений века, первая половина которого не была бедна прозрениями. То, что оказалось возможным измерить степень новизны сообщаемого и вообще подступить к измерениям в сфере духа, меня не перестает поражать.

Колмогоров был причастен к тому, как из нас троих – Володи Успенского, Поливанова и меня – образовалось кибернетическое сообщество. Успенский передал нам его вопрос или просьбу изложить наше понимание кибернетики⁵. Те несколько зимних дней, когда мы готовились к этому ответу и обсуждали его, запомнились и нашими достаточно подробными полуденными спорами, и чтениями по ходу дела. Я прочитал несколько томов трудов американских конференций по кибернетике, узнав оттуда о теории семантической информации Бар-Хиллела и Карнапа и о шенноновском понимании информации как инварианта при обратимых операциях перевода и перекодирования. Нашу переписку с Колмогоровым подробно прокомментировал Успенский, издавший его письма в «Новом литератур-

⁵ См. воспоминания В. А. Успенского в первом разделе настоящего сборника и там же – оба текста «Тезисов о кибернетике». – *Сост.*

ном обозрении»⁶. Тогда Володя передавал мне суждение Колмогорова о нас троих: выходило, что его занимали не столько наши научные взгляды, сколько проявление нашего полностью отрицательного отношения к режиму и его идеологии.

7

В августе 1957 г. меня включили в советскую делегацию на Международный конгресс лингвистов в Осло. На первом же заседании, открывшемся пленарным докладом Якобсона о типологии и сравнительном языкознании (его идеи мы много позднее развили в книге, написанной совместно с Гамкрелидзе), я оказался рядом с Бар-Хиллелом, чьи труды читал с удовольствием (потом я писал о нем статью по заказу нашей «Философской энциклопедии», сопроводив ее полной библиографией, но ее в конце концов побоялись печатать и затеряли; Бар-Хиллел же развлек впадавшего в мрачность Гёделя рассказом о том, как в английском переводе заголовка одной моей работы его фамилию превратили в Гегеля!). С Бар-Хиллелом и с несколькими другими учеными, занятыми машинным переводом и математической лингвистикой (которой посвящалось особое заседание конгресса), я довольно подробно обсуждал наши тогдашние замыслы. Локк, приехавший из массачусетского Кембриджа, привез и подарил мне только что вышедшую новинку – «Синтаксические структуры» Хомского (но в Москве оказалось, что их уже успела получить тогда прекрасно снабжавшаяся – не в пример нынешним временам! – Ленинская библиотека, где книгу уже прочла и написала на нее достаточно самостоятельную по духу рецензию Падучева). Занятия в Америке и у нас шли в сходном направлении. Я не видел для нас ничего особенно нового в порождающей грамматике, мы похожие мысли обсуждали на протяжении двух предшествующих лет. Формальные занятия синтаксисом всех нас приучили к анализу по непосредственным составляющим и по грамматическим зависимостям, к соответствующей скобочной и стрелочной записи, а потом и к тому, что можно получить из сопоставления этих лингвистических подходов к тексту с логическим. В кругу этих представлений автоматический анализ текста находится и сейчас, причем дальнейших успехов можно ждать от соединения этих более или менее традиционных методов структурного синтаксиса с семантическим анализом, на что и были устремлены наши усилия в пору бури и натиска в машинном переводе.

Во время конгресса в Осло меня заинтересовали попытки синолога Рейхельта добиться «расщепления атома» в семантике: так он называл представление значения слова в виде соединения двух или более простых смыслов. Он иллюстрировал эти наблюдения примерами из китайской иероглифики и из сравнения способов похожего метафорического выражения одного и того же значения в разных языках (весьма сходные наблюдения я нашел у Эйзенштейна, тоже опиравшегося на иероглифику). С Рейхельтом

⁶ Часть этого комментария перепечатана в первом разделе настоящего сборника. – Сост.

мы беседовали отдельно и долго, я изучил все его публикации. Структурная семантика была темой доклада Ельмслева на конгрессе. Во всем мире лингвисты подступали к этой области, манившей и одновременно пугавшей своей сложностью.

На секции, посвященной математической лингвистике, выступал Якобсон. Он настаивал на том, что суть не в числах, а в соотношениях. Для него, как для Лекомцева и позднее для Лотмана, самой интересной областью математики была топология. В ней он видел созвучие занимавшей его проблеме инвариантов и вариантов в лингвистике. А статистическую лингвистику на конгрессе представлял Хердан, только что выпустивший свою книгу «Язык как случай и язык как выбор».

Конгресс поражал тем, что можно было одновременно услышать трех великих основателей современного теоретического и сравнительного языкознания, по чьим работам мы учились, конспектируя их и тщательно вникая в их смысл – Бенвениста, с которым я проговорил много часов (в конце разговора он сказал с удовлетворением, что я как будто знаю все его сочинения), Якобсона, Куриловича, дружелюбно меня встретившего, хотя я и напечатал незадолго до того длинную придирчивую рецензию на его книгу об индоевропейской акцентуации. С ними тремя я был на приеме на вилле у президента конгресса – кельтолога и исследователя австралийского языка аранта Sommerfeldta; было приятно видеть взаимное ощущение чуть ли не братского равенства в достижении вершин у Якобсона и Бенвениста, о котором Якобсон говорил, что тот все понимает (как будто два альпиниста с двух разных сторон забрались на гору вроде Эвереста и тамжимают друг другу руки). А на заключительном приеме в мэрии Осло мы долго говорили с Ельмсловом и потом еще договаривали в ночном клубе, куда попали вместе с Хэмпом. Мы пили шампанское. Денег у нас не было. Жена Хэмп Маргарет шепнула мне: «Вкусы у Ельмслева изысканные, а кто будет платить?» Но все обошлось. Перед нашим уходом незнакомая дама (кажется, легкого поведения) подарила мне красный цветок. Мы тогда не знали, что вскоре после конгресса начнется долгая предсмертная болезнь Ельмслева.

В тот вечер в мэрии я успел как следует побеседовать и с Чедвиком – соавтором только что перед тем погибшего Вентриса по дешифровке крито-микенского линейного письма Б. Их открытие было одной из радостных неожиданностей тех лет. В построении Вентриса, создавшего условную сетку (решетку) из слогов с одинаковыми (хотя и неизвестными) начальными согласными и конечными гласными, было и прозрение в формальное понимание грамматики в ее соотношении с фонологией. Лингвистика в большей мере, чем многие другие науки, в явном виде связана с теорией дешифровки. Недаром и дешифровка генетического кода начиная с Гамова (пусть во многом ошибавшегося в своей пионерской статье) ориентировалась на лингвистические модели. Открытие генетического кода не зря сопоставляют с дешифровкой Вентриса и Чедвика. Эстетическое изящество построения в обоих случаях доведено до совершенства. До того, как спасти мир, красота помогла наукам, в особенности – занятым языками и кодами.

Успех конгресса в большой степени определялся настоящим пониманием науки у наших гостеприимных норвежских хозяев – Sommerfeldta,

кавказоведа Фогта, слависта и балтолога Станга, первооткрывателя нуристанской ветви индоевропейских языков (в горах Афганистана, где до него бывал Н. И. Вавилов) Моргенсьерне. Мы подружились с совсем молодыми американскими лингвистами моего поколения, которым, как Уоткинсу, предстояло вскоре прославиться. Сидя с Уоткинсом и Хэмпом, мы в один из последних вечеров обсуждали, как нужно будет перестроить сравнительно-историческую грамматику индоевропейских языков и реконструированный праязык. Я чертил схемы предлагаемой мной реконструкции индоевропейских энклитик, пытаясь применить формальные методы к сравнению в области синтаксиса. Многое совпало с позднейшей публикацией Уоткинса. Французский знаток языков Юго-Восточной Азии и Океании Одрикур рассказывал мне, как он приехал в Москву в начале тридцатых годов к Н. И. Вавилову заниматься историей культурных растений. А тот убедил его, что главная наука для этой стороны истории материальной культуры – лингвистика. Лингвистика находилась в центре гуманитарного знания – и конгресс дал это почувствовать.

На конгрессе был выдающийся бельгийский лингвист Бейссанс – автор едва ли не первого опыта обзора самых разных систем знаков, использующихся параллельно с естественным языком. Из американских лингвистов, вплотную подошедших к семиотической проблематике, в конгрессе участвовал Пайк – один из главных деятелей летнего Института Лингвистики, много сделавшего для описания самых разных языков Третьего мира. Тогдашнюю американскую науку о языке со мной на конгрессе обсуждал Курилович, только что вернувшийся из лекционного тура по Америке. В тамошнем тогда (перед появлением школы Хомского) преобладавшем дескриптивистском структурализме он находил много «преувеличенного». Из одаренных американских лингвистов центрально-европейского происхождения автоматическим переводом тогда много занимался Гарвин, поразивший меня рассказом о том, сколько языков он выучил мальчишкой на улицах довоенной Праги – тогда Вавилона, как все настоящие большие города прежней космополитической Европы, еще не укушенной слепнем национального безумия.

Год с небольшим спустя мое выступление по докладу Якобсона на этом конгрессе послужило одним из поводов для политического преследования и изгнания меня из числа преподавателей Московского университета.

8

В Ленинграде осенью 1957 г. состоялась конференция по статистике речи⁷. Ее устраивали инженеры связи, много лет работавшие с фонетистом Л. Р. Зиндером. Там мы познакомились с Л. А. Чистович, начавшей строить теорию речеобразования, в отличие от предшествующих учитывавшую фактор времени, и понимавшей фонему как программу построения звукового сегмента. Из тогдашних исследований звуковой стороны языка это

⁷ Об этой конференции (совещании) см. также в § 5 статьи В. А. Успенского «Серебряный век...» в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

было наиболее оригинальное. Чистович мыслила последовательностью экспериментов, развивавших и проверявших ход ее рассуждений. Она работала вместе с мужем, талантливым приборостроителем Кожевниковым, придумывавшим нужные для ее экспериментов технические устройства. Несколько лет спустя я провел в их лаборатории целый месяц, обучаясь их методам. Тогда только еще планировались полеты в космос и не было известно, легко ли будет наладить там речевую связь. Приборы лаборатории Кожевникова были одним из запасных вариантов.

Зиндер организовал Комитет по прикладной лингвистике, в круг занятий которого вошли разнообразные интересы, нас тогда объединявшие. Комитет функционировал при Секции речи Комиссии по акустике Академии наук, и основные задачи были вокруг автоматического анализа и синтеза устной речи. Меня в Москве не раз приглашал к себе глава всех акустических исследований в Академии наук Андреев, увлеченный прежде всего биологическими открытиями. Он говорил, что если бы не преклонный возраст, он бы все забросил и занялся биологией.

Ленинградские поездки, с созданием Комитета по прикладной лингвистике участвовавшие, давали возможность регулярных встреч с Ю. В. Кнорозовым. Я давно о нем знал от друга своего отрочества поэта В. Берестова. Тот был когда-то одним из членов кружка, в котором вместе с Кнорозовым участвовали А. М. Пятигорский и Л. Н. Гумилев (до очередного его ареста). Они занимались, в частности, сравнением различных сект и партий, существовавших на протяжении истории. Как мне потом пересказывал их выводы Кнорозов, по их мнению наиболее строгой организационной структурой выделялись мормоны и большевики. Поразителен и факт работы этого подпольного кружка в сталинское время, и то, что о нем так и не узнали власти: можно себе представить степень их возможного озверения! Кнорозов – совершенно оригинальный антрополог-теоретик. Слушать его рассказы о древних и экзотических обществах, приправленные черным юмором и всегда наглядно-образные, бывает удивительно: он словно во всех них только что побывал. Он изучал (в том числе и экспериментально – на самом себе) разные виды поведения (например, шаманистского) и общения. Практическим приложением его теории явились осуществленные им успешные опыты дешифровки нескольких письменностей. В основе метода лежат достаточно простые статистические и структурные соображения. Первой по времени была дешифровка иероглифов майя. Судьба этого открытия печальна. Его суть Кнорозов изложил в своей первой статье 1952 г. и в ряде последующих публикаций. За исключением выдающегося лингвиста Лаунзберри, рано отметившего значение работы Кнорозова, подавляющее большинство специалистов ее игнорировало. Окончательное признание открытия Кнорозова и его роли в прочтении иероглифов майя пришло в последние годы. Многие из американских ученых потом признавались, что в то время не верили в возможность появления в СССР каких-либо научных работ, заслуживающих внимания. Но и значительно позднее дешифровка протоиндийской письменности прошла почти незамеченной. Кнорозову принадлежит заслуга создания в 1960-е годы целой группы людей, которые с участием программиста Пробста работали по единой

схеме над дешифровкой ряда письменностей⁸. Из других направлений работы Кнорозова стоит отметить его идею фасцинации как особого вида общения. Она дополняет известную классификацию функций языка, предложенную Якобсоном вслед за Бюлером.

9

В мае 1958 г. в Москве состоялась первая большая конференция по машинному переводу⁹. К тому времени автоматическим переводом занималось с разной степенью успеха несколько групп, результаты части которых обсуждались на конференции. Но ее основное направление было теоретическим. Большое впечатление на собравшихся произвел доклад В. Н. Топорова о древнеиндийских грамматических теориях и их современном звучании. В остроумном выступлении М. И. Стеблина-Каменского были сформулированы те парадоксы грамматического описания, которые выявляются при формальном подходе. Лингвисты, к тому времени начавшие интересоваться возможными методами изучения семантики, услышали из доклада А. Р. Лурия об экспериментальном подходе к связям между словами путем измерения кожногальванической реакции – как в детекторе лжи (этот метод, на мой взгляд очень перспективный, до сих пор освоен в самой малой степени). В одном из нескольких своих докладов я пытался изложить свое понимание стихотворного перевода и процесса писания стихов, которым занимаюсь с молодых лет.

На проходившем осенью того же года Международном съезде славистов машинный перевод был выделен в особую секцию, где выступал И. Мельчук. Его в то время занимала идея языка-посредника как некоторой системы соответствий между сопоставляемыми языками. А мне в этом виделась возможность заново переосмыслить разные области языкознания как занятые аналогичным установлением соответствий – сравнительно-исторических или типологических.

Во время съезда Розенцвейг в Институте иностранных языков устроил заседание, куда были приглашены все занятые этими новыми областями исследования¹⁰. Якобсон прочитал нам доклад о своем понимании мета-языка и применении этого логического понятия в лингвистике. Потом выступали наши ученые младших поколений. На иностранных гостей они произвели неизгладимое впечатление. Мне говорили, что такой научной молодежи нет нигде в мире. Вероятно, это так и было. Страна быстро наворачивала упущенное за годы сталинского террора и мракобесия.

Организации новых направлений больше всего способствовал все тот же А. А. Ляпунов. В 1959 г. он стал заместителем А. И. Берга во вновь создан-

⁸ Мы напрасно пытались привлечь к этой работе и группу сотрудников акад. Соболева. Как показал Кнорозов в своей рецензии, никакой самостоятельной работы по письменности майя эта группа не провела.

⁹ Об этой конференции см. также в § 4 статьи В. А. Успенского «Серебряный век...» в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

¹⁰ См. § 2 упомянутой статьи В. А. Успенского. – **Сост.**

ном академическом Научном Совете по кибернетике. Я написал подробно о Берге и его заслугах в восстановлении гуманитарных наук в нашей стране и не буду здесь повторять сказанного¹¹.

Лингвистическая секция Совета, председателем которой я стал, оказалась центром, к которому тянулись многие начинания, без нас не имевшие достаточной опоры. Дешифровочные исследования, осуществлявшиеся по программе Кнорозова, могут быть показательным примером. В наших занятиях с воодушевлением участвовал Соколянский – создатель замечательной системы обучения слепоглухонемых языку. Заслуга вовлечения Соколянского в наши семиотические собрания принадлежит все тому же В. А. Успенскому.

Меня с Бергом познакомил М. Л. Цетлин, тогда ученый секретарь Совета по кибернетике. О нем я тоже написал отдельную статью¹². Это был человек, озаренный свыше. Он сделал больше других в попытке изменить самый подход к предмету. Он понимал, что на многое в разных областях знания надо смотреть по-новому.

Главное, что сделал Берг в Совете по кибернетике, было подготовкой постановления Президиума Академии наук о развитии семиотики и структурной лингвистики. В 1960 г. было создано несколько секторов и групп в разных институтах. Новый сектор в Институте славяноведения, где мне предстояло работать после перехода в него из лебедевского компьютерного института (я там заведывал группой машинного перевода после того, как меня изгнали из Московского университета), на первых порах возглавил В. Н. Топоров; широта его научных интересов, изначально включавших семиотический цикл наук и философию, наложила отпечаток на всю дальнейшую работу сектора. Шаумян перешел в Институт русского языка, где организовал сектор, занимавшийся преимущественно грамматикой. Там смог до поры до времени продолжать свои занятия дешифровкой карийского талантливый Виталий Шеворошкин, которого позднее стали притеснять не без участия таких стоявших у власти лингвистов, как Трубачев; в конце концов Шеворошкина уволили и вынудили эмигрировать. Из работ в этом же Институте впоследствии выросла группа Ю. Д. Апресяна, потом уволенного за письмо в защиту политических заключенных. В московском Институте языкознания открылся сектор Реформатского, где Мельчук продолжил свои занятия автоматическим грамматическим анализом. Синтаксис он свел к способам выявления нескольких основных типов отношений. Его занятия общей морфологией, нашедшие развитие и в книгах, законченных в эмиграции, надолго предшествовали тому, как морфологию для себя внезапно заново открыли в школе порождающей грамматики. В Ленинграде в Институте языкознания образовалась группа Холодовича, серьезно занимавшегося типологией языка и в подходе к таким явлениям, как залог, сблизившегося с направлением Мельчука. Под руководством Холодовича началось сопоставительное типологическое исследование глагольных кате-

¹¹ См. первый документ настоящего раздела. – **Сост.**

¹² Перепечатывается в разделе «Биографические материалы» настоящего сборника. – **Сост.**

горий в разных языках, продолженное и после его смерти. Понятие «слуги», теперь популярное в работах по грамматической зависимости во всем мире, Холодович ввел раньше многих. Перед смертью он занимался описанием айнского языка, а его работы по японской и корейской грамматике получили широкое признание. Несколько человек под руководством Кнорозова в Институте этнографии занимались этнической семиотикой. Маленькой группой лингвистов-структуралистов в Институте востоковедения руководил Лекомцев при моем участии. В уже упомянутой публикации Успенский рассказывает и о несостоявшемся Институте семиотики, замысел которого оказался неосуществимым главным образом из-за несходства характеров и научных устремлений предполагавшегося директора А. А. Маркова и его заместителя А. А. Ляпунова.

Едва ли не наибольшим успехом была и организация специальных учебных лингвистических отделений, особенно в Московском университете, где преподавание А. А. Зализняка и А. Б. Долгопольского в сочетании с ежегодными лингвистическими экспедициями на Кавказ подготовило будущих участников семинара памяти Иллича-Свити́ча.

Розенцвейгу удалось добиться создания Лаборатории машинного перевода в Институте иностранных языков. Я года два напряженно участвовал в работе по описанию семантики в этой лаборатории. Первые опыты сведения значений к комбинации простых элементов всех обрадовали. Помню сочувственное выступление Цейтина на черновицкой конференции в начале осени 1960 г., где были доложены первые результаты работы Лаборатории. Всем нам было ясно, что надо попытаться дать описание значений слов через некоторый набор элементарных понятий. Несколько позже в Москве с нашими работами знакомилась Анна Вержбицкая, рассказывавшая нам о своих поисках в этом направлении: вскоре она вышла на путь, намеченный когда-то Лейбницем. Ее работа в направлении описания значений через фиксированный (но по ходу ее исследования последовательно расширяющийся) список смысловых монад принадлежит к числу самых удачных из сделанных в этом направлении.

10

В Лаборатории машинного перевода возник также и небольшой кружок по поэтике. Его образовали некоторые из ее сотрудников – моих бывших студентов, как Ю. К. Щеглов – одаренный филолог, и А. К. Жолковский. У последнего была быстрота реакции, остроумие и скорость усвоения, особенно языков: мы вместе начали заниматься вьетнамским языком у талантливого студента Зыонга Дьен Фу и через несколько уроков Алик Жолковский по-вьетнамски рассказывал нам о своей встрече со Шкловским! Потом Жолковский на радио стал диктором на выученном им языке сомали; о грамматике этого языка он написал хорошую книгу. В лингвистике, особенно в начале наших общих занятий семантикой, он проявил больше способностей, чем в занятиях литературой: ее он никогда не мог постигнуть непосредственно, даже задолго до его нападок на Ахматову, поставивших его в один ряд с другим ее хулителем тоже с фамилией на Ж – Ждановым. Жол-

ковский и Щеглов увлекались идеями Эйзенштейна, которого они перетолковывали на свой лад. Я давно для себя открыл Эйзенштейна как мне близкого теоретика искусства. От первых достаточно примитивных схем описания произведения как «монтажа аттракционов» и последующих блестящих разборов «Строения вещей» (которые больше всего и привлекали самых молодых участников кружка) Эйзенштейн, друживший с Выготским и Лурия, постепенно шел к пониманию конфликтов, лежащих в основе психологии художника. Его взгляды на кинопоэтику и на основную проблему искусства (противоположение сознания современного человека и нижних слоев психики, без вовлечения которых в игру не существует художественной формы) обсуждались на заседании памяти Эйзенштейна, которое было устроено Советом по кибернетике в очередной некруглый юбилей режиссера (зимой 1963 г.).

В начале 60-х годов Топорова и меня несколько раз приглашал к себе домой Г. А. Лесскис, чтобы обсудить вместе с Е. М. Мелетинским возможности применения новых методов к изучению литературы. Сам Г. А. Лесскис проделал огромную работу по статистическому обследованию длины предложений в тематически различающихся частях романа Толстого. Е. М. Мелетинский, продолжавший в фольклористике и сравнительном литературоведении линию Веселовского и своего учителя Жирмунского, вскоре встал во главе группы молодых исследователей, развивавшей идеи морфологии сказки Проппа, которые переживали возрождение и у нас, и во всем мире. Позднее наши мечты и проекты, обсуждавшиеся как почти несбыточные дома у Лесскиса, стали реализовываться в Тарту, куда мы все начали регулярно ездить.

Статистическим и теоретико-информационным подходом к поэтике в самом начале 1960-х годов увлекся Колмогоров. Мы знали, что он еще задолго до того, как сделал эти свои интересы достоянием широкой публики, переписывался на эти темы с учениками и говорил им, что поберег эти занятия под старость, когда у него ослабнут собственно математические интересы. С помощью Успенского Колмогоров организовал в Московском университете курс своих лекций на эти темы¹³ и более узкие семинарские занятия, к которым привлекли и сотрудников Лаборатории машинного перевода, и немногих студентов, занимавшихся на отделении машинного перевода в том же институте иностранных языков. Лекции были многолюдными. Колмогоров и маленькая группа его помощников занимались современным русским стихом. Статистическая часть его наблюдений касалась преимущественно развития методов количественного изучения русского стиха, намеченных еще Андреем Белым и усовершенствованных Томашевским. Их он хотел применить к поэтам XX в., прежде всего Маяковскому, у которого его особенно привлекали новые метрические формы – акцентный стих и дольник. У себя и на небольшом организованном им в Московском университете стиховедческом кружке он обсуждал выполненные им и его сотрудниками (среди них был и авангардный прозаик А. Кондратов) рабо-

¹³ Об этом см. Фрагменты из воспоминаний В. А. Успенского в первом разделе настоящего сборника. – *Сост.*

ты по статистике русского стиха; в том же направлении интенсивно работал М. Л. Гаспаров, чьи исследования Колмогоров высоко ценил (позднее М. Тарлинская применила те же методы к изучению английского стиха, в частности, в двух книгах, написанных ей по-английски уже после ее отъезда за границу, но все же во всем мире эти методы значительно менее популярны, чем в русской традиции, хотя – или потому что? – у нас их и пытались объявить вне закона в сталинское время). К обсуждению Колмогоров привлекал и немногих еще тогда работавших стиховедов старшего поколения, как Бобров и Штокмар.

Вместе с продолжением занятий Белого и Томашевского Колмогорова интересовала возможность создания теоретико-информационной модели поэтического творчества. По его мысли, оно описывается соотношениями:

$$H = h_1 + \gamma \quad (1)$$

$$\gamma \geq \beta \quad (2)$$

Согласно равенству (1), энтропия языка H складывается из h_1 – информационной емкости языка, т. е. количества разных мыслей, которые могут быть изложены в тексте данной длины, и γ – гибкости языка, т. е. меры равноценных способов изложения одного и того же содержания средствами данного языка. Для оценки гибкости языка Колмогоров предлагал опыты по угадыванию продолжения текста по его началу. Я, например, участвовал в таком опыте. Я мог до определенной страницы прочесть роман Хемингуэя «Через реку под сень деревьев». Потом с начала следующей страницы я должен был по английскому оригиналу угадывать побуквенно продолжение текста. Ассистент говорил мне, угадал я или ошибся, и фиксировал результат, после чего я возобновлял попытки. Особенно выделялся своими языковыми способностями, проявлявшимися во время подобных экспериментов, Ю. К. Щеглов. Однажды на наш семинар Колмогоров приехал со своей дачи в большом воодушевлении. Он рассказал нам, что по началу стихотворения, приуроченного к одному из советских праздников в отрывном календаре, он угадал весь последующий текст, включая и банальные рифмы.

Колмогоров обсуждал с нами и другие возможные экспериментальные способы оценки величины β . В частности, он предлагал сравнить разные словесные описания одной и той же местности, изображенной на географической карте. К оценке этой же величины β можно подойти и посредством неравенства (2).

В неравенстве (2) участвует коэффициент β , который характеризует ограничения, наложенные художественной формой. При вычислении этого коэффициента Колмогоров использовал достижения русского литературоведческого формализма 1920-х годов, который в послевоенные годы пользовался заслуженным признанием во всем мире, но не у себя на родине. Именно соединение новых теоретико-информационных идей с лучшими достижениями авангардного литературоведения делает эти работы Колмогорова особенно дальнобойными. Приходится только пожалеть о том, что

они до сих пор и не были как следует изданы, и по существу нигде в мире не получили настоящего развития.

В качестве иллюстрации приведу из тогдашних лекций и докладов Колмогорова определение затрат энтропии на ограничения, характеризуемые коэффициентом B , для одной строки «Евгения Онегина»: 4 *бит* – на рифму, 5,5 *бит* – на метр (размер – в данном случае, ямба), 0,5 *бит* – на статистику ритмических форм (семь возможных ритмических форм русского четырехстопного ямба) и их вариантов (в частности, зависящих от размещения словоразделов), 2 *бит* – на ритмико-синтаксические несовпадения (переносы, различие конца строки и конца синтаксического единства – предложения или его целостной части), 1 *бит* – на строфические тенденции (строка как часть онегинской строфы). Коэффициент $B = 13 \text{ бит} + x$, где x выражает расходы энтропии на звуковые повторы, соответствие ритмических вариантов определенной семантической функции и некоторые другие факторы, еще неучтенные. Общая энтропия H оценивается в 45 *бит* на 1 строку четырехстопного ямба «Евгения Онегина».

Неравенство (2) означает, что если коэффициент B больше меры синонимии или гибкости языка G ($B \cdot > = \cdot G$), то выражение заданной мысли в данной форме невозможно. Это неравенство формулирует необходимое условие поэтического творчества и определяет взаимную зависимость сложности поэтической формы и гибкости языка. Последнюю можно увеличить благодаря разрешаемому семантической структурой языка умножению числа образных (переносных или метафорических) употреблений или многозначности каждого слова, что соответственно повышает меру синонимии языка. А это в свою очередь создает почву для увеличения сложности формальных приемов в данном тексте. Поэтому, например, взаимообусловленность усложненной поэтической формы и образности поэтического языка, характерная для многих поэтических традиций Востока, выводится из указанной закономерности.

Исследование теоретико-информационных характеристик поэзии и обычного языка привело Колмогорова и к ряду существенных идей созданной им в те же годы теории сложности. Оценивается минимальная длина l такой программы P , которая позволяет построить один индивидуальный объект x по заранее заданному объекту y :

$$H(x \cdot y) = \min l(P) \quad (3)$$

Условная энтропия $H(x \cdot y)$, или энтропия объекта x относительно объекта y может пониматься как количество информации, необходимое для построения этого индивидуального объекта. На этом пути определяется далее безусловная энтропия относительно заведомо заданного объекта и информации в одном объекте относительно другого. Оценка сложности программы, по которой можно построить индивидуальный объект, приводит к выделению таких объектов, для которых в терминах теории автоматов Дж. фон Неймана создание объекта проще, чем его описание. Колмогоров использовал эти понятия для того, чтобы показать сложность программы построения стихотворного текста, подобного, например, «Евгению Онеги-

ну». Отсутствие закономерности, которая позволила бы задавать такие объекты программой, более короткой, чем они сами, позволяет говорить об их случайном характере. Рискую оказаться далеко за рамками нашей темы, можно было бы предположить, что на этом пути можно искать и выхода из противоречия, заключенного в дискуссии Эйнштейна с Бором: Господь Бог не играет в кости, но сложность некоторых объектов вынуждает предположить их случайный характер потому, что теоретически доступная нашей науке соответствующая программа не короче самих этих объектов. Такие объекты, как «Евгений Онегин», не входят ни в какую статистическую совокупность в качестве одного из ее членов. Поэтому их изучение и привело Колмогорова к такому изложению основ теории информации, которое избегает обращения к теории вероятностей. При значительном интересе математиков к теории сложности ее непосредственные приложения к языку и поэзии, с которых начинал ее разработку Колмогоров, до сих пор не стали в центре внимания специалистов.

Совокупность этих идей и их более конкретных применений в лингвистике, стиховедении и поэтике Колмогоров излагал в лекциях и на семинарах в Московском университете в 1960–1962 гг. и в серии докладов на конференции по статистическому подходу к стиховедению и поэтике, которая состоялась в Горьком в сентябре 1961 г. В последней приняли участие и некоторые названные выше лингвисты и математики, заинтересовавшиеся этими проблемами: Ревзин, Цейтин, Щеглов, Падучева и другие. Приехал и один из двух авторов популярной тогда книги «Вероятность и информация» И. М. Яглом, участвовавший во всех колмогоровских семинарах этого цикла. По поводу удачного доклада Ревзина о теории конечных автоматов в применении к поэзии Колмогоров заметил, что до того, как познакомиться с известной статьей Хомского, он составил себе сам представление о том, что может дать эта теория грамматике, и не нашел нового в статье по сравнению с этими своими предположениями. Подход описываемого направления отличался значительно большей оригинальностью, но, может быть, именно поэтому его признание и развитие остается делом будущего.

Вопросы математической лингвистики были в центре внимания и на Всесоюзном математическом съезде в Ленинграде в 1961 г.: ей был посвящен один из пленарных докладов (его поручили сделать мне, а Колмогоров перед тем специально позвал меня на дачу, чтобы обсудить, что мне стоит рассказывать) и ряд секционных.

Несколько лингвистов, как Ревзин, перешедший на работу в Институт славяноведения, и математиков, как Гладкий (вскоре издавший популярную книгу вместе с Мельчуком), начали заниматься систематизацией теорем и других результатов, достигнутых в области математической лингвистики. Наиболее очевидными были приложения ее понятий к языкам программирования, что составило предмет занятий таких специалистов, как Братчиков. Кажется, что для языков программирования и вообще для искусственных языков этот аппарат пригоден в большей степени, чем для естественных.

Скептики возникали самые неожиданные. В Москву приехал Винер, которого В. Успенский рассматривал как наш главный авторитет в пору на-

шей переписки с Колмогоровым. При знакомстве он стал меня уверять, что математическая лингвистика не имеет будущего. Ему казалось, что малость размеров выборки подрывает возможности научного исследования в любых социальных науках, в том числе и в языкознании.

11

Для перенесения методов структурного и семиотического описания с языка на другие системы в начале 1960-х годов большое значение имели работы московских лингвистов, центром для которых стал вновь созданный Сектор структурной типологии Института славяноведения Академии наук во главе с В. Н. Топоровым, продолжавшим с сотрудниками, соавторами и учениками занятия письменной речью, фольклором, мифологией, ритуалами, разными жанрами художественной литературы, изобразительным искусством. В опробовании новых методов большую роль сыграла экспедиция на Енисей для исследования загадочного языка, мифологии, ритуалов, фольклора кетов. Она состоялась в 1962 г. В ней участвовали многие сотрудники Института славяноведения и несколько энтузиастов, к ним присоединившихся, в частности, Б. Успенский. Мы видели настоящих шаманов, от стариков-кетов узнавали их мифологию и космологию. Наши опыты занятий структурной антропологией приобрели реальные очертания. Результаты исследований публиковались потом в нескольких «Кетских сборниках». Собственно лингвистическая сторона работ позднее была продолжена в полевых работах Г. Вернера (до его репатриации в Германию), который участвовал и в возрождении преподавания кетского языка в школе в начале реформ Горбачева. Потом диахроническое изучение енисейских языков нашло завершение в капитальных сравнительно-исторических трудах Старостина о связях кетского и мертвых енисейских языков с северо-кавказскими и сино-тибетскими.

Первые итоги развернутых московскими семиотиками работ были подведены в конце 1962 г. на симпозиуме по структурному изучению знаковых систем¹⁴. На нем была предпринята попытка дать сопоставительный обзор разных типов семиотических структур и текстов. На отдельных секциях обсуждались проблемы лингвистического подхода к устной и письменной речи, поэтике и стиховедению, мифологии, ритуалам, религии, изобразительному искусству, языкам жестов, этикету, простым системам типа уличной сигнализации (на роль которых обратил внимание Ельмслев), сопоставленных с правовыми. В занятиях приняли участие и специалисты, находившиеся за пределами семиотического круга: большой доклад на искусствоведческой секции сделал известный искусствовед М. В. Алпатов, а своими оригинальными идеями о восприятии цвета в живописи поделился замечательный живописец Вейсберг.

¹⁴ О симпозиуме и связанных с ним последующих событиях см. в статье Вяч. Вс. Иванова «Академик Берг...» и в § 8 статьи В. А. Успенского «Серебряный век...» (обе в настоящем разделе сборника). – **Сост.**

Симпозиум состоялся в момент, когда власти начали в очередной раз наступление на интеллигенцию. Хрущев орал на Неизвестного и на других художников-авангардистов в Манеже. Донос на наш симпозиум еще во время его работы составил заведывавший в том же Институте литературоведческим сектором специалист по социалистическому реализму (а в прошлом свинопас из болгарского поселения на Украине) Д. Марков (позднее он был выбран действительным членом Академии наук). Многие думали, что Д. Маркова особенно обозлило то, что, задавая ему полемический вопрос, Топоров упомянул Хайдеггера. Незнакомое имя уху свинопаса представилось искаженным русским ругательством. Он обиделся смертельно. Донос попал в ЦК партии к Удальцову, прежде работавшему в нашем Институте и на беду нас всех хорошо знавшему. Он дал ход доносу, и главный партийный идеолог Ильичев разразился длинным сочинением, где обвинял нас во множестве грехов. Поговаривали, что по этому поводу готовилось и постановление ЦК (его остановило снятие Ильичева).

Тогдашний президент Академии наук Келдыш, который одновременно состоял и членом ЦК, был в большом беспокойстве. По нескольким заседаниям в его кабинете о машинном переводе и кибернетике, в которых я до того участвовал, я знаю, что наука для него давно сама по себе не существовала. Он был занят организацией полетов в космос (на одном из закрытых заседаний перед его началом он обзванивал разных министров, чтобы как бы показать нам степень своей вхожести в правительство). Он как-то убеждал нас, что кто-нибудь должен бросить науку как таковую и заняться организацией машинного перевода, без этого дело не сдвинется; это утверждение имело для него автобиографический смысл. От Ляпунова Келдыш добивался, чтобы тот связался с военными и узнал, нужны ли им работы по машинному переводу. Впрочем, он не чуждался и как бы научных рассуждений. Заговорив с А. А. Марковым о семиотике в пору разговоров о создании института, он стал того спрашивать, включает ли семиотика, в математическом смысле слова «включать», другие области – язык, перевод. Но по поводу нашего симпозиума речь не шла о науке. Я не хочу опростовачиво ругать Келдыша: его жуткий конец красноречиво говорит о непростоте его сознания и совести. Он совершал и неожиданные добрые поступки. Когда я получил по почте из Владимирской тюрьмы пакет со множеством написанных бисерным почерком сочинений по лингвистике математика Революта Пименова, я рассказал о его бедственной судьбе непременно секретарю нескольких президентов Академии (начиная с С. И. Вавилова) Наталии Леонидовне. Она помогла собрать нужные бумаги (их подписали и Виноградов, и Конрад) и по ходатайству Келдыша Пименова освободили – а ведь он был арестован по чрезвычайному поводу: осудил вторжение в Венгрию в письмах к нескольким членам Верховного Совета.

Но вот защитить нас по поводу симпозиума Келдыш не хотел. Наоборот, он выразил свое осуждение его на заседании, где Берг, формально несший ответственность за него как один из наших покровителей, предложил учредить комиссию, чтобы разобраться в случившемся на симпозиуме. Комиссию возглавил Берг, в нее вошел Виноградов как глава официальной филологии. А в остальном комиссия напоминала Ноев ковчег, где, по словам Пушкина,

«спаслись и люди, и скоты». К первой категории я бы отнес руководителей академических секторов структурной лингвистики и семиотики. Были и предатели-перебежчики, как ленинградский организатор университетских работ по машинному переводу Н. Д. Андреев, ставший одним из главных наших гонителей (позднее он с помощью Трубачева опубликовал совершенно фантастическое и даже бредовое сочинение о прошлом языка). В комиссии участвовали доставшиеся нам от сталинского времени стукачи и бандиты, в гуманитарных отделениях и институтах Академии тогда, как и сейчас,правлявшие. Они пытались навязать всей комиссии решение в духе прошлых лет. Я написал Бергу заявление о своей отставке в виде протеста против этого проекта решения. Оно тогда не было принято. Но созывать подобные симпозиумы в Москве нам долго не давали. И издавать семиотические сборники в России для нас вскоре оказалось невозможным.

12

На помощь столичной семиотике тогда пришел Ю. М. Лотман. Он захотел с нами установить связь еще раньше, но в начале послал рукопись своей первой книги по структурной поэтике в Лабораторию машинного перевода Института иностранных языков. Я в то время с работой лаборатории уже не был прямо связан и только узнал от Розенцвейга, в прошлом занимавшегося социалистическим реализмом в Румынии и не склонного к литературоведческим новшествам, что его сотрудники, Жолковский и Щеглов, написали весьма критическое суждение о рукописи; антагонизм Лотмана и Жолковского постоянно чувствовался и потом, во многих отношениях они были полярно противоположны друг другу, например в безоговорочном признании всего в раннем русском формализме у второго и в значительно более сдержанном усвоении лишь некоторых его достижений у первого. Но у нас с Лотманом сразу установились очень близкие отношения. О них можно составить представление по изданному тому его писем, и я поэтому не буду вдаваться в подробности.

Лотман был нам созвучен соединением очень серьезного понимания истории русской культуры, которую он знал во всех ее вещественных деталях как никто другой, с вдохновенным порывом к новой науке. Ее он мыслил как близкую к математике, и в этом смысле ход его мыслей полностью совпадал с моим. Лотман был настоящим ученым и вдумчивым устройтеlem семиотических симпозиумов и летних школ в Тарту и Кяэрику (на спортивной базе Тартуского университета) и редактором-издателем соответствующих сборников. Наша семиотика возникла до него и отчасти параллельно ранним его занятиям. Но он помог ей стать исторической реальностью, не остаться загадочным полуфольклорным миражем, как многие дивные начинания в рано удушенной русской культуре двадцатых годов, которые и по архивным свидетельствам еле удастся восстановить три четверти столетия спустя.

Вокруг Лотмана на тартуских сборищах соединились многие из самых оригинальных ученых этого времени. По направлению и глубине научных интересов ему был, пожалуй, всего ближе В. Н. Топоров, тоже, как сам

Лотман, глубокие познания в истории русской литературы и культуры соединявший с широчайшим общесемиотическим горизонтом. Многие годы Лотман сотрудничал с Борисом Успенским, постепенно от общелингвистических и общесемиотических занятий двигавшимся к русскому XVIII веку, как бы совершая путь, обратный тому, который проделал сам Лотман. В число близких личных друзей Лотмана входил А. М. Пятигорский, всегда темпераментно парадоксальный, свой показной ритуальный буддизм носящий как одну из веселых масок, закрывающих его подлинное лицо. Когда трое перечисленных вместе с Лотманом и со мной собрались дома у Б. Успенского в конце лета 1970 г., чтобы по замыслу Лотмана составить что-то вроде Пражских фонологических тезисов, стали очевидными несходства в наших точках зрения. Нас объединяло именно отсутствие стандартности, но это по сути противоречило идее школы, предполагающей некоторые общие принципы и приемы исследования. Мы все хотели создания новой гуманитарной науки. Но для меня были важны предшественники, особенно внутри русской традиции, а Пятигорский, уже начинавший отрицать все начало века (как бы предваряя поветрие, в России не без его влияния в последние годы распространившееся), все воевал с моими любимцами – Эйзенштейном и Выготским. Философские разговоры Пятигорского, особенно его беседы с Мамардашвили, многим из нас были далеки. Но вместе с тем если что нас и объединяло, то именно философия языка и философия символа. В Бахтине (с которым я тогда, как и Б. Успенский, встречался) мне и Топорову была близка прежде всего его философская антропология, Боря Успенский стремился технически использовать некоторые из введенных им понятий, позиция Лотмана совмещала обе эти стороны.

Кроме выше названных пяти отцов-основателей того, что потом окрестили тартуско-московской семиотической школой, в наших летних школах, конференциях и сборниках наряду с уже упоминавшимися в разных местах этой статьи семиотиками постоянно участвовали еще десятка полтора-два ученых, среди которых были, например, индологи из Института востоковедения (Т. Елизаренкова, Б. Огибенин, сейчас заведующий кафедрой в Страсбурге, О. Волкова), сотрудники нашего сектора Института славяноведения (Т. Цивьян, И. Ревзин, Т. Николаева, М. Лекомцева, Д. Сегал до его отъезда в Израиль), математик Ю. И. Левин. Лотман был против дальнейшего расширения круга приглашаемых. Мы оставались подобием масонской ложи. История говорит о его проницательности. Мы узнали, что КГБ волновалось относительно того, что же происходит в Кяэрику за закрытыми дверями. Пытались превратить в осведомителя эпизодического посетителя одной из летних школ. Лотман проявил свое офицерское искусство командира. Хотя наши тезисы и статьи систематически печатались в тартуских изданиях, широко читались по всей стране и начинали переводиться в разных странах, сами обсуждения оставались делом очень ограниченного круга. Каждое новое приглашение Лотман тщательно взвешивал и обсуждал. В Тарту появлялись и другие крупные ученые, заинтересовавшиеся нашими работами: И. Д. Амусин, С. С. Аверинцев. Но при этом оставалась неизменной основная группа семиотиков, создавших этот «не-

видимый колледж» на протяжении первого, наиболее продуктивного десятилетия (1964–1974 гг.) бесперебойной его деятельности.

На занятиях обсуждалась любая из сколь угодно специальных тем, занимавших участников школы. Мы входили в подробности древнеиндийской мифологии, зауми Ионеско или строения стихов Мандельштама. Но больше всего волновали вопросы методологии исследования и записи полученных результатов. Много давали и разговоры между заседаниями и на прогулках по лесам вокруг Кяэрику. Едва ли не самой запоминающейся осталась Летняя школа по семиотике летом 1966 г. На нее вопреки всем запретам и трудностям добрались Роман Якобсон с его женой Кристиной Поморской. Был на школе и П. Г. Богатырев. На незабываемом вечере в гостиной у камина Якобсон с Богатыревым вспоминали о начале их совместных занятий и создании Московского лингвистического кружка. Якобсон был чуть ли не наиболее деятельным участником прений. Он произнес целую речь о театре абсурда в связи с коммуникацией по поводу доклада на эту тему И. И. Ревзина и О. Г. Ревзиной. Когда после обсуждения плана работ следующей школы Якобсон начал говорить о проблемах, соединяющих семиотику и квантовую механику (незадолго до того он вел в Массачусетском Технологическом Институте – Эм-Ай-Ти – семинар на эту тему вместе с Нильсом Бором), в аудиторию вошел приехавший для встречи с Якобсоном тогдашний ректор Тартуского университета, крупный эстонский физик.

Относительная идиллия тех лет скоро кончилась. Физика сменил заурядный партийный чиновник, Лотману затруднили, а потом и сделали почти невозможным устройство семиотических конференций (он организовывал литературоведческие с почти таким же составом участников), тома «Трудов по знаковым системам», хоть они успели прославиться по всему миру, из пухлых стали тощими – ограничили листаж, а тираж и до того был мизерным. Мы пытались найти выход, устроили одну конференцию в Тбилиси. Регулярные семинары, на которые приезжал из Тарту Лотман, В. А. Успенский и Ю. А. Шрейдер наладили в ВИНИТИ. Время от времени мы собирались в Вычислительном центре Академии наук, где располагался Совет по кибернетике. В то время меня и Лотмана опять соединили полностью совпавшие научные и эстетические интересы. Мы с ним в одно время увлеклись семиотикой кино. Когда он приезжал в Москву, ездили вместе в Киноархив смотреть труднодоступные фильмы прошлых лет. Другое увлечение, совпавшее у нас с ним по времени, относилось к семиотическим функциям полушарий мозга. Когда я сделал на маленьком симпозиуме в Вычислительном центре в Москве доклад, в зародыше содержащий мысли о диалоге полушарий, Лотман подошел ко мне в энтузиазме. Идея ему прилась по вкусу. Потом мы продолжали обсуждение этих проблем в Москве и в Тарту, приглашая и специалистов из лаборатории Л. В. Балонова.

В Институте славяноведения и балканистики (как он к тому времени стал называться) мы могли устраивать конференции по ограниченным темам, как-то связанным с нашей утвержденной по бюрократическим планам проблематикой: методы анализа небольших текстов типа загадок или заговоров, символика похоронного обряда и т. д. Мы все тренировались в той науке, которая относилась к *целеведению* – так мой друг поэт Д. Самойлов обо-

значил необходимое для советской жизни умение проникать в те области, которые вроде бы и запрещены, а могут быть доступными. Но на это изворачивание уходило много сил, хотя в результате все же число конференций и изданий, которые мы со временем смогли делать в Москве, оказалось внушительным.

Когда тяжелое предреформенное время миновало и стало возможным возобновить наши надолго прерванные летние школы в Тарту, Лотман в качестве темы для очередной предложил историю и семиотику. Он уже размышлял в это время о культуре и взрыве, на симпозиуме излагал мысли, близкие к теории хаоса в истолковании Пригожина, чьи идеи были ему созвучны. В наших занятиях его всегда привлекало то, что соприкасалось с художественной и общественной проблематикой эпохи. Этому он оставался верен до конца.

13

Несмотря на усиливавшийся во всем мире интерес к тартуско-московской школе наладить сотрудничество за пределами страны в те годы было очень трудно. Это касалось даже и стран Центральной и Восточной Европы. Заметное исключение составляли польские ученые, настойчивость и бескомпромиссность которых преодолевали все препятствия. В Москве мне вместе с В. Финном посчастливилось поговорить с Айдукевичем – одним из лучших представителей той Варшавской школы математической логики и логической семиотики, которая внесла неоценимый вклад в логическое исследование естественных и искусственных логических языков. Он приехал в Москву с Адамом Шаффом – логиком и философом марксистского толка, игравшим определенную роль в польской политической жизни. От существовавшего перед войной кружка польских продолжателей русского формализма и пражского структурализма осталось двое ученых, вступивших в близкую связь с русскими семиотиками и одновременно сохранивших ее с Якобсоном. Это был общественный деятель и культуролог Жулкевский и литературовед Рената Майенова, прошедшая во время войны через тяжелейшее испытание: ее прятал в своем доме от гитлеровцев друг, за которого позднее она вышла замуж. Жулкевскому и Майеновой удалось устроить несколько международных конференций по поэтике, где побывали Колмогоров и Жирмунский. По словам Колмогорова, по приезду в Варшаву он убедился, что он и Якобсон приехали с набором вполне одинаковых, хотя до тех пор и не изучавшихся примеров: пропусков метрических ударений в пятистопном амфибрахиях поэмы Пастернака о 1905 годе.

В 1965 г. в Варшаве состоялся симпозиум по семиотике, куда разрешили поехать Шаумяну, Топорову и мне. Из Америки был Якобсон, из Франции – Ролан Барт, слава которого только начиналась. Он приехал с докладом о *транслингвистике*. Мне пришлось рассказать ему, что все это давно написано в книге Бахтина (он это имя впервые услышал от меня), который в этом же значении употреблял термин *металингвистика*. В симпозиуме участвовали польские логики – Котарбинский, Пельц – и лингвисты – Богуславский (позднее пострадавший во время путча Ярузельского как один

из деятелей Солидарности) и Хмелевский, чьи замечательные статьи о логической природе древнекитайского языка я изучал внимательно. Впечатляла многолюдная аудитория, с напряженным вниманием слушавшая самые специальные доклады. Я встретил там старых знакомых, как тонкий исследователь Мандельштама Р. Пшибыльский, с которым мы виделись дома у вдовы поэта. На симпозиуме у меня сложилось впечатление, что в Польше чудом сохранилось поколение (тогда пятидесятилетних), которое в России выбито во время террора и войны или растлено.

После этого симпозиума поездки за границу прекратились на много лет, но Майенова и Жулкевский навещали нас в Москву. А Майеновой удалось даже добиться от нашей дирекции утверждения плана сотрудничества с нашим сектором по стиховедению. Позднее, уже во время военного положения в Польше, Межеевская повторила такой же опыт применительно к изучению афазии.

Время от времени удавалось встречаться и с учеными других стран, хотя нередко это сопровождалось трудностями, иногда почти анекдотическими. Когда Умберто Эко оказался в Москве по приглашению Союза писателей, ему там сказали, что разыскать нас в Москве совершенно невозможно. Ему не нужно было мобилизовывать всю хорошо ему по литературе известную детективную технику, чтобы найти наш сектор, размещавшийся тогда всего на расстоянии нескольких домов от Союза писателей.

Сложнее обстояло дело с изданиями. Для получения официального разрешения нужно было заключение специальной институтской комиссии о том, что публикуемая работа не содержит никаких новых результатов и повторяет уже ранее напечатанное. Но даже и такая лестная характеристика не всегда помогала.

14

Я не буду обозревать происшедшего в последующий период. Многие из героев моего рассказа умерли, эмигрировали или оказались на работе за рубежом и только изредка могут наезжать на родину. Содружество распалось и попытки его склеить (например, с помощью новых периодических изданий) пока не оказались успешными. Эпоха со всеми ее взлетами и невзгодами кончилась, и следующим поколениям надо предоставить возможность трезво судить о всем том, что удалось или не удалось нам сделать.

А. А. Ляпунов и машинный перевод

Машинный перевод (МП) и математическая лингвистика принадлежат к числу областей кибернетики, в становлении и развитии которых Алексей Андреевич Ляпунов активно участвовал и на которые оказывал большое влияние на протяжении многих лет.

Работы по МП начались в нашей стране в 1954 г. Это было время, когда кибернетика в нашей стране еще только зарождалась, причем ее первые шаги были очень непростыми. Об этом много говорится в других статьях данного сборника. В этот период личные качества А. А. Ляпунова, его энергия, умение увлекать людей новыми задачами и перспективами, его яркий ораторский талант сыграли как для кибернетики в целом, так и для МП в частности огромную положительную роль.

Только что появившиеся электронные вычислительные машины вызывали у тех, кто был связан с ними (математиков, инженеров) неумеренный оптимизм и множество радужных надежд относительно их возможностей и разнообразных применений. Однако у людей, далеких от ЭВМ, отношение было нередко скептическим и первоначально многие наши лингвисты отнеслись с большим недоверием к идее поручить перевод текстов с одних языков на другие вычислительным машинам. Алексей Андреевич очень много сделал для преодоления этого недоверия.

Для того, чтобы начались работы по МП, А. А. Ляпунов выступал с докладами, устраивал совещания математиков и лингвистов, проводил беседы с людьми разных специальностей. Ему удалось заинтересовать этой тематикой ряд лингвистов старшего поколения (П. С. Кузнецов, А. А. Реформатский, В. Ю. Розенцвейг, И. И. Ревзин) и привлечь к работе молодых лингвистов (И. А. Мельчук, Т. Н. Молошная). Осенью 1954 г. по инициативе А. А. Ляпунова у М. В. Келдыша прошло совещание, на котором из лингвистов присутствовали П. С. Кузнецов и А. А. Реформатский. После этого М. В. Келдыш дал «добро» на создание группы МП в своем институте – ныне Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН (ИПМ).

Следует сказать, что толчком к началу работ по МП в разных странах, в том числе и в нашей стране, явился известный в истории МП «Джорджтаунский эксперимент» – первый в мире публичный эксперимент по машинному переводу с одного языка на другой, проведенный в Джорджтаунском университете США в январе 1954 г. Он вызвал повсеместно огром-

© О. С. Кулагина, 1998. Данная статья является несколько переработанным и дополненным вариантом работы [15].

ный интерес к этой проблеме, и после него начался первый период бурного подъема в области МП, продлившийся несколько более десяти лет. В этот период коллективы, работающие в области МП, возникли во многих университетах США, в Англии, Франции, Италии, Германии, Японии. В бывшем СССР были созданы группы МП не только в Москве, но также в Ленинграде, Киеве, Ереване, Тбилиси.

В 1957 г. в Москве состоялось «Совещание по комплексу вопросов, связанных с разработкой и построением информационных машин с большой долговременной памятью», собравшее 500 участников самых разных специальностей¹. На этом совещании А. А. Ляпунов сделал доклад «Об общих вопросах машинного перевода».

В мае 1958 г. в Москве состоялась Первая Всесоюзная конференция по машинному переводу², на которой А. А. Ляпунов (совместно с автором) сделал доклад «О работах по машинному переводу Математического института АН СССР». Программа этой первой конференции по МП включала 61 доклад: цифра, убедительно говорящая о размахе работ в самые первые годы существования МП.

Следует заметить, что активность первых шагов в области МП проявлялась не только в числе созданных коллективов. Первые переводы фраз на машинах были получены в нашей стране через полтора года после начала работ (напомним, от полного нуля!). Это были переводы с французского языка на русский, полученные группой, работающей под руководством А. А. Ляпунова, и переводы с английского языка на русский, полученные группой в ИТМиВТ АН СССР (И. К. Бельская, Д. Ю. Панов, Л. Н. Королев), созданной весной того же 1954 г.

В своих самых первых беседах с учениками о машинном переводе А. А. Ляпунов говорил о переводе путем извлечения смысла и его передачи на другом языке. Однако сразу же стало очевидным, что думать о создании переводческой системы, ведущей перевод через построение семантической структуры текста было преждевременно. Слишком много трудностей и неясностей было в том, как надо строить формализованные алгоритмы для работы с текстами, какие словари надо вводить в машину и с какой информацией, какого рода представления сведений о переводимом тексте нужно строить, какие лингвистические закономерности можно при этом использовать и каковы вообще эти закономерности и т. д. Выяснилось, что лингвистика совершенно не располагает ни фактическим материалом, ни идеями и представлениями, нужными для построения переводческих систем, которые использовали бы смысл переводимого текста. Короче, никто не знал ни то, какую информацию извлекает переводчик из переводимого текста, ни то, как именно он это делает. В неразработанном состоянии оказалась не только семантика, но и синтаксис: так, ни для одного языка не существовало перечня синтаксических конструкций, не были изучены условия их сочетаемости и взаимозаменяемости, не были разработаны правила построе-

¹ Об этом совещании подробнее см. § 6 статьи В. А. Успенского «Серебряный век...» в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

² Об этой конференции подробнее см. § 4 той же статьи В. А. Успенского. – **Сост.**

ния более крупных структурных единиц из более мелких и т. д. В сущности, ни на один вопрос, поставленный в связи с построением переводческих систем, лингвистика не давала ответа.

Одним из следствий осознания этой ситуации явилось создание по распоряжению Президента АН СССР А. Н. Несмеянова специальной комиссии, подготовившей постановление «О развитии структурных и математических методов исследования языка» (от 6 мая 1960 г.). Из математиков в комиссию входили А. А. Ляпунов и В. А. Успенский. Во исполнение этого постановления в Институте языкознания АН СССР сектор прикладного языкознания был преобразован в сектор структурной и прикладной лингвистики с группой машинного перевода; в Институте русского языка АН СССР был создан сектор структурной лингвистики; в Ленинградском отделении Института языкознания – группа изучения языка математическими методами.

С этого же времени началась подготовка кадров для работы в области автоматической переработки текстов (перевод, информационный поиск и др.). С 1 сентября 1960 г. начало существовать отделение структурной и прикладной лингвистики на филологическом факультете МГУ, вскоре подобные отделения появились в Ленинградском и Новосибирском университетах; подготовка специалистов по МП началась также в МГПИИЯ.

Что касается группы МП в ИПМ, руководимой А. А. Ляпуновым, то, ввиду невозможности решить сразу все возникшие проблемы, она естественно пошла по пути постепенного преодоления трудностей. Первая система МП для перевода с французского языка на русский – система ФР-I – строилась эмпирически и была, конечно, весьма несовершенной. Однако она позволила накопить опыт, дала материал для дальнейшего продвижения. Следующая система – для перевода с английского на русский – уже имела более четкую логическую структуру (см. [17]). Система ФР-I принадлежала к числу систем, получивших впоследствии название систем первого поколения, или иначе – систем прямого перевода. В таких системах не строилось какое бы то ни было глубинное представление переводимого предложения (перевод текста велся отдельными предложениями, связи между которыми никак не учитывались). Использовался набор операций, который преобразовывал входное переводимое предложение в переводящее выходное. Со временем на смену таким системам пришли системы последующих поколений: так называемые Т-системы и И-системы. В Т-системах (Т – от слова «трансфер» – преобразование) переход от языка к языку совершался на уровне синтаксических структур: путем анализа входного предложения строилась его синтаксическая структура, она преобразовывалась в синтаксическую структуру выходного предложения, по которой это выходное предложение синтезировалось. В И-системах (И – от «интерлингва») декларировалось получение некоторого единого, независимого от языков, представления, к которому приводил анализ входного предложения и от которого начинался синтез выходного. Построенная со временем в группе ИПМ система ФР-II была Т-системой. Описание систем ФР-I и ФР-II см. в [16].

Заметим, что появившиеся в 80-х годах первые коммерческие системы, вошедшие в практическое использование (в значительной мере благодаря появлению персональных ЭВМ), были системами прямого перевода, возможность работы которых базировалась на огромных словарях, а не на умении анализировать и синтезировать тексты.

В начале разработки системы ФР-I А. А. Ляпунов интересовался ходом работ буквально ежедневно, вникая в детали, охотно помогая в преодолении даже мелких трудностей. По мере того, как группа обретала опыт, он отходил от мелочей, но общее идейное руководство сохранялось за ним даже и после его переезда из Москвы в Новосибирск.

Однако интерес А. А. Ляпунова к МП не ограничивался теми работами, которые шли под его непосредственным руководством. В его поле зрения находились также другие коллективы, которые во второй половине 50-х годов начали работать над проблемами МП в Ленинграде, Киеве, Ереване, Тбилиси и других городах. Как и во многих других областях кибернетики, Алексея Андреевича занимало в первую очередь общее направление хода дел, общая стратегия в данной области, а также ее связи как с другими ветвями кибернетики, так и с лингвистикой. Эту общую линию А. А. Ляпунов ясно представлял и видел далеко вперед.

Нужно сказать, что проведение такой общей линии было делом далеко не простым, поскольку МП, как всякая новая область, возникшая на стыке сложившихся ранее научных областей, испытывал на себе разнообразные, нередко весьма противоречивые воздействия. Трудности возникали как со стороны лингвистов, так и со стороны математиков.

Что касается лингвистов, то даже у тех из них, кто хотел работать по-новому и готов был разрабатывать лингвистические проблемы в нужном для МП аспекте, не всегда был достаточно четко и правильно налаженный контакт с математиками, что приводило к отсутствию у лингвистов ясного понимания процессов и алгоритмов, для которых они должны были дать лингвистический материал. Отсюда возникала неясность в том, какие именно лингвистические данные и под каким углом зрения им надо собрать и в какую общую схему их следует уложить. В свою очередь, отсутствие общей картины и неразработанность слишком большого числа проблем приводили к тому, что иногда лингвисты начинали увлекаться решением частных вопросов, отходя на позиции, близкие к традиционно лингвистическим, забывая о целях МП и еще больше ослабляя контакт с математиками.

Что касается математиков, то и здесь не все обстояло просто, поскольку математики столкнулись с совершенно новым, чрезвычайно сложно организованным, трудно поддающимся осмыслению и формализации объектом. Работа с ним требовала создания новых математических подходов и методов, тогда как у некоторых математиков возникала тенденция перенести в эту новую сферу какой-либо привычный им математический аппарат, причем без достаточно глубокого проникновения в суть и специфику лингвистических феноменов.

Кроме вопроса взаимодействия математики и лингвистики на почве МП, другим пунктом противоречий было соотношение теоретического и прак-

тического подходов к проблеме МП. Здесь были свои крайности. С одной стороны – чрезмерное увлечение теорией, при котором МП рассматривался только как источник и стимул теоретических исследований сугубо академического стиля. С другой стороны – преждевременный практицизм, т. е. необоснованное стремление к поспешной реализации систем перевода, представляющих собой перечисление частных случаев и ситуаций, не объединенных общими идеями и понятиями, когда собственно алгоритм сводился к перебору частных случаев.

Именно в силу наличия этих противоречивых тенденций и увлечений так велика роль А. А. Ляпунова в становлении МП в нашей стране, поскольку он, как никто другой, заботился о том, чтобы МП развивался как единое, цельное, сбалансированное направление. О таком едином МП А. А. Ляпунов писал в своих печатных работах (здесь выделяются [12], [13]), говорил в устных выступлениях.

МП для А. А. Ляпунова был, прежде всего, составной частью кибернетики, некоторые из его высказываний на эту тему приводятся ниже.

Количество опубликованных работ А. А. Ляпунова, относящихся к МП и математической лингвистике, не очень велико (см. [1]–[14] в списке литературы). Но надо сказать, что его воздействие на развитие МП лишь в незначительной мере определялось его публикациями. Впрочем, это относится не только к МП, но и к кибернетике в целом. Непосредственное воздействие Алексея Андреевича на всех окружающих было неизмеримо сильнее того влияния, которое оказывали его напечатанные работы. Алексей Андреевич очень много времени проводил в активном общении с коллегами, учениками, с людьми самых разных специальностей. Так и в области МП свои идеи, соображения, замыслы А. А. Ляпунов излагал в докладах, лекциях, выступлениях на совещаниях, беседах с учениками, всевозможных обсуждениях, разговорах, отзывах, письмах или в виде записок, которые он часто начинал диктовать во время разговора, а иногда писал сам.

Ниже приводится ряд выдержек из таких материалов. Хочется обратить внимание читателя на следующее важное обстоятельство. Приводимые отрывки не готовились А. А. Ляпуновым для печати, не редактировались, не шлифовались им. Поэтому, с одной стороны, в приводимых материалах именно в силу обстоятельств их возникновения некоторые мысли выражены не всегда с исчерпывающей полнотой. Нередко в одном случае, в зависимости от контекста, А. А. Ляпунов делал акцент на одной стороне вопроса, а в другом случае, говоря о том же самом, сосредоточивал внимание на другой стороне. Подобные формулировки следует воспринимать как дополняющие друг друга. С другой стороны, в приводимых отрывках есть повторения, нередко приводимые выдержки повторяют то, что имеется в напечатанных работах. Однако эти повторы не убирались, так как хотелось сохранить стиль Алексея Андреевича, а также потому, что нередко идеи, содержащиеся в опубликованных работах, сформулированы в приводимых отрывках в более решительной и яркой форме. Кроме выдержек из записок и писем, в данную публикацию включены также два отрывка из работы [12], наиболее тесно примыкающие по смыслу к выбранным материалам.

Для данной публикации отобраны те разделы, где говорится о проблематике МП, методологии МП, о связях МП с лингвистикой, о месте МП в кибернетике, о соотношении теоретических исследований и экспериментов. Такой выбор продиктован следующими соображениями. Эти высказывания А. А. Ляпунова еще долго будут оставаться актуальными. Эти вопросы чрезвычайно важны для определения «генеральной линии» и перспектив МП как научного направления, а именно очерчивание МП как научного направления и определение перспектив его развития составляет основной вклад А. А. Ляпунова в становление МП в нашей стране. Наконец, эти выдержки интересны тем, что многие идеи, высказанные в них, далеко выходят за рамки МП и относятся к кибернетике в целом.

Машинный перевод был для А. А. Ляпунова составной частью кибернетики. В одном из писем, написанном в январе 1968 г., он очертил содержание кибернетики и место МП в кибернетических исследованиях следующим образом.

«Содержание кибернетики

I. Общие основы или принципы изучения управляющих систем и процессов управления (т. е. систем, перерабатывающих информацию – системы сигналов с целью выбора образа действий – см. основную схему управления).

II. Наблюдения процессов управления действительности³.

III. Эксперимент с реальными управляющими системами с целью узнать их функционирование в тех или иных условиях или при том или ином изменении структуры.

IV. Моделирование или эксперименты с моделями – при наличии описания реальной управляющей системы и комплекса гипотез о ее работе – построение другой управляющей системы (аналоговые или цифровые машины) с целью сопоставления модели и действительности в сфере функционирования.

V. Формулировка задач общетеоретической природы с целью улучшения моделей или их приближения к действительности – точные классификации, количественный подход.

VI. Использование полученных результатов в конкретных областях при работе с управляющими системами.

Может быть, целесообразно в каждом из этих пунктов выделить свои подтипы, например, алгоритмизация – в пункте „эксперимент с моделями“, а также в пункте VI. Оптимальные решения в п. V. Кодирование информации в п. п. II–IV и его изучение в п. V.

Все эти пункты тесно связаны между собой. Возможны переходы от одних к другим. В конкретных задачах и областях, видимо, полезно проследивать, что относится к каждому из пунктов. Интересно горизонтальное сопоставление того, что делается в разных областях. В частности, создание алгоритмов МП относится к разделу VI, а по дороге возникают задачи, вероятно, из всех остальных пунктов».

Алексей Андреевич неоднократно подчеркивал необходимость рассмотрения с единых позиций разных разделов кибернетики. В одном из писем (январь 1968 г.) он писал:

³ Имеются в виду процессы, протекающие в действительности. – О. С. Кулагина.

«Задачи методологии современные и конкретные – сделать прогноз о том, какие подходы к той или иной области науки перспективны. Для этого нужно рассматривать по возможности много областей, в которых имеется родственная обстановка. Для МП таковыми могут быть: информационные системы, теория управляющих систем, „большие“ системы, кибернетические вопросы техники и биологии».

В ноябре 1972 г. Алексей Андреевич во время беседы продиктовал следующие соображения о проблемах переработки информации.

«Речь идет о рассмотрении алгоритмов, служащих для переработки больших массивов сложно организованной информации, и о способах кодирования сложной и разветвленной информации.

Р о л ь и е р а р х и ч н о с т и.

Во всех случаях имеется такая структура.

1) Имеют место некоторые элементарные акты низшего уровня, которые непосредственно работают над исходной информацией (отдельные чисто локальные правила).

2) Следующий уровень правил использует результаты первичной обработки и т. д.

Правила иерархически классифицируются.

При этом на нижнем уровне число различных структурных типов сравнительно невелико, затем оно растет, потом снова сокращается, на самом верхнем их снова мало, иначе слишком большое число случаев реально не использовалось бы.

(Если говорить об эволюции – более высокие уровни обычно более стабильны.)

Это имеет место в синтезе контактных схем (локальное кодирование – три уровня), в структуре языка как такового и в структуре переводческих алгоритмов.

При изучении алгоритмов и способов кодирования информации целесообразно двигаться с двух сторон – сверху и снизу, где меньше переборов, часто не надо проходить все уровни (морфология – потом фраза, а комбинации по 4–5 слов не просматриваются).

Если присмотреться к локальному кодированию О. Б. Лупанова, то там некоторая группа элементов универсальна, и она зависит от природы самих элементов (а не от того, что из этих элементов синтезируется), группа элементов приурочена к реализуемому классу функций, группа элементов приурочена к реализуемой индивидуальной функции.

Очень целесообразно внимательно сопоставить алгоритмы, возникающие в дискретной математике для переработки строго формализованной информации, и алгоритмы МП и вообще большие алгоритмы для переработки неформализованной информации.

Сам факт формализованности информации от особенностей алгоритма, который с ней работает, далек. Алгоритм использует структурные связи, как локальные, так и глобальные, заданные в кодировке информации, причем тоже несколько обобщенно и огрубленно. Вероятно, можно выделить несколько типов структур кодирования информации и информационных связей. Применительно к этим структурам надо установить алгоритмы, работающие с этой информацией. При этом характер иерархичности информационных связей имеет много большее значение, чем индивидуальные особенности кодировки. Можно подозревать, что это некоторым образом навязывает структуру анализирующих и синтезирующих алгоритмов, связанных с этой информацией.

Например, синтез контактных схем связан с тем, что схема характеризуется еще и топологией. Вопросы, связанные с кодированием ДНФ, связаны скорее с тем, что структура ДНФ определяется метрическими и комбинаторными соотношениями между гранями куба, где $ДНФ = 1$. Анализирующие и синтезирующие алгоритмы в МП сильно зависят от того, насколько язык синтетический или аналитический. Алгоритмы таких задач, как коммивояжера, назначение, расписание, – в значительной мере определяются соотношениями между локальными и глобальными связями.

Было бы очень интересно типизировать алгоритмы в зависимости от классов решаемых задач, в частности, порядок просмотра информации, характер неустранимых переборов, каким количеством исходных данных определяется промежуточный результат.

В каждом алгоритме окончательная информация получается из исходной с несколькими промежуточными этапами. Вопрос, сколько ступеней, на какое подмножество исходных данных опирается промежуточный результат. Конечно-разностные схемы, комбинаторные алгоритмы, лингвистические алгоритмы. Поиск эмпирических общих явлений, потом общие соображения, а может быть, аналогии, которые полезно использовать».

«Алгоритмы МП – это частный, но очень важный случай алгоритмов перекодирования, которые встречаются в очень разнообразных задачах кибернетики. Избыточность кодирования языка дает возможность избегать переборов и получать относительно однозначные результаты, по возможности хорошие. Причем анализировать приходится тот материал, который дан, поэтому здесь необходим учет разнообразных возможностей. При синтезе целесообразно обыгрывать избыточность для получения таких фраз, которые конструируются возможно более единообразно и просто – при условии правильности. Поэтому, с моей точки зрения, многозначность анализа и многозначность синтеза в МП играют разную роль. Было бы целесообразно иметь некоторые формализованные языки для записи алгоритмов так, чтобы на этих языках можно было бы описывать как алгоритмы над модельными объектами, так и над реальными для того, чтобы родство строения алгоритмов сделать более явным».

Следующий отрывок из работы [12], бесспорно, относится не только к работам по автоматизации перевода.

«О взаимоотношении экспериментальных исследований и теоретического изучения модельных объектов в области кибернетики

Изучение модельных объектов в теоретической кибернетике можно характеризовать следующим образом.

Рассматриваются некоторые классы управляющих систем (УС), т. е. агрегатов, работающих с информацией, строение и функционирование которых точно описано. Таким образом, эти классы УС являются строго определенными математическими объектами.

Изучаются алгоритмы переработки информации (АПИ), осуществляемые этими УС, соотношения между строением и функционированием этих УС, методы анализа или синтеза УС соответствующего класса. Характерной особенностью такого подхода является стремление к получению точных оценок, к выявлению оптимальных алгоритмов, установлению существования или несуществования определенных алгоритмов в некоторых строго описанных классах алгоритмов, к выяснению

трудоемкости алгоритмов, решающих некоторые задачи, наконец, к построению алгоритмов в некотором смысле наилучших, полностью использующих данную информацию.

Изучение экспериментальных объектов можно характеризовать так.

Рассматривается некоторый класс УС или АПИ. Конструируются некоторые индивидуальные объекты рассматриваемого класса, и для этих объектов выясняются те или иные их функциональные возможности – или общие характеристики. Таким образом, с внешней или формальной стороны задачи близкие, хотя подходы к ним весьма различные. Однако возможность сопоставлений результатов этих двух направлений определяется отнюдь не их внутренними методами, а постановками задач и теми общими явлениями, которые выясняются в интегральной картине. Таким образом, начинать нужно с сопоставления тех общих явлений, которые обнаруживаются как в теоретических, так и в экспериментальных исследованиях. Заметим, что по мере продвижения в таких сопоставлениях оказывается, что глубина сопоставлений возрастает, и в некоторых случаях становится возможным сопоставлять не только структуру окончательных результатов, но и идейную сторону конструкций, используемых при доказательствах или экспериментах. Заметим, что модельные объекты, изучаемые в теории, выбирались так, чтобы, с одной стороны, они допускали отчетливое описание, с другой стороны, обладали многими характерными свойствами некоторых реальных объектов, с которыми приходится иметь дело либо в практических приложениях, либо в экспериментальных работах. Однако впоследствии изучение модельных объектов стало самоцелью и привело к весьма интересным теоретическим результатам. В то же время, сфера практических приложений кибернетических идей, а также область экспериментально-кибернетических исследований сильно расширилась. Первоначальная близость теоретических и экспериментальных исследований в значительной мере нарушилась, тогда как идейное родство этих областей по-прежнему имеет место, хотя даже специалисты-кибернетики его далеко не достаточно полно осознают. Целесообразно привлечь внимание к этой внутренней идейной близости теоретических и экспериментальных работ в области кибернетики».

Литература

1. А. А. Ляпунов, О. С. Кулагина. Использование вычислительных машин для перевода с одного языка на другой // Природа, 1955, № 8.
2. Д. Ю. Панов, А. А. Ляпунов, И. С. Мухин. Автоматизация перевода с одного языка на другой // Сессия по научным проблемам автоматизации производства. М.: Издательство АН СССР, 1956.
3. М. В. Келдыш, А. А. Ляпунов, М. Р. Шура-Бура. Математические вопросы теории счетных машин. Доклад на сессии АН СССР, 1956.
4. П. С. Кузнецов, А. А. Ляпунов, А. А. Реформатский. Основные проблемы машинного перевода // Вопросы языкознания, 1956, № 5.
5. А. А. Ляпунов, О. С. Кулагина. О работах по машинному переводу Математического института АН СССР // Тезисы конференции по машинному переводу. М., 1958.
6. А. А. Ляпунов. Математические исследования, связанные с эксплуатацией вычислительных машин // Математика в СССР за 40 лет, 1917–1957, т. I, Обзорные статьи. М.: Физматгиз, 1959.
7. О. С. Кулагина, А. А. Ляпунов, И. А. Мельчук, Т. Н. Молошная. Теоретические основы машинного перевода на русский язык // Исследования по славянскому языкознанию. М., 1961.

8. Г. П. Багриновская, О. С. Кулагина, А. А. Ляпунов, Т. Н. Молошная. Некоторые вопросы математической лингвистики, возникающие в связи с машинным переводом на русский язык // Машинный перевод и прикладная лингвистика, 1961, вып. 6.
9. А. А. Ляпунов, С. В. Яблонский. Теоретические проблемы кибернетики // Проблемы кибернетики, 1963, вып. 9.
10. А. А. Ляпунов. Предисловие // И. А. Мельчук. Автоматический синтаксический анализ. Новосибирск: Издательство СО АН СССР, 1964.
11. А. А. Ляпунов, Г. П. Багриновская. К вопросу о программировании машинного перевода // Конференция по машинному переводу. Тезисы докладов. Ереван, 1967.
12. Г. П. Багриновская, О. С. Кулагина, А. А. Ляпунов. О некоторых методологических вопросах, относящихся к машинному переводу // О некоторых вопросах теоретической кибернетики и алгоритмах программирования. Новосибирск: Издательство СО АН СССР, 1971.
13. Г. П. Багриновская, А. А. Ляпунов. О задачах математической лингвистики // О некоторых вопросах теоретической кибернетики и алгоритмах программирования. Новосибирск: Издательство СО АН СССР, 1971.
14. А. А. Ляпунов. Послесловие редактора к статье О. С. Кулагиной «О машинном переводе текстов на естественных языках» // Проблемы кибернетики, 1973, вып. 27.
15. О. С. Кулагина. О роли А. А. Ляпунова в развитии работ по машинному переводу в СССР // Проблемы кибернетики, 1977, вып. 32.
16. О. С. Кулагина. Исследования по машинному переводу. М.: Наука, 1979.
17. Т. Н. Молошная. Алгоритм перевода с английского языка на русский // Проблемы кибернетики, 1960, вып. 3.

О Мельчуке

Юбилейные воспоминания¹ – род прижизненного некролога. Впрочем, в нашем случае подобный жанр имеет определенные преимущества, ибо речь в сущности пойдет о «другой жизни», чуть ли не о предыдущей инкарнации, о том, что умерло и живет лишь в памяти. Здесь шумят чужие города, и поминать про Китеж, про битвы, где вместе рубились они, и про прустово ложе нашего прошлого стоит разве с тем, чтобы поэта в нем законопатить. А уж там вырвется ли он, подобно дыму, из дыр эпохи роковой и т. д. – не нам судить. Все это было давно и неправда, и, как говорится, кто мы и откуда, когда от всех тех лет остались пересуды, а нас на свете нет. Итак, несколько штрихов и эпизодов в глубоко прошедшем времени, в *plus-que-perdu*, из жизни человека, который был *a legend in his own time*².

За безупречно украинским «Игорь Мельчук» скрывался огненно-рыжий еврей Иегошуа (т. е. Иисус, как он с гордостью пояснял), похожий на Романа Якобсона и Вуди Аллена. Он в буквальном смысле слова не мог молчать и пребывать в неподвижности; отсюда, наверное, лингвистика и походы. На заре туманной юности он был положительным героем стенгазеты филфака «Комсомолия» («Человек, Который Знает 10 Языков, 100 песен и 1000 анекдотов»). О его научной славе распространяться не буду, но когда «мельчуки» шли в поход («Надо пройти!»), Игорь мог несколько раз в течение одного уик-энда встретить в лесу знакомых – отдельных лиц или це-

¹ Этот юбилейный очерк писался во времена глухой эмиграции, когда казалось, что железный занавес сомкнулся за нами навсегда. Инициатива его написания принадлежала приятелю юбиляра еще со школьной скамьи Лёве Штерну, тцанием которого Мельчуку посвятила две полосы «Новая газета» (5–11 февраля 1983 г., с. 18–19), снабдившая мой очерк заголовком «Грани таланта» (уникальным в списке моих публикаций, куда я пока не включаю заметку «Пора себя показать», написанную мной совместно с Ю. К. Щегловым для стенгазеты воинской части, где мы проходили стажировку зимой 1959 г., на тему о необходимости положенным образом заправлять койки). Очерк был перепечатан в *Festschrift*’е в честь Мельчука под редакцией Тильмана Ройтера и Оге Ханзен-Лёве («Wiener Slawistischer Almanach» 11, [1983], 1523). Настоящие примечания представляют собой постскрипт 1994 года.

² Несмотря на последовательное проведение мотива «плюсquamперфектности» и общий десакрализирующий тон, озадачившие некоторых общих коллег *back home*, очерк понравился Мельчуку, у которого, впрочем, не было иного выбора.

© А. К. Жолковский, 1983, 1995. Написано в 1982 к пятидесятилетию И. А. Мельчука. Перепечатывается с сокращениями из книги: А. К. Жолковский. Инвенции. М.: Гендальф, 1995, с. 162–170.

лое туристское кодро. С ним все хотели быть, говорить, быть им замечены, взяты с собой. Однажды в поход явилось 108 человек, с детьми и собаками.

Тогда была популярна какая-то американская социо-психологическая анкета, включавшая вопрос: «Помогаете ли Вы старушкам на улице?» Так вот, однажды наша очередная встреча для совместной работы сорвалась из-за того, что он взялся вызвать скорую помощь старушке, кем-то подобранной на улице и оставленной у него на руках. Скорая не приезжала, старушку нельзя было бросить...

Еврейское счастье преследовало его самого и его знакомых, и его долг был «управиться». Когда одного его приятеля (отнюдь не ближайшего друга) сбила машина, оставив на дороге практически в виде груды разрозненных костей, не кто иной, как Мельчук, сделал все, что было нужно, чтобы собрать его по частям и поставить обратно на ноги. Помощь какого-то совершенно незаменимого и недоступного хирурга он обеспечил, явившись к нему (после ста безрезультатных звонков) на дом, где застал его в залитой водой квартире (лопнули трубы), и вычерпав вместе с ним всю воду. Я уже не говорю о бесчисленных лингвистах, которым он совершенно бескорыстно – и напрасно, учитывая их бездарность и неблагодарность, – помогал в работе, подавая идеи, читая рукописи и отвечая на вопросы о смысле жизни и науки. Наверное, треть отпущенного ему времени он провел в коридорах Института языкознания, остановленный за пуговицу по дороге к действительно важным делам.

Как мог такой человек быть не только любим, но и ненавидим?

<...>

Еще совсем молодой Мельчук делает доклад в Институте, проповедует в храме. Почтенная старая лингвистка, профессор, доктор, и прочая, и прочая, что-то спрашивает. «Очень, очень неглупый вопрос, – удивленно констатирует Мельчук. – Сейчас отвечу».

Как-то раз он пожаловался мне, что один видный коллега, которого он, Игорь, по-своему уважает и даже просил прочесть рукопись своей книги, перестал здороваться. Из расспросов выяснилось, что тот книгу прочел, но от замечаний воздержался, сказав, что все это ему не близко, он германист, компаративист и в тонкостях моделирования не разбирается. «Да нет, – сказал Мельчук, – мне как раз интересно мнение среднего лингвиста».

Разумеется, такой стиль поведения – еще в сочетании с научным новаторством и политическим диссидентством – не мог привести ни к чему хорошему. Мельчук был постепенно отторгнут системой, как инородное тело, – несмотря на огромные заслуги, популярность и готовность идти на определенные компромиссы. Один забавный пример. Был период, когда он – неофициально и бесплатно – руководил договорной работой лаборатории, где реализовывалась (на военные деньги) модель «Смысл☉Текст». Ректор института, однако, так ненавидела Мельчука и так боялась то ли его дурного влияния, то ли ответственности (это было после подписантства 1968 г.), что запретила ему физически бывать в лаборатории. Она взяла честное слово с нашего шефа, что «ноги Мельчука не будут в Институте». Запрет (напоминающий сталинское запрещение Ворошилову, как английскому шпиону, бывать на Политбюро) соблюдался.

А потом, конечно, он устал от компромиссов, взбунтовался. Последовало письмо в «Нью-Йорк Таймс» в защиту Сахарова³, часовое, вдохновенное и свободное выступление на языковедческой конференции в ИЯ (1975?) с лейт-мотивом: «Давайте поговорим о нашей науке так, как будто мы не на конференции, где много посторонних (кивок в сторону начальства), а где-то на воле», и наконец, отъезд, т. е. смерть, воскресение, реинкарнация, как угодно...

Был и Гефсиманский сад. Из толпы друзей, учеников, поклонников, накормленных, излеченных, воскрешенных, в общем никто не восстал против его увольнения из ИЯ «по профнепригодности». Да и заключительный аккорд той жизни был вполне в духе легенды. Когда он в последний раз махал друзьям со знаменитой галерейки в Шереметьеве, случившийся рядом совершенно посторонний провожатант воскликнул: «Позвольте, но ведь это Мельчук?! Разве он уезжает?»

На моем горизонте Мельчук впервые появился в пятьдесят втором году. Я стал думать о поступлении на филфак, и мама (Д. С. Рыбакова) сказала, что позовет «своего рыженького», который одновременно блестяще учится на филфаке МГУ и у нее в Музыкальном училище (в Мерзляковском), хотя времени для занятий у него почти нет. Он провел у нас вечер, потешая всех рассказами об университетской жизни, в частности о том, как Петька Палиевский (будущий русит, замдиректора Института мировой литературы) на экзамене никак не мог удовлетворить преподавательницу марксизма-ленинизма, которая перебивала его громовым: «Неверно!» каждый раз, как он пропускал хотя бы одно слово в сакраментальной фразе из «Краткого курса»: «В 1934 году, после злодейского и подлого убийства Сергея Мироновича Кирова...»

Знание этого источника требовалось тогда (при жизни его автора – лучшего друга студентов) безупречное, и Игорь пронес его через всю жизнь. Когда в 1967 г. «Вопросы литературы» напечатали нашу со Щегловым статью в дискуссии о кибернетике и литературоведении⁴, Мельчук, услышав, что этому способствовал редактор отдела теории некто Ломинадзе, вскричал: «Морально-политический урод?!» – «Почему? Он симпатичный дядька». Оказывается, в «Кратком курсе» есть упоминание о «морально-политических уродах типа Шацкина и Ломинадзе» (причем последний – отец нашего редактора)⁵. Забавно, что знакомство с Ломинадзе, приведшее к публикации, началось тоже с соответствующей цитаты. Обратиться к нему посоветовал В. В. Ив́анов, сказав: «Есть у них один чудесный грузин...»⁶

Провожая Игоря в тот первый вечер к метро, я задал ему неизбежный юношеский вопрос о счастье. Не колеблясь ни секунды, он ответил: «Счас-

³ Острили, что это было «открытое письмо жене», ибо вызванная им травля Мельчука сняла последние имевшиеся у Л. Н. Иорданской сомнения относительно отъезда.

⁴ А. К. Жолковский, Ю. К. Щеглов. Структурная поэтика – порождающая поэтика // Вопросы литературы, 1967, № 1, с. 74–89.

⁵ Возможно, здесь мемуариста подводит память: известен член редколлегии «Вопросов литературы» Георгий Иосифович Ломидзе, едва ли состоявший в родстве с партийным деятелем Виссарионом Виссарионовичем Ломинадзе. – **Сост.**

⁶ К сведению читателей, не проходивших смолоду марксизма, это цитата из первого отзыва Ленина о Сталине.

тье – это знать, что нужно делать, и делать это. Например, для меня счастье в том, чтобы описывать суффиксы испанских отглагольных существительных -ción и -miento». В дальнейшем смысл жизни, счастье и единственная разумная цель лингвистики состояли в том, чтобы строить алгоритмы машинного перевода, в том, чтобы строить не алгоритмы, а исчисления, в создании модели «Смысл☉Текст»... Все прочее каждый раз объявлялось ненужным и даже вредным. Как сказано у Шкловского: «Я верен любви – люблю другую»⁷.

Последующее десятилетие Игорь был для меня недостижимым научным кумиром, а потом еще десять лет мы проработали вместе над нашим «словарем нового типа». Несколько выдержек из разговоров Гёте с Эккерманом.

«Игорь, как бы не забыть эту мысль. Давай запишем». – «Не надо. То, что можно забыть, не стоит запоминать».

К лженаучным занятиям он относил всякого рода статистику, веруя исключительно в «работающие», главным образом, дискретные модели. «Только лентяи могут заниматься статистикой». – «Как это лентяи? Подумай, сколько труда и времени уходит на все эти подсчеты». – «Вот-вот, думать лень, они и считают».

Что касается создания работающих систем, то оно прекрасно шло на бумаге, но ввиду особенностей русской жизни все не получало технического воплощения. Одно время нашей любимой шуткой было называть себя братьями Ползуновыми. Была ли она пророческой? Сегодня братья имеют возможность наблюдать, как медленно, но верно, их паровоз изобретается американскими Уаттами и Стеффенсонами.

Разумеется, сказать, что не осуществлялось совсем ничего, было бы неверно. Однажды в декабре, то есть в конце финансового года, на оставшиеся неизрасходованными институтские деньги я был командирован в Тбилиси. По рекомендации Игоря я познакомился с Гоги Чикоидзе и все время проводил с ним и его друзьями. Но представители другой ветви грузинского машинного перевода во главе с Гоги Махароблидзе тоже пожелали меня увидеть, поскольку я был чем-то вроде эмиссара Мельчука, которого они очень чтили.

В назначенное время я зашел к Махароблидзе в Вычислительный центр. В просторной комнате сидела лаборантка; Махароблидзе не было. На стене висел аккуратный список – 31 синтаксическое отношение Мельчука. Я решил дожидаться Махароблидзе – девушка сказала, что он ненадолго спустился в столярную мастерскую ВЦ. Она рассказала также, что работает недавно, только два года. За это время она изучила алгоритм русского синтаксического анализа Мельчука и занимается его проверкой – вручную прогнала 60 фраз. Работа интересная, алгоритм хороший, она не жалуется. В общем, стало ясно, что если машина еще не моделирует человека, то человек уже вполне успешно моделирует машину. А вскоре пришел Маха-

⁷ Неуместность самолюбия, когда дело идет об Истине, готовность признать любые свои ошибки и начать с нуля, культивация вызывающего «не знаю» и т. п. – этими принципами научной скромности паче гордости вдохновлялось целое поколение лингвистов-шестидесятников.

роблидзе, огромный человек, с огромным носом, огромными глазами и огромными губами. В руках он держал какую-то полочку, изготовленную по его заказу для домашних нужд. Он пригласил меня к себе в гости и угостил на славу, поднимая бесконечные тосты за Мельчука, за московскую лингвистику, за машинный перевод и вообще за прогресс науки.

Вера в этот прогресс была основным кредо Мельчука. Философию он считал ерундой, но делал это, конечно, с определенных философских позиций, исповедуя крайний и вполне оптимистический рационализм⁸. (Недаром, про него было однажды сказано, что он, хотя и анти-, но настоящий ленинец.) Философия, религия, всякие там гуманитарные печки-лавочки – безобидная, а чаще вредная болтовня, ведущая в конечном счете к тоталитаризму. Поэтики никакой нет и быть не может – ну разве что Алику (т. е. мне), раз он такой умный, а главное, «свой», можно разрешить на досуге это странное времяпрепровождение, чтобы ему было хорошо и он лучше занимался делом, то есть лингвистикой⁹.

⁸ Прочтя позднее веховскую статью С. Франка «Этика нигилизма» (1908 год!), я со стыдом осознал, сколь глубоко и во многом неискоренимо все наше поколение (не говоря о предыдущих, но, к счастью, в отличие от последующих) поражено этим недугом антикультуры. Я подсовывал эту статью и Мельчуку, но безуспешно.

⁹ В дальнейшем поэтика лишилась и этого сомнительного оправдания, ибо я переключился на нее full-time. Призывы Мельчука вернуться от этой ерунды к лингвистике и мои извиняющиеся отказы сделались постоянным рефреном наших контактов в эмиграции. Однажды в Лос-Анжелесе, в гостях у особо скучных коллег, когда после обеда нужно было еще, перейдя в гостиную, вести светские беседы за коньяком и ликерами, Мельчук ужасно томился и все свое раздражение обрушил на меня. Он потребовал от меня объяснений, почему я бросил лингвистику. Чтобы снять нависшее напряжение и развлечь публику, я решил опробовать один давно просившийся ответ на этот вопрос.

В своем расщеплении языкового ядра мы в годы кибернетических бури и натиска ориентировались на великий пример гейдельбергских физиков 20-х годов, прославленный в как раз тогда вышедшей книге Д. Данина «Неизбежность странного мира» (1961). Среди них мое воображение поразил Луи де Бройль – молодой аристократ, герцог, гурман, любитель верховой езды и автомобильных гонок и автор оригинальной статьи о природе света, проложившей путь к важному компромиссу между волновой и корпускулярной теориями. Разрабатывать эту находку во всей полноте и деталях он, однако, предоставил другим (Шрёдингеру и кому-то еще), а сам вернулся к скачкам и женщинам и вообще забросил физику. Прочитав об этом у Данина, я узнал во французском герцоге свой идеал и тоже возмечтал написать чего-нибудь эдакое, да и оставить бокал недопитым. И, значит, чем удачнее были наши лексические функции, тем эффектнее было ими ограничиться.

Игорь слушал с нарастающим отвращением. «Неужели это правда? Какая гадость, если это действительно так!» Я ответил что-то в том смысле, что всё дискурс, в том числе и этот нарратив. Мельчук же продолжал твердить о гадости.

Чистым нарративом, кстати, оказался и романтический образ Луи де Бройля а la Рембо, не помню уже по чьей вине – моей или Данина. Реальный Луи Виктор де Бройль получил Нобелевскую премию, прожил долгую научную жизнь, написал классические труды по физике и вообще явил собою скорее прообраз Мельчука, нежели кого-либо другого.

Но и лингвистика хороша не всякая, так, например, какая может быть польза от занятий (талантливому, милого, но странного) Арона Долгопольского ностратикой – гипотезой о родстве языков мира? Зная Игоря и в духе моей роли маркиза Позы при нем («Алику можно»), я однажды предложил ему такую апологию ностратики.

На Земле высаживаются представители высшей, разумной цивилизации. Они быстро разочаровываются в человечестве и задумываются, не вывести ли его по-быстрому в расход. О моральном его лице говорить не приходится, но и научные достижения не могут перетянуть чашу весов. «Ну, что вы еще там открыли?» – спрашивают пришельцы. Люди предъявляют синхрофазотроны, генетические коды, лексические функции Мельчука и Жолковского и т. п., но все это мало впечатляет утомленных высшим образованием марсиан. И тут, когда все висит на волоске, вперед выталкивают Арончика, который совершенно завораживает пришельцев рассказом об общем корне слов «черный», «кара-кум» и «куро-сиво», а тем самым и о родстве индоевропейских, урало-алтайских и дальневосточных языков. «Ну, если они до этого додумались, – качают головами марсиане, – то, пожалуй, их можно оставить на развод». Таким образом, беспредметные, казалось бы, занятия Долгопольского приносят ощутимую пользу: спасают человечество, в том числе многопоколений Мельчука с чадами и домочадцами.

Что и говорить, жизнь рационалиста в абсурдном мире тяжела, но иногда преданность прогрессу неожиданно окупается. Помню, что когда он уезжал в эмиграцию (в 1977 г.), то ограничения и пошлины на вывоз книг, изданных до 1946 г., беспокоили его меньше всего: «Ну что хорошего могло быть написано до 1946 года?!»

Нужны были поистине гротескные ситуации, чтобы поставить его в тупик перед противоречивостью собственных убеждений. Как-то работая у меня дома, мы сделали перерыв, то есть я лег на диван и поставил «Итальянский концерт» Баха в исполнении Глена Гульда, а Игорь занялся переписыванием набело. Он не любил работать при музыке, но все же слушал с удовольствием. Во время второй части он, не отрывая глаз от бумаги, сказал: «Подумать только, что это было написано больше двухсот лет назад, в XVIII веке!» Я подыграл ему: «Ну да, когда не было не только квантовой механики и булевой алгебры, но даже и порядочной теории электричества». – «Вот-вот, – подхватил он, – и ведь это не какие-нибудь там эмоции, а чисто интеллектуальная музыка, логика, разум!» – «Просто непостижимо, как эта обезьяна Бах, фактически еще не слезшая с дерева и к тому же вместо принципа моделирования верившая в дурацкого бога, могла написать столь разумную вещь, приемлемую для тебя! Ты это имеешь в виду?» – «Логически рассуждая, да!» Он покрутил головой. «Хмырь болотный, как ты все это придумываешь? Я вижу, ты уже отдохнул, давай работать».

Наверно, именно в противоречии между смехотворно узкими рационалистическими прецедентами Мельчука и его страстной, разнообразно одаренной натурой и заключался основной секрет его обаяния. Конечной целью и оправданием «правильных» научных занятий объявлялось создание такого общества, в котором все решения принимают машины, и, следовательно, безопасность и счастье его, Мельчука, детей не будут под угрозой. Гаран-

тировано же это будет тем, что машины создаст он сам. (Возражение, что технический прогресс, наоборот, ведет к конструированию foolproof machines, доступных любому идиоту, террористу и т. д., он с раздражением отметал.) Отсюда недалеко до другой его излюбленной идеи. «Человек – это разум. Все остальное в нем от животного, все эти чувства, желания, всякое там подсознательное, искусство и проч. Человечество давно уже было бы счастливо, если бы все руководствовалось разумом – как я».

Самое смешное, что в действительности он руководствовался тысячами желаний и потребностей, диктуемых всем его существом. В результате он вечно куда-то спешил, опаздывал, писал рефераты в вагоне метро, разрывался на части между разными соавторами, больными родственниками, детьми, изданиями, походами, городами, – в буквальном смысле слова жил под огромным напряжением, так что у него, как у какого-нибудь прибора, от перегрузок все время выходила из строя то одна, то другая деталь: ломалась рука или нога, пропадал сон, начинали мучить фурункулы, не поворачивалась голова, разрушались зубы и т. д.

Очередной поломкой механизма стала затяжная ангина, которой он пренебрегал, бегая по делам, так что она привела к потере обоняния и вкуса. Тем не менее, он продолжал работать, только просил приехать к нему. За работой разговор, естественно, опять зашел о том, что человек это разум. Потом идем ужинать, садимся за стол, Игорь говорит: «Надо же, все так аппетитно выглядит, а я ничего не чувствую, ни запаха, ни вкуса». Я говорю: «Tu l'as voulu: колено у тебя из нейлона, в локте железо, вкус и обоняние потеряны, ты постепенно превращаешься в чистый разум. Чем ты недоволен? Ешь и сознавай, что это нужно тебе для продолжения работы над созданием цивилизации мыслящих машин». Однако эта программа его явно не устроила. Он усиленно лечился антибиотиками и, в конце концов, вернул себе утраченные способности. Помню, однако, что я с определенным удовлетворением наблюдал эту наглядную критику чистого разума. Здесь, конечно, и крылась привлекательность Мельчука. Нестерпимый блеск его научных и человеческих достоинств смягчался как очевидной наивностью его философских установок, так и теми поломками, которые то и дело выводили из строя эту совершенную машину. Чтобы на солнце можно было смотреть, на нем должны быть пятна.

<...>

Одним из литературных мечтаний Мельчука было написать подлинную историю советской лингвистики. (Недавно он опубликовал, как я понимаю, одну из ее глав – воспоминания о своем учителе А. А. Реформатском.) Игорь буквально смаковал различные анекдоты из жизни лингвистов. Как-то раз он пересказал мне следующий диалог между создателем аппликативной грамматики Шаумяном и его учеником Е. Л. Гинзбургом.

«Гинзбург. Себастиан Константинович, я полагаю, что Ваша модель потянет не меньше, как на аксиомы Риманова пространства. *Шаумян* (удовлетворенно покручивая ус). Да-а, а Вы мне не напомните, в чем... э-э... состоят аксиомы Ри-

манова пространства, а то я что-то не вполне... э-э... удерживаю в памяти... *Гинзбург*. Собственно... я... э-э... затрудняюсь, Себастиан Константинович».

Р. С. Игорь, с пятидесятилетием тебя. Прими и мою скромную главу и не обессудь, если что не так.

И. А. Мельчук

Как начиналась математическая лингвистика

Я могу тебе рассказать, как это со мной случилось. С точностью до месяцев я могу ошибиться по времени, но действующие лица и сами события абсолютно точные.

Выхожу я из университета, это была ранняя, сырая, со снегом, противная весна. По моему ощущению — март. Видимо, пятьдесят четвёртого года. Может, не март, а февраль или начало апреля.

Меня останавливает, схватив меня за руку, знакомый мне, младше меня, парень по имени Дима Урнов. Великий специалист по Шекспиру и по ранней английской литературе, ставший большим боссом в советской литературе. Но он очень интеллигентный парень, с хорошо подвешенным языком. Всегда был на виду. Видный, красивый, острит. Поэтому у нас были такие приятельские, но очень поверхностные отношения.

Он меня останавливает и говорит: «Слушай, у меня к тебе совершенно дикое дело. Я не могу толком ничего объяснить, но вот примерно так: у меня есть подружка, её зовут Наташа Рикко...»

Моя первая реакция — что такое?... В самом деле: в Москве пятьдесят четвёртого года человек по имени Наташа Рикко?! Потом оказалось, что она действительно полуитальянка. У неё отец итальянец. Она аспирант-математик, и какой-то там человек, то ли Липунов, то ли Ляпунов, её учитель, или что-то в этом роде, я подробностей не знаю, хочет сделать так, чтоб какие-то машины переводили с одного языка на другой.

Ну, в пятьдесят четвёртом году для студента филфака это звучало как абсолютный бред, полная бессмыслица. Слова бессвязные, так же, как, я

© И. А. Мельчук, 1998. Интервью, которое И. А. Мельчук дал Я. И. Фету в июне 1996 г. во время Второго Сибирского конгресса по прикладной и индустриальной математике (INPRIM-96). Новосибирск, Академгородок.

помню, приводили в своё время пример бессмысленной фразы: «Принесли пакет молока». Ну, над этим всегда хохотали. Бессмысленная фраза, образцовая. Потом пакеты молока, естественно, появились.

Вот так же это для меня прозвучало: «машины, переводить, Липунов, Рикко», запредельные какие-то вещи. Но Урнов очень на меня насел, говорит: «Нет, это серьёзно, ты не смейся, она очень милая девочка, она неглупая, раз она так говорит, значит в этом что-то есть».

«А я при чём?»

«А вот при том, что для перевода им нужен человек, знающий языки и филолог, и они просили меня. Но меня это не интересует, я — литература, то, сё... И потом они английский плохо знают, они все знают больше французский, вот как ты. И они просили найти какого-нибудь умного и такого подвижного филолога».

Ну, я подумал: «Чем я рискую?»

Я тогда был на четвёртом, начало четвёртого курса.

Значит, я согласился пойти. И он меня отвёл к Наташе Рикко, на улицу Горького где-то. Не помню, это была первая или вторая встреча (через день), но то, что я ясно помню — комната, я и три девицы. Нам всем по двадцати одному, максимум двадцать два года.

Наташа Рикко — высокая, очень на вид худая, горбоносая, очень типичная итальянка, как мы их себе представляем. Таня Вентцель — дочь знаменитого математика, зеленоглазая, плотная, и Оля Кулагина — наиболее незаметная из них, но она оказалась самой работающей.

И они меня облепляют со всех сторон и начинают меня шупать и мне объяснять, что, мол, существуют такие машины, которые обрабатывают информацию. Не помню, какие они употребляли аналогии, очень смутно у меня это было в голове, как это можно сделать. Никто ещё тогда ничего такого не слышал, конечно. Слова «компьютер» не было отродясь. И даже слово «ЭВМ» ещё не появилось в печати ни разу.

— Подожди, но уже существовал ИТМиВТ. И они там уже делали не первую, а вторую или третью машину.

Да, это была первая БЭСМ, которая тогда проектировалась. Единственная работающая машина — «Стрела». В это время она уже была.

Но всё это было ультразасекречено, произносить эти слова было нельзя. Всё это использовалось для военных целей, для ракет... И никто из нормальной публики про это ничего не слышал ещё, никогда.

Они мне понравились. Они говорили очень чётко, разумно, но я плохо понимал, потому что я ничего про это не знал. И я им тоже очень понравился, так что они сказали: «Ну, мы тебя ведём к шефу!»

И ещё через сколько-то дней (всё это происходило абсолютно стремительно, вся эта процедура заняла, по моим теперешним ощущениям, порядка недели) я встретился с Ляпуновым. Они меня просто отвели к нему. Куда — не помню. Ну, конечно, не в институт. Я думаю, что это происходило у него дома, на Шаболовке, ещё на старой квартире. И там я совершенно обалдел от него. Конечно, он был тогда ещё совсем молод, полон сил, полон громадных прожектов, и всё это он вывалил на мою бедную голову.

Ситуация была такая: в январе пятьдесят четвёртого года появилась первая публикация об успешном машинном переводе. Это сделали два американца — Питер Шеридан, программист, и лингвист Пол Гарвинс, с которым я потом хорошо, даже очень, познакомился. Он уже, к сожалению, умер теперь. Где-то в январе пятьдесят четвёртого года их «Марк-2» или что-то такое, какой-то совершенно допотопный мастодонт, перевёл триста случайным образом составленных фраз, не подогнанных. Там словарь нужно было соблюдать. Чтобы слова были из этого словаря, а фразы делай какие хочешь. Перевод был ужасный, но перевод с помощью машины! Коряво, так не говорят, но в общем — перевод. Потом выяснилось, что о машинном переводе говорили и до того, и даже за два года перед тем была всемирная конференция на эту тему, но никакого машинного перевода не было. Обсуждались только подходы, как за это можно взяться.

И большинство высказывающихся, в том числе крупнейшие люди, типа Винера, который, собственно, всё создал, и фон Неймана, который был ещё жив, решительно высказывались на эту тему, что это невозможно. Просто категорически. Видные логики, вроде Бар-Хиллела, даже формулировали абсолютно убедительные соображения, почему это невозможно. Ну, а какие-то такие недоучившиеся математики, ставшие компьютерщиками, сказали: «Мы не знаем теорий, а вот это мы можем». И продемонстрировали...

Мало что изменилось за эти прошедшие сорок лет, очень мало.

— Недавно писали об одном японце, который сделал англо-японский перевод на большой параллельной машине, с надёжностью девяносто процентов при очень широком словаре...

Да, ключ, конечно, в словаре, это совершенно ясно, что в этом всё дело. Ну, сейчас я не знаю, я отошёл от практического дела. Поэтому не могу тебе сказать. Я думаю так: из того, что я видел в разных группах, уже полу-приличные переводы, которые можно использовать, существуют во многих направлениях. Но меня это теперь мало интересует. Если потом спросишь, объясню почему.

Короче говоря, Ляпунов меня просто купил с потрохами. Ничего более интересного я никогда в жизни не слышал. Я, конечно, согласился сотрудничать с ними на любых условиях и тут же начал работать с Кулагиной. Собственно говоря, Ляпунов велел им всем трём этим заниматься. Это были его аспирантки первого года. Но две как-то по разным причинам личного свойства отпали, а с Ольгой мы трудились полтора года очень напряжённо, очень много. И где-то ранней весной пятьдесят шестого года у неё (это был Институт прикладной математики, куда я вообще войти не мог, такой он был секретный), у неё этот алгоритм зафурычил, появились первые переводы с французского языка. Мы делали много лучше, чем было у американцев. И качество у нас было лучше, и самое главное, что, я считаю, было хорошо, — этот алгоритм можно было расширять, он не был закрытой системой. Можно было прибавлять правила, прибавлять слова, и от этого то, что уже было, не портилось. Мы написали работу, которую представили на конкурс студенческих работ. Мы получили то ли первую, то ли вторую премию, я забыл, но какую-то очень высокую, по-моему, первую-вторую

пополам или что-то в этом роде. Я забыл. И нашу работу опубликовали в «Вопросах языкознания». Какую-то её выжимку. Мы сделали две выжимки: для математиков и для филологов.

Это был пятьдесят шестой год, я окончил университет. Я учился на год больше, чем должен был, потому что закрыли испанское отделение, на котором я учился. Я должен был получать диплом по французскому, надо было в год сделать программу четырёх лет.

После этого я так сблизился с Ляпуновым, что он обязательно хотел взять меня к себе на работу в ИПМ и создать большую группу машинного перевода в своём институте. Он взял на работу одну лингвистку из моего выпуска, она была по английскому языку, Таня Молошная. К ней прикрепил своих математиков, которые с ней работали, они тоже что-то сделали.

Меня он хотел взять, и при всём его колоссальном влиянии ему отказали несколько раз, причём в последний раз в резкой и грубой форме: еврей. Евреи были там не нужны. Тогда он добился, чтоб по крайней мере это место, которое он для меня отвоевал в Президиуме, ему лично оставили, и он эту ставку передал в Институт языкознания, чтоб меня взять туда. Я это всё так подробно рассказываю, потому что для судеб науки тогда всё это играло очень большую роль — детали эти мелкие, которые ты можешь использовать как захочешь. Я особо повторяю то, что касается меня. Я сейчас объясню, в чём состояла для меня лично вся эта история. Если бы я попал в институт к Ляпунову, я, возможно, не стал бы тем, чем я стал. Не знаю, лучше это или хуже. Но я был бы совершенно другим человеком с очень сильно другими взглядами.

Меня не хотели брать и в Институт языкознания, по той же самой причине. Директор честно сказал Ляпунову. Это было почти при мне. Алексей Андреевич пришёл со мной лично к директору, когда директор как-то так замялся и попросил меня выйти. У них был разговор на такую же тему. Алексей Андреевич раскричался, начал размахивать руками. Я не слышал конкретных слов, но было совершенно очевидно, что дело в этом: был слышен шум голосов сквозь запертую дверь, а вышел Ляпунов красный, возбуждённый, очень злой — и тут же мне пересказал беседу: директор ему сказал, что у него уже много евреев, и он ещё одного принять не может.

Но он его заставил меня взять: в Институте языкознания математик ранга Ляпунова, связанный с военными, партийный и так далее, всё-таки был силой, и директору, который хотел быть избранным в Академию, бесспорно, не следовало лично ссориться с человеком такого калибра, который запросто был с президентом Академии... Меня взяли.

В течение следующих примерно десяти лет я продолжал очень тесно сотрудничать с Кулагиной, а через неё — с Ляпуновым. Конкретно же моё участие в работах по машинному переводу всё уменьшалось и уменьшалось. И причин для этого было очень много разных. С одной стороны, оказавшись в Институте языкознания под руководством очень крупного лингвиста — Реформатского (я был его единственным сотрудником в течение длительного срока — он был заведующим, а я был его единственным подчинённым; ну, потом появились другие), я невольно развил в себе какие-то более общие лингвистические интересы, а прикладные интересы, естест-

венно, угасали. Потому что я лично работать над машинным переводом сам никак не мог, только через Кулагину. И хотя мы были в абсолютно приятельских, очень хороших отношениях, но тоже начались кое-какие трения. Ей хотелось вкладывать в это больше себя.

Как-то потихоньку наши пути почти совершенно разошлись, и тут разошлись и мои пути с Ляпуновым. Те идеи, которые он высказал вначале — как надо делать, мне казались абсолютно правильными (они мне и сейчас кажутся правильными), но их развитие ему уже не нравилось.

Появился какой-то лёгкий оттенок раздражения в его отношении к моим работам, и он пытался в разумных пределах повлиять (он человек был абсолютно порядочный, он не давил на меня так, что «ах, я тебя устроил на работу, так теперь давай, расплачивайся!»)... Насколько он мог, давил, а я, насколько мог, «отдавливался» и сохранил самостоятельность в этом смысле. Не знаю, был ли я прав, или нет. Это одному богу известно, если он существует.

Но, во всяком случае, я стал лингвистом благодаря тому, что Ляпунову не удалось меня взять к себе. Я стал лингвистом, создавшим некую модель языка, которую кто-то признаёт, кто-то нет, естественно. Я не знаю, прав я или нет. Но у него я бы лингвистом, видимо, не стал, а стал бы таким классическим прикладником, что, может быть, и лучше, не знаю.

Ну вот, значит, ещё в течение примерно десяти лет, с пятьдесят шестого по шестьдесят шестой, я много очень, оставаясь лингвистом и будучи в лингвистическом институте, занимался всё-таки проблемами машинного перевода, насколько я это понимал.

Ляпунов всё время хотел получить от меня большое, хорошее описание системы автоматического анализа, например, для русского языка. Такого тогда не было. Я и моя жена Лида, которая поступила в сектор, моя бывшая студентка (я очень коротко преподавал в университете и, вот, осталось...), мы сделали такую работу. Книжки наши вышли именно в Сибирском отделении. Это называется «Автоматический синтаксический анализ русского языка». Моя — в шестьдесят четвёртом — первый том, «Простое предложение», и её — на три года позже — «Сложное предложение». Вот, в общем, десять лет я занимался поставленной Ляпуновым проблемой. Как понимал. Ему уже многое не нравилось в моём способе решать её, но тем не менее это всё ещё продолжалось предложенное им направление.

— А эти работы по анализу предложений русского языка, они сейчас играют какую-то роль?

Нет, никакой. Это были абсолютно тупиковые вещи. Но, они, может, сыграли положительную роль (для меня и для других) — как **не надо** делать. С моей точки зрения, они были очень прикладные, они были очень техничные. При такой сложности языка — такая техничность... Я просто писал конкретные правила анализа, что-то в этом роде, в огромном количестве: сотни, может быть пара тысяч. Это необозримо, это не контролируется человеком, никто посторонний практически разобраться в этом не может... То есть я нахожу, что это был тупиковый путь.

Свою роль это сыграло. Например, в Армении, в Грузии, где у меня было много друзей, это использовалось как шаблон: как им делать. На этом потом выучилось целое поколение специалистов. Так что, может быть, это и было полезно, но сейчас это, конечно, смешно видеть. Это — мастодонт, нежизнеспособно. И результат этого — я знал, что в то время в этой области я был лучшим и сильно лучше следующего, — и я всё равно не смог сделать. Значит, может, это в принципе и разрешимо, но даже при наличии людей выше среднего уровня способностей на этом пути сделать ничего нельзя. Вот в это Ляпунов не верил. Он настаивал, что надо всё равно продолжать, а если мы не можем это удерживать в памяти, надо делать программы, которые будут нам помогать.

Он предлагал всё время идти по этому пути — автоматизации наших усилий. А я к этому просто абсолютно неспособен. Я не могу этого делать. У меня нет ни интереса, ни навыков, ни знаний — ничего. И у меня начала складываться идея, что надо идти по совершенно другому пути, а именно — максимального удаления от технических вещей. Описывать язык, пусть не формально, но строго, так, чтобы математик, работающий с тобой в паре, мог это формализовать независимо от тебя. Но надо описывать язык. Лингвист — это человек, который видит, как устроен язык. Он не видит, как устроена машина, и не должен тратить свои силы на это, что я пытался сделать. Потому что силы ограничены, и обе вещи такой сложности, что одновременно их никто не может сделать. И я оказался прав. До сих пор не существует человека, который был бы способен на подвиг формального, программно-формального описания языка.

— А как же тогда работать с естественным языком?

Один человек описывает естественный язык, не думая о программировании, а другой человек берёт то, что он сделал, и думает, как это запрограммировать.

— Но если другой человек — это математик, кибернетик, который язык знает понаслышке, то, значит, описание должно быть всё-таки как-то формализовано?

Слово «формализовано» — очень важное здесь слово. «Как-то» — да! Но совсем не так, как к этому привык программист. Программист должен научиться понимать другие формализмы. Это очень важно. Потому что в начале именно из-за того, что лингвистика была в таком жалком состоянии (она, действительно, была в жалком состоянии), идея Ляпунова была в том, что мы должны превратиться в каких-то полупрограммистов. А это неверно.

В это время появились люди, которые тоже активно заинтересовались машинным переводом. Они к этому пришли много позже меня, но они пришли как бы с других позиций. Это были люди, очень увлечённые семантикой. Главное здесь имя, которое для меня сыграло колоссальную роль и окончательно оторвало меня от Ляпунова, — это Алик Жолковский, ныне профессор в Лос-Анджелесе. У него идея была, в общем, по нынешним временам банальной, а тогда ему понадобился год или полтора, чтобы меня

убедить в её осуществимости. Я эту идею излагаю в своей нынешней редакции, он так не говорил тогда. Идея была такая — язык надо описывать следующим образом: надо уметь записывать смыслы фраз. Не фразы, а их смыслы, что отдельно. Плюс построить систему, которая по смыслу строит фразу. Это та область или тот поворот исследований, при котором интуиция способного лингвиста работает лучше всего: как выразить на данном языке данный смысл. Это — то, для чего лингвистов учат, то, на что мы в принципе умеем хорошо отвечать.

Из этого вытекало огромное количество разумных идей. Во-первых, не делайте анализа, делайте только синтез. Это, как я теперь вижу, на сто процентов верно. По следующей причине: когда ты понимаешь текст (на родном языке или на любом другом языке), усилия, которые ты тратишь на преодоление чисто языковых трудностей, составляют не более десяти процентов по сравнению с собственно пониманием текста.

Ты по-русски читаешь текст, даже художественный, не обязательно научный — и не так, чтобы ты мгновенно всё сразу понимал. А уж научный — ты сидишь с карандашом и мучительно работаешь, а это твой родной язык! То есть понимание сопряжено в первую очередь с какими-то сложнейшими мыслительными процессами распознавания, которые к языку не имеют никакого отношения. Поэтому, когда ты пытаешься описать язык с точки зрения анализа, ты смешиваешь пять процентов вещей, относящихся к языку, где ты действительно профессионал и мог бы чего-то разгадать, и девяносто пять процентов невероятно разнородных вещей — логика, знание, просто умение догадаться, интуиция, чёрт знает что, — связанных с индивидуальными способностями.

Два человека, читающие одну и ту же статью, в этом смысле понимают её часто на разной глубине. Поэтому, значит, нужно полностью отказаться от анализа, для этого время не пришло. Сейчас надо моделировать синтез. Когда мы это сделаем и это будет формализовано, профессионал-программист, аналит, перевернёт этот алгоритм из чисто формальных соображений. Он не будет работать на анализе. Именно по той причине, о которой я сказал: он недостаточен.

Так вот, то, чего не хватает, надо будет достраивать тогда, видя: вот здесь язык, сюда не залезай, это лингвист тебе доделает. Но весь этот огромный кусок не требует, чтобы лингвист это делал. Это не лингвистика. Это тоже нужно, без этого анализа не выйдет, но надо понимать, что ты делаешь. А при синтезе весь этот кусок не нужен.

Вторая идея была такая. Всегда всё говорилось о синтаксическом анализе: синтаксис — фраза, синтаксис — фраза. Откуда это взялось, например, у того же Ляпунова и у всех, ну, как в языках программирования, формальные языки: словарь и синтаксис. Прямая аналогия, действительно, очень точная... Но в естественном языке это плохо работает, потому что в естественном языке есть ещё нечто, чего совершенно нет в формальных языках — буквальная семантика. Не та семантика, которая в программе, — в программе, говорят, тоже есть семантика: она что-то делает — вот её семантика. Но в языке не так, в языке семантикой фразы является не то, что ты делаешь, услышав эту фразу. А нечто другое, это очень трудно коротко ска-

зять. И я не буду, это высокая наука. Ну, короче говоря, есть ещё слой, пласт, которого ни в каком формальном языке в принципе не бывает. Формальные языки именно нарочно сделаны так, чтобы они были проще, чтобы ими было легче манипулировать, и там это не допускается.

Лингвистический смысл научного текста — это совсем не то, что ты, читая его, из него извлекаешь. Это, очень грубо говоря, инвариант синонимических парафраз. Ты можешь один и тот же смысл выразить очень многими способами. Когда ты говоришь, то можешь сказать по-разному: «Сейчас я налью тебе вина», или: «Дай, я тебе предложу вина», или: «Не выпить ли нам по бокалу?», или что-нибудь такое,— всё это имеет один и тот же смысл. И вот можно придумать, как записывать этот смысл. Именно его. Не фразу, а смысл. И работать надо от этого смысла к реальным фразам. Синтаксис там по дороге тоже нужен, но он нужен именно по дороге, он не может быть ни конечной целью, ни начальной точкой. Это — промежуточное дело.

И как только ты становишься на эту точку зрения...

Здесь главное — то, что называют лингвистическими способностями. Не способность к языку, а способность быть лингвистом. Как есть прирождённые математики, прирождённые архитекторы, прирождённые певцы — так есть прирождённые лингвисты. Это такая же способность. Есть больше, есть меньше, есть гении, а есть неспособные. Это способность видеть этот путь. Так же, как художник, чёрт его знает, откуда он знает, как провести линию. Он проводит, а ты не можешь! Вот так же с лингвистикой. Нормальный лингвист видит, как это делается. Другие люди умеют говорить не хуже, но не видят этого.

Вот это то, чего Ляпунов понять не мог.

Он бы мог понять, он был гениальный, но ему это было неинтересно слушать. Кроме того, он был занят миллионами разных дел. У него никогда не было времени и покоя, чтобы на чём-то сосредоточиться. Теперь, почти тридцать лет спустя, эта мысль стала банальной и проникла просто всюду. Есть доказательства... Тогда — ничего! Я ничего ему не мог разумно продемонстрировать. Это всё держалось на интуитивном ощущении нескольких сопляков. Теперь у меня такой огромный опыт, что я могу предложить бесконечное количество примеров, иллюстраций, ссылок. Тогда ничего этого не было, в это надо было просто слепо поверить. И я не удивляюсь, что он не хотел, это не в его натуре — слепо верить. Если бы он сам имел возможность засесть за это на какие-то дни, недели, поковыряться, возможно, он бы понял это в тридцать раз лучше меня, но он этого не делал. Он всё время спешил. У него не было ни времени, ни сил, а потому и желания влезать в детали. Это было очень далеко от его главных интересов.

— Ну конечно, ведь путей, по которым кибернетические понятия можно было использовать, и применять, и развивать, была масса — и он хотел все их охватить.

Именно! И он это делал, и делал в какой-то степени успешно.

Я повторяю: я обязан ему, лично ему тем, что я стал таким, каким я стал. Плюс — случай, что, будучи под его большим влиянием, я не был от него

прямо зависим. Я считаю, что это сыграло очень положительную роль. Если б его влияние было существенно больше, и он бы мог меня ограничить (он бы это делал, конечно, не из дурных соображений, а считая, что я заблуждаюсь: ну, учеников всегда стараешься ограничить, это естественно), то с какого-то момента это влияние было бы уже дурным. Я так думаю. Проверить это невозможно.

— *И ты отделился от него?*

Да, именно. Первая работа, в совершенно новом жанре, она ему не понравилась. Тем не менее он её опубликовал в «Проблемах кибернетики» без всяких проблем, хотя он сделал много замечаний по форме, по выражению. И хотя он морщился и говорил: «Ну зачем вы теряете время, это неправильно, это ненужно», но никаких репрессий ни в какой форме не было.

Потом был съезд славянский¹. Я уговорил его и Молошную, мне было неудобно одному излагать эти все идеи. Они как бы приписались ко мне, но текст писал в основном я, и ему страшно не понравился этот текст. Тут тоже начались трения. Он сказал: «Я сниму своё имя, тем более, что я ничего не писал, говорите от себя, я не могу отвечать за эти мысли». Ну, я настоял на том, чтоб его имя осталось, потому что мне казалось, что я его обворовал. Он не признавал эти мысли своими, а я их воспринимал как его собственные.

— *Они возникли у тебя под его влиянием?*

Да. Именно. Я считал, что я — первый автор, но это и его тоже. Мы это с ним обсуждали, он критиковал, я менял и так далее. И он уступил. Но ему не понравился доклад. Он его перечитывал, но не проявил никакого интереса. Это было в шестьдесят третьем году — в первый раз, когда я правильно сформулировал, что с чем не надо путать. Это был довольно поверхностный доклад, там не было результатов. Но я правильно различал то, что, я и теперь считаю, надо было различать, что и сейчас во многих направлениях не делается.

И примерно с шестьдесят седьмого года (это точная граница) мы научно практически больше не общались. Его влияние на меня (научное) прекратилось. Оно длилось, скажем, больше десяти лет постоянно. Сначала резкий толчок вверх. Я бросил диссертацию, которую я тогда писал, диссертацию по сравнительной грамматике индоевропейских языков — я был бы таким классическим филологом... Я её просто бросил, я её не дописал, настолько мне стало это неинтересным после тех перспектив, которые он мне открыл. Я стал заниматься этим, прошёл прекрасную школу формализации — может быть, слишком большую. Бульшую часть из этого я выбросил потом, но та маленькая часть, которую я не выбросил, стала моим главным оружием. Я лучше многих лингвистов только потому, что я умею думать

¹ IV Международный славистический конгресс; см. § 2 статьи В. А. Успенского «Серебряный век...» и § 9 статьи Вяч. Вс. Иванова «Из прошлого семиотики...» в настоящем разделе сборника. — **Сост.**

так. А вот они талантливее, а так думать не умеют. А это у меня — от него и от Кулагиной.

Но потом, с шестьдесят седьмого года,— после этой публикации он публиковал и другие какие-то наши работы, репрессий никаких никогда не было,— но он всё больше и больше морально отделялся. Ему стало неинтересно со мной говорить, потому что я приходил к нему с новыми идеями, а ему хотелось слышать о своих... Тоже понятно. Я думаю, что я несколько более либерален и демократичен как учёный, чем он был. Но мне тоже неинтересно слушать идеи, которые меня не интересуют. Я тоже так же «затыкаю» своих учеников. Я их выслушиваю вежливо, но мне неинтересно, я им это честно говорю. У меня есть своя идея, которую я хочу разработать, у меня уже нет времени рождать новые. Так что я не в качестве упрёка говорю, а просто — вот так устроено, это немножко даже грустно. Но это так.

Знаешь, всё-таки не все люди такие. Вот я сейчас общался здесь, в Академгородке, с Кириллом Алексеевичем Тимофеевым. Он в идеальной форме. Он седой, стройный, подтянутый старик, который встаёт со стула так же легко, как я или ты. И ясность мысли у него точно такая же, как двадцать пять лет назад. И он как раз открыт всем новым идеям. Дело не в том, какой учёный он сам. Но он — умнейший человек, знающий человек и как профессор университета, обучающий молодых, замечателен на своём месте. Он принимает все идеи. И вдумывается во все одинаково охотно. Необычайно было приятно! И невероятно грустно, что такой человек вот-вот исчезнет. Это — совесть России. Таких людей надо бы возить и показывать. Это — идеальный русский профессор. Таких уже давно не существует. Бескорыстный, этика его на недостижимом для среднего человека уровне. Когда меня отовсюду выгнали, я собирался уезжать, у меня уже были большие проблемы с КГБ, я не знал, возьмут меня, не возьмут... На допросы меня вызывали и прочее. Я приехал в Городок проститься с Галей и Андреем и договориться о будущей встрече, если получится, в том мире. У меня здесь друзей и знакомых было бесконечное количество, но никто не хотел со мной особенно видаться. Все боялись. Вот, скажем, был человек, на которого я меньше всего думал, что он так испугается,— он дал мне знать через третье лицо, что он очень извиняется, он просит вообще не появляться, потому что он занят, у него планы, лаборатория и так далее.

А Тимофеев, который был партийный, заведующий кафедрой в университете, то есть лицо суперсоветское, абсолютно на виду,— через студентов, среди которых было столько стукачей, несколько раз приглашал меня. Я не звонил ему, только с третьего раза или с четвёртого, когда ещё один человек подошёл и говорит: «Кирилл Алексеевич на вас обижается. Или до вас не дошло, он передавал вам записку, он просил, чтоб вам сказали. Вам сказали?», — я ответил: «Да, да. Извините, я позвоню».

Я позвонил в конце концов ему и говорю: «Кирилл Алексеевич, извините, я не звонил, потому что не хотел вас ставить в неловкое положение...»

«Какое там, приходите в любое время. Если можете, сегодня, если не можете — договоримся».

Я говорю: «Кирилл Алексеевич, вы знаете о моей ситуации? Вы не боитесь?»

«О чём вы говорите, Игорь! Сделайте мне честь (он говорит очень старомодно), соизвольте сделать мне одолжение и посетить меня, когда вам это будет удобно».

Он мне писал после этого, все эти годы застоя: Брежнева, Хрущёва, кто тут у вас был. Он писал не часто, но абсолютно нормально. Так, как будто вообще никакой советской власти никогда не было. И он таким и остался.

Через его руки прошли многие лингвисты. Саша Диковский, он тоже закончил этот факультет. Лёня Иомдин, который стал первоклассным лингвистом в этой области и работает уже в третьей системе машинного перевода на Западе. Он живёт в России, в Москве, но его приглашают как специалиста. Он работал полгода в Германии... Это выпускники этого университета. Таких больше нигде просто нет. И в очень большой степени это заслуга Кирилла Алексеевича.

Тимофеев меня — в период, когда меня не подпускали даже к студентам, — он меня водил в школу к школьникам. Говорил: «Если вы можете...» Я боялся сделать ему дикую неприятность. Меня — привести к школьникам! Да его арестовать могут! Уж выгнать с работы точно могут! Я говорил: «Кирилл Алексеевич, я, конечно, пойду с удовольствием, но вы понимаете...»

«Игорь, не будем об этом разговаривать. Я хочу, чтобы мои школьники видели настоящих учёных».

Он — единственный такой...

Ещё один человек, который, с моей точки зрения, сыграл огромную роль... Ты о нём, может, даже и не знаешь. Фамилия Розенцвейг тебе что-то говорит? Мы сейчас обсуждаем довольно узкую тему — лингвистическую кибернетику. В этой области бесспорным основателем и создателем всего был Ляпунов. Равного ему в начале (пятьдесят пятый, пятьдесят шестой, пятьдесят седьмой годы) ни в каком смысле не было. Ни в организационном, ни в смысле энтузиазма, ни понимания задач, ни постановки задач, ни публикации, ни в каком смысле. Он был просто уникалом. Там были лингвисты, ему очень сочувствовавшие, встававшие и говорившие, что это замечательно, но никто ничего никак не делал. Не работал в этой области, не поощрял студентов и так далее.

Но в пятьдесят седьмом году появилась вторая личность, которая постепенно перехватила в каком-то смысле инициативу: начиная, скажем, с шестьдесят четвёртого — шестьдесят пятого. То есть десять лет Ляпунов царствовал абсолютно единолично. А вот затем на первый план (в организационном отношении) вышел Виктор Юльевич Розенцвейг. Личность совершенно необычайная и просто почти что немыслимая.

Я тебе расскажу, что я знаю о нём. Он из Румынии родом. С детства он был многоязычным: еврейский, румынский, русский...

— *Французский?*

Французский потом появился, и немецкий, видимо. Он просто на них свободно говорил, переходя с одного языка на другой. Молодым человеком он уехал учиться во Францию, где получил звание лиценциата (это вроде как диплом повышенной трудности, это ещё не кандидатская степень, но

близко к ней) в Сорбонне, в Париже. Специалист по французской литературе и по французскому языку. Он вернулся из Франции в СССР в тридцать восьмом году, вернулся в несколько странном смысле, потому что он не уезжал из СССР.

— *И его не убили?*

Не только не убили, но он имел какую-то странную власть. Маленькую, локальную, но имел. У него были какие-то загадочные связи... Кроме того, его родная любимая сестра Елизавета Зарубина и её муж выполняли некие поручения за границей и ни разу не попались... Видимо, всё это его покрывало... Это покрывало его минимально: во всяком случае, его не тронули. Но он был беспартийный и в смысле советской власти никаких прав не имел. Тем не менее, поскольку он говорил по-французски так же, как на своём родном языке, он был гениальный переводчик. Его за это тоже ценили. Он был лучший переводчик между французским и русским в течение большого времени, пока не начали возвращаться эмигранты. Это сделало ему какие-то связи, и кончил он тем, что стал в конце пятидесятих годов или начале шестидесятих заведующим кафедрой французского перевода в институте иностранных языков².

Невеликое дело. Но, благодаря то ли своим связям, то ли своей энергии, то ли своей колоссальной дипломатии — он в высшей степени дипломат, человек абсолютно потрясающий, — он стал покровителем всего этого направления. Он увлёкся этим до потери сознания. Ничего ему не было дороже, чем всё это: машинный перевод, что-то около... Он создал у себя в институте организацию, которая называлась «Первая лаборатория машинного перевода»³, и благодаря этой организации, только благодаря ей, большая группа советских лингвистов могла существовать: он давал нам подрядные работы, что позволяло нам кормить семьи; его жена — замечательный хирург, лечила нас, наших жён, наших детей, наших родителей, если это было нужно; он создал новый публикационный орган, потому что в «Проблемах кибернетики» чистых работ по лингвистике не печатали. Понятно: это никто и не считал кибернетикой. А нормальные советские лингвистические журналы с нами вообще не желали разговаривать! Так вот, он создал свой журнал, для нас специально. Он назывался «Бюллетень Объединения по машинному переводу». Вышло примерно 20 номеров. Все мои первые работы были опубликованы там. Он переводился на английский. Мгновенно. Издавался в Америке тут же, но это было пиратское издание, тогда же не было никакого соглашения об авторских правах. Но они этот бюллетень добывали и переводили полностью, просто через месяц. Когда он появлялся здесь, он уже был там по-английски.

Именно под его крылышком... И Жолковский работал в его лаборатории, и другие... Я был единственный, кто не работал там, потому что у ме-

² По сообщению Р. М. Фрумкиной, В. Ю. Розенцвейг готовил диссертацию по соцреализму в румынской литературе (не защитил). — *Сост.*

³ Лаборатория машинного перевода ИМГПИИЯ; см § 4 статьи В. А. Успенского «Серебряный век...» в настоящем разделе сборника. — *Сост.*

ня было место в Институте языкознания. А многие, многие советские лингвисты, выросшие теперь, пятидесяти-шестидесятилетние, которые стали профессорами и прочее,— все работали у него.

Он сам не рождает научных идей, но он собирал людей, которые под его руководством делали науку. Он — гениальный организатор.

Да, он был прекрасный административный организатор, но особенно — организатор по человеческой линии. Он сводил людей. Он свёл меня с Жолковским, например. Он понимал, кто с кем как будет работать. И опекал это очень тщательно по-человечески, приглашая к себе домой. «А, ну... Вам трудно сейчас, приезжайте ко мне на дачу, я вас запру на три дня...»

Его жена была гениальный хирург, просто экстракласса, что тоже давало им определённую стабильность, потому что она каждый год спасала кого-нибудь от чёрта знает чего. Её никогда не брали в «Кремлёвку», но её всегда приглашали на операции, а потом давали ей конверт с огромной кучей денег...

В девяносто четвёртом Розенцвейг уехал в Штаты к сыну и внукам и сейчас, к сожалению, погибает от болезни Альцгеймера...

III. КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ

Н. В. Тимофеев-Ресовский, А. Г. Маленков

Наследие, ждущее наследников

Для нас, представителей разных поколений исследователей, Алексей Андреевич Ляпунов был, прежде всего, не выдающимся математиком и одним из основоположников отечественной кибернетики, а живым человеком, очень интересным и дорогим собеседником, общение с которым дарило непреходящую радость, оптимизм и силы, — человеком, которого мы любили и любим...

Писать об ушедшем друге трудно, но это долг души. При этом нельзя сфальшивить, нельзя перепутать близкие и далекие планы восприятия, но в памяти все время возникают конкретные обыденные поступки, разговоры о науке и людях, жесты, улыбки...

Одиннадцать часов вечера. Алексей Андреевич своим широким, немного шаркающим шагом меряет по диагонали большую комнату квартиры Ляпуновых на Шаболовке, излагая размеренно и четко свои мысли о способе анализа передачи наследственной информации с использованием теории множеств. Телефонный звонок. Кто-то из его многочисленных подопечных студентов собирается заехать завтра утром и просит разъяснить, как добраться. Не меняя темпа и ритма походки и разговора, но уже на длинной привязи телефонного провода, Алексей Андреевич подробнейшим образом, без тени неудовольствия продумывает оптимальный маршрут, осведомляется, когда удобнее приехать. И через пять минут, ни на секунду не прервав хождения, уже без провода, продолжает изложение прерванных мыслей. За вечер таких и иных звонков — десять и более. Никакого раздражения, всегда обстоятельные и предельно доброжелательные ответы. Бывало, за несколько таких вечеров намечалась большая статья. Впрочем, иногда на статью уходил год или два. Ляпунов любил работать вместе с соавтором. Он умел исключительно тактично и ненавязчиво внушить коллеге свое понимание предмета, постановку и способ решения задачи. При этом у соавтора оставалось ощущение самостоятельности. Он никогда и ничего не делал за другого, если тот мог сделать это сам, помогая, если это было необходимо, всегда откровенно радуясь успеху коллеги, его росту. Обстоятельные разъяснения по телефону маршрута, прерывающие работу, вызывали иногда чувство досады: зачем тратит время, ведь уже поздно, и мы устали, но зато после всего

рабочего дня оставалось непоколебимое ощущение доброжелательности, уверенности в истинной человеческой теплоте.

Жаркий летний полдень в Ильменских горах. Слепни серой жужжащей корой покрывают нагретые солнцем древесные стволы и при малейшем движении воздуха роем взвиваются, готовые жалить и преследовать... Ляпунов неумоимо ведет разношерстную группу «любителей красивых камней» от копи к копи, увлеченно рассказывая о минералах, породах, их превращениях, выявляя и показывая сокрытые от большинства красоты. Он настолько увлечен и это увлечение столь властно, что люди не чувствуют усталости, жары, жажды и слепней...

Будучи серьезно болен – все сразу: жестокий диабет, сердечная аритмия, гангренозное поражение ног – и находясь в больнице, Алексей Андреевич и не думает прекращать научную работу. Главный врач московской академической больницы был вынужден предоставить ему свой кабинет для встреч с бесконечными посетителями – Ляпунов в это время работал над глобальной моделью экологической системы океана, и в день у него бывали десятки людей: океанологи, ихтиологи, гидробиологи и другие специалисты, участники прошлых и будущих океанических экспедиций. В другой раз, попав в больницу с тяжелейшим осложнением диабета, Алексей Андреевич буквально перевернул там всю жизнь: занявшись системным анализом эндокринной системы, он увлек своей работой врачебный персонал. Из пациента он превратился в научного руководителя коллектива, большая часть которого была до той поры далека от теоретической научной работы.

Алексей Андреевич обладал удивительным даром убеждать. Убеждать военачальников в огромной важности теоретических дисциплин, школьников и студентов – в перспективности новых направлений математики. Однажды Ляпунову пришлось разнимать пьяную драку. Высокая, слегка сутулая фигура Алексея Андреевича, его уверенный, мягкий и спокойный голос, добрая, лучистая улыбка, весь его необычный, удивительно красочный облик смогли донести даже до распаленных и затуманенных мозгов дерущихся добрую волю и непреклонность этого человека. Он был настоящим борцом, не только бескорыстным и безупречным, но и умелым. Он боролся не с людьми, а за людей, за дело, будь то доказательство абсурдности мнения о кибернетике как о лженауке или опровержение ложного навета на его учителя, П. П. Лазарева¹.

Ляпунов был, а следовательно, будет уже вечно, большим явлением в науке. Это чувствовали и осознавали даже люди, которые часто общались с ним в повседневной жизни.

Следуя заветам Ляпунова-исследователя, начнем раскрывать феномен А. А. Ляпунова системно, в связи с тем, что его окружало и породило.

¹ Очерк А. А. Ляпунова о П. П. Лазареве см. в разделе «Биографические материалы» настоящего сборника. – **Сост.**

* * *

В живой природе и тем более в мире духовном ничто не возникает вдруг, из ничего. А. А. Ляпунов – потомок древнего и славного рода, представитель научной династии, ученик П. П. Лазарева, С. С. Наметкина, Н. Н. Лузина.

Крутой перелом в истории России – смутное время, польско-шведская интервенция. «Тогда, – повествует Карамзин, – два мужа, избранные провидением начать великое дело: – ...один старец ветхий, но адамант церкви и государства – патриарх Ермоген; другой крепкий мышцею и духом, стремительный на пути закона и беззакония – Ляпунов Рязанский». Проконный Ляпунов вместе со своими братьями – Захарием и Григорием возглавлял народное ополчение... А. А. Ляпунов – потомок Григория Ляпунова в двадцатом колене.

А из глубины веков, в трагический период борьбы с немецкими крестоносцами, борьбы за само существование России, встают предки мятежных Ляпуновых – мудрый вождь Александр Невский и его меньшой брат, Константин Галицкий, по семейным преданиям, прямой предок Ляпуновых.

В третий раз род Ляпуновых мощно заявляет о себе в начале прошлого века, появляется в новом облике и более уже не скрывается в неизвестности вплоть до нашего времени. На этот раз – наука, искусство, медицина. Тесно переплетенные родословные научной династии Ляпуновых и родственных им других великих «научных родов» – настолько знаменательное явление, что эти родословные были и будут еще предметом специальных научных исследований. Закономерности преемственности генетической и преемственности духовной жизни, творчества можно и должно постигать на этом ярчайшем явлении русской культуры.

Прадед А. А. Ляпунова, Михаил Васильевич Ляпунов – ученик Н. И. Лобачевского, профессор астрономии, директор Казанской обсерватории. Три его сына – академик, знаменитый математик Александр Михайлович Ляпунов, академик, филолог-славист Борис Михайлович Ляпунов, композитор, ученик М. А. Балакирева – Сергей Михайлович Ляпунов. Дети сестры Михаила Васильевича, Натальи Васильевны, – известные химики: член-корреспондент АН Александр Михайлович Зайцев – ученик Бутлерова, учитель Е. Е. Вагнера, С. Н. и А. Н. Реформатских, А. Е. Арбузова; профессора клиники Константин и Михаил Зайцевы. Другая сестра Михаила Васильевича Ляпунова, Екатерина Васильевна, замужем за братом Ивана Михайловича Сеченова, Рафаилом Михайловичем Сеченовым. Внук Ляпуновых, двоюродный брат отца и матери (они были кузенами) А. А. Ляпунова, – знаменитый кораблестроитель академик А. Н. Крылов. Этот перечень можно продолжать. Разумеется, не только родственные отношения, но и глубокая духовная близость связывала Ляпуновых друг с другом и с Сеченовыми, Филатовыми, Боткиными, Крыловыми, Фигнерами...

* * *

Наталья Алексеевна Ляпунова, дочь Алексея Андреевича, весьма полно унаследовавшая основные духовные заветы отца и потому, естественно,

взявшая на себя огромный труд по изданию его избранных трудов, заметила, что простое расположение работ его по годам позволяет достаточно четко выявить периоды творчества Ляпунова. Их обозначалось пять. Второй по счету приходится на Великую Отечественную войну, когда Ляпунов был в действующей армии командиром топографо-вычислительного взвода в артиллерии, осуществлявшего привязку позиций батарей и целей к местности и расчет прицела. А четвертый период начинается внезапным предложением М. В. Келдыша возглавить работы по только начавшей тогда формироваться теории математического программирования для ЭВМ. Это поручение застает Алексея Андреевича в расцвете творческих сил. Оно соответствует его подготовке и устремлениям. Алексей Андреевич окрылен – он едет в Феофанию, под Киев, где была создана коллективом инженеров под руководством академика С. А. Лебедева первая большая вычислительная машина, и проводит там длительное время, наблюдая и исследуя как естествоиспытатель это огромное, мигающее десятками тысяч ламп-глаз чудовище. Через несколько месяцев он создает ясную концепцию основ математического программирования, которая и поныне является основой этого направления математики. Студенты мехмата Московского университета, которым Ляпунов параллельно с этой работой преподавал вопросы программирования, были непосредственными свидетелями того, как создавались основы этой теории. От лекции возникло стройное здание нового знания.

Несколько ранее Алексей Андреевич начал глубоко интересоваться кибернетикой. Естественно, что работы по математическому программированию шли в унисон с этими интересами и взаимно подхлестывали друг друга. Но по нелепой иронии судьбы мало кому известная тогда кибернетика получила ярлык «буржуазной лженауки». Вместе с другими исследователями из различных областей науки Ляпунов находит естественный и эффективный путь преодолеть это вредное для прогресса науки и страны в целом заблуждение. Во-первых, он, используя свои широкие научные и «артиллерийские» связи, убеждает людей, ответственных за судьбы науки, развитие страны, ее оборону, в том, что теоретическая кибернетика и многие прикладные задачи связаны неразрывно и потому умствования по поводу «идеалистической» кибернетики не только логически абсурдны, но и практически вредны. Во-вторых, совместно с С. Л. Соболевым и А. И. Китовым он опубликовал в «Вопросах философии» обстоятельную, выдержанную в строго научном стиле статью о том, что составляет предмет кибернетики и в чем состоят перспективы ее развития². Ляпунов объединяет вокруг кибернетической проблематики молодых и талантливых людей, бывших тогда студентами и аспирантами, создает с ними и из них широкую научную школу.

Неправдоподобным диссонансом предыдущим мажорным строкам о взлете творчества А. А. Ляпунова звучит тот горький факт, что в это же время его мучила тяжелая, по существу смертельная болезнь. Его творческий путь и тяжкие недуги связаны неразрывно – именно неистовое творчество и явилось тем единственным эликсиром, позволившим Алексею

² Статья перепечатана в первом разделе настоящего сборника. – Сост.

Андреевичу прожить еще около двадцати лет вопреки безнадежным прогнозам медицины. Он и саму болезнь умел превратить в предмет научного исследования. Алексей Андреевич не производил впечатления тяжело больного человека, хотя даже не очень близко знавшим его людям было очевидно, сколь серьезно он болен. Его энергия, оптимизм, творческая активность, доброжелательное отношение к людям были настолько высоки и действенны, что почти никогда работавшие с ним не чувствовали угнетающего влияния болезни. Напротив, они неизменно получали заряд бодрости, жизнелюбия, творческие импульсы. И это действительно была победа духа над телесным недугом.

А. А. Ляпунов всю жизнь интересовался различными естественнонаучными дисциплинами. Он начал свою научную деятельность с проверки гипотезы возникновения лунных кратеров при падении на поверхность Луны метеоритов, для чего проводил, по предложению П. П. Лазарева, модельные опыты³. В конце тридцатых годов по инициативе А. Н. Колмогорова вместе с Ю. Я. Керкисом Ляпунов провел статистическое исследование экспериментов по расщеплению признаков при наследовании, которые, вопреки мнению и желанию проводившей эти эксперименты сотрудницы Лысенко, естественно, блестяще подтвердили законы Менделя.

Всю жизнь Алексей Андреевич увлекался минералогией, собрал богатейшую коллекцию минералов и горных пород, которую хорошо знали и высоко ценили многие геологи и музейные работники и которая, по-видимому, привела в геологию не одного молодого гостя семьи. Увлекался астрономией – его наблюдения школьных лет дважды были опубликованы в Бюллетене Московского общества любителей астрономии, позже он организовал обсерваторию для школьников в Новосибирске. Но все же можно, вероятно, сказать, что из всех естественных наук биология интересовала Алексея Андреевича наиболее глубоко и творчески побуждающе.

И последний период своей деятельности Алексей Андреевич в основном посвятил теоретическому анализу общих и частных проблем биологии. Этот интерес в существенной мере определен соответствием математических объектов, являвшихся предметом профессиональных работ Алексея Андреевича, реальным живым системам. Его, безусловно, влекла возможность применить накопленный в математике опыт в новой области, где опыт этот был нужен и полезен. Но большое значение для него имело и то, в каком непростом положении оказалась отечественная биология, что для Алексея Андреевича, совершенно нетерпимо относящегося ко всякому проявлению невежества и нравственной нечистоплотности, было равносильно сигналу к бескомпромиссной борьбе. Поэтому, когда кибернетика в достаточной мере встала на ноги, ученики выросли в самостоятельных зрелых исследователей, Алексей Андреевич все в большей мере стал переключаться на биологическую проблематику.

³ См. упомянутую статью А. А. Ляпунова о П. П. Лазареве в разделе «Биографические материалы» настоящего сборника. – **Сост.**

* * *

Последний период творчества А. А. Ляпунова был посвящен общим проблемам исследования сложных систем. Алексея Андреевича интересовали, прежде всего, методологические аспекты применения теоретико-множественного понятийного аппарата, фундаментальных концепций теории вероятностных процессов и методов вычислительной математики для понимания и анализа разнообразнейших естественных и созданных человеком систем. Весь творческий путь хорошо подготовил Алексея Андреевича к такому дерзанию; совершенное владение математическим аппаратом теории множеств, опыт создания и применения различных аспектов кибернетики, широчайшие знания в самых различных разделах генетики, минералогии, астрономии, биоценологии, хорошее знание языков, глубокое знакомство с эндокринологией, океанологией, геофизикой. Встречи с основателем отечественной школы биофизики П. П. Лазаревым, практическое знакомство с геофизикой во время работы в экспедициях по изучению Курской магнитной аномалии, собственное глубокое творческое проникновение в структуру множеств, подчас страстное увлечение минералогией и астрономией, ляпуновские традиции общения с молодежью, человеческое обаяние Алексея Андреевича, всегда объединявшее вокруг него самых разных, но по большей части хороших творческих людей, яркий талант А. А. Ляпунова, его самозабвенная преданность науке, чистота его человеческих помыслов – все это делает серьезной и основательной предпринятую Алексеем Андреевичем попытку поднять наши знания о живой материи на качественно новый уровень – уровень понимания с единых методологических позиций.

А. А. Ляпунов вместе со своими молодыми учениками и «старыми» учениками кибернетического периода, биологами разных специальностей подготовил весьма значительное число трудов по многим вопросам, касающимся реальных систем живой природы. Во всех этих исследованиях, доведенных до различной степени законченности и детальности анализа, А. А. Ляпунов обращал основное внимание на постановку задачи, пути и способы ее решения, системные выявления иерархии элементов и связей между ними.

Отметим чрезвычайно интересные и актуальные сейчас исследования А. А. Ляпунова по моделированию сообществ организмов, живущих в пресных водоемах и в морях. Построение математических моделей таких сообществ является основным способом прогноза их поведения, в том числе определения опасных для их существования предельных нагрузок, создаваемых человеком в результате неумеренной эксплуатации и загрязнения среды. А принципы построения модели, способной предсказывать поведение реальных биологических систем, как раз и разработаны А. А. Ляпуновым.

Очень интересны идеи А. А. Ляпунова о том, что геометрия кровеносной системы определяет временные задержки в функционировании гормонального гомеостаза. Эти задержки, по-видимому, необходимо учитывать при построении моделей гуморальных систем, так как они влияют на динамические свойства, в частности, определяют условия и возможность возникновения колебательных режимов.

Теоретико-множественный анализ понятий и методов генетики позволил ученому выявить структуру и предсказать существование популяций организмов с числом полов, большим двух. И такие популяции оказались реальностью. Более того, можно говорить, что такие «многополые популяции» есть естественная стадия развития обычных...

Не говоря уже о трудах А. А. Ляпунова общего методологического плана, даже более конкретные исследования по существу открывают новые направления развития науки, образующиеся на стыке отдельных естественнонаучных дисциплин, например, генетики, биологии моря, почвоведения, эндокринологии и т. д., с одной стороны, и теоретической кибернетики вместе с основами теории множеств – с другой.

Вся совокупность работ А. А. Ляпунова и его учеников намечает, по существу, контуры теоретической биологии – именно так предложили назвать эту синтетическую дисциплину А. А. Ляпунов и один из авторов настоящей статьи: «Вся теоретическая биология должна состоять, по нашему мнению, из двух частей: физико-химической, назначение которой состоит в том, чтобы расшифровать физико-химическую природу элементарных актов жизнедеятельности на уровне макромолекул и клеточных органелл, и кибернетической, назначение которой состоит в том, чтобы понять функционирование биологических систем, отправляясь от их структуры и сведений о свойствах элементов».

Огромность этой области знания, принципиальная новизна уровня понимания природных явлений, которая должна быть достигнута при завершении намеченной и начатой А. А. Ляпуновым программы, относительная неподготовленность, неразвитость аппарата описания и интерпретации соответствующих конкретных естественнонаучных дисциплин, недостаток фактического материала, необходимость развивать новые разделы математики и заново создавать некоторые естественнонаучные ее приложения – одна лишь эта совокупность перечисленных обстоятельств не могла, конечно, позволить А. А. Ляпунову и его ближайшим ученикам возвести здание теоретической биологии. Да, очевидно, что эта задача – на десятилетия работы многих коллективов исследователей. Однако сделано А. А. Ляпуновым много. Ведь выбор правильной стратегии и адекватного задаче подхода и арсенала средств экономит годы и десятилетия исследовательского труда, а внимательное и творческое прочтение и осознание работ Алексея Андреевича в большой степени может помочь ориентации, нахождению путей решения задач, определению того, насколько корректно поставлена проблема.

Биологическая часть наследия А. А. Ляпунова требует к себе рачительного отношения. Только тогда можно будет в полной мере творчески его использовать. Алексей Андреевич, к великому сожалению, не успел составить завершеного труда, в котором бы системно и подробно излагался его подход к изучению живой природы. Различные по природе и степени доведенности мысли и идеи рассыпаны по более чем пятидесяти научным публикациям.

В качестве лишь одного примера приведем соображение Алексея Андреевича о принципиальной общности теоретико-множественного и системного подходов изучения больших систем: «Складывается впечатление, что

имеется глубокое родство между аксиоматическим подходом к изучению множеств и системным подходом к изучению больших систем. И там и здесь имеется иерархическая конструкция, с помощью которой вся система объектов, подлежащих изучению, формируется из некоторых исходных элементов. В обоих случаях имеется некоторый произвол в выборе системы описания изучаемого множества объектов, и результаты, которые могут быть получены, относятся не только к самой системе, но и к выбранному способу описания».

Это соображение, по нашему мнению, обладает исключительной глубиной проникновения в самую сущность живой материи, для которой характерна дискретность, высокая степень и многомерность разнообразия объектов. Это соображение указывает, где и как искать математический аппарат теоретической биологии – по всей видимости, аппарат теории множеств должен сыграть ту же роль в создании теоретической биологии, которую выполнил аппарат систем дифференциальных уравнений в физике в целом и аппарат теории групп в анализе мира элементарных частиц. И, наконец, высказанные А. А. Ляпуновым соображения отмечают глубоко своеобразное соотношение неопределенности, возникающее при исследовании сложных систем. Здесь не просто красивая аналогия между ситуацией в квантовой механике, с одной стороны, и изучением сложных систем – с другой. В обоих случаях возможность получить знания о реальном объекте существенным образом зависит от взаимодействия с инструментом – квантом энергии или, в нашем варианте, другой сложной системой: математической моделью, мозгом, – и свойства объекта лишь частично, во вполне определенной степени отделимы от свойств инструмента. Это почти «художественное» по своей произвольности сопоставление ситуаций в квантовой механике и биологии позволяет обнаружить не только линию общности, но и линию различия. В квантовой теории неопределенность имеет характер числа и соответствует частичной «неотделимости» фундаментальных характеристик неживой материи: энергии – времени – протяженности – количества движения. В теории сложных, живых или порожденных жизнью и мыслью систем неопределенность соответствует «частичной неотделимости» от субъекта основной характеристики таких систем – их реального и потенциального многообразия.

* * *

Заканчивая наше размышление, мы невольно возвращаемся от творческого наследия А. А. Ляпунова к его личности, жизненному пути и тому, что следует называть нравственным наследием Ляпунова – исследователя и гражданина. Человек понимает общее через конкретное. Что такое доброжелательное, душевно тонкое и творчески созидательное общение с коллегами, можно почувствовать, постигнув, как жил и работал Алексей Андреевич Ляпунов. Чтобы научиться создавать, выращая любовно, бережно и требовательно научное направление и школу, также следует обратиться к его опыту. И в более общих вопросах – как строить человеческие отношения, как преодолевать внутренние недуги, как выбирать чистый и действенный путь в сложных условиях – совет и пример искать мы можем у Алексея Андреевича Ляпунова.

В. А. Ратнер

Алексей Андреевич Ляпунов

Мы будем очерчивать контуры наук.

Входит Ляпунов.

А. А. Ляпунов, из выступлений

Ремарка из русской истории

Впервые я услышал об А. А. Ляпунове в начале 1961 г. от Ю. Я. Керкиса. Я только что поступил на работу в Институт цитологии и генетики СО АН СССР в Академгородке. В зимние каникулы М. Е. Лобашов организовал в Ленинграде первую легальную Конференцию по экспериментальной генетике, и все, кто мог, кинулись туда «на огонек». Наш директор Д. К. Беляев решил вывезти туда своих генетиков, включая молодежь. Я тоже ехал в поезде «Сибиряк» Новосибирск – Москва вместе со всеми. Мы пили румынское вино «Фетяска», зубоскалили и болтали всю дорогу, компания была очень хорошая. Поскольку я вез на конференцию свою первую теоретическую работу о корреляциях, то спросил в дороге у Ю. Я. Керкиса, кому ее можно показать. Именно тогда он произнес имя А. А. Ляпунова и дал его московский телефон.

Мы доехали до Москвы и должны были вечером пересесть на ленинградский поезд. И тут выяснилось, что накануне «злодей советской генетики» Т. Д. Лысенко предпринял очередной демарш в ЦК КПСС и убедил отдел науки, что генетики опять собирают свой шабаш. Короче говоря, конференция была отменена накануне открытия. Мы застряли в Москве.

И тогда я решил использовать открывшееся время с толком. Я позвонил А. А. Ляпунову, представился, сослался на Ю. Я. Керкиса и попросил о встрече. Он очень живо откликнулся и предложил приехать к нему домой на Шаболовку. Тогда Алексею Андреевичу было около 50 лет. Это был довольно высокий худощавый мужчина, немного сутуловатый, с бледным вдохновенным лицом, слегка всклокоченный, с длинной черной бородой. Он ходил по комнате широким шагом, оживленно разговаривал на ходу, поглаживал бороду и излучал энтузиазм. Содержание моей работы он воспринял сразу и стал давать всевозможные советы. Один из советов был очень конструктивным: пойти к И. И. Шмальгаузену, который может представить работу в ДАН СССР.

Так я и сделал. Иван Иванович Шмальгаузен сидел в маленькой комнатке в Институте морфологии животных АН СССР на Большой Калужской, 33. Будучи отставлен от всех должностей после августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г., Иван Иванович работал вдвоем с лаборанткой. Только

потом, прочитав стенограмму позорной сессии ВАСХНИЛ, я понял, что этот тихий интеллигентный старик – мужественный борец, один из немногих, кто не поступился совестью и не покаялся во грехах после жесточайшего давления лысенкоистов. В середине 50-х годов он неожиданно столкнулся с новой наукой – кибернетикой и, будучи чистым зоологом-натуралистом, предпринял попытку переосмыслить генетико-эволюционную науку с позиций кибернетики. В результате возникла серия статей, а затем и книга «Кибернетические вопросы биологии».

И. И. Шмальгаузен поддержал нашу первую статью, представил ее в ДАН, где она и вышла в 1961 г., хотя теперь я могу сказать, что работа имела ряд недостатков, на которые чуть позже нам указал Н. В. Тимофеев-Ресовский.

В том же году Алексей Андреевич переехал в Академгородок по приглашению М. А. Лаврентьева и С. Л. Соболева. С этого момента кибернетическая жизнь в Академгородке существенно оживилась. Ляпунов был известной личностью, и люди слетались к нему, как на огонь и свет.

Прежде всего, по московскому примеру, Алексей Андреевич организовал у себя дома семинар по кибернетике. Туда ходили разные люди, от чистых математиков до экономистов, биологов и лингвистов. Конечно, было много случайных фигур, завсегдатаев научных «тусовок», но не подлежит сомнению, что вся активная кибернетическая наука в Академгородке прошла через этот семинар.

До сих пор меня не покидает впечатление, что жизнь в форме постоянного семинара была органически присуща Алексею Андреевичу. Именно здесь он раскрывался наилучшим образом. Здесь он «очерчивал» (любимое его выражение) контуры наук. В 60-е годы он много болел, но семинары не прекращались. Поскольку болезни были множественными, а отдых практически отсутствовал, то врачи пытались ограничить доступ посетителей. Насколько я знаю, итогом было ухудшение состояния больного. В результате медики отказались от больничного спокойствия, поставив только одно ограничение: начинать не ранее 10 утра и заканчивать не позже 11 вечера, делая перерывы на еду и процедуры. Так оно и шло: непрерывная последовательность посетителей и семинаров каждый день с утра и до вечера. В этой текучке состояние больного улучшалось.

Другим традиционным начинанием Алексея Андреевича был курс лекций «Кибернетические проблемы биологии» в НГУ для студентов всех курсов всех факультетов. Каждый год в сентябре в Большой Химической аудитории (теперь им. Мальцева) набивалось море студентов и сочувствующих. Я бывал там 3 или 4 раза. Алексей Андреевич начинал с огромным энтузиазмом, студенты воспринимали его с восторгом. По мере перехода от общих подходов к конкретным наукам аудитория таяла, а через 5–6 недель Алексей Андреевич заболел и курс прерывался.

Любопытно, что это вовсе не означало провала начинания. В 1996 г., будучи на 2-м Сибирском Конгрессе по прикладной и индустриальной математике, посвященном памяти А. А. Ляпунова, И. А. Полетаева и А. П. Ершова, я подумал, как много замечательных людей прошло через эти семинары и лекции, став затем крупными учеными. Импульс интереса к науке,

идуший от А. А. Ляпунова, оказался сильнее всех прочих привходящих обстоятельств. Огромную роль, конечно, играла постоянная готовность Алексея Андреевича помочь начинающему. Это ощутили на себе сотни людей.

В то же время его отношения со многими математиками бывали, мягко говоря, натянутыми. По-видимому, они ждали от него доказанных теорем, а не страстной научной проповеди. С другой стороны, их, должно быть, обескураживала детская наивность многих поступков Алексея Андреевича, его нравственный максимализм. Как бы то ни было, мы с Аргентой Антониновной Титляновой были участниками почти детективной истории в НГУ, где главным действующим лицом был А. А. Ляпунов.

В 1967–1968 гг. после ряда предложений и обсуждений ректорат НГУ согласился на организацию при кафедре цитологии и генетики факультета естественных наук специализации по математической биологии. Ясно, что идеологом этого предприятия был Алексей Андреевич. Я был биологическим куратором и «мотором». С идеей согласились все ключевые фигуры – Д. К. Беляев, Р. И. Салганик, Д. Г. Кнорре, А. Д. Слоним, ректор С. Т. Беляев и др. А. А. Титлянова, будучи заместителем декана ФЕН, «прикрывала операцию» изнутри НГУ.

При первом же разговоре ректор С. Т. Беляев, известный физик-теоретик, сказал, что он согласен с предложением, но категорически против того, чтобы специализацию возглавлял А. А. Ляпунов. Ни на какие компромиссы он не согласился. И тогда мы пошли к ближайшему ученику Алексея Андреевича – Ю. И. Журавлеву, который уже возглавлял отделение кибернетики Института математики СО АН СССР, и уговорили его быть зиц-руководителем специализации. Он сказал, что поможет Ляпунову, но ни в какие дела вникать не будет, а согласен только подписывать необходимые бумаги. Так и порешили. Ректор согласился.

Специализация стартовала в 1968 г. Алексей Андреевич взялся за дело со свойственным ему максимализмом. Еще за несколько лет до этого, сразу по приезде в Новосибирск, он основал в НГУ кафедру теоретической кибернетики. Для матбиологов А. А. Ляпунов разработал грандиозную программу курса дискретной математики, примерно 300–400 часов, на 4 семестра, куда вошли все нетрадиционные для биологов разделы математики, вплоть до теории меры. Этот курс шел дополнительной нагрузкой к полному курсу биологических наук. Так что выдержать это мог только несгибаемый энтузиаст. Интересно, что матбиологи первых поколений выдержали этот учебный прессинг без потерь живой силы и техники.

Чтение основных разделов Алексей Андреевич поручил своему ближайшему ученику и сотруднику по кафедре доценту Н. И. Глебову, который прочел прекрасный, рафинированный цикл математических курсов, насыщенный многими красивыми, но бесполезными для биологов главами. Вообще математики тогда стремились рассказать все, что они знают, и поразить окружающих красотой своей науки. Надо сказать, что кое в чем им это удалось. Первые матбиологи рассказывали позже, что одно из самых глубоких впечатлений на них произвели именно эти практически бесполезные для них главы математики. Они заронили уважение к математике. Этот курс,

разумеется в несколько урезанном и модифицированном виде, читается нашим матбиологам до сих пор.

Два года я безвылазно сидел на всех лекционных курсах и практикумах, стараясь отладить программы, обговорить детали, найти заинтересованных преподавателей, обеспечить дипломные работы. Короче говоря – все дыры затыкал собой. Алексей Андреевич так и не узнал, что формально он не является руководителем специализации. Но это ничего не изменило. Он был ее душой. А наша с А. А. Титляновой главная установка состояла в том, чтобы успеть выпустить первую группу матбиологов и на деле показать необходимость и пользу этого предприятия. «Только бы проскочить» – вот был наш лозунг!

В 1970 г. выпуск состоялся. У меня было 6 дипломников. Сейчас эта цифра приводит меня в ужас, но тогда мы ее осилили. Специализацию окончили 9 студентов, из которых 4 были биофизики из Красноярска. В дальнейшем все они стали кандидатами наук, 5 из них – докторами, а 3 – директорами институтов: Р. Н. Чураев, А. Н. Дегерменджи, Н. А. Абросов. Всего мы подготовили около 100 математических биологов, большинство из которых сейчас успешно работает в Москве, Новосибирске, Красноярске, Иркутске, Владивостоке, странах СНГ, а также в США и Израиле.

Будучи проповедником интеграции наук на базе кибернетики, Алексей Андреевич нередко встречал непонимание с обеих сторон: математики считали, что он больше натуралист, чем математик, биологи – наоборот. В этом судьба тех, кто пытается быть объединяющим началом. Сам Алексей Андреевич говорил, что, вступая в контакт с представителями других наук, он до половины времени тратит на выработку взаимно понятного языка общения. Часто на этом дело и обрывалось. Однако там, где этот этап бывал пройден, открывался широкий простор для построения математической теории. Разумеется, если конкретная наука оказывалась зрелой и богатой доброкачественным экспериментальным материалом. Так произошло, например, в математической генетике, о чем речь пойдет дальше.

Пожалуй, наиболее правильную оценку А. А. Ляпунова и его деятельности я слышал от И. Б. Погожева, бывшего военного, ученика Алексея Андреевича. Главная сила А. А. как ученого состояла в том, что он видел и ощущал науку в целом. Это редкий дар. Он видел внутреннюю связь, общность методов, фундаментальность проблем, ближайшую и отдаленную перспективы. От него требовали доказывать теоремы, а он видел науку в целом! Ясно, что требовать от него надо было то, в чем он был сильнее других, тогда это было бы продуктивно.

Продуктивность теоретической концепции измеряется калибром и разнообразием принципиальных задач, которые можно сформулировать на ее основе. В этом смысле кибернетический подход в биологии, и особенно в генетике, оказался чрезвычайно плодотворным. Алексей Андреевич очень рано это понял. В конце 50-х годов вместе с А. Г. Маленковым он попытался формализовать классическую генетику. Вместе с С. В. Яблонским он развил представление об управляющих системах, в том числе – в живой природе. Для меня этот подход был толчком для разработки концепции Молекулярно-генетических систем управления (МГСУ). С тех пор я

занимаюсь этим свыше 30 лет, причем чем дальше, тем больше понимаю, что выбор направления был сделан верно.

В 1965 г. А. А. Ляпунов горячо поддержал мою первую диссертацию «Генетические управляющие системы». Я долго сомневался, годится ли такая тема, особенно в условиях еще не исчезнувшего лысенкоизма. Алексей Андреевич не задумываясь сказал: «Годится, это будет темой и вашей докторской!» И оказался прав.

Написав рукопись, я долго пытался поговорить с Алексеем Андреевичем. Однако он то болел, то был занят, то не мог прочесть рукопись из-за болезни глаз. Разговор о диссертации состоялся в совершенно неожиданном и неподходящем месте. Летом 1965 г. мы поехали на первую подмосковную школу Н. В. Тимофеева-Ресовского и Л. А. Блюменфельда на Можайское море. Жили в павильонах и палатках летней базы МК ВЛКСМ. Собрался весь цвет теоретической биологии, генетики, биофизики. Из наших были А. А. Ляпунов, И. А. Полетаев, Ю. Я. Керкис, Р. Л. Берг и др. Неожиданно Алексей Андреевич заболел. Он лежал в палатке и не ходил на заседания. В тот день я дежурил по кухне и зашел к нему – провести и сказать два слова о работе. Неожиданно он предложил: «А вы прочтите мне свою работу вслух». В результате, убежав с кухни, я с выражением прочел ему основную часть рукописи, попутно отвечая на вопросы и комментарии. В конце он сказал: «Я буду вашим оппонентом, а работу надо опубликовать как книгу в серии „Кибернетика в монографиях“». Эту серию редактировал сам Алексей Андреевич.

Защита состоялась в конце 1965 г., оппонентами были А. А. Ляпунов и А. А. Нейфах, а внешний отзыв прислал Н. В. Тимофеев-Ресовский. Я горжусь этими именами, а также тем, что моя первая книга «Генетические управляющие системы» вышла в 1966 г. в той же серии «Кибернетика в монографиях», где перед этим Алексей Андреевич опубликовал книгу И. И. Шмальгаузена «Кибернетические вопросы биологии».

Это были первые защиты диссертаций по генетике после всеобщего лысенковского зажима. Мы испытывали огромный энтузиазм. Банкеты еще не были запрещены. И мы, четыре диссертанта, банкетировали в холле нашего института в присутствии дирекции и оппонентов. На банкете Алексей Андреевич сказал: «Какая хорошая у вас обстановка, дружная. В нашем институте это невозможно». Действительно, тогда все мы любили друг друга и испытывали большую радость освобождения. Однако он, конечно, уже чувствовал некий барьер непонимания со стороны многих коллег-математиков. В итоге через несколько лет он ушел в Институт гидродинамики к М. А. Лаврентьеву и там, под его крылом, работал до конца дней.

После 1970 г. положение нашей группы матбиологов в институте и специализации в НГУ укрепилось, студенты стали аспирантами, появилось много научных результатов. Мы издали ряд сборников и книг. Концепция МГСУ наполнялась конкретным содержанием и успешно развивалась. Первый итог я подвел в докторской диссертации «Молекулярно-генетические системы управления» (1974) и одноименной книге (1975), переведенной чуть позже на немецкий (1977). Предполагалось, что Алексей Андреевич снова будет оппонентом, но в 1973 г. его не стало.

В 1993 г. в книге «Концепция Молекулярно-генетических систем управления» (Новосибирск, издательство НГУ) я снова подвел итог развития идеологии МГСУ уже за 30 лет и убедился, что поработали мы не зря. Мало того, многие мои ближайшие ученики и сотрудники после двух десятилетий напряженной конкретной работы в последние годы вдруг ощутили потребность и интерес вернуться к корням, к истокам теории МГСУ, генетического языка, молекулярной эволюции, восходящим к идеям Дж. фон Неймана, А. А. Ляпунова, И. А. Полетаева, М. Эйгена и др. Этот симптом говорит, что ниточка преемственности не прерывается.

Насколько я могу судить, по научной школе, воспитанию и знанию иностранного языка А. А. Ляпунов тяготел к французскому. Он говорил «комплéксный», а не «кóмплéксный», читал и цитировал французских авторов, был членом французского клуба в Доме ученых, принимал самое непосредственное участие в послелагерной судьбе французской пианистки Веры Лотар-Шевченко, получал красочные журналы из Посольства Франции в Москве и т. д. Это наложило определенный отпечаток на его научные симпатии. Не зная английского, он с большим скепсисом относился к англо-американской школе математической генетики (Р. Фишер, Дж. Холдэйн, С. Райт и др.), но весьма одобрял труды француза Малёко, который независимо сделал почти то же самое, что и англосаксы. Будучи активным сторонником и пропагандистом стохастической теории эволюции, он почти отрицал результаты ее детерминистической ветви.

Но особую привязанность у него вызывали гении русской науки. Он очень высоко ценил А. Н. Колмогорова, И. И. Шмальгаузен, Н. В. Тимофеева-Ресовского, В. И. Вернадского, Н. И. Вавилова, С. С. Четверикова, М. А. Лаврентьева, С. Л. Соболева и др. Конечно, он не был сторонним наблюдателем, он сам был частью русской науки, ее светлым, бескорыстным и беспокойным началом.

А. А. Ляпунов очень не любил нечистоплотность в науке. Многие люди пользовались его доброжелательностью и открытостью для решения своих частных проблем, а потом оставляли его под благовидным предлогом. Алексей Андреевич не боролся с ними, он переставал с ними зняться, вычеркивал их из своей жизни и твердо этому следовал. Особенное отторжение вызывали у него лысенкоизм и его деятели. Еще в молодости, перед войной, он познакомился со многими генетиками (среди них – с Ю. Я. Керкисом), участвовал в семинарах с ними, и даже в статистической проверке законов Менделя. Лысенкоизм он воспринимал как мракобесие, а его адептов – примерно как монстров из «Капричос» Ф. Гойи.

В конце 50-х годов генетические работы практически нигде было печатать. Общие биологические журналы их не брали, специализированных журналов не было. Единственным академиком, который мог представить генетическую работу в ДАН был И. И. Шмальгаузен. Однако и его представления тщательно контролировались и перерецензировались. Неудивительно, что А. А. Ляпунов направил меня именно к И. И. Шмальгаузену. Сам же Алексей Андреевич открыл для генетиков выпуски своего сборника «Проблемы кибернетики», которые редактировал. Мне удалось

опубликовать там несколько первых теоретических работ. Эта возможность по тем временам была просто неоценимой.

Еще одно воспоминание связано с 1961 г. Осенью Ф. Крик и сотр. опубликовали в журнале “Nature” свою классическую статью по генетическому коду. Нативный журнал тогда был почти недоступен, а репродуцировался он с большим опозданием. Поскольку проблема генетического кода будоражила тогда все умы, Алексей Андреевич предпринял обходной маневр. Кто-то из знакомых математиков прислал ему фотокопию статьи из Берлина, а дальше она пошла по рукам и по семинарам. Все мы изучали эту работу Крика по ляпуновской фотокопии. До сих пор я рассказываю об этой работе студентам и не устаю восхищаться ее красотой.

В октябре 1971 г. был 60-летний юбилей Алексея Андреевича. Мы подготовили ему поздравительный адрес в виде стихотворной истории сотворения основ кибернетики, сопровождаемой картинками, стилизованными под Жана Эффеля...

Умер Алексей Андреевич летом 1973 г. в Москве. Он поехал на какую-то академическую конференцию, участвовал в ней, волновался, был недоволен ходом дискуссий. А вечером в доме своей матери упал в прихожей и умер, не приходя в сознание. Похоронен он на Введенском кладбище в Москве. Мы с Ю. М. Свиричевым были на похоронах и несли крышку от его гроба. Настроение было ужасное.

После смерти Алексея Андреевича его научную библиотеку закупил наш ВЦ СО АН, организовав у себя Ляпуновскую мемориальную библиотеку. По-моему, она существует до сих пор. Была создана комиссия по научному наследию А. А. Ляпунова, я входил в ее биологическую секцию. При разборе архива обнаружилось своеобразие внутренней лаборатории Алексея Андреевича. У него почти не было законченных рукописей статей и лекций на бумаге, в лучшем случае – краткие тезисы. То, что можно считать текстом, возникало как целенаправленная импровизация в ходе выступления, лекции или доклада. Иначе говоря, все опубликованные работы А. А. Ляпунова (кроме, вероятно, чисто математических) – это результат записи его устных выступлений кем-нибудь из сотрудников или студентов, обработанные затем автором.

Как-то в одном из разговоров Алексей Андреевич сказал: «Сейчас, в зрелом возрасте, я в основном пытаюсь реализовать идеи своей молодости». Действительно, в раннем возрасте часто возникают как будто бы простые вопросы, отвечать на которые приходится всю жизнь. Я помню наивный вопрос, с которого началась моя биологическая биография и с которым я когда-то пришел к Д. К. Беляеву: «Какая сила заставляет жизнь столь неудержимо стремиться вверх, к совершенству, преодолевая все преграды? Что это за внутренний стимул?» И сейчас я не могу ответить на этот вопрос одной фразой. Не исключено, что он просто не имеет ответа. Однако я уже понимаю, что такое Молекулярно-генетические системы управления, как в общих чертах идет их эволюция, в чем принципиальные «хитрости» их организации; я уверен, что для понимания «чуда» жизни нет надобности в изобретении бога.

Да, Алексей Андреевич в ранней молодости задал себе великие вопросы. В его московской квартире висел его портрет кисти друга семьи художника Грабаря: розовощекий, взлохмаченный юноша, фактически – эскиз будущего Ляпунова. Он вырос в научной и очень интеллигентной среде, и через все сложности предвоенного вхождения в науку, через войну, через отчаянную битву за возрождение кибернетики (и генетики тоже) сумел-таки реализовать мечту своей молодости – заложить камень в здание всеобщей науки об управлении, единой науки о природе.

Итак, как сказал в одном стихотворении сибирский поэт Леонид Мартынов (цитирую по памяти):

«Написана книга,
И больше ни слова
Ты к ней не добавишь,
Ты к ней не припишешь.
Ни слова –
Ни доброго,
И ни злого...

Но новое солнце
Встает на Востоке,
На Западе
Новое солнце садится,
И просятся в книгу
Все новые строки,
Все новые строки
И новые лица...»

Жизнь продолжается. Свеча не угасла.

В. А. Ратнер

Игорь Андреевич Полетаев

Мое мнение перпендикулярно
вашему.

И. А. Полетаев

В конце 50-х – начале 60-х годов имя инженера И. А. Полетаева было известно всей стране. Прежде всего, он был автором первой советской книги по кибернетике – «Сигнал». Хитом околонучных газетных дискуссий в

«Литгазете», «Комсомолке» и других изданиях были знаменитые проблемы «Физики и лирики», «Нужна ли в космосе ветка сирени?» и т. п. Как известно, поэт Б. Слуцкий, впечатленный могучим взлетом ядерной физики и космической науки, задумчиво сказал:

Что-то физики в почете,
Что-то лирики в загоне!
Дело не в прямом расчете,
Дело в мировом законе!

Любопытно, что как раз в этот период поэзия была в большом почете:

«Поэт в России
Больше, чем поэт...» –

говорил Е. Евтушенко. К тому же многие яркие «физики» в душе были большими поклонниками и знатоками «лирики». Барды собирали полные залы вузов и научных институтов. Фактически речь шла о симпатиях молодежи. Рейтинг естественных наук был исключительно высок. Все хотели быть физиками.

В этих условиях инженер И. А. Полетаев сказал свое «перпендикулярное» слово. Он обострил проблему почти до крайности: если физика может все, то надо ли тащить в космос ветку сирени, о чем хлопотали довольно бездарные литераторы?

Главным оппонентом был крупнейший писатель и публицист Илья Эренбург. Он говорил, что надо брать ветку сирени, а иначе физики могут остаться бездуховными роботами. Верно-то верно, но рассчитано как раз на роботов. А физики, в том числе и особенно – Игорь Андреевич, как раз и были очень чуткими камертонами духовной жизни страны. Именно они зачитывались поэтами новой волны, пели под гитару песни Окуджавы, Визбора, Галича, позже – Высоцкого. Многие из них сами занимались гуманитарным творчеством. Из них вышла значительная часть будущих «шестидесятников».

Переезжая на работу в Новосибирск, А. А. Ляпунов пригласил к себе своего ученика по Артиллерийской академии, военного инженера-физика И. А. Полетаева. Я увидел Игоря Андреевича впервые в доме А. А. Ляпунова на Детском проезде в Академгородке летом 1961 или 1962 г. Был сильный дождь. Я пришел к Алексею Андреевичу пешком и поэтому снял по дороге сандалии, чтобы их не промочить. Короче говоря, в дом я вошел босиком. На звонок дверь открыл незнакомый худощавый мужчина, седоватый, коротко стриженный, с острым изучающим взглядом. Это был Игорь Андреевич. Он с удивлением посмотрел на мои мокрые пятки, но ничего не сказал.

И. А. Полетаев быстро вошел в кипящее сообщество Академгородка. В это время по инициативе ряда молодых и способных «физиков» в Академгородке возник так называемый Кофейно-Кибернетический Клуб (ККК), где шли бурные еженедельные дискуссии по всем вопросам, запиваемые свежим кофе. Игорь Андреевич естественно влился в эту турбулентную структуру и сразу стал задавать в ней тон. Если не ошибаюсь, он даже был Президентом этого клуба. Правда, по уставу Президент имел только одно

право – воздерживаться при голосовании по любому вопросу. Многие мои дальнейшие знакомства и контакты в Академгородке возникли именно из ККК. Я ездил туда из города, а ночевал в общежитии СО АН у знакомых ребят.

Надо сказать, что Игорь Андреевич был одним из главных участников школ по теоретической биологии у Н. В. Тимофеева-Ресовского и Л. А. Блюменфельда (Миассово на Урале, Можайское море под Москвой), а потом – ежегодных школ по математической теории экосистем (Пушино и др.). Везде он выступал с яркими докладами и «затравливал» дискуссии. Полемист он был высочайшего разряда. Говорил быстро и очень остро, часто парадоксально, возражал мгновенно. Поэтому его выступления всегда пользовались большой популярностью. Уже гораздо позже Игоря Андреевича неоднократно приглашали для выступлений в новосибирской Высшей партийной школе перед элитой будущих партработников. Он говорил о реальной экономике, об экологии, о социальном устройстве, поругивал недостатки советской власти, но это всегда сходило ему с рук, поскольку было интересно и происходило в закрытой аудитории. Это было пикантно, как хороший анекдот.

В кибернетике Игорь Андреевич взялся за центральные понятия – системы управления (СУ) и информация, – но подошел к ним по-своему. Дело в том, что математические и содержательные работы А. А. Ляпунова по системам управления были столь широки и всеобъемлющи, что под определение СУ можно было подвести все что угодно, хоть камень на дороге. Полетаев подошел к проблеме прагматически, как физик. Он выделил класс физических систем, где описание в терминах СУ приводит к решению основных проблем их строения и функционирования. Он указал, что акт управления отличается от всех иных физических взаимодействий тем, что действие слабого сигнала приводит к значительно более существенным физическим последствиям. Именно тогда информационно-кибернетическое описание физических систем адекватно и более продуктивно, чем материально-энергетическое. А. А. Ляпунов, конечно, не сдавался. Но И. А. Полетаев шел своим путем. В 1970 г. он издал сборник работ своей лаборатории «Исследования по кибернетике» (под редакцией, между прочим, А. А. Ляпунова), где с большой глубиной изложил свой подход к пониманию информации, информационных процессов и систем управления. Мне кажется, что, несмотря на текущее противоречие взглядов А. А. Ляпунова и И. А. Полетаева, обе точки зрения весьма продуктивны и взаимно дополнительные. Именно так я и рассказываю о них нашим студентам-матбиологам.

Другим важным направлением работ Игоря Андреевича стало развитие идеологии систем с лимитирующими факторами и разработка конкретных моделей таких систем. Идея лимитирования, идущая еще из прошлого столетия от известного химика Либиха, была развита до математических моделей именно Полетаевым и его учениками. Фактически это способ приближенного описания сложных динамических систем. Очень быстро этот подход стали использовать в физиологии и теории экосистем. До сих пор этот подход активно используется красноярскими биофизиками.

Мы тоже попытались использовать подход, сходный с лимитирующими факторами, для описания Молекулярно-генетических систем управления (МГСУ). Мой сотрудник Р. Н. Чураев разработал дифференциальные и автоматные модели функционирования и взаимодействия генов, где использовалось понятие порога. Самым крупным результатом на этом пути было построение пороговой модели внутриклеточного развития фага λ . Сейчас Р. Н. Чураев – директор Института биологии УрО РАН в Уфе. Метод работал, особенно при моделировании на компьютерах.

Несколько позже, в последнее десятилетие, мы поняли, что идеология лимитирующих факторов весьма продуктивна при анализе общих проблем молекулярно-генетической организации и эволюции. МГСУ – сложнейшие системы, содержащие 103–105 генов и фракций их биополимерных продуктов на клетку. Описать формулами такую систему, даже если она полностью известна, практически невозможно. Оказывается, во многих случаях это и не нужно. В работах ряда теоретиков-биохимиков было показано, что в последовательных цепях метаболизма всегда есть ферменты с минимальными каталитическими активностями, которые лимитируют потоки конечных продуктов. Другие гены и ферменты этих путей функционируют, но не лимитируют. Ясно, что в этом случае отбор, оценивающий выход продукта, будет в основном «фокусироваться» на лимитирующем звене, эволюция которого будет адаптивной. А нелимитирующие гены оказываются практически без селективной оценки, т. е. эволюционируют нейтрально.

Это соображение было очень важным, потому что с конца 60-х годов в теории молекулярной эволюции резко обострилась борьба «нейтралистов» (М. Кимура и др.) и «селекционистов» (большинство традиционных дарвинистов). Главный предмет спора был об удельной роли «нейтральной» эволюции. Дарвинисты не могли смириться с идеей «нейтральности» молекулярной эволюции и считали разговоры о ней сильно преувеличенными. Из нашего подхода, базирующегося на идее лимитирования, вытекало, что «нейтральная» эволюция – это не экзотика, а совершенно реальное и длительное состояние большинства нелимитирующих генов.

Другой аспект проблемы был связан с так называемой «дилеммой Холдэйна». Английский популяционный генетик Дж. Б. С. Холдэйн в 50-е годы показал, что геномы высших организмов не могут одновременно отбираться по многим генам, так как при этом селекционные потери не компенсируются плодовитостью. Наш подход позволил сразу снять остроту проблемы. Действительно, если в сложных системах отбор оценивает только лимитирующие звенья, то число участвующих генов значительно меньше, а смена лимитирования позволяет последовательно включать в селективную оценку многие гены каждой системы. Такой режим эволюции мы с С. Н. Родиным назвали «эстафетным».

Наконец, я понял, что идея лимитирования может быть использована как важнейший эвристический принцип. В сложных МГСУ в каждый момент времени имеются системные ограничения свойств, конструкции, которые можно назвать лимитирующими факторами организации и эволюции. Преодоление этих лимитов происходит при возникновении важнейших новых свойств – так называемых эволюционных приспособлений широкого про-

филя, которые адаптивны почти всегда или в очень широком перечне условий. Таких свойств не очень много, но они имеют фундаментальный характер. Например, мозг человека или пятипалая рука, диплоидность генома и т. д.

В этом случае эволюцию МГСУ следует описывать как последовательность лимитирующих факторов организации и снимающих их эволюционных приспособлений широкого профиля. Это как бы стержень «сценария» эволюции. Все остальное надо описывать как второстепенные детали вокруг этого стержня. Первые попытки пойти по пути такой аппроксимации были достаточно продуктивны.

Однажды И. А. Полетаев опубликовал популярную статью, если не ошибаюсь, – в журнале «Техника – молодежи». В заголовке полагалось поместить фотографию автора. Говорят, Игорь Андреевич запросил редакцию, можно ли вместо этого прислать фотографию своих хромосом, поскольку они не менее индивидуальны, чем лицо автора. Редакция неожиданно согласилась. Так и вышла эта статья с портретом хромосом И. А. Полетаева. Разумеется, внутренне они очень индивидуальны, но этого не видно на фотографии.

В 70-х годах пионерский дух в Академгородке пошел на убыль. У Игоря Андреевича оказалось много недоброжелателей и врагов. Особенно это обострилось после смерти в 1973 г. А. А. Ляпунова. Короче говоря, на лабораторию И. А. Полетаева постоянно оказывалось административное и идеологическое давление. Некоторые сотрудники эмигрировали. Настроение было плохое. Мы пытались как-то помочь Игорю Андреевичу. В частности, Д. К. Беляев направил одно или два письма в поддержку Игоря Андреевича, но результатов не было никаких.

В эти годы Игорь Андреевич много болел. Это не помешало ему написать весьма острый опус о «дуракологии» – науке о дураках. У меня нет этого текста, но, возможно, он есть у его ближайших сотрудников. Хорошо бы его опубликовать.

Умер И. А. Полетаев очень тихо. Конечно, ближайшие сотрудники и родные знали, что он болен, помогали ему. Но за пределы узкого круга информация фактически не выходила. Как я узнал потом, он завещал не устраивать официальных похорон с оркестрами и речами. Так и было сделано. Через несколько дней были поминки для более широкого круга, где был и я. Похоронен он на кладбище Чербузы в Академгородке. На могильном камне написано: «Инженер И. А. Полетаев».

В день 50-летия мы подарили Игорю Андреевичу адрес, где было написано следующее:

Желаем Вам,
Как и себе,
Жить в искушени
И борьбе,
И порох свой
Назло другим,
На страх врагам
Держать сухим!

Желаем
Ни в какой тиши
Вам не найти
Покой души,
И в недовольствии
Собой
Идти на бой,
Идти на бой!

Пусть будет вечен
Ваш союз
Друзей и жен,
Наук и муж!
И общность
Наших «лженаук»
Пусть будет крепче
Всех порук!

Кибернетический
Бедлам
Пусть будет
С «био» – пополам!
А клуб
С эмблемой ККК
Пусть будет
Здравствовать века!

Я думаю, что имя И. А. Полетаева не должно быть предметом архива. Его острый и ясный ум, парадоксальная речь, полемический талант, его роль в развитии кибернетики и математической биологии, его многочисленные таланты впечатляют не только учеников и современников. О нем надо рассказывать новым поколениям математических биологов, чтобы они знали свои корни.

Системный подход в экологии (как это делал А. А. Ляпунов)

Алексей Андреевич отдыхал в Миассове в Ильменском заповеднике, вероятно, потому, что он очень любил минералы. Он собирал минералы, и у него была великолепная коллекция различных камней, которую он пополнял в заповеднике. Ильменский заповедник для геологов и любителей минералов – место чрезвычайно интересное и необычное. Существуют кислые лавы, щелочные лавы, соответственно образуются минералы кислых и щелочных лав, которые всегда пространственно разделены.

Ильменский заповедник – это контакт двух лав, щелочной и кислой. Поэтому там имеется такое разнообразие минералов щелочных и кислых лав, которого в других местах нет. Заповедник – рай для тех, кто интересуется минералами. Алексей Андреевич открыл для себя Миассово раньше, чем там появилась лаборатория Н. В. Тимофеева-Ресовского. В 1956 г. в заповедник из «закрытого» городка переехал коллектив ученых, ставший лабораторией биофизики Уральского филиала АН СССР. Лаборатория основала на берегу озера Большое Миассово биостанцию. В Миассово жили молодые сотрудники Тимофеева-Ресовского, там жила и я. Я не помню точно, когда и как появился Алексей Андреевич, привел ли его Николай Владимирович или он пришел сам. Скорее всего, сам. Я только помню мужчину молодого, высокого, в высоких сапогах, с черной бородой, с цыганистым видом и с горящими глазами. Человека, которого представил нам потом Николай Владимирович, сказав, что вот это – известный московский ученый-кибернетик, профессор Алексей Андреевич Ляпунов.

Дальше в моих воспоминаниях нет никакой последовательности. Алексей Андреевич остался в памяти как постоянный, активный участник летних семинаров в Миассове. Семинары же в Миассове летом проходили по два раза в неделю под лозунгом «от астрономии до гастрономии». Причем этот лозунг не был выдуман, он просто отражал суть происходящего.

Я помню два семинара, на одном из которых астроном Парийский рассказал нам о спутниках Марса, а на другом семинаре сестра одной из сотрудниц, которая приехала в гости в Миассово, сделала по просьбе Николая Владимировича доклад о своей специальности. Так как она была специалист по сыроварению, то и рассказывала нам о сыроварении и различных сырах. Таким образом, это действительно были семинары «от астрономии до гастрономии». На семинаре мог выступить каждый и каждый мог

задать вопрос. Николай Владимирович поощрял задавание вопросов, говоря, что не бывает глупых вопросов, бывают только глупые ответы. Поэтому вопросы задавались разные и в большом количестве.

Так вот, Алексей Андреевич всегда присутствовал на этих семинарах, участвовал в них очень активно, обычно разъяснял нам что-нибудь, чего мы не понимали или даже понимали – это было неважно. Невозможно представить Миассовские семинары без него.

Что касается самой кибернетики, то я не помню какого-нибудь специального доклада, который Алексей Андреевич делал. Наверняка он выступал с докладом, и не с одним. Вероятно, это были доклады об искусственном интеллекте, об умных машинах и кибернетике. Все выступления слились для меня в единый поток семинаров, из которого мне трудно вычленить доклады Алексея Андреевича.

Но что я точно помню, то это замечательный случай, когда Николай Владимирович, человек большого юмора, загнал математика Ляпунова в логический тупик.

Алексей Андреевич всегда требовал от нас точных определений, кто бы ни делал доклад. Алексей Андреевич обычно говорил: «Тут у вас неясность. Скажите пожалуйста, что вы под этим понимаете? А нельзя ли определить это точно? Как это соотносится с выбранной вами системой понятий?» И т. д., и т. д., и т. д. Николай Владимирович тоже относился достаточно строго к понятиям и требовал определения элементарных явлений и процессов. В то же время он, как я понимаю, никогда бы не взялся, например, определять, что такое жизнь. А вот Алексей Андреевич однажды взялся за это дело и дал определение жизни. Я не помню, чему был посвящен семинар, чему-то очень сложному, столь же сложному, как понятие «жизнь». Алексей Андреевич сделал доклад, а после доклада Николай Владимирович стал говорить: «Нет, Алексей Андреевич, мне кажется, что вот здесь у вас недостаточно точно определено. Вот здесь, Алексей Андреевич, по-моему, у вас имеется противоречие, и вот это понятие надо сделать более точным». «Да, да, да», – говорит Алексей Андреевич и снова пытается определить объекты своего доклада все более точно. Но нельзя сложные явления загнать в строгие рамки непротиворечивых точных определений. А Николай Владимирович настаивает, и Алексей Андреевич все уточняет. Аудитория уже через некоторое время понимает, что Николай Владимирович просто гонит Ляпунова в логический тупик. Алексей же Андреевич, при своей детскости и при своем совершенно доверчивом отношении, не понимает, что идет такая игра. И только когда Николай Владимирович мастерски загнал Ляпунова в угол, и Алексей Андреевич сказал какой-то совершеннейший абсурд, и когда аудитория расхохоталась, он посмотрел на всех и расхохотался тоже. И он хохотал до слез, громче всех, со своей детской непринужденностью и радостью, я бы сказала. А Николай Владимирович удовлетворенно заметил: «Вот так, Алексей Андреевич, не надо, значит, требовать точности всегда и во всем. Жизнь сложна, ее невозможно целиком загнать в определение». Но это был только отдельный контрслучай в общем потоке определения понятий, явлений, процессов.

Алексей Андреевич рассказывал нам тогда о генетике, о работах Гамова, и они в Миассове с Андреем Маленковым стали формализовать формальную генетику.

Мне хотелось бы только сказать, что все, что происходило на семинарах в Миассове, происходило очень весело. Шла серьезная теоретическая работа, строились основы системного подхода, но при этом эпизоды, подобные рассказанному, случались постоянно. Все работали с шуткой.

Алексей Андреевич как-то задал мне вопрос, кем я себя считаю, экспериментатором или теоретиком. Я ответила, что, конечно, экспериментатором. Ляпунов сказал: «Нет, вы – на самом деле теоретик. Просто у вас не хватает образования». И он взялся меня учить, персонально меня. Заставлял меня писать рефераты, правил их, много беседовал со мной о геохимии, о процессах и явлениях, относящихся к химии, потому что я занималась тогда химией радионуклидов. Он учил меня точно формулировать свои мысли и по возможности быть последовательной в рассуждениях.

Алексей Андреевич способствовал моему переезду в Академгородок. А когда я переехала в Академгородок, то начала с ним работать вплотную. Алексей Андреевич занялся в это время системным подходом к ландшафтоведению, к экосистемам, к биогеоценозам, к биологическому круговороту и т. д.

Алексей Андреевич создал биокibernетический семинар, который посещали специалисты из различных областей биологии. Они могли приходить, посетить семинар несколько раз, потом уйти, снова вернуться и т. д. На этих семинарах рассматривались самые разные вопросы, которые касались двух сторон жизни экосистемы – ее структуры и функционирования. Поскольку экосистема очень сложна, то на семинаре могло обсуждаться все что угодно. Мы слушали доклады и о фиксации азота, и о строении почвенного профиля, и о круговороте углерода, и о многом другом. Каким-то образом вся эта причудливая смесь укладывалась в голову Алексея Андреевича с тем, чтобы потом превратиться в более сложную и в то же самое время более простую конструкцию. Замечательным на этих семинарах была наша надежда на то, что вот мы все сядем за стол, расскажем, что знаем, Ляпунову, потом вместе с Алексеем Андреевичем составим модель, а потом он ее напишет и модель заработает! Так вот, мы ни разу не дошли даже до того, чтобы сесть за стол и начать составлять модель. Увы, этого не произошло.

Более того, семинары через некоторое время рассыпались, люди почему-то уходили, но Алексея Андреевича это не смущало. Через некоторое время он начинал другой семинар с другими людьми или частично с теми же самыми, и продолжал неустанно строить свою систему описания сложных природных процессов.

Все те, кто ходил на его семинары, мои сегодняшние коллеги, помнят очень хорошо эти семинары и признаются что, несмотря на то, что вроде бы ничего не вышло и никакой модели биогеоценоза не получилось даже близко, однако они сами поняли вещи, которых раньше не понимали. Их собственная наука предстала перед ними в другой окраске, может быть, с другими акцентами, с другими ударениями. Они учились там выделять главное в своих исследованиях и стали делать это лучше, чем до семинаров.

Понимание огромной пользы этих семинаров пришло ко всем – и к молодым ученым, и к уже очень известным. Сам Алексей Андреевич, видимо, действительно накапливал таким образом знания, потому что гораздо эффективнее получить сжатые знания в беседе со специалистами, чем пытаться выудить их из учебника. Да и зачем Алексею Андреевичу было читать почвоведение или ботанику! Он всегда мог спросить то, что его интересовало. Так он и делал. Через некоторое время мы с ним приступили к системному описанию биогеоценоза и биологического круговорота.

Это была достаточно напряженная работа, потому что с меня требовались большие знания, мне приходилось много читать, чтобы отвечать на вопросы Алексея Андреевича. Я рассказывала Алексею Андреевичу о различных звеньях и процессах биологического круговорота, он формулировал основные понятия, создавалась система символов, я записывала текст под диктовку Алексея Андреевича, через несколько дней читала ему этот текст, он что-то правил, что-то переформулировал или изменял.

Таким образом формировались понятия о структуре и функциях биологического круговорота или экосистемы – что почти то же самое, потому что потоки вещества и энергии являются основой функционирования экосистемы и структурируют ее. Как результат нашей работы появилась вначале большая статья в специальном сборнике, а потом, через некоторое время, нам главным редактором «Ботанического журнала» академиком Лавренко была заказана статья «Системный подход к изучению биогеоценоза».

И вот тут началась длительная история, потому что эту статью нам непрерывно заворачивали. Редакцию не устраивало то то, то это, то пятое-десятое. Алексей Андреевич очень серьезно отнесся к первому варианту критики. Сказал: «Давайте исправим этот раздел, разъясним это понятие, добавим новый пример, уберем непонятный кусок текста». Мы сделали все что возможно, чтобы удовлетворить требования рецензентов. Но они продолжали заворачивать статью, объясняя, что опять вот это непонятно, и все время рассуждая, что нужно писать и что не нужно. После второго раза Алексей Андреевич сказал: «Что вы теряете время? Не надо ничего этого делать, отзовите статью». Я: «Ну как же, мы потеряли столько времени! Ведь мы должны выйти на широкую аудиторию. Кроме того, эта статья – заказ, и мы обязаны убедить рецензентов». Он: «Ничего не надо! Через 20 лет молодые люди будут все это знать, и им будет казаться, что они это знали всегда. Вот это и есть настоящая наука, и она пробьется другими путями, через другие статьи. А если редакция „Ботанического журнала“ не хочет печатать статью, заберите ее у них, им же хуже».

Самое удивительное заключается в том, что еще не прошло двадцати лет, а системный подход стал общим местом. И всем кажется, что так было всегда, они на этих понятиях выросли. Всегда были эти схемы, эти концептуальные модели, а что тут особенного? Алексей Андреевич оказался прав!

Со статьей же дальше произошла такая история. Я упорно работала и упрямо пыталась довести статью до печати. Алексей Андреевич даже не хотел со мной разговаривать на эту тему. Только после того, как он умер, я написала письмо в редакцию «Ботанического журнала», что прошу вернуть мне статью, потому что я ее опубликую точно в таком виде, в каком она

была создана А. А. Ляпуновым. А с вами я больше не желаю иметь никакого дела.

После этого они быстренько сняли все свои возражения и написали, что они опубликуют статью в ее первоначальном виде. Действительно, статья была опубликована в том виде, как она была продиктована мне Алексеем Андреевичем. В этом эпизоде я хочу показать, что Ляпунов очень хорошо понимал, что он делал. Я, наверное, вообще не понимала его позиции. А он ясно осознавал, что он делал, и понимал, что системный подход очень быстро разовьется и станет неотъемлемой частью науки. Когда новое быстро становится общим местом – вот это и называется наукой.

В связи с системным подходом вспоминается и комичный случай. Буквально в это же самое время, ухо в ухо с нами, американские ученые развивали тот же самый подход к тому же самому круговороту веществ. Я переписывалась с частью из этих ученых и однажды крупный эколог, сейчас уже покойный Ван Дайн прислал свою статью. Она еще не была опубликована, это был draft. Ван Дайн хотел, чтобы Алексей Андреевич сделал свои замечания. Они через меня вели научную переписку. Я сказала: «Алексей Андреевич! Ван Дайн прислал свою статью, я сейчас вам ее прочту». Начала читать. Алексей Андреевич то ли не слышал, что я ему сказала, то ли забыл мгновенно, что это статья Ван Дайна. Он слушал ее как свою, поскольку текст был о том же самом, о чем писали мы, и я переводила английские термины теми же терминами, которые мы с Алексеем Андреевичем придумали. Через некоторое время он мне сказал: «Нет, нет, вот в этом месте определение надо изменить, здесь оно не совсем точно сформулировано». «Алексей Андреевич, ну хорошо, я это запишу и отправлю ему». «Кому?» – удивленно спросил он. «Ван Дайну». «А причем здесь Ван Дайн?» «При том, Алексей Андреевич, что это статья Ван Дайна, а вовсе не ваша». Я описала этот случай Ван Дайну и послала ему текст нашей статьи для «Ботанического журнала». Ван Дайн ответил, что да, это, конечно, замечательно, когда процесс познания идет настолько синхронно. Буквально в одно и то же время рождаются одинаковые идеи. И схемы потоков вещества и энергии в экосистеме, и термины хотя и отличаются, но в целом удивительно похожи.

Алексей Андреевич очень обрадовался, что в Америке ученые думают о том же самом и так же, как мы. Даже вопроса о том, что они опередили нас или не опередили, что идет какой-то перехват идей, этот случай вообще не вызвал. Алексей Андреевич просто радовался тому, что наука развивается так синхронно и что мы идем с американскими учеными одним и тем же путем. Окончание статей было по сути одинаковым: сказанное – лишь подступы к настоящему моделированию, которое и является главной задачей системного анализа.

Но Алексей Андреевич не создал модели наземной экосистемы. Им была написана математическая модель водной экосистемы, которую он делал с другими учеными. Он не успел создать модель круговорота веществ в наземной экосистеме, хотя писал уже балансовые уравнения. Смерть прервала эту его работу. К сожалению, нет никакой законченной статьи по этому поводу, осталось кое-что, видимо, в набросках.

Теперь я хочу поделиться своими мыслями, что сделал А. А. Ляпунов как ученый, который занимался системным подходом и системами в целом.

Во-первых, он оказал воздействие на огромное количество людей, которые увидели свои проблемы в системе. В системе биогеоценоза, в системе биосферы, в системе космоса. Кроме того, он заставил биологов, требуя от них содержательных определений, более четко сформулировать свои задачи и ясно обозначить свой объект исследования. И вот это, я думаю, главное, что он сделал.

В той области, которой я занимаюсь, в области экосистем и круговорота веществ, он предложил (с моей посильной помощью) некоторые схемы функционирования, которые затем усложнялись. Мало того, что он предложил схемы, которые могут меняться, он заложил несколько принципов построения концептуальных моделей, и принципы эти были достаточно простыми. А. А. Ляпунов сформулировал, что система может подразделяться на компоненты совершенно любым способом, лишь бы этот способ был естественнонаучным и отвечал задачам исследования. Это первый принцип. Второй: правила выделения конкретных обменных процессов из их общей системы могут быть любыми, тут нет никаких строгих ограничений. Необходимо лишь, чтобы были перечислены все основные процессы и чтобы в целом в экосистеме сохранялся баланс веществ.

А. А. Ляпунов дал строгие формальные определения некоторым общим понятиям, с которыми оперирует ученый, работающий в области биологического круговорота и потока энергии в экосистемах. Оказалось, что фундаментальных понятий в этих областях очень мало. Там есть понятие компонента, или компартмента, или блока, т. е. некоторого количества вещества, находящегося в определенном месте в определенное время. Там есть потоки или обменные процессы, которые связывают эти отдельные блоки. Соответственно имеются единицы измерения запасов вещества в блоках и интенсивностей потоков. Как производные от основных понятий были введены удельные скорости процессов и время оборота вещества в блоке. Итак: блоки с запасами вещества, потоки с их интенсивностями, а также вход вещества или энергии в экосистему и выход из нее. Вот и вся схема для цикла любого элемента или потока энергии. Сама эта схема и правила ее построения и описания и были предложены А. А. Ляпуновым.

А дальше огромный накопленный эмпирический материал укладывается в эту простую схему. Сразу становится видно, что уже сделано, а что сделать необходимо в первую очередь. Для полевого эколога появляется руководство к действию. По мере набора необходимых данных эти системы блоков и потоков начинают жить, круговорот становится зримым. Вы на самом деле видите, как работают экосистемы, как течет энергия через экосистему. Таким образом, Алексей Андреевич сделал из кучи эмпирических данных ясную, работающую систему.

Второе, что он предложил, — тоже очень простая вещь. Идея, конечно, пришла из математики, из его общего понимания природы процессов. А. А. Ляпунов сформулировал, что любой круговорот может функционировать в нескольких режимах: а) давным-давно известный стационарный режим; б) переходной режим, когда экосистема переходит из одного состояния в другое;

переходной режим может приводить к потере вещества и энергии или к накоплению вещества и энергии в экосистеме; в) периодический режим, когда система, подчиняясь действию внешних факторов (зима – лето; сухой период – период дождей), работает циклически, но в целом по большому отрезку времени в системе выполняются условия стационарного режима.

Если говорить очень коротко, то перечисленные положения и были основой концепции, построенной Алексеем Андреевичем. Концепция оказала большое влияние на группу биологов, с которыми он контактировал. Группа была немногочисленной и вряд ли могла сохранить тот мощный теоретический импульс, который был генерирован Ляпуновым. К счастью, как требовала великая драматургия прошлого, совпали условия единства времени, места и действия. Теоретическая деятельность А. А. Ляпунова в СССР и профессора Ван Дайна в США пришлась на время активной работы Международной биологической программы – МБП. С моей точки зрения, МБП была лучшей международной научной программой. Она имела хорошо сформулированные цели и задачи, более или менее согласованные методики полевых работ, сеть стационаров, на которых проводились многолетние наблюдения в разных странах, и, что самое важное, большие коллективы ученых – энтузиастов МБП в Европе, Азии, Южной и Северной Америках.

Те ученые, которые вместе с Алексеем Андреевичем обсуждали и формулировали положения его концепции, работали в коллективах МБП и передавали в разной форме его идеи своим коллегам. Круг экологов, начинающих думать и рассуждать системно, расширялся. Главное же заключалось в том, что мозговой центр МБП избрал процессы обмена веществом и энергией в экосистемах как ключевые процессы, которые должны были изучаться в рамках Программы.

Итак, единство времени: шестидесятые–семидесятые годы – время активной теоретической работы Алексея Андреевича и сбора материала коллективами МБП. Единство места – экосистема. Единство действия – количественная характеристика потоков вещества и энергии в экосистемах Мира.

К тому времени, когда был накоплен эмпирический материал, требовавший обобщения, уже была готова та схема, которая обеспечивала любую степень обобщения: от отдельной экосистемы до биосферы. Это удивительное совпадение во времени появления большого массива данных и инструмента его синтеза определило быстрое распространение и включение в экологию системного подхода. Одновременно широкое развитие получило математическое моделирование. Цепочка: полевой сбор материала по адекватным методикам, его анализ и синтез на основах системного подхода, построение модели, описывающей функционирование экосистемы – к началу восьмидесятых была построена. В ее создании огромная заслуга принадлежит А. А. Ляпунову.

С течением времени многие положения науки становятся безымянными, имена тех, кто формулировал понятия и общие концепции, забываются. Сейчас само сочетание слов «системный подход» уже почти не употребляется. Однако то, что сделал А. А. Ляпунов, остается в теоретических науках о Земле и Жизни в виде идей, понятий, схем и становится, как говорил сам автор, общеизвестным – т. е. настоящей наукой.

А. М. Молчанов

Лимитирующие факторы (по И. А. Полетаеву) и принцип Ле-Шателье

Введение. Естествознание и математика

Стихийный отбор в науке существовал задолго до дарвиновского открытия его творческой роли в природе. Математика столетиями отбирала, концентрировала и сохраняла сокровища естествознания. Поэтому она глубоко эволюционна, а революции, сотрясающие частные ветви естествознания, приносят в нее результаты уже в синтезированной, гармоничной форме.

Так, например, квантовая механика, существенно изменив физику, принесла в математику идею эквивалентности матричной и волновой механики. А это было известно (в иной, разумеется, форме) еще со времен Фурье.

Самый драматический эпизод этих событий – появление работы Шрёдингера «Об отношении Гейзенберг-Борн-Йордановской квантовой механики к моей». Шрёдингер дважды сделал то, что они единожды сделали вдвоем: и квантовую механику построил, и эквивалентность доказал. Не последняя причина в том, что Шрёдингер нужную математику знал, а не изобретал матрицы на ходу.

Аксиоматика, понятийный аппарат, алгоритмы – это наиболее четкое выражение значения математики в Науке.

Однако ее весьма эффективная роль казначея науки имеет неприятную оборотную сторону. Высокая степень концентрации знаний – необходимая для хранения – делает их трудно доступными.

Существенно меняет ситуацию появление компьютеров, особенно персональных. Возникает реальная возможность быстрого «разворачивания» концентрированных знаний.

Ситуация напоминает эру Коперника, когда необозримые таблицы наблюдений Тихо Браге были свернуты Кеплером в немногие формулы, допускающие быстрое восстановление данных. Это привело почти неминуемо и к причинному объяснению небесной механики – закону всемирного тяготения. Современное математическое моделирование является формализованным завершением идей Кеплера, но (пока) не приводит к ньютоновскому апофеозу. Его, правда, тоже пришлось ждать более полувека...

© А. М. Молчанов, 1996. Доклад на Втором Сибирском конгрессе по прикладной и индустриальной математике, Новосибирск, 25 июня 1996.

Лимитирующий фактор Либиха – Полетаева

Эволюция понятийного аппарата математики – самого, возможно, ценного сокровища Науки – происходит еще медленнее. Научное понятие проходит обычно три стадии – сначала это слово, затем термин конкретной науки (чаще нескольких) и только потом собственно понятие.

Так, например, идеей лимитирующего фактора почти два века назад владел адмирал Ушаков, который утверждал, что скорость эскадры определяется скоростью самого медленного судна, а широта кругозора – уровнем глаз смотрящего.

Сам термин «лимитирующий фактор» возник в известных работах Либиха. Он же ввел во всеобщее употребление и удобрения, относительно которых мы сейчас в глубоком недоумении – а добро ли это?

Но это был все еще термин, все еще не понятие.

Одна из причин состоит в том, что идея «лимитирующего фактора» Либиха относилась к «запасам», и понадобились работы Полетаева, чтобы распространить эту идею на «потoki». Иными словами, Игорь Андреевич «уравнивал в правах» потоки и запасы подобно тому, как Гамильтон объединил импульсы и координаты в единое фазовое пространство.

Только после этого решающего шага стало возможным говорить о понятии лимитирующего фактора.

Принцип Ле-Шателье

Принцип Ле-Шателье на современном языке есть высказывание об инерционности равновесия, то есть о параметрической (структурной) устойчивости. Иными словами, он «дополнителен» к теории устойчивости Ляпунова, относящейся к возмущениям самих фазовых переменных.

Любопытно, что ответ на более сложный вопрос был угадан до постановки более простого вопроса. Это тем более интересно, что приемлемой общей формулировки принципа Ле-Шателье нет и доныне, несмотря на существенные успехи теории бифуркаций, фазовых переходов, структурной устойчивости. Это не мешает, конечно, использовать его как эвристический принцип, подсказывающий ответ (на качественном уровне) в каждом конкретном случае.

Принцип Ле-Шателье – это принцип локальный, градиентный. Он дает направление возможных изменений состояния и не содержит никаких указаний на границы применимости. Тем не менее, он подсказывает догадку, что равновесие будет «держаться до последнего», после чего произойдет переход в новое равновесие, обладающее подобными же свойствами.

Но это означает, что переходный процесс будет кратким во времени и узким в фазовом пространстве. Эта догадка подтверждается в медицине (принцип «все или ничего»), в газодинамике (ударная волна) и в нелинейных колебаниях (разрывная трактовка).

Независимо от этих соображений Игорь Андреевич Полетаев ввел принцип «смены лимитирующего фактора» в моделях биологических систем.

Тем интереснее сопоставление этих подходов. Главное сходство в том, что «вся нелинейность» «сидит» на границе раздела, а поведение в боль-

шей части фазового пространства описывается линейными уравнениями. С точки зрения принципа Ле-Шателье это вполне понятно, ибо вне зоны переключения система находится почти в равновесии и для учета малых отклонений вполне достаточно линейных уравнений.

Различия, и весьма существенные, возникают при изучении многокомпонентных систем. Переходные процессы в таких системах бывают весьма сложными. Соответствующие им (эргодичность!) зоны переключения нередко оказываются фрактальными множествами. Поэтому изучение пространственной структуры (уравнения в частных производных) таких систем значительно труднее скалярного случая.

Тем важнее главная идея Игоря Андреевича Полетаева об определяющей роли границ и зон переключения.

Следует отметить, что в фитоценозах подобные явления изучал Станислав Михайлович Разумовский. Правда, мы тогда не знали, что для научности нужно толковать о фракталах, странных аттракторах, энтропии по Колмогорову, показателях Ляпунова, порядке Шарковского, константе Гроссмана – Томе – Фейгенбаума и теореме Шильникова.

Станислав Михайлович попросту подсчитывал доли беломошника в зеленомошнике и наоборот...

Управление

И. А. Полетаев написал книгу «Сигнал». Это была одна из первых и одна из лучших книг по кибернетике. Уже название показывает ясное понимание автором границ применимости новой тогда и модной теории. Это понимание выгодно отличает книгу от моря (а точнее, болота) других публикаций на эту тему.

Важное место в дальнейших работах И. А. Полетаева занимает критический анализ терминов «информация» и «управление». «Развитие... кибернетики..., как ни странно, мало прибавило к четкости и строгости определения... информации. Более того, в ряде работ... этот термин применяется столь произвольно, что его употребление... вызывает недоразумения». В другом месте Игорь Андреевич пишет о необходимости различать «энтропию источника информации и физическую энтропию системы».

Конструктивный подход самого Полетаева начинается с уточнения основных понятий. Он вводит термины «компетентность» системы, «ценность информации» и напоминает «принцип усилителя в биологии» (Н. В. Тимофеев-Ресовский). Суть этих уточнений в необходимости совместного рассмотрения управления и управляемой системы. Отрыв управления от системы, забвение ее конкретных особенностей и свойств делает все построение бессодержательным.

Эти важные идеи не получили в дальнейшем, насколько мне известно, полноценного развития. Между тем такой подход намечал серьезное взаимодействие с задачами оптимального управления в вариационном исчислении. Более того, вариационный подход связывал бы экономические, биологические и кибернетические задачи в единую алгоритмическую схему, но со своими специфическими особенностями. Общим в этих разнородных

задачах является, с точки зрения математики, наличие малого параметра, позволяющего разделить (асимптотически!) переменные на управляющие и управляемые.

Угадывается также связь смены лимитирующего фактора с бифуркационными явлениями в нелинейной теории колебаний. Все это, однако, не реализовано.

Вспоминается старая шутка: «Раньше нам говорили, что кибернетика – реакционная лже-наука. А сейчас мы твердо знаем, что все наоборот – не реакционная, не лже и не наука».

Я не знаю, кто автор этой шутки, но Игорь Андреевич вполне мог быть им...

Семантическая гигиена

Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский научность теории связывал не с количественными данными, а с точностью определения ее основных понятий. Игорь Андреевич Полетаев говорил о семантической гигиене. Вполне ясна идейная близость этих точек зрения. Похоже, что у них общий источник, тем более, что Николай Владимирович ссылался на Нильса Бора...

К сожалению, дисциплина мысли – явление в науке весьма редкое. В обыденной жизни про свалившийся с горы камень не говорят, что он «распознал» лужу, в которой застрял. И никто не скажет, что перрон «считывает» пассажиров, выходящих из поезда. Тем более неопытна «ковбойскость», с которой в науке говорят о генетическом «тексте» или об «узнавании» ферментом активного центра. Каждый легко вспомнит близкие ему примеры.

Между тем, подобные квази-образы не только засоряют речь, но и плодят якобы-работы и псевдо-теории. Поэтому у Полетаева, знавшего эту опасность не из вторых рук, было достаточно поводов для высказываний о необходимости и полезности семантической гигиены. И надо отдать ему должное: он отнюдь не пренебрегал этой своей общественной обязанностью.

Личность

До сих пор речь шла о науке, и я стремился к максимальной объективности. В рассказе о личности субъективность, как одна из многих точек зрения, и неизбежна и полезна.

Игорь Андреевич был человеком резким.

Думают, что это следствие его судьбы и научной, и человеческой. Я убежден в противном. Нельзя придумать переключение доминанты (она же лимитирующий фактор), если сам устроен иначе. В резкой форме: не Полетаев придумал Л-системы, а Л-системы нашли Полетаева.

Далее. Игорь Андреевич в науке серьезно опережал свое время. Результат – дефицит признания и научное одиночество. Другой результат – математик Полетаев с вызовом и упорством называет себя инженером. Тре-

тий результат – гармоническая личность (и инженер, и математик, и еще многое другое) внешне выглядит экстремистом и максималистом.

Пример. Раздраженный суетней околонуучных джентльменов обоего пола, Полетаев говорит (и печатает!) нечто вроде: «Ох, Блок! Ах, Бах! Дело свое надо знать, а не охать». На Полетаева обрушивается поток демагогии. «И в космосе нужна ветка сирени» – это Илья Эренбург, очень желавший «изничтожить» Полетаева по многим причинам.

И возникла «дискуссия» физики – лирики, в которой «физики» объясняли оппонентам, что они плохие лирики, а «лирики» старательно делали вид, что «физики» посягают на культуру...

Два слова об инженере Полетаеве.

Идут полевые испытания первого мобильного (на грузовике) радара. «Это что? – Сарай, наверное. – Так, а это? – Колокольня! – Правильно».

И вот появляется объект, который исчезает с экрана, затем появляется, но двигается уже в противоположную сторону, становясь все ярче. Потом начинает тускнеть, снова исчезает и снова меняет направление. НЛЮ, да и только.

Военный инженер Полетаев командует: «Прямо, вперед!» И вскоре уже невооруженным глазом видна... стая грачей. Они летают по кругу, исчезая на экране радара, когда летят прямо на радар или от него. Причина ясна – резко падает площадь отражения.

Вклад в уфологию не состоялся, ибо интеллектуальной гигиеной инженер Полетаев владел задолго до того, как стал обучать других...

Некую даму спросили, что она думает по какому-то поводу. Дама возмутилась: «Откуда я знаю, если я ничего еще не сказала». От всех нас эта дама выгодно отличается искренностью. Мы все сначала говорим, и очень хорошо, если потом думаем. Семинары, рабочие группы, конференции поэтому и возникли.

Но попробовали бы вы общаться в таком стиле с Полетаевым. Вы бы услышали: «А вы не интонируйте...» Жестокое требование: обсуждать только хорошо продуманное – вот условие общения с ним. И все прекрасно знали, что его требовательность – это требовательность прежде всего к самому себе. Обсуждать с Полетаевым новую для вас идею было очень трудно, но уж если удалось с ним поговорить – вы своей идеей владели. И как же сейчас хочется услышать: «А вы не интонируйте...»

«...Не говори с тоской – их нет, но с благодарностью – были».

«Не будем спешить, побуждаемые эгоистической жаждой вкусить от плодов дел наших» (К. Д. Ушинский).

Полетаев никогда не спешил...

Заключение

Работы ученого, конечно, самое главное в его жизни. Но ученый прежде всего – человек, и его личность многое определяет в его работе. Много, но не все, ибо и наука (его наука) мощно воздействует на его личность. И какие бывают трагедии неосуществленных идей...

Есть, однако, и третья ипостась ученого. Это его влияние (взаимное, конечно) на социум. В оптимистическом (и оптимальном) варианте – это жизнь и работа внутри научной школы. Но так здорово бывает не всегда...

Неминуемо наступает время, когда работы уже не читают. Начинаются цитаты и цитаты цитат.

Дальше наступает научный фольклор, за которым следует миф. Типичный пример: «А все-таки она вертится». Вряд ли эта фраза была произнесена, да это и не важно. Важно, что современники именно так поняли и запомнили Галилея. Важно, что это понимание определило историю, и не только научную, целой эпохи.

Миф (он же художественная правда), миф – концентрация самой сути творчества Ученого – это и есть подлинная “Life after life”.

И тогда главным и единственным Судьей оказывается Будущее:

О люди! жалкий род, достойный слез и смеха!
Жрецы минутного, поклонники успеха!
Как часто мимо вас проходит человек,
Над кем ругается слепой и буйный век,
Но чей высокий лик в грядущем поколенье
Поэта приведет в восторг и умиление!

В. Е. Демидов

**У истоков физиологии активности.
Николай Александрович Бернштейн
и развитие отечественных
биокибернетических исследований**

Осмысление путей кибернетического моделирования психики и поведения живых существ, и особенно человека, сталкивает научную мысль с рядом проблем, из которых главной, пожалуй, является проблема познания и модельного представления феномена а к т и в н о с т и организмов, обладающих психикой. В литературе по кибернетике, информатике, искусственному интеллекту справедливо отмечается, что такие фундаментальные стороны активности психического, как прогнозирование будущего, целеполагание и – в случае человека – сознательное стремление к достижению поставленных целей, наиболее трудны для передачи на языке точных наук. Отсюда – то значение, которое приобретает концепция «физиологии (и психологии) активности», неотделимая от имени Н. А. Бернштейна, идеи и результаты которого по праву считаются биокибернетическими по своей направленности – и это несмотря на то, что выдвинуты и обоснованы они были в середине 30-х годов, т. е. тогда, когда о кибернетике и информатике еще не было речи.

<...>

Николай Александрович Бернштейн скончался 16 января 1966 г., не дожив несколько месяцев до своего семидесятилетия. И, как это обычно бывает с исследователями, опередившими время, каждое следующее десятилетие, прошедшее с этой скорбной даты, открывает перед наукой все новые грани его творчества, поворачивает в совершенно неожиданную плоскость найденные им закономерности, помогает находить простые и ясные пути решения многих актуальных проблем исследования человеческой деятельности.

В некрологе, напечатанном в «Вопросах философии» спустя два месяца после кончины Николая Александровича, было точно определено то главное, что сделало его труды непреходящей ценностью для науки: «Его творчество отмечено удивительным единством и глубиной научного мировоззрения, редким бесстрашием и последовательностью <...>. Работы Н. А.

© Издательство «Наука», 1989. Фрагменты статьи, опубликованной в сборнике «Кибернетика: прошлое для будущего. Этюды по истории отечественной кибернетики. Теория управления. Автоматика. Биокибернетика» (М.: Наука, 1989, с. 108–169).

Бернштейна составили эпоху в физиологии движений и надолго определили пути развития этой области науки <...>. Он сумел перейти к широким обобщениям, имеющим значительную ценность для нейрофизиологии и философии. Его научные взгляды одно время рассматривались как „еретические“, хотя дальнейшее развитие науки подтвердило их правоту. Его физиология активности исключает понимание деятельности как простого уравнивания организма с внешней средой и рассматривает деятельность как биологически активный процесс, а на уровне человека – как процесс, преобразующий среду»¹.

¹ Николай Александрович Бернштейн: Некролог // Вопросы философии, 1966, № 3, с. 182.

Н. А. Б е р н ш т е й н (1896–1966), член-корреспондент АМН СССР (с 1946 г.), лауреат Государственной премии СССР 1948 г., родился в семье крупного московского психиатра Александра Натановича (Николаевича) Бернштейна. После Великой Октябрьской социалистической революции А. Н. Бернштейн решительно встал на сторону большевиков; когда Советское правительство переехало в Москву, был назначен заместителем председателя «Главнауки», занимавшейся координацией научно-исследовательских работ. Скоропостижно скончался в 1922 г. Дядя Н. А. Бернштейна, Сергей Натанович Бернштейн (1880, Одесса – 1968, Москва), академик АН СССР и АН УССР, математик, известный своими работами по теории функций, дифференциальным уравнениям и теории вероятностей. Дед Н. А. Бернштейна, Натан Осипович (1836–1891), доктор медицины и доцент анатомии и физиологии в Новороссийском университете (Одесса), неоднократно избирался секретарем, товарищем (т. е. заместителем) председателя и председателем Общества одесских врачей.

Николай Александрович получил хорошее домашнее и гимназическое образование (гимназию окончил с серебряной медалью), увлекался музыкой, фотографией, техническими науками, литературой, изучил в гимназии латынь, немецкий и французский языки. В годы первой мировой войны учился на медицинском факультете Московского университета и работал санитаром в психоневрологическом отделении одного из московских лазаретов. Получил диплом врача 15 декабря 1919 г., мобилизован в Рабоче-Крестьянскую Красную Армию и направлен на колчаковский фронт. В 1921 г. был демобилизован и вернулся в Москву.

Научную деятельность начал в 1921 г. (после демобилизации) работами по психиатрии и экспериментальной психологии, одновременно прослушал ряд учебных курсов на математическом факультете Московского университета. В 1922 г. начал работать над вопросами физиологии движений в Центральном институте труда, что привело его к созданию новых методов изучения движений, получивших название циклограмметрии. Благодаря этим методам Н. А. Бернштейн смог впервые описать биодинамику ударных движений слесаря (1922–1924), движений руки пианиста (1926–1930), ходьбы (1928–1935), бега (1934–1940) и других двигательных процессов. В это же время Николай Александрович изобрел целый ряд приборов циклографической регистрации и циклограмметрического анализа движений, в результате чего исследование двигательного процесса стало возможно вести с большей точностью. Результатом данных исследований были также проекты рационализации рабочего места вагонного жителя трамвая и проект организации рабочего места машиниста метрополитена, принятый в соображение при постройке вагонов московского метро.

Большое практическое значение имел проведенный в это же время цикл работ по определению – методом, разработанным Н. А. Бернштейном, – распределения масс

Дирекция Центрального научно-исследовательского института физической культуры, представляя 5 мая 1945 г. Николая Александровича к званию члена-корреспондента Академии медицинских наук СССР, так охарактеризовала его вклад в развитие знаний о живом организме:

«Профессор Н. А. Бернштейн по праву считается создателем нового, советского периода в истории учения о движениях человеческого тела. Ни по совершенству техники исследования, ни по точности анализа механической стороны движения, ни по глубине проникновения в его физиологическую сущность в мировой литературе не встречалось и не встречается работ, стоящих на уровне исследований профессора Н. А. Бернштейна <...>.

Превосходный математик, профессор Бернштейн нашел новые пути анализа записей движения во времени и пространстве. Высоко эрудированный физиолог, профессор Бернштейн углубляется в интимные процессы движения и успешно ищет взаимосвязь между иннервационной стороной и внешним выражением движения <...>.

В последние годы профессор Бернштейн работает над дальнейшим углублением изучения иннервационной и пространственно-временной структуры движения, предпринимая точнейшую синхронную регистрацию био-

и положений центров тяжести звеньев тела человека. Этим методом было обследовано более 100 человек (до Бернштейна такие эксперименты проводились исключительно на трупах).

В 1935 г. Николаю Александровичу были присвоены звание профессора и ученая степень доктора медицинских наук (по совокупности трудов). В 40-е годы им была разработана новая теория координации движений, нашедшая отражение в работе «К вопросу о природе и динамике координационной функции» <...>. Это исследование в последующем продемонстрировало свою актуальность в решении таких вопросов, как терапия мозговых ранений, трудовая восстановительная терапия, трудовая педагогика, физкультурная (спортивная) подготовка, теория протезирования. В начале 40-х годов Н. А. Бернштейн вычислил и подготовил к печати «Пятизначные таблицы десятичных логарифмов», одобренные Московским математическим обществом, но, к сожалению, они не были изданы по причинам, от автора не зависящим.

В 1927 г. Н. А. Бернштейн разработал новый метод частотного анализа непериодических колебательных кривых (опубликован в журнале «Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik»). Этот метод нашел применение в экспериментальной акустике, в электроэнцефалографии (в Московском институте мозга в 1933 г. он был использован профессором, будущим академиком М. Н. Ливановым). В 1940 г. Николай Александрович вместе с П. Павленко изобрел прибор «осцилоспектрограф», основанный на данном методе и позволивший быстро проводить анализ осциллограмм, в отличие от иных, требующих длительного труда, тогдашних способов анализа (см.: Н. А. Бернштейн, М. Н. Ливанов. К вопросу о структурном анализе биологических кривых // Физиологический журнал СССР, 1945, т. 36, № 5–6, с. 298–311).

В 1948 г. за книгу «О построении движений», опубликованную в 1947 г. <...>, Н. А. Бернштейн был удостоен Государственной премии СССР.

токов нервно-двигательных приборов (нервно-мышечных систем.– В. Д.) и хроноциклограмм движений <...>².

Но самое, пожалуй, для нас главное – это то, что Н. А. Бернштейн первым, за десять лет до того, как аналогичная идея была высказана «отцом кибернетики» Н. Винером, дал строгую формулу – дифференциальное уравнение – нервно-мышечной обратной связи в живом организме³, а в нематематизированной форме опубликовал эту мысль за девятнадцать лет до Винера⁴ – к сожалению, в издании, оставшемся совершенно неизвестным в научных кругах зарубежных стран. Это уравнение привело Николая Александровича к еще одной, поистине революционной идее, – что в мозгу живых существ, действующих целенаправленно, должны быть непременно сформированы две жизненно необходимых модели: модель реальности, в которой находится существо, и модель «потребного будущего», ради достижения которого совершается то или иное действие⁵.

<...>

В марте 1924 г. состоялась Всесоюзная конференция по научной организации труда – НОТ. <...>

Н. А. Бернштейн доложил на ней о результатах исследования рабочих движений: «Робкие попытки <...> Майбриджа, работы Джильберта, Фишера лишь наметили пути исследования. ЦИТ⁶ пошел дальше, сумел дать законченную методику изучения движений. Он не только создал точные и усовершенствованные способы записи, он подошел к установлению основных законов, определяющих трудовые движения. Трудовое движение укладывается в формулу, что и показали работы ЦИТа. Такими путями подводится научная основа под практику рационализации трудовых движений»⁷. За словами «усовершенствованные способы записи» стояло вот что: 300 циклограмм с полным их математическим анализом за полтора года работы. Результат, которым не могла в то время похвалиться ни одна лаборатория НОТ в мире, а их насчитывалось немало.

И с этими циклограммами, со всей своей съемочной аппаратурой, с плакатами и диаграммами Гастев⁸, Бернштейн и еще пять человек выехали в

² Личное дело члена-корреспондента АМН СССР Бернштейна Николая Александровича // Архив АМН СССР, ф. 9120, оп. 8/3, д. 19, л. 5.

³ Н. А. Бернштейн. Проблема взаимоотношений координации и локализации // Архив биологических наук, 1935, т. 38, вып. 1, разд. 1.

⁴ Н. А. Бернштейн. Клинические пути современной биомеханики // Сборник трудов Государственного института для усовершенствования врачей им. В. И. Ленина в Казани. Казань, 1929, т. 1, с. 266.

⁵ См.: Н. А. Бернштейн. Проблема взаимоотношений координации и локализации, с. 1–34. Разумеется, в этой статье самого термина «модель» нет – используются выражения типа «формула движения», «проект движения» и т. п.

⁶ Центральный институт труда ВЦСПС.– Сост.

⁷ См.: С. Михайлов. ЦИТ – конференции // Организация труда, 1924, № 2–3, с. 84.

⁸ Алексей Капитонович Г а с т е в (1882–1941) родился в Суздале в семье учителя. После смерти отца семья крайне бедствовала. Окончил городское училище и технические курсы. Поступил в Московский учительский институт, но вскоре был

мае того же 1924 г. на Международную конференцию по НОТ, созданную в Праге. Устроители рассчитывали поразить «этих отсталых совдепов» рассказами о системе Тэйлора, о способах учета рабочего времени и тому подобных организационных приемах, – а вышло, что вся конференция превратилась в слушание советских докладов!

В этих докладах новостью было все: и методика циклографирования, и способы расчетов, и результаты. Ведь как установили Бернштейн и его сотрудники, метод *циклограмметрии* позволяет иметь документальные данные о работающем органе, выделить механические и биомеханические законы, управляющие движением; «...живое движение в целом *протекает крайне закономерно* и поддается представлению его в виде совокупности математических уравнений. Из этого же факта следует, что всегда *каждая деталь движения определяет целое*, и изменения такой детали ведут к регулярному изменению всех других, хотя бы и отделенных от нее в пространстве или во времени. <...> Анализ позволил часть этих взаимных влияний отнести за счет механических причин; остальная часть идет за счет синтетических двигательных нервомеханизмов»⁹. Докладчик отметил важное обстоятельство: любое движение человека «портретно», т. е. строго индивидуально для каждой личности, – ходьба, бег, приемы труда (через несколько лет «портретность» получит благодаря исследованиям Бернштейна объяснение: это результат отражения в мозгу человека «моторного поля», в котором действуют его конечности <...>). Не стал скрывать Николай Александрович и возникших трудностей, указывая, что «динамика движений отличается большим механическим своеобразием, в силу чего элементарный расчет и суставно-мышечных возможностей и теоретическое конструирование нормалей на их основе ведут к полному противоречию с

исключен за организацию студенческой демонстрации. Член РСДРП с 1901 г., большевик [в 1908–1931 гг. в партии не состоял. – Сост.]. В 1905–1907 гг. руководитель боевой дружины Костромской большевистской организации, председатель Костромского совета рабочих депутатов. Делегат IV съезда РСДРП (1906). В эмиграции работал на заводах Парижа, учился в Высшей школе социальных наук (Париж). В 1917–1918 гг. – генеральный секретарь ЦК Всероссийского союза металлистов. В 1920 г. организовал ЦИТ, которым руководил до 1938 г. Одновременно в 1924–1926 гг. был заместителем председателя, затем председателем Совета по НОТ при Народном комиссариате РКИ, в 1932–1936 гг. – председателем Всесоюзного комитета стандартизации при Совете Труда и Обороне СССР. Как поэт печатался с 1904 г. Сборники стихов: «Поэзия рабочего удара» (1918) и «Пачка ордеров» (1921). Публицистические произведения Гастева пользовались в 20-е годы большой известностью; среди них – «Как надо работать» (1921), «Юность, иди!» (1923), «Снаряжение современной культуры» (1923) и др. По научной организации труда опубликовал книги «Трудовые установки» (1924), «Установка производства методом ЦИТ» (1927) и ряд других. Плакат Гастева «Как надо работать» висел в приемной кабинета В. И. Ленина в Кремле. Арестованный по клеветническому обвинению, А. К. Гастев погиб в тюрьме. Реабилитирован посмертно.

⁹ Н. Бернштейн. Нормализация движений в ЦИТе: Тезисы доклада на 1-м Международном съезде по НОТ в Праге // Организация труда, 1924, № 5, с. 78. <...>

действительностью»¹⁰, и только натурный эксперимент позволяет вырабатывать какие-то рекомендации.

<...>

Идеи, касающиеся построения движений человека, удалось наиболее полно реализовать Николаю Александровичу в то время <...>, когда он работал сначала консультантом, а потом заведующим лабораторией физиологии и патологии движений Московского научно-исследовательского института протезирования Министерства социального обеспечения СССР. Он пришел туда сразу же, как только вернулся из эвакуации в Москву – в ноябре 1943 г. Нет нужды объяснять, насколько обострилась проблема протезирования в годы Великой Отечественной войны, и Бернштейн всеми силами старался облегчить судьбу людей, лишившихся конечностей. Он разработал такую конструкцию протеза правой руки, что вложенная в искусственную кисть ложка могла совершать движение, максимально приближенное к естественному во время еды. Он предложил новый принцип механизма коленного шарнира протеза ноги, и походка инвалида на таком протезе стала требовать значительно меньше усилий.

Но, как вспоминает Виктор Семенович Гурфинкель (после вынужденного ухода Н. А. Бернштейна продолживший его дело¹¹), пожалуй, более существенным вкладом, чем эти конкретные разработки, было общее влияние Николая Александровича на научный уровень экспериментальных и конструкторских работ. Он содействовал росту этого уровня буквально на всех этапах разработки и создания протезов. Его лаборатория стала тем пунктом, в котором проверялись и выверялись все новые конструкторские идеи. Ибо методика циклографирования дала возможность объективно оценивать как достоинства, так и слабые места разработки. И по сию пору циклограмметрия остается важным и нужным методом, потому что только с ее помощью можно проверить удобство протеза – в сочетании с человеком, который им пользуется. Николай Александрович предложил критерии объективной оценки: восстановление ритмичности хождения, восстановление симметрии ходьбы, уменьшение энергозатрат при ходьбе – критерии, основанные на цикло съемке и цифровом выражении фаз движения.

<...> До прихода Николая Александровича конструкторы руководствовались всевозможными эмпирическими правилами – он же поставил дело на строго научную основу.

<...> Он заглядывал далеко вперед, и его конструкция механизированных протезов для людей, лишившихся обеих ног, только сейчас начинает приобретать черты реальности, а ведь предложил Николай Александрович ее в 1948 г., когда это была поистине необыкновенно передовая идея.

<...>

¹⁰ Там же.

¹¹ Работы В. С. Гурфинкеля, М. Л. Цетлина и других по конструированию протезов, базировавшиеся на идеях Н. А. Бернштейна, открыли новый этап в этой области – использование биопотенциалов для управления протезами. См. очерк Вяч. Вс. Иванова о М. Л. Цетлине в разделе «Биографические материалы» настоящего сборника. – **Сост.**

С конца 50-х годов одна за другой появляются статьи Н. А. Бернштейна, посвященные проблемным вопросам физиологии движений, высшей нервной деятельности, биокibernетики, – философские обобщения достижений этих дисциплин и анализ неудач. Одним из этих вопросов было отражение внешнего мира в сознании человека – вопрос, особенно обострившийся в связи с появлением чрезвычайно сложных человеко-машинных комплексов в промышленности, на транспорте, в военном деле, при исследовании космического пространства. А обострился он потому, что показал свою явную несостоятельность принцип, вполне серьезно провозглашенный за рубежом в конце 40-х годов в книге «Надежность наземного радиоэлектронного оборудования» сторонниками тогдашней технической психофизиологии: «...человек может наилучшим образом выполнять свои функции в системе „оператор – машина“, если он действует подобно простому „усилителю“, выполняя лишь строго установленную последовательность операций»¹².

В противовес этой мысли Н. А. Бернштейн подчеркивает, что проблема физиологии активности «это проблема антиэнтропического преодоления среды, проблема поиска и предваряющего планирования своих действий, а тем самым – общая проблема о п т и м и з а ц и и (подчеркнуто мною. – В. Д.) организмом условий для своего роста и закономерного развития»¹³. Он выдвигает один из основополагающих постулатов современной теории человеко-машинных систем: «...ответ организма на побуждение, пришедшее к нему из окружающей среды, всегда, как правило, содержит в себе нечто большее, нежели само это побуждение»¹⁴. Этой особенностью человек (как, впрочем, и любое достаточно высокоорганизованное существо) принципиально отличается от рефлекторно действующего робота. В побуждающем сигнале или воздействии (физическом, химическом и т. д.) отображена лишь с и т у а ц и я, в которой существо очутилось, но задача деятельности не содержится: з а д а ч а всегда формируется в результате с т о л к н о в е н и я между побудителем и личным опытом особи, т. е. ситуацией и «внутренним содержанием» человека или высокоорганизованного животного. Поэтому одна и та же ситуация и один и тот же сигнал вызовут у 20 индивидуумов в общем случае 20 различных двигательных реакций. Раздражение – это всего лишь нажим на спусковой крючок, а «выстрел» – все дальнейшее – есть активное оформление двигательной задачи, активное решение ее.

Для биокibernетики этот тезис имеет особенно важное значение, поскольку указывает пути решения задачи конструирования и введения в действие любого робота с заданной степенью человекоподобия. В предельном случае абсолютной адекватности реакций робота и человека робот должен быть полностью похож на человека (вплоть до хрупкости, незащищенно-

¹² Надежность наземного радиоэлектронного оборудования. Пер. с англ. под ред. Н. М. Шулейкина. М.: Советское радио, 1957, с. 242.

¹³ Н. А. Бернштейн. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966, с. 27.

¹⁴ Н. А. Бернштейн. Очередные проблемы физиологии активности // Проблемы кибернетики, 1961, вып. 5, с. 105.

сти, способа воспроизведения себе подобных и т. д.) – иными словами, быть человеком и жить в обществе людей: таков ответ на мечты фантастов. В статье «Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой» Николай Александрович подробно разбирает принцип физиологии активности и вытекающие из него последствия¹⁵. Ведь любое движение – это процесс активного воздействия на окружающий мир, решение или попытка решения некоторой *задачи действия*, т. е. достижение того, чего еще нет, но должно стать. Однако живое существо поставлено в такие обстоятельства, что вынуждено играть с внешним миром в особую игру, в которой нет объявленных правил, а ходы противника точно неизвестны. Вот почему в процессе эволюции у живых существ выработался *вероятностный подход* к представлению потребного будущего и определению путей его достижения. Этим такие существа кардинально отличаются от любой машины, действующей по принципу «стимул – реакция», какой бы сверхсложной она ни была.

Николай Александрович отмечает, что в «классический» период развития науки любой живой организм трактовался как уравнивающаяся (или самоорганизующаяся) система. На современном этапе такой организм описывается по-иному: как 1) система, умеющая сохранять тождественность себе самой, несмотря на прохождение через нее энергии и вещества, а также изменение состава (смена одних атомов другими, пусть того же самого элемента) и 2) система, непрерывно направленно меняющаяся, несмотря на вариации внешней среды, и становящаяся особью, одинаковой с другими подобными особями по всем существенным признакам. Для такой системы генетический код есть модель будущего (развитие организма от рождения до смерти), в которой запрограммирована и антиэнтропийная направленность развития – стремление, несмотря ни на что, упорядочивать свою структуру, противодействовать деструктурирующим внешним воздействиям¹⁶.

<...>

Сейчас диву даешься, читая некоторые статьи, появившиеся в 60-е годы за подписями противников столь «странных» взглядов и содержащие такие, например, высказывания: «...теоретические положения (Н. А. Бернштейна, его сторонников и других авторов, причисленных к категории «странных».– В. Д.) носят чисто умозрительный характер, крайне искусственны и запутаны <...>, складывается впечатление, что при их составлении авторы взамен адекватных достоверных фактов решили использовать силу напыщенного слова и эффект экстраординарной терминологии, вроде „модель потребного будущего“ <...>, „аппарат сопоставления“ <...> и т. п. Словесные ухищрения и ультрамодная терминология призваны также придать взглядам этих авторов видимость оригинальности, новизны и прогрессив-

¹⁵ Н. А. Бернштейн. Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой // Вопросы философии, 1962, № 8, с. 78–87.

¹⁶ См.: там же, с. 81 и далее.

ности»¹⁷. Эти защитники устарелых воззрений не понимали, что новая терминология есть результат глубоких преобразований, которые претерпевала в те десятилетия биология и провозвестниками которых с 20-х годов выступали Н. А. Бернштейн и другие отечественные ученые. Среди этих преобразований заметное место принадлежит математизации биологического знания, и взгляды Н. А. Бернштейна на трудности математизации представляют несомненный интерес и в наши дни.

<...>

<...> Николай Александрович с большим интересом отнесся к идее «хорошо организованных функций», выдвинутой И. М. Гельфандом и М. Л. Цетлиным в 1962 году¹⁸. Для этих функций характерно то, что все их аргументы разделяются на несущественные и существенные. Несущественные способны вызывать резкие изменения и скачки значений функции на небольших отрезках времени, однако не оказывают влияния на длительных интервалах: не изменяют экстремумов и иных характеристик функции. Существенные же аргументы сравнительно слабо (по сравнению с несущественными) влияют на небольших интервалах, в конечном же итоге вызывают мощные изменения, как в протекании функциональной зависимости, так и в конечном результате.

Если попытаться интерпретировать поведение организма с помощью таких функций, выясняется следующее: по отношению к несущественным аргументам он ведет себя приспособительно, а к воздействию существенных оказывается «жестким», дабы сохранить свое бытие, продолжение рода и вида. Иными словами, в первом случае имеет место рефлекторная деятельность, а во втором – активное, целенаправленное воздействие организма на среду обитания. Те же две тактики организм использует и при управлении движениями: в одних случаях это рефлекторно-приспособительный акт, в других – программно-активный, вплоть до перестройки (кстати, приспособительной!) соответствующих алгоритмов¹⁹.

Учет соотношения между заданной (потребной) и сиюминутной (реальной) ситуациями – основа деятельности любого человека-оператора, который обязан мысленно представлять себе по показаниям приборов образ функционирования объекта и улавливать рассогласования (более того – тенденции к рассогласованиям!), ведущие к аварийному исходу. Результат работы оператора – мышечная деятельность во всех ее видах. Поэтому идеи Н. А. Бернштейна оказали – и продолжают оказывать – большое влияние на принципы организации работы людей, на конструирование рабочих мест, на методики подготовки и тренировки летчиков, космонавтов, моряков, шоферов, железнодорожных диспетчеров, дежурных инженеров энергосистем и т. д. Ни одно сколько-нибудь серьезное исследование по

¹⁷ Э. А. Асратян. Тонические условные рефлексы как форма целостной деятельности мозга // Журнал высшей нервной деятельности, 1963, т. 13, вып. 5, с. 783.

¹⁸ И. М. Гельфанд, М. Л. Цетлин. О некоторых способах управления сложными системами // Успехи математических наук, 1962, т. 17, вып. 1 (103), с. 3–25.

¹⁹ Н. А. Бернштейн. Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой, с. 82–85.

проблематике операторской деятельности не мыслится сегодня без обращения к научному наследию Н. А. Бернштейна. В частности, открытые Николаем Александровичем принципы работы скелетно-мышечного аппарата человека очень пригодились во время подготовки к космическим полетам.

С наступлением «космической эры» у многих ученых возник вопрос: не потеряет ли человек в невесомости тех навыков, которые он приобрел во время тренировок на земле, в поле тяготения? Искать ответ довелось в числе других исследователей одному из ближайших учеников Николая Александровича – Левану Владимировичу Чхаидзе, защитившему докторскую диссертацию под его руководством. Чхаидзе предложил простой и надежный способ численной проверки координации мышечных движений²⁰, который с успехом использовался и во время тренировок на центрифуге, и в кратковременной невесомости, возникавшей в кабине самолета при полете по параболической кривой Кеплера²¹. Эксперименты показали, что после изменения силы тяжести наступает кратковременное ухудшение координации, которое быстро сменяется восстановлением точной дозировки мышечных усилий. Тем самым было доказано, что нет оснований опасаться за надежность работы космонавтов в состоянии невесомости, – вывод же корабля-спутника на орбиту целесообразно производить в автоматическом режиме.

<...>

Все, знавшие Николая Александровича Бернштейна, отмечали его редкую демократичность, эрудицию, разностороннюю талантливость, фантастическую работоспособность, негибамую волю.

– О нем можно смело говорить, что это был человек, обогнавший свое время, – сказал В. С. Гурфинкель. – Но, к сожалению, мало кто из окружающих понимал это. Даже мы, его ученики, в полной мере осознали масштабность его работ только с годами. А он – он всячески выдвигал на передний план работы своих сотрудников, был в этом отношении чрезвычайно щепетильным, не проходил мимо даже маленького успеха. Иные таланты порой встают в позу мэтров, начинают всех поучать – эта малоприятная черта была глубоко чужда Николаю Александровичу. Он не получал удовольствия от разбора чужих неудач. Бывало, разносят при нем какой-нибудь слабый рассказ, – а он вдруг говорит: «Знаете, там есть одно неплохое

²⁰ Л. В. Чхаидзе. Координация произвольных движений человека в условиях космического полета. М.: Наука, 1965, с. 70–78. Предисловие к этой книге написал Н. А. Бернштейн. Он высоко оценил методику и результаты исследования Чхаидзе. Книга была переведена в США и издана в качестве материала НАСА – Национального агентства по исследованию космического пространства (1966).

Леван Владимирович Ч х а и д з е (род. в 1911 г.) – доктор биологических наук, заслуженный деятель физкультуры и спорта Грузинской ССР. Кандидатскую и докторскую диссертации подготовил под руководством Н. А. Бернштейна. Основные исследования посвящены биомеханике различных видов спортивных движений. Член Международной ассоциации биомехаников (с 1979), профессор кафедры биомеханики Грузинского института физической культуры (Тбилиси).

²¹ Л. В. Чхаидзе. Координация произвольных движений человека в условиях космического полета, с. 91–98.

место...» Ну, а если случалось выразить отношение к чьим-то промахам, он коротко сообщал о своем несогласии – и конец...²²

Л. В. Чхаидзе:

– 1969 год, идет международный симпозиум в Ереване по вопросам управления, в том числе управления в живом организме. Наша делегация поставила на семинаре вопрос о теории управления движениями: какие есть в мире теории, кто и как ими пользуется? В зале американцы, французы, немцы, швейцарцы, даже перс один был. Поднимается американский физиолог и говорит: «Ну что за вопрос поставлен? Бернштейн же ваш соотечественник? Так вот, мы его теорией и пользуемся: наличие многоуровневых колец, которые управляют движением. Нет другой теории и быть не может». Так и не получилось дискуссии...²³

И. М. Фейгенберг:

– Множеству людей было важно прийти к Николаю Александровичу, чтобы поделиться с ним своими мыслями, сомнениями. Вокруг него в конце 50-х годов собралась довольно большая группа молодежи – медики, геологи, математики, и всем было с ним интересно. Он умел жестоко критиковать, но эта критика никогда не была такой, после которой уходишь с чувством «Ну и дурак же я!»: его критика наталкивала на новые мысли, и он не то что давал тебе эту мысль (которая пришла ему в голову!), а заставлял чувствовать себя так, как будто ты сам до нее додумался. Это, мне кажется, самая сложная задача педагога, и Николай Александрович таким мастерством владел в совершенстве...²⁴

Б. С. Кулаев:

– Мне довелось присутствовать на выступлении Норберта Винера, которое, как помнится, состоялось в Коммунистической аудитории МГУ на

²² Виктор Семенович Г у р ф и н к е л ь (род. в 1922 г.) – профессор, доктор медицинских наук, заведующий лабораторией Института проблем передачи информации АН СССР. Кандидатскую и докторскую диссертации подготовил под руководством Н. А. Бернштейна, был сотрудником лаборатории физиологии и патологии движений Московского научно-исследовательского института протезирования, которой фактически с января 1943 по март 1949 г. руководил Н. А. Бернштейн. Участвовал в разработке протеза с биоэлектрическим управлением (предплечье – кисть), за создание которого коллектив авторов был удостоен Государственной премии СССР.

²³ Личное сообщение.

²⁴ Личное сообщение. Иосиф Моисеевич Ф е й г е н б е р г (род. в 1922 г.) – доктор медицинских наук, профессор кафедры психологии и педагогики Центрального института усовершенствования врачей (Москва). Научные контакты с Н. А. Бернштейном начались у И. М. Фейгенберга в Институте неврологии АМН СССР, где Николай Александрович в 1943–1947 гг. был заведующим отделом физиологии и патологии движений. В дальнейшем входил в творческий кружок, сформировавшийся вокруг Н. А. Бернштейна, и, занимаясь под его влиянием прогностической деятельностью мозга, ввел термин «вероятностное прогнозирование» (см.: *И. М. Фейгенберг. Вероятностное прогнозирование в деятельности мозга // Вопросы психологии*, 1963, № 2, с. 59–67), что было положительно отмечено Н. А. Бернштейном.

Моховой, где сейчас факультет журналистики. Сложилось впечатление, что для него одной из важнейших причин поездки в нашу страну была возможность встречи с Николаем Александровичем. Он все время отмечал (а Николай Александрович в тот день переводил, – не явилась переводчица почему-то...), что «в то время, когда я занимался такими-то вопросами, мистер Бернштейн делал то-то», что познакомился с «замечательными работами мистера Бернштейна» слишком поздно. Винер вполне ясно дал понять, что считает Николая Александровича первооткрывателем...²⁵

Л. Л. Шик:

– Вот Сеченов описывает Гельмгольца так, что в разговоре с ним каждый не то чтобы робел, а просто было всем ясно, что разговаривают с гением. Думаю, что у каждого, кто разговаривал с Николаем Александровичем, было подобное чувство: что он существо из какого-то иного измерения. У меня, во всяком случае, оно возникало всегда. Что это человек иного класса мышления. Что если существуют какие-то общепринятые представления о той комбинации врожденных свойств и тонкости интеллекта, образованности и целеустремленности и прочих свойств, отмечающих гения, – все это есть у него...²⁶

<...>

²⁵ Личное сообщение. Борис Степанович Кулаев (род. в 1924 г.) – доктор биологических наук, профессор-консультант Научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР (Пушино). Основные научные интересы относятся к физиологии человека и животных. С Н. А. Бернштейном был связан не столько научными, сколько личными отношениями через людей, близких к дому Николая Александровича.

²⁶ Личное сообщение. Лев Лазаревич Шик (род. в 1915 г.) – доктор биологических наук, консультант Института хирургии им. А. В. Вишневского АМН СССР, профессор кафедры физики живых систем Московского физико-технического института, заслуженный деятель науки РСФСР. Первая его встреча с Н. А. Бернштейном относится к 1927 г., когда Николай Александрович начал работать в Государственном институте охраны труда (1927–1933). Лев Лазаревич является одним из тех немногих людей, с которыми Николай Александрович находился в приятельских отношениях (по свидетельству Т. С. Поповой, с людьми Николай Александрович обычно «держался в границах», так что близких друзей у него было мало).

IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

Л. В. Канторович

Мой путь в науке (фрагменты)

Линейное программирование

Многих удивляет, как это вдруг случилось, что я стал экономистом. Нужно сказать, что некоторый интерес к экономике, к экономическим решениям у меня всегда был. Например, я с большим интересом слушал лекции по политэкономии, которые нам читал на третьем курсе А. А. Вознесенский, в последующем ректор университета, брат известного экономиста, председателя Госплана. Я часто подходил к нему после лекций с вопросами.

Мне даже пришлось работать экономистом. После третьего курса – летом 1929 г. – мы должны были пойти на практику. У математиков практика заключалась в том, чтобы считать цифры от одного до десяти – облачность в геофизической обсерватории или на счетах в сберкассе. Я нашел единственное подходящее место – это работа статистиком в Ташкенте, в управлении Средазводхоз (огромное управление, которое занималось проектированием и строительством систем орошения по всей Средней Азии). Должности статистика не оказалось, и я был зачислен на должность младшего экономиста. Небезынтересно, что моим руководителем оказалась Мария Спиридонова¹, работавшая там.

Половину времени я занимался изучением экономических материалов, описанием условий орошения, использования водных ресурсов и их распределения. Я работал по Чу-Таласской водной системе, которая проходила через две республики – Киргизию и Узбекистан. Другая половина времени мне давалась для собственных занятий – я писал некоторые парагра-

¹ М. А. Спиридонова (1844–1941) – см. БСЭ, 3-е изд., т. 24, кн. 1, с. 326.

© Издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, «Успехи физико-математических наук», 1987. Воспоминания представляют собой текст предполагавшегося доклада в Московском математическом обществе, который Л. В. Канторович готовил в последние месяцы своей жизни, находясь в больнице. Работа над докладом осталась незаконченной. Текст записан со слов Л. В. Канторовича В. Л. Канторовичем и опубликован в «Успехах математических наук», 1987, т. 42, вып. 2(254), с. 183–213. В настоящем сборнике перепечатываются с сокращениями два раздела из этой публикации.

фы из нашего с Ливенсоном мемуара об аналитических и проективных множествах, которые были потом частично использованы.

Однако это было скорее эпизодом. Как я говорил, на выбор тем для научных занятий, наряду с внутренними интересами и математическими устремлениями, определенное влияние оказывали и внешние факторы, общая обстановка. В 1936–1937 гг., когда я заканчивал свои работы по упорядоченным пространствам, я почувствовал некоторую неудовлетворенность математикой. Не то чтобы работа была неинтересной или безuspешной, но мир находился под страшной угрозой коричневой чумы – немецкого фашизма. Было ясно, что через несколько лет наступит тяжелейшая война, угрожающая цивилизации. И я почувствовал ответственность, понимая, что незаурядные люди должны что-то сделать.

Конечно, мои работы по чистой и прикладной математике находили использование, в том числе и в спецтематике. В то же время у меня было ясное ощущение, что слабым местом, снижающим нашу индустриальную и экономическую мощь, было состояние экономических решений. Это была не только моя оценка. В основном докладе на XVIII партконференции, посвященной вопросам совершенствования управления на предприятиях, говорилось, что только от одного устранения явления штурмовщины выпуск продукции может возрасти на 20–25 %. И это был далеко не единственный недостаток, свидетельствующий о несовершенстве управления экономикой.

В это время как раз была введена новая Конституция, выборы, образован Верховный Совет. Создалась несколько более демократическая обстановка для обсуждения экономических проблем, и я все чаще думал об этих вопросах, скорее, правда, на дилетантском уровне, чем научно, но все же используя общую интуицию. Например, мной была написана в Верховный Совет записка о нелепом положении с книжной торговлей, системой тиражей и цен, которая приводила к неоправданному книжному дефициту, спекуляции, большим потерям государства и населения.

Перед XVIII партсъездом состоялась открытая дискуссия, подобно тому, как сейчас перед XXVII, можно было писать предложения, соображения, и я тоже направил статью о крайнем искажении системы цен из-за того, что в них не отражается фондоемкость, и об ущербе, который из-за этого происходит. Напечатана она не была, но мне был прислан ответ из Бюро цен Госплана, что они рассмотрели статью, но мои предложения не учитывают существующего порядка определения цен и политику цен. Одним словом, была послана отписка.

Однако непосредственным поводом к переходу на занятия экономикой послужил, в какой-то мере, даже случайный факт. Будучи профессором университета, я также заведовал отделом математики в Институте математики и механики ЛГУ (директором был В. И. Смирнов) и выполнял в связи с этим некоторые административные обязанности. Однажды ко мне за консультацией пришло несколько инженеров из лаборатории фанерного треста с довольно грамотно поставленной задачей. При обработке на лущильных станках разного вида материалов получается различная производительность; в связи с этим выход продукции этой группы станков зависел от того, казалось бы, случайного факта, какая группа сырья на какой лущиль-

ный станок была направлена. Как это обстоятельство рационально использовать?

Меня эта задача заинтересовала, но все-таки показалась довольно частной, элементарной, так что я не стал, бросив все, ею заниматься. Я поставил эту задачу на обсуждение на заседании отдела математики, где были такие крупные специалисты, как Н. М. Гюнтер, сам В. И. Смирнов, Р. О. Кузьмин, В. А. Тартаковский. Все послушали, но никто не предложил решения; к кому-то они уже обращались раньше в индивидуальном порядке, как будто к Р. О. Кузьмину. Однако эта задача все-таки висела надо мной. Это был год моей женитьбы, так что я был отвлечен и этим. Летом или после отпуска мне стали приходить в голову конкретные, в какой-то мере похожие экономические, инженерные и хозяйственные ситуации, где тоже требовалось решение задачи максимизации при наличии ряда линейных ограничений.

В простейшем случае одного–двух переменных такие задачи решаются запросто – перебрать всевозможные крайние точки и выбрать наилучшую. Но уже, скажем, в задаче фанерного треста при пяти станках и восьми видах материала такой перебор потребовал бы решения примерно миллиарда систем линейных уравнений, и было очевидно, что это нереальный путь. Я строил частные приемы решения отдельных видов таких задач, геометрические приемы и, вероятно, впервые докладывал об этой задаче в 1938 г. на Октябрьской научной сессии Герценовского института, причем в основном это была постановка ряда задач и некоторые соображения по их решению².

Универсальность этого класса задач, сопряженная с их трудностью, заставила меня заняться этим всерьез, включить свои математические знания, в частности, некоторые соображения из области функционального анализа.

<...>

Насколько мне помнится, в январе 1939 г. мною был создан метод разрешающих множителей, в котором решение самой системы в каком-то смысле заменялось, объединялось с задачей нахождения некоторых множителей, оценок, соответствующих каждому виду продукции. Созданный метод отличался тесным объединением процессов решения прямой и двойственной задач, он был похож на алгоритм, разработанный много позднее Данцигом, Фордом и Фулкерсоном [1].

Стала ясной и разрешимость этих задач и большое их распространение, поэтому на обсуждение моего доклада в университете были приглашены представители промышленности. Этот доклад составил основное содержание брошюры «Математические методы организации и планирования производства» [2]. Аналогичный доклад, относящийся специально к строительному производству, я сделал в Строительном институте. Университетом в срочном порядке была выпущена моя брошюра, которая была разослана пятидесяти наркоматам. Она была распространена только в Союзе,

² В архиве Леонида Витальевича сохранилась относящаяся к 1938 г. рукопись «О некоторых математических проблемах экономики промышленности, сельского хозяйства и транспорта», которая по содержанию, видимо, соответствует упомянутому докладу и где, по существу, описывается симплекс-метод для станковой задачи.— В. Л. Канторович.

так как вышла уже в последние дни перед началом Мировой войны тиражом всего тысяча экземпляров.

Число откликов было невелико. Был довольно содержательный отзыв из Наркомата путей сообщения, в котором рассматривались некоторые оптимизационные задачи, направленные на уменьшение пробега вагонов, и была хорошая рецензия на брошюру в журнале «Лесная промышленность».

В начале 1940 г. я опубликовал чисто математическую версию этой работы в Докладах АН [3], выраженную в терминах функционального анализа и алгебраических. Однако не сделал в ней даже ссылки на свою вышедшую брошюру – учитывая обстановку, я не хотел, чтобы та моя практическая работа была использована вне страны.

Той же весной 1939 г. я сделал еще несколько докладов – в Политехническом институте и в Доме ученых, но несколько раз встречался с возражениями, что работа использует математические методы, а на Западе математическая школа в экономике – это антимарксистская школа, и математика в экономике – средство апологетики капитализма. Это вынудило меня при написании брошюры максимально избегать термина «экономическое», а говорить об организации и планировании производства; роль и смысл раз решающих множителей пришлось дать где-то на окраине второго приложения и полуэзоповским языком.

В моей книге 1939 г. был описан широкий круг задач – размещение производства, распределение работ, рациональный раскрой, некоторые транспортные задачи и т. д., т. е. практически весь круг задач линейного программирования на низовом уровне. Дж. Данциг в своей книге «Линейное программирование, его обобщения и применения» [4] отмечает, что мною был описан почти весь круг применений линейного программирования, который был известен в США к 1960 г. Такое ограничение задачами низового уровня было отчасти связано с теми небезопасными возражениями, о которых я уже говорил.

Одновременно, развивая модели и осмысливая их в более крупномасштабных задачах планирования, я стал ясно понимать значение этих моделей для разработки принципов ценообразования, оценки эффективности, во всяком случае, эффективности капиталовложений, т. е. в основных чертах создавалась теория линейной экономики социалистического хозяйства, выраженная математическим языком.

В какой-то мере были задеты и задачи нелинейного программирования, но мое внимание было сосредоточено на раскрытии понятий и количественных соотношений основных характеристик социалистической экономики, хотя были видны и возможности применения разработанного аппарата и к некоторым математическим проблемам, например, аппроксимации функций, но я считал, что сейчас это имеет второстепенное значение.

В это время мною был написан ряд остающихся неизданными статей и рукописей на эту тему. Об этом круге прикладных вопросов я докладывал в Москве, в Математическом институте, и доклад вызвал большой интерес. В частности, при решении вопроса о создании ЛОМИ (ленинградского отделения института) наличие этого комплекса прикладных задач сыграло определенную роль – ЛОМИ было открыто в марте 1940 г.

Первой из работ в этой области, выполненной в ЛОМИ, была совместная работа по транспортной задаче с недавно защитившим кандидатскую диссертацию М. К. Гавуриным. Эта задача у нас возникла сама собой, но вскоре мы узнали, что задачей планирования перевозок на железнодорожном транспорте, применительно к вопросам перегона порожняка и перевозкам тяжелых грузов, железнодорожники уже занимались. На эту тему имела брошюра А. Н. Толстого [5], и были некоторые попытки внедрения этой работы со стороны соответствующего отдела Наркомата путей сообщения. Однако ни математической формулировки этой задачи, ни эффективного метода ее решения не было (в 1941 г. Хичкоком было дано математическое описание задачи, но без ее анализа и указания метода решения).

В работе с М. К. Гавуриным [6] были в развернутой форме даны эффективные методы решения задачи (это был некоторый вариант метода разрешающих множителей, но специальный – метод потенциалов), критерий оптимальности решения, поставлены некоторые более общие задачи, в то время не решаемые при имевшихся вычислительных средствах. Был раскрыт экономический смысл этих параметров как территориальных цен для данного груза, была рассмотрена и задача рационального размещения производства. В печатном виде это было сильно сокращено по сравнению с рукописным вариантом, который, к сожалению, утерян. Эта работа в январе 1941 г. была доложена на математической секции Ленинградского Дома ученых.

Публикация этой работы встретила большие затруднения. Она была сдана в печать еще в 1940 г. в журнал «Железнодорожный транспорт», но из-за упомянутой математикобоязни ни в нем, ни в каком-либо другом журнале она тогда напечатана не была, несмотря на поддержку академиков А. Н. Колмогорова и В. Н. Образцова, известного транспортника, генерал-директора движения I ранга.

К счастью, я сделал абстрактный вариант этой задачи – заметку о перемещении масс в компактном метрическом пространстве [7], в которой был и критерий и метод потенциалов. В конце приводились две задачи – задача о железнодорожных перевозках (со ссылкой на находящуюся в печати нашу статью с М. К. Гавуриным) и задачу о выравнивании площади аэродрома, которая тоже носит прикладной характер. Эта работа, опубликованная в 1942 г. на русском и английском языках, по-видимому, была первой, из которой специалисты на Западе узнали о моих работах по линейному программированию, но это произошло только в начале 50-х годов.

Примерно такая же судьба постигла и мою работу о трехмерном рациональном раскрое древесины на пиловочник наиболее высокой ценности [8]. Она пролежала в редакции журнала «Лесная промышленность» до 1949 г. и только тогда вышла в свет, – это был год, когда я, правда за другие работы, получил Государственную премию.

Примерно к лету сорокового года относится мое знакомство с Виктором Валентиновичем Новожиловым, одним из наиболее квалифицированных экономистов-статистиков нашей страны, имевшим дореволюционное экономическое образование и хорошую математическую подготовку. Он работал в Политехническом институте и занимался задачей наиболее эффектив-

ного использования капиталовложений, рассматривая ее как экстремальную – математически эта задача не очень интересна, потому что это однопараметрический случай и задача решается введением одного разрешающего множителя. Но, во всяком случае, знание экономической теории и практический опыт у него были большие. Вообще, В. В. Новожилов был экономистом широкого профиля и интересовался многими задачами. Наше знакомство состоялось по инициативе Виктора Валентиновича, на которого моя брошюра произвела большое впечатление – использование нескольких разрешающих множителей позволило ему дать более широкие постановки задач, которыми он раньше занимался.

В 1940–1941 гг. нами был проведен совместный семинар в Политехническом институте с участием ряда молодых сотрудников Института, где он и я сделали серию докладов, относящихся к описанию конкретных задач социалистической экономики. Доклады проходили с интересными дискуссиями. Мне помнится, что тогда же состоялась защита докторской диссертации В. В. Новожилова, – главным оппонентом выступал академик С. Г. Струмилин, который хотя и подверг резкой критике математический подход, но все же оценил высокий уровень исследования и высказался за присуждение степени.

Даже в последние дни перед началом войны были назначены встречи на заводах, посвященные попыткам внедрения отдельных задач. Начало войны, конечно, все изменило.

Я не говорил, что параллельно, разумеется, шла служебная, в том числе и другая научная математическая работа. Был издан мой учебник «Определенные интегралы и ряды Фурье» [9]. Я читал в военном вузе курс теории вероятностей и написал учебник, оригинальный в том смысле, что он был рассчитан на общематематические знания студентов второго курса технического вуза и содержал ряд интересных примеров из военной области [10]. Продолжалась публикация некоторых работ по предыдущим направлениям. Помимо работ по функциональному анализу в этот период были даны новые теоремы о методе Ритца [11] и проведено исследование сходимости вариационных методов и метода приведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям [12], [13]. Отчасти это примыкало к известной работе Н. М. Крылова и Н. Н. Боголюбова [14]. Эти работы были выполнены в связи с подготовкой второго издания книги о приближенных методах, которая была существенным образом переработана и обогащена и вышла уже под названием «Приближенные методы высшего анализа» в первые дни войны [15].

В исследованиях сходимости приближенных методов были существенно использованы методы конструктивной теории функций. Позднее, в пятидесятые годы, эти идеи получили развернутое развитие в работах моих учеников И. Ю. Харрик и В. П. Ильина [16]–[18].

Делал я и отдельные заметки по экономическим проблемам, но в условиях блокады, военной службы эта работа не могла идти достаточно интенсивно, тем более, что я был привлечен и к спецтематике.

После выезда из Ленинграда в январе 1942 г. в Ярославль, куда было перемещено ВИТУ ВМФ, в какой-то мере возобновилась регулярная деятель-

ность – лекции и исследовательская работа. Именно в это время мной была написана большая рукопись «Экономический расчет наиболее целесообразного использования ресурсов», название которой я потом несколько изменил. Этот труд при поддержке академика С. Л. Соболева, бывшего тогда депутатом Верховного Совета РСФСР, был направлен в Госплан и рассмотрен некоторыми его руководителями – В. Н. Старовским, Г. П. Косяченко, тогдашними зам. пред. Госплана, – но не встретил одобрения. В это же время я докладывал об этой работе в Москве в Институте экономики на семинаре под председательством К. В. Островитянова. В обсуждении участвовал ряд видных экономистов – З. В. Атлас, А. И. Ноткин и др. Нужно сказать, что обсуждение в Госплане было временами достаточно острым.

Докладывал я эту работу и в Казани, где в эти годы были размещены МИАН и ЛОМИ. В это же время я познакомился и с некоторыми экономистами.

Нужно сказать, что инженеры отнеслись к этой работе совершенно иначе. Так, военное заведение, где я работал, в 1943 г. собиралось выдвинуть ее на Сталинскую премию. Так как оно не было достаточно компетентно в этих вопросах, то предполагалось представить ее через Ленинградский университет. Оно обратилось к проф. Г. М. Фихтенгольцу, который ознакомил с этой работой А. А. Вознесенского. Ректор прозондировал почву в Москве и затем решительно отверг эту возможность.

Все говорило о том, что необходимо на определенное время оставить эти работы. Их продолжение становилось опасным – как я узнал впоследствии, мои предположения были небезосновательными. Конечно, это было жестоким ударом для меня, так как я возлагал большие надежды на них. Некоторое время я даже был в состоянии депрессии – стал сомневаться, смогу ли успешно заниматься наукой – эти работы надо было отложить, а в математике я за это время отстал.

Это были уже последние месяцы войны, мы вернулись с военным училищем, в котором я работал, в Ленинград. В Ленинград вернулся и Университет, ожидалось возвращение ЛОМИ. В Университете я возобновил работу сразу, с ЛОМИ было труднее.

Любопытно, что в середине пятидесятых годов мои работы были вновь посланы в Госплан и другие органы и опять были встречены отрицательно, правда, не столь жестко.

Вычисления, машины, программирование

Еще в 1943 г., будучи в командировке в Москве, я попал, по приглашению Лазаря Ароновича Люстерника, на семинар, где обсуждались проблемы использования машин для больших вычислительных работ. В это время в Москве проводились некоторые такие расчеты. Сначала шла речь о примитивных машинах – счетно-аналитических, которые были приобретены в связи с переписью населения 1939 г. и после этого практически не использовались. По-видимому, впервые эти машины были применены для некоторых численных расчетов проф. И. Н. Янжулом из Астрономического ин-

ститута в Ленинграде. На семинаре обсуждались возможности использования этих машин для других расчетов. Они были очень медленными – табулятор делал сложение за полсекунды, умножение – в течение 5–8-ми секунд. Вскользь говорилось о начавшихся разработках по электронным машинам и счетно-аналитическим, построенным на тех же принципах (типа «Марк I», «Марк II» в США). Меня эти вопросы очень заинтересовали, и я тут же на семинаре предложил ряд вариантов их применения.

После возвращения в Ленинград мне была поручена сначала группа в ЛОМИ, а затем и отдел «Приближенных вычислений», который должен был заниматься разработкой численных методов и проводить большие конкретные вычислительные работы по заданию тех или иных организаций (как правило, связанных с физикой).

Нами была установлена связь с ленинградской машинно-счетной фабрикой, занятой простейшими бухгалтерскими вычислениями на машинах, также оставшихся после переписи населения. М. К. Гавурин и я предложили некоторые новые схемы использования этих счетных машин. Основной принцип их эффективного использования – это запараллеливание аналогичных вычислений, благодаря чему появлялась возможность введения простейших программных изменений на коммутационной доске (конечно, вручную).

Так, были предложены способы скорой выборки из таблиц и способ расчета скалярного произведения не умножением, а сложением на табуляторе, при этом один из сомножителей формировался не в десятичной, а в двоичной системе [19].

Серьезным конкретным достижением было вычисление на этой примитивной технике таблиц Бесселевых функций до 120 порядка на большом интервале [20]. Наиболее интересным тут было запараллеливание вычислений при интегрировании на этих машинах дифференциального уравнения для Бесселевых функций. Запараллеливание достигалось тем, что промежутки интегрирования был разбит на несколько интервалов, и функции разных номеров на каждом из интервалов вычислялись одновременно, поэтому получались достаточно большие массивы одинаковых операций, которые эффективно осуществлялись на этих машинах.

Эта работа была сделана при моем участии М. К. Гавуриным и В. Н. Фаддеевой. Любопытно, что параллельно таблицы Бесселевых функций рассчитывались в США на машинах «Марк» и даже «ЭНИАК». Наша работа началась двумя годами позже и была выполнена всего за полтора года, еще до того как было закончено издание американских таблиц.

Мое внимание привлекла и сама вычислительная техника. Возникла идея – важную, часто встречающуюся операцию выборки значений функции из таблиц осуществлять автоматически. Для этого было спроектировано специальное устройство – «функциональный преобразователь» на простейшей электромеханике, полупроводниках-купроксах и селенах, включавшее более 10 тысяч полупроводниковых элементов. По заказу Математического института и заинтересованных организаций это устройство было изготовлено в нескольких экземплярах на заводе счетно-аналитических машин в Москве. Оно позволяло операцию расчета значения функции –

выборки основного значения из таблицы и расчета поправки – делать за короткое время. Для каждой функции требовалась своя система коммутации. Впрочем, как я уже говорил, была и доска с универсальной коммутацией, которая одновременно позволяла вычислять десять различных функций, но с меньшей точностью. В дальнейшем «функциональный преобразователь» был зарегистрирован как изобретение [21], некоторое время применялся, но это было уже время перехода на электронную вычислительную технику. У нас появились первые ЭВМ – «Стрела» и «БЭСМ», с которыми наше устройство конкурировать не могло. Но, вероятно, это была первая в мире вычислительная машина, в которой широко использовались полупроводники.

Первые годы электронно-вычислительная техника была малопроизводительна, дорога и доступна только некоторым приоритетным учреждениям. Между тем расчеты велись во многих организациях – научных, проектных, геодезических и других, в которых работали десятки и сотни вычислителей-операторов, и именно ими фактически выполнялись массовые вычисления. Эти операторы работали на счетных машинах механического типа – арифмометрах. Наиболее совершенными из настольных счетных машин были в то время «Мерседес-Евклид» и «Рейнметалл», которые импортировались из-за границы.

Попытки собственного производства подобных автоматов встретили значительные трудности – нужны были высококачественные материалы и очень точная машинная обработка. Было произведено лишь несколько десятков или сотен таких машин, причем работали они неудовлетворительно. Между тем и зарубежные машины также имели недостатки – были не очень надежны, требовали частого и сложного ремонта, запасных частей, так что каждые пять работающих машин должен был опекать квалифицированный механик.

Здесь пригодился наш опыт в области составления элементов, вычислительных приемов и конструирования устройств, накопленный в процессе работы над «функциональным преобразователем» и некоторыми другими экспериментальными образцами. На основе этих элементов были сконструированы оригинальные образцы настольных счетных автоматов, причем была использована техника, которая не применялась ранее ни у нас, ни за рубежом. Это было зарегистрировано как изобретение [22]. Сконструированные машины были несколько более производительными, чем механические автоматы, и очень простыми в эксплуатации и ремонте – достаточно было замены одного из нескольких типов элементов.

Внедрение их в практику оказалось делом довольно трудным. И в Москве, и в Ленинграде их отказались производить, но, к счастью, тогда было время совнархозов, и нашелся завод и конструкторское бюро, которые были мало загружены и приняли это изобретение к реализации. Все же в течение года или полутора лет они не приступали к работе, желая создать аналогичную машину, но собственного изобретения. Однако работа вошла в план, сроки поджимали и у нас запросили чертежи. В довольно короткий срок было начато изготовление этих машин на трех заводах, в том числе в Вильнюсе – машина «Вильнюс».

В течение десяти лет было выпущено около сорока тысяч машин, что в основном удовлетворило нужды страны и позволило по большей части освободиться от импорта. Лишь около семидесятого года начали производить настольные электронно-счетные клавишные машины, которые первое время были намного дороже и менее удобны в эксплуатации. Но прогресс неизбежен.

Почти сразу же после появления электронных машин началась работа по упрощению и автоматизации программирования. Мы в Ленинграде также включились в эту работу. Основным недостатком существовавшей системы, на мой взгляд, было резкое различие языка для машины и математического языка, на котором описывался алгоритм. В математическом описании использовались символы, крупные операции, различные математические понятия, а в машинной программе все это надо было доводить до стандартных операций над числами. Конечно, большим достижением была система управления и пересылки, в создании которой большую роль сыграл Дж. фон Нейман.

Первым новшеством нашей системы было другое описание вычислительной схемы, именно, в ней применялись не только простейшие арифметические операции, но и многие укрупненные математические операции. Другим, конечно, было то, что элементами схемы были не отдельные числа, а целые их массивы с описаниями расположения и др. В результате схема расчета записывалась с вычислительного плана с логическими связями и переходами, довольно короткого и обозримого.

Для укрупненных операций – упорядочение, скалярное произведение, операции над матрицами и т. д. – были созданы подпрограммы, их реализующие. Также выделялись и специальные операции, если они часто встречались в каком-то расчете. При этом вместо машинных адресов использовались инвентарные адреса, что можно назвать паспортом данных массива или операции. Эта система в соответствии с модным тогда термином, применявшимся в строительстве, была названа «крупноблочным программированием».

Эти идеи имели и другое воплощение – благодаря использованию логической схемы для записи процесса расчета появлялась возможность оперирования с этими схемами и их применение не только для численных, но и для аналитических выкладок. Скажем, программа позволяла производить аналитическое дифференцирование любой функции, составленной из элементарных или специальных. Эти работы велись, начиная с 1953 г., но возможность первых публикаций относится к 1956 г. [23]–[26].

Довести эту работу до конца и создать цельную систему автоматизированного программирования не удалось. Как известно, создание таких систем требует десятков и сотен разработчиков. Кроме того, в нашей системе несколько большее место занимали операции управления, так что при тогдашнем голоде машинного времени ее было целесообразно применять только к массовым задачам. Схемная запись вычислительных планов нашла использование в созданной в Киеве машине «Мир-3», а в последующем использовалась физиками для проведения на машинах сложных аналитических выкладок [27].

В это же время были составлены (в командном и автоматизированном исполнении) программы для решения задач линейного программирования, в частности, для транспортной задачи. В компактной и быстродействующей программе, опубликованной в 1958 г. М. А. Яковлевой, был реализован метод потенциала [28]. Разработкой этих программ и системы «крупноблочного» программирования занимались мои сотрудники Л. Т. Петрова, В. А. Булавский, М. А. Яковлева, Р. А. Звягина.

Литература

1. Дж. Б. Данциг, Л. Р. Форд, Д. Б. Фулкерсон. Алгоритм для решения прямой и двойственной задач линейного программирования // Линейные неравенства и смежные вопросы. М.: Издательство иностранной литературы, 1959, с. 277–286.
2. Л. В. Канторович. Математические методы организации и планирования производства. Л.: Издательство ЛГУ, 1939.
3. Л. В. Канторович. Об одном эффективном методе решения некоторых классов экстремальных проблем // Доклады АН СССР, 1940, т. 28, № 3, с. 212–215.
4. Дж. Б. Данциг. Линейное программирование, его обобщения и применения. М.: Прогресс, 1966.
5. А. Н. Толстой. Методы устранения нерациональных перевозок при составлении оперативных планов. М.: Трансжелдориздат, 1941.
6. Л. В. Канторович, М. К. Гавурин. Применение математических методов в вопросах анализа грузопотоков // Проблемы повышения эффективности работы транспорта. М.: Л., 1949, с. 110–138.
7. Л. В. Канторович. О перемещении масс // Доклады АН СССР, 1942, т. 37, № 1, с. 227–230.
8. Л. В. Канторович. Подбор поставок, обеспечивающий максимальный выпуск продукции при заданном ассортименте // Лесная промышленность, 1949, № 7, с. 15–17; № 8, с. 17–19.
9. Л. В. Канторович. Определенные интегралы и ряды Фурье. Л.: Издательство ЛГУ, 1940.
10. Л. В. Канторович. Теория вероятностей. Л.: [б. и.], 1946.
11. Л. В. Канторович. Некоторые замечания о методе Ритца // Труды Высшего инженерно-технического училища ВМФ, 1941, т. 3, с. 3–16.
12. Л. В. Канторович. О сходимости метода приведения к обыкновенным дифференциальным уравнениям // Доклады АН СССР, 1941, т. 30, № 7, с. 579–582.
13. Л. В. Канторович. О сходимости вариационных процессов // Доклады АН СССР, 1941, т. 30, № 2, с. 107–111.
14. Н. М. Крылов, Н. Н. Боголюбов. Application de la méthode de l'algorithme variationnel a la solution approchée des equations différentielles aux dérivées partielles du type elliptique // Известия АН СССР, 1930, т. 1, с. 43–71; т. 2, с. 105–114.
15. Л. В. Канторович, В. И. Крылов. Приближенные методы высшего анализа. М.: Л.: Гостехиздат, 1941.
16. В. П. Ильин. Оценки функций, имеющих производные, суммируемые с данной степенью, на гиперплоскостях различных размерностей // Доклады АН СССР, 1951, т. 78, № 4, с. 633–636.
17. В. П. Ильин. Некоторые неравенства в функциональных пространствах и их применение к исследованию сходимости вариационных процессов // Труды Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР, 1959, т. 53, с. 64–127.

18. *И. Ю. Харрик*. Об одной проблеме конструктивной теории функций, связанной с исследованием сводимости вариационных процессов // Доклады АН СССР, 1951, т. 80, № 1, с. 25–28.
19. *Л. В. Канторович, М. К. Гавурин*. О некоторых приемах вычислений на табуляторе, связанных с использованием двоичных разложений чисел // Успехи математических наук, 1948, т. 4, с. 160–162.
20. *М. К. Гавурин, В. Н. Фаддеева*. Таблицы функций Бесселя $J_n(x)$ целых номеров от 0 до 120. М.; Л.: Гостехиздат, 1950.
21. *Л. В. Канторович, М. К. Гавурин, В. Л. Эпштейн*. Функциональный преобразователь. Авторское свидетельство СССР № 98671 от 03.10.50.
22. *Л. В. Канторович, Ю. П. Петров, Н. Н. Поснов*. Релейная клавишная машина для автоматического выполнения арифметических операций. Авторское свидетельство СССР № 1123762 от 29.03.58.
23. *Л. В. Канторович, Л. Т. Петрова*. О математической символике, удобной при вычислениях на машинах // Труды III Всесоюзного съезда математиков. 1956, т. 2, с. 151.
24. *Л. В. Канторович*. Об одной математической символике, удобной при проведении вычислений на машинах // Доклады АН СССР, 1957, т. 113, № 4, с. 738–741.
25. *Л. В. Канторович*. О проведении численных и аналитических вычислений на машинах с программным управлением // Известия АН АрмССР, сер. физ.-мат. наук, 1957, т. 10, № 2, с. 3–16.
26. *Л. В. Канторович, Л. Т. Петрова, М. А. Яковлева*. Об одной системе программирования // Труды конференции «Пути развития советского математического машиностроения и приборостроения». М.: ВИНТИ, 1958, ч. 3, с. 30–36.
27. *В. П. Герт, О. В. Тарасов, Д. В. Ширков*. Аналитические вычисления на машинах в приложении к физике и математике // Успехи физических наук, 1980, т. 130, № 1, с. 113–147.
28. *М. А. Яковлева*. Задача о минимуме транспортных затрат // Применение математики в экономических исследованиях. М., 1959, с. 390–399.

Л. В. Канторович

Перспективы развития и использования электронных счетных машин

Применение электронных счетных машин должно оказать большое влияние на развитие многих областей современной науки и техники, особенно на развитие физико-математических наук. Поэтому целесообразно попытаться наметить основные перспективы дальнейшего применения счетных машин и то значение, которое это должно иметь для математики.

Дальнейшее расширение области применения математических машин. 1. В настоящее время происходит непрерывный и интенсивный технический прогресс в области производства быстродействующих счетных машин за счет дальнейшего усовершенствования их конструкции и использования новых физических принципов и узлов новых типов. Это позволяет ожидать улучшения технических характеристик этих машин (быстрота, емкость памяти, бесперебойность и надежность в работе), а также значительного упрощения и облегчения их конструкции и эксплуатации, что должно обеспечить возможность широкого распространения этих машин.

Широкому использованию машин способствует также разнообразие их типов. Наряду с мощными машинами с наиболее высокой производительностью имеются малогабаритные, простые в обслуживании малые машины, доступные любому научному и проектному институту или заводу; наряду с универсальными имеются более простые специальные машины, рассчитанные на определенный круг задач; наряду с чисто цифровыми созданы образцы машин, воспринимающие данные непрерывно по показаниям приборов, обрабатывающие их цифровым образом, но выдающие результаты также непрерывно в форме кривых или параметров, управляющих связанными с машиной устройствами.

2. Другой путь в повышении эффективности использования этих машин состоит в дальнейшем усовершенствовании методов программирования. Составление программы обычными способами <...> легко осуществимо лишь в отношении сравнительно простых математических задач; в больших реальных задачах оно представляет довольно сложную и длительную работу. Некоторое облегчение в этой работе дает использование «библиотек» раз навсегда составленных стандартных подпрограмм для вычисления основных функций и выполнения некоторых употребительных математических операций (обращение матрицы, численное интегрирование). Не-

Опубликовано в сборнике: Математика, ее содержание, методы и значение. М.: Издательство АН СССР, 1956, т. 2, с. 382–390.

смотря на это, согласование основной программы с подпрограммами, адресация и переадресация результатов, проверка и отладка программы представляют собой достаточно сложную и длительную работу, требующую определенного навыка. Это обстоятельство может существенно тормозить постановку новых работ на электронные машины.

Есть два пути дальнейшего развития в этом направлении. Один из них состоит в автоматическом построении программы с использованием самой машины для этой цели, т. е. для превращения основных формул и логического плана задачи, вводимых в машину в закодированном виде, в программу посредством работы машины по специальной «программирующей программе».

Другой путь состоит в том, что машина, действуя по некоторой специальной универсальной программе, непосредственно разбирает и выполняет операции в соответствии с введенным в машину общим планом вычислений, содержащим ряд крупных заданий (например, решение системы уравнений), без составления детальной рабочей программы, обеспечивая при этом правильное размещение и вывод результатов.

3. Дальнейший прогресс в применении вычислительных машин в математике связан с использованием машин при выполнении не только числовых, но и аналитических выкладок.

Принципиально такая возможность в известных случаях очевидна и вполне реальна. Скажем, если многочлены записывать системой их коэффициентов, то такие действия, как умножение или деление многочленов, представляют арифметические операции над последовательностями коэффициентов, легко программируемые на машинах. Используя определенную кодировку в записи функций, вполне возможно построить программу, дающую по элементарной функции ее производную (записанную тем же кодом), т. е. позволяющую производить дифференцирование в аналитической форме. Все это даст возможность в дальнейшем выполнять решение задач по определенному методу (например, решение системы дифференциальных уравнений степенными рядами), с полным осуществлением аналитических и цифровых выкладок. Таким образом, счетные машины могут быть использованы для выполнения довольно тонкой и квалифицированной умственной работы (но лишь работы стандартного характера), подобно тому, как обычные машины применяются для замены труда не только землекопа, но и вышивальщицы.

Влияние быстродействующих машин на численные и приближенные методы. Используемые средства и орудия труда, естественно, оказывают влияние на сами методы работы. Например, формулы тригонометрии, рассчитанные на применение логарифмов, невыгодны при использовании вычислительных машин, дающих возможность прямого выполнения умножения и деления. Применение настольных автоматов делает целесообразным использование других вычислительных схем в приближенных методах (например, безразностные схемы в дифференциальных уравнениях).

Естественно, что те коренные изменения в вычислительных средствах и те возможности, которые открывает применение электронных счетных машин, должны повлечь за собой переоценку не только методов численного

анализа, но в известной степени и вообще задач математики и ее приложений.

Перечислим некоторые из подобных вопросов, относительно которых эти изменения наиболее ясны.

Математические таблицы и другие способы введения функций в вычисления. Прежде всего, электронные машины коренным образом меняют возможности вычисления таблиц. Вместо единичных таблиц функций осуществим ежегодный выпуск сотен таблиц, что даст возможность создать полные и точные таблицы всех основных специальных функций не только одного, но и нескольких переменных. В то же время структура таблиц должна существенно измениться. При применении быстродействующих машин удобны компактные таблицы, содержащие редкие базовые значения и рассчитанные на интерполирование высокого порядка.

Во многих случаях вместо таблиц удобнее пользоваться другими способами введения функций – поинтервальные полиномы наилучшего приближения, разложение в непрерывную дробь, аппроксимативные формулы, основанные на численной реализации интегрального представления функций и т. п., которые должны быть доведены до программы вычисления данной функции.

Специальные функции и частные аналитические решения. Использование специальных функций и построение решения в конечном виде в аналитической форме сохраняют свое значение для качественного исследования задач, а также для выяснения характера их особенностей, учет которых важен и при численном решении задачи. В некоторых задачах большого объема оно может дать и наиболее экономный путь численного нахождения решения. В то же время возможное во многих частных случаях построение точного или приближенного решения при помощи сложных по аппарату средств и специальных функций, которое проводилось раньше с целью облегчения его вычисления, окажется неоправданным. При применении машины может оказаться более простым и более коротким нахождение решения общими численными методами без использования указанных возможностей его аналитического представления.

Таким образом, значительные усилия, которые затрачивались для получения в сложной аналитической форме решений отдельных частных задач в технических дисциплинах и механике, во многих случаях будут ненужными.

Выбор численных методов. Неправильно думать, что, благодаря высокой производительности электронных машин, отпадает надобность в развитии приближенных методов и что можно пользоваться самыми примитивными из них. В действительности, лишь при решении простейших одномерных задач, независимо от выбора метода – будет ли число операций измеряться десятками или десятками тысяч, – задача может быть решена на электронной машине в несколько секунд или минут.

Так как при систематическом решении новых, более сложных задач нередко каждая из них требует выполнения десятков и сотен миллионов операций, то правильный выбор метода, позволяющий сократить это число, уже весьма существенен. Поэтому становится актуальной разработка эф-

фективных приближенных методов, в первую очередь для многомерных задач (интерполирование функций многих переменных, вычисление кратных интегралов, решение систем нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, решение пространственных интегральных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных, а также их систем и т. п.).

В то же время значительно меняется взгляд на оценку методов: они должны оцениваться по возможности их реализации на машинах и по универсальности, т. е. по широте и массовости их применения. Поэтому в известной мере потеряют значение методы, основанные на частных особенностях задачи и на искусстве лица, производящего расчет.

Наибольшее значение должны приобрести универсальные способы, применимые к широкому кругу проблем: разностные, вариационные, метод градиента, итеративные методы, линеаризация и т. п.

Конечно, при выборе численных методов и способов их осуществления должно приниматься во внимание то, что метод осуществляется именно на машине, причем иногда даже следует учитывать и особенности ее конструкции. В частности, существенна возможность максимального использования оперативной памяти, уменьшение числа данных, вводимых извне, возможность введения промежуточных контролей, удобство программирования задачи.

Не следует, однако, считать, что на машинах могут быть реализованы лишь простейшие методы, основанные на однотипных операциях. Широкие возможности программирования и дальнейшее усовершенствование его приемов позволяют осуществлять на машинах и весьма сложные вычислительные схемы с разнообразными разветвлениями, изменением хода вычислений в зависимости от получаемых результатов, даже трудно реализуемые при ручном счете. Существенно лишь то, чтобы в программе все эти возможности были полностью предусмотрены.

Также не следует считать, что на машинах не реализуемы методы, требующие алгебраических операций. Как уже упоминалось, выполнение некоторых аналитических выкладок также вполне осуществимо.

Значение оценок погрешности. В оценках погрешности приближенных методов большее значение должны получить оценки асимптотического характера, так как большие значения n (например, число уравнений при замене интегрального уравнения алгебраической системой), малые шаги в разностных методах и т. п. становятся вполне реализуемыми на быстродействующих машинах. В соответствии с этим при сравнительной оценке приближенных методов решающее значение получают асимптотические оценки, характеризующие быстроту сходимости метода.

При реализации методов на машине большее применение должны получить апостериорные оценки погрешности – оценки на основе вычисленного решения. Такие оценки могут включаться в программу вычислений; в зависимости от их результата может ставиться дальнейший ход вычислений. Так, например, если окажется, что погрешность недопустимо велика, может быть автоматически повторен расчет с вдвое уменьшенным шагом. В этом отношении апостериорные оценки могут оказаться более удобными и

реальными, чем априорные, которые неизбежно бывают завышенными и строятся значительно сложнее.

Возможность теоретического анализа задачи. Следует указать еще на одну возможность использования данных, полученных при численном решении задачи. Именно, по полученному приближению, применяя методы функционального анализа, можно судить о существовании и единственности решения, а также установить область расположения решения. Поскольку такое исследование при помощи чисто теоретических методов иногда чрезвычайно сложно и длительно и потому в частных задачах фактически неосуществимо, возможность использования для этой цели численных расчетов, производимых на машине, представляет несомненный интерес.

Новая проблематика в численных методах. Резкое увеличение вычислительных возможностей и накопление практики их использования вызвали к жизни новую проблематику в исследовании численных методов. Вместо единичных в прошлом случаев решения систем линейных уравнений с большим числом неизвестных такие системы становятся постоянным элементом при решении математических задач. Это сделало весьма актуальным вопрос о влиянии округления не только в коэффициентах, но и в процессе решения такой системы на точность определения неизвестных. Этому вопросу посвящен уже ряд интересных исследований.

Возможность численного интегрирования на машинах систем дифференциальных уравнений на большом интервале с малым шагом заострила вопрос о стабильности (устойчивости) процессов численного интегрирования уравнений. Опытный анализ этого вопроса и произведенное затем теоретическое исследование привели к существенной переоценке методов численного интегрирования дифференциальных уравнений.

Вопросы устойчивости имеют первостепенное значение также при применении разностных методов к уравнениям в частных производных.

Новые методы. Возможность использования машин приводит к появлению совсем новых типов приближенных и численных методов или делает вполне осуществимыми и практичными методы, ранее казавшиеся совершенно нереальными. Характерный пример этого – способ случайных проб (или, как его часто называют, «способ Монте-Карло»). Этот метод состоит в том, что для нахождения интересующей нас величины подыскивается вероятностная задача, решение которой (вероятность, математическое ожидание) совпадает с искомой величиной. Для последней задачи решение находится экспериментально – случайными пробами, как среднее значение в ряде испытаний. Например, для определения площади фигуры, определяемой неравенством $F(x, y) \geq 0$, содержащейся в квадрате $(0, 1; 0, 1)$, нужно, выбирая в этом квадрате случайные пары (x, y) , определить долю тех из них, для которых выполняется указанное неравенство. Конечно, такой способ был бы чрезвычайно мало эффективен, если бы эти пробы производились вручную, но если привлечь машины, то он становится вполне осуществимым. Сами пробы могут выполняться при помощи таблиц случайных чисел. Для некоторых задач, например для нахождения с небольшой точностью многомерных интегралов, такой способ может оказаться даже эффективнее других.

Подобный же метод может использоваться для задачи обращения матриц, если его применить к испытаниям подходящей цепи Маркова, а также при решении уравнения в частных производных, если указан связанный с ним стохастический процесс.

Значение быстродействующих машин для математического анализа, механики и физики. В математическом анализе существенно больший интерес и практическое значение приобретет исследование многомерных задач, относящихся к интегральным уравнениям и граничным задачам математической физики. Эти исследования и найденные методы решения не будут оставаться втуне, а смогут быть полностью реализованы благодаря использованию новых средств вычислительной техники, тем более, что систематическое решение таких задач становится сейчас весьма актуальным.

Естественно, что вновь разрабатываемые методы решения должны учитывать возможности их осуществления.

С другой стороны, возможность проведения, благодаря машинам, многочисленных пробных расчетов, притом с достаточной точностью, чрезвычайно расширяет область применения и повышает эффективность «математического эксперимента» при предварительном исследовании математических задач. Это делает важным разработку методики применения данного пути исследования, как в целом, так и в отдельных вопросах, например при качественном исследовании дифференциальных уравнений.

Интересно обратить внимание также на то, что машины могут использоваться в задачах анализа не только в связи с его приложениями, но и для его внутренних теоретических потребностей. Так, расчеты на машинах могут оказаться нужными для уточнения постоянных в некоторых функциональных неравенствах и оценках; такого же рода применение машинные вычисления получают не только в анализе, но и в теории чисел.

Наконец, машины могут использоваться для проверки истинности формул математической логики, а поскольку ряд математических предложений и доказательств можно записать при помощи символов математической логики, представляется принципиально возможным на быстродействующих машинах проверять логическую правильность некоторых математических выводов.

Если говорить о механике и физике, то, прежде всего, должно быть подчеркнуто огромное расширение применения математики в этих науках. До настоящего времени применение математики в конкретных проблемах математической физики ограничивалось сложностью и объемом необходимых вычислений. В реальных задачах этот объем был таков, что расчет одной задачи требовал нескольких месяцев, а иногда и лет вычислительной работы. Поэтому, несмотря на то, что была известна весьма общая математическая постановка многих задач механики и теоретической физики и был принципиально разработан ряд методов их решения, фактически математическое решение, точное или численное, было осуществлено лишь для немногих идеализированных и крайне упрощенных случаев (плоские или осесимметричные задачи, простейшие ограничивающие контуры, бесконечное крыло самолета и т. п.).

В результате математические решения использовались не столько для отыскания нужных расчетных величин, сколько для качественного или ориентировочного решения задачи, которое на практике приходилось дополнять дорогостоящим экспериментом.

Напротив, применение новых вычислительных средств открывает возможность массового решения задач механики и физики в реальной их сложности (пространственных задач, задач со сложными ограничивающими контурами, нелинейных уравнений, систем уравнений в частных производных).

Конечно, осуществление этой возможности требует дальнейшей разработки методов численного анализа указанных задач и способов решения их на машинах. Однако, о ее реальности свидетельствует имеющийся уже опыт успешного применения быстродействующих машин при решении систем уравнений в частных производных в метеорологии, в газовой динамике, уравнений сыпучей среды и других вопросов.

Широкая возможность осуществления теоретического математического анализа задач механики и физики, приближения их постановки к условиям реальных физических задач, придание этому анализу быстроты и гибкости в результате применения быстродействующих машин позволят в большом числе случаев заменить физический эксперимент математическим. Это будет иметь следствием дальнейшее усовершенствование методов исследования задач физики и механики, а также то, что теоретические и расчетные методы займут еще больше места в этом анализе.

Значение электронных машин для техники и производства. Быстрота и эффективное численное решение задач математического анализа позволяют и в различных технических дисциплинах (строительная механика, электротехника и радиотехника, гидравлика и гидротехника и т. д.) гораздо шире использовать теоретические методы исследования технических вопросов и сделать такой анализ более точным и реальным. Это даст возможность применять математический анализ также и к таким техническим задачам, в которых он до сих пор вовсе не использовался.

Наряду с численным решением задач математического анализа, встречающихся в технических дисциплинах, открываются и совершенно другие возможности применения математических машин в технике. Возможно будет применять математические машины, например при техническом проектировании – при выборе варианта конструктивного решения или размещения каких-либо объектов. В вопросах организации производства, при выборе распределения и последовательности работ возможны многие дискретно различные варианты решения. Выбор наилучшего, наиболее производительного, наиболее экономного варианта представляет большие трудности. И здесь могут найти применение машины, так как если удастся запрограммировать систематический пересмотр подобных вариантов, с подсчетом интересующих нас характеристик, то при помощи машинных вычислений можно будет сопоставлять десятки и сотни тысяч вариантов, что непосильно при обычных методах.

В частности, ряд типов релейно-контактных схем допускает анализ и проверку логико-математическими методами, которые могут быть осуществлены на быстродействующих машинах. Таким же путем можно сопос-

тавлять по тем или иным признакам несколько вариантов подобных схем и выбирать лучший из них.

Весьма перспективно использование машин в автоматическом управлении производством, если такие машины связаны со следящими и передающими приборами. Например, в соответствии с введенными в машину геометрическими данными об изделии, она по определенной программе может вырабатывать и передавать параметры, определяющие режим работы станка и необходимые изменения в нем. Благодаря быстрдействию одна и та же электронная машина может использоваться для одновременного управления работой нескольких станков. Понятно также то значение, которое могут иметь подобные машины для автоматического управления движущимися объектами, например межпланетными ракетными снарядами, так как программа управления может учитывать, помимо заранее введенных данных, изменение обстановки, характеризуемое показаниями приборов.

Таким образом, вопросы конструкции и анализа работы вычислительных машин и возможностей их применения представляют обширное поле деятельности для математики. Использование математических машин в ближайшие годы несомненно сыграет большую роль в росте советской техники и культуры.

Литература

- С. А. Лебедев.* Электронные вычислительные машины. М.: Издательство АН СССР, 1956.
- Ф. В. Майоров.* Электронные цифровые вычислительные машины // Природа, № 11, 1954.
- С. Л. Соболев, А. И. Китов, А. А. Ляпунов.* Основные черты кибернетики // Вопросы философии, № 4, 1955¹.
- М. Уилкс, Д. Уилер, С. Гилл.* Составление программ для электронных счетных машин. М.: Издательство иностранной литературы, 1953.
- Быстродействующие вычислительные машины. Сборник переводов под ред. Д. Ю. Панова. М.: Издательство иностранной литературы, 1952.
- А. И. Китов.* Электронные цифровые машины. М.: Советское радио, 1956.

¹ Перепечатывается в первом разделе настоящего сборника.— Сост.

Л. В. Канторович

Выступление на общем годовичном заседании Академии наук СССР 27 марта 1959 г.

Я хочу остановиться в своём выступлении на вопросе об отставании экономической науки, причинах его и путях его устранения.

Об этом много говорилось на историческом XXI съезде партии. Этому вопросу было уделено значительное место и в весьма содержательном докладе А. В. Топчиева.

Об отставании говорилось не раз и прежде, очень остро ставился этот вопрос и на XX съезде партии. Отставание экономической науки констатируется почти ежегодно на годовичных собраниях АН. Так что критических и самокритических заявлений хватает. Однако решительного перелома в этом важном деле мы пока не видим.

Впрочем, иным выступлениям действительная цена не так велика, назову в качестве примера академика Г. Ф. Александрова.

Я помню, как в 1940 году было опубликовано основанное на материалах ЦК его выступление на Московском партактиве. В нём была дана острая и содержательная критика состояния экономической науки (которую, к сожалению можно было бы повторить и сегодня), был правильно указан ряд её задач.

Через несколько лет я обратился к Александрову с письмом с просьбой содействовать продвижению работ, направленных на разработку некоторых из этих вопросов. Однако Александров не сообразовал даже принять меня, хотя ему было известно, что он имеет дело с серьёзным учёным.

Таким образом, отставание экономики и задача её перестройки – дело с долгой историей.

Такое же полное расхождение слов с делом мне пришлось отметить по поводу выступлений Л. М. Гатовского и нач[альника] ЦСУ чл[ена]-корр[еспондента] АН В. Н. Старовского на днях на заседании ОЭФПН¹.

Когда на этом заседании тот же Г. Ф. Александров (как председатель комиссии) зачитывал резолюцию, то резолюция на слух выглядела очень хорошо. В ней отмечалось 30 важных проблем и самокритически констатировалось, что по ним ничего не сделано, называлось 50 других – по которым всё предстоит сделать, однако у меня не было уверенности, что названны-

¹ Отделение экономических, философских и правовых наук АН СССР.– Сост.

Из архива Л. В. Канторовича. Машинопись выступления озаглавлена «Введение». Выдержки из этого выступления опубликованы в Вестнике АН СССР, 1959, № 4, с. 59–61.

ми лицами будут действительно приложены все силы для осуществления этой резолюции.

Поэтому я хочу предостеречь против самоуспокоенности и благодушия в этом вопросе, когда кажется, что несколько хороших речей, покаяний и обещаний, а также то или иное организационное мероприятие решают дело.

Мне кажется, что такое крайне медленное преодоление отставания экономической науки объясняется, в большой мере, её известной изоляцией от жизни и от других наук, т[ак] ч[то] задача её перестройки поставлена фактически перед тем самым кругом лиц, который обеспечил её отставание. Такого рода решение, может быть, и справедливо, но, к сожалению, далеко не всегда эффективно.

Одни ассигнования, о которых говорил т. Васильев, тут не помогут. За учебник, например, было дано немало ассигнаций, и всё же он вызывает многочисленные нарекания. Отчасти изоляция экономической науки поддерживается самими экономистами, отчасти она объясняется тем несколько особым положением, которое создано для экономики в АН.

С этой точки зрения вызывает сомнения целесообразность намеченного организационного обособления всех гуманитарных наук.

В частности, для экономики не менее важна связь с точными и техническими науками.

Мне представляется, напротив, что средством для поднятия экономической науки является не изоляция её, а тесный контакт её с другими науками, их помощь.

Отставание такой науки, как экономика, в которой кровным образом заинтересована страна, ложится пятном на всю Академию в целом, поэтому в ликвидации отставания должна действовать Академия в целом.

В частности, я полагаю, что назрел вопрос о созыве специальной сессии АН, посвященной основным проблемам экономической науки (ценообразование, эффективность капиталовложений, размещение производительных сил, перспективное планирование, статистико-экономические показатели, системы стимулирования) и по смежным вопросам других наук.

Мы имеем такой, по-моему, удачный опыт – сессия АН по вопросам автоматизации.

Названная тема сессии имеет не менее важное значение и представляет не меньший интерес для большинства учёных Академии, чем сессия по автоматизации. Для примера я мог бы назвать следующие возможные темы по различным отделениям.

По физико-математическому отделению: возможность применения современной математической статистики в экономике (по ней имеются выдающиеся успехи А. Н. Колмогорова, Н. В. Смирнова, которые не используются статистическими органами), различные вопросы математического аппарата в экономике, кибернетические аспекты в экономике. Экономические проблемы мирного использования атомной энергии, над которыми, наверное, немало размышляли наши физики.

По химическому отделению: экономическая оценка комплексных химических производств, методика сопоставления затрат на натуральные и синтетические материалы.

По геолого-географическому отделению: вопросы наиболее эффективного использования природных богатств, учёт ренты на леса, месторождения ископаемых, почвы, реки и т. д. (экономическая геология). Вопрос экономически правильного сочетания удовлетворения текущих народнохозяйственных потребностей с охраной природы и климата. Об этом сегодня так ярко и основательно говорил акад[емик] Павловский.

По биологическому отделению: прежде всего, вопросы из области с[ельско]х[оз]зяйственных наук. Например, на что ориентироваться при селекции и изучении системы кормления с[ельско]х[оз]зяйственных животных: на задачу получения рекордного удоя, повышения производства молока на одну корову, или производства молока на душу населения, или просто получения большего количества молока при наименьших затратах. Это вопрос в большой мере экономический.

Многочисленные экономические проблемы возникают в вопросах выращивания и обработки полей продовольственных и технических культур, орошения и удобрения почв.

Экономические вопросы, связанные с медициной и физиологией труда, рационального питания и т. д.

По техническому отделению; такие проблемы экономического характера, особенно многочисленные: без их продвижения не могут правильно приниматься ни отдельные технические решения, ни определяться техническая политика. Многие технические способы могут успешно использоваться, только если правильно определены экономически благоприятные границы их применения.

Сама собой понятна необходимость участия в такой сессии историков, философов, правоведов, я уже не говорю о самих экономистах.

Ряд докладов, несомненно, представит СОПС².

При просмотре обнаружилось, что примерно половина проблем отчёта АН имеют экономические аспекты.

Я убеждён, что созыв такой сессии существенно поможет установлению тесного контакта экономики с другими науками, позволит сопоставить и произвести сравнительную оценку различных подходов к экономическому анализу конкретных проблем, будет способствовать подъёму научной работы в области экономики.

Далее, я хотел бы сказать несколько слов о значении экономической науки для жизни общества. Казалось бы, об этом нет надобности говорить специально – экономика охватывает исключительно широкий круг деятельности людей. Однако сказать об этом необходимо, т. к. всё же многие и, к сожалению, прежде всего сами экономисты не до конца понимают место и роль экономики, значение её успехов и недостатков для жизни людей.

Деятельность советских экономистов исключительно ответственна – от принятых экономических решений зависит благополучие сотен миллионов людей, успехи социализма. Между тем качество этих решений определяет-

² Совет по изучению производительных сил. В 1959 г. входил в структуру Академии наук СССР. В 1960 переподчинён Госплану СССР. – Сост.

ся степенью овладения экономическими знаниями, состоянием экономической науки.

Для того, чтобы дать представление о том, с какими народными ценностями связаны экономические решения, приведу одну цифру. Если бы на предстоящее семилетие была сохранена существующая неправильная структура топливного баланса, то это нанесло бы ущерб порядка 150 миллиардов рублей. Между тем решение подобного вопроса определяется в большой мере именно экономическим анализом. То же самое относится и к многим другим вопросам технической политики.

Капиталовложения в предстоящее семилетие должны составить астрономическую цифру в два триллиона рублей трудовых денег. И весь народ заинтересован в том, чтобы каждый рубль из этой суммы был использован наиболее эффективным образом. Поэтому понятно, какое значение имеет совершенствование планово-экономических расчётов перспективного планирования, какой наносит ущерб задержка в их разработке и внедрении. Я рассчитал, что пеня, которую страна платит за каждый день «говорения на месте» и откладывания практической работы в этом направлении, составляет не менее **СТА МИЛЛИОНОВ РУБЛЕЙ В ДЕНЬ**.

Я назвал эту сумму также на упомянутом заседании отделения общественных наук, думал, что она вызовет протесты, возражения, беспокойство, по крайней мере.

Ничего этого не произошло, меня дружно поддерживали, сказали, что правильнее говорить о 200 миллионах, и были, видимо, страшно горды, что их деятельность оценивается такой большой суммой (хотя бы убытков).

От правильности экономических решений, совершенства планирования, качества экономических показателей, системы стимулирования самым существенным образом зависит рациональность принимаемых решений, эффективность использования всех видов ресурсов, производительность труда, темпы нашего роста, уровень жизни.

Состояние экономической теории и практики имеет огромное значение не только для СССР, но и для всех стран народной демократии, где достигнутые успехи в экономике, так же как и отдельные трудности и неудачи влияли нередко и на политическое сознание масс, ещё не прошедших длительной школы социалистического воспитания.

Результаты деятельности экономистов и плановиков ощущает повседневно каждый гражданин: на производстве, в поле, в лаборатории, при получении зарплаты, на своей жилплощади, в магазине, в автобусе, перед входом в кино.

Многими недооценивается значение для экономической практики самой методики планирования, экономического расчёта и показателей – а от неё зависит очень многое.

Нередко экономисты, признавая отдельные недостатки, считают, что экономическая наука не так уж плоха, и как свидетельство этого приводят успехи социалистического строительства в СССР – успехи, конечно, совершенно исключительные – невиданные в истории человечества темпы роста народного хозяйства, не идущие ни в какое сравнение с темпами самых передовых капиталистических стран.

Но так ли велика роль экономистов в этих достижениях? Не правильнее ли будет сказать, что эти достижения получены благодаря наличию самого совершенного социалистического способа производства, благодаря правильной политике партии, энтузиазму и напряжению сил всей массы трудящихся, исключительным природным богатствам страны, таланту и трудолюбию народов, населяющих Советский Союз, благодаря успехам других наук. Что они достигнуты несмотря на недостатки нашей экономической науки и практики, представляющие одну из трудностей, которую пришлось преодолевать наряду с другими. В этих успехах сыграл роль и накопленный практический опыт в экономике и планировании, но он никак не обобщён экономической наукой. Это было причиной того, что отдельные недостатки остаются многие годы неустранёнными.

Следует сказать ещё об одном неправильном мнении. Иные экономисты и обыватели склонны считать некоторые недостатки в нашей экономической практике – негибкое удовлетворение спроса, отсутствие заинтересованности – чуть ли не лежащими в природе социалистического строя. Склонны считать, что они могли бы быть устранены только введением элементов капиталистических отношений, частной инициативы, предпринимательства. Такое положение откровенно высказывается ревизионистами, но оно проскальзывает и у отдельных наших экономистов.

Это в одних случаях непонимание вопроса, в других сознательная ложь и клевета на социализм. В действительности наилучший в истории передовой социалистический строй обеспечивает возможность полного, наиболее гармоничного сочетания общественных и личных интересов. И если это ещё не вполне осуществимо, то в этом вина самих экономистов, не сумевших полностью раскрыть его возможности и преимущества этого строя и тем способствовать правильному их использованию.

Понимают ли сами экономисты то значение, которое имеет для страны их наука, тот ущерб, который несут недостатки в ней?

К сожалению, нет. Если бы они это понимали, то я думаю, что они приложили бы большие усилия для преодоления этих недостатков и помогли бы, а не препятствовали в этой работе другим.

С недооценкой значения экономики, с малой эффективностью экономических знаний связано и то, что экономическая наука не пользуется должным признанием и уважением.

Мне лично пришлось с этим столкнуться, когда после моего избрания в Академию многие мои друзья, а также те, кто не принадлежит к их числу, считали, что мне в какой-то степени неприятно избрание не по такой всеми уважаемой науке, как математика, а по экономике. Я пользуюсь случаем, чтобы выразить признательность Академии за то, что, избрав в свой состав, она поставила меня на этот более сложный и менее благополучный участок. Постараюсь оправдать оказанное этим доверие.

Такие сомнения в полноценности экономической науки определяются, в большой мере, настоящим состоянием экономики социалистического общества. Чтобы дать представление о последнем, я позволю себе следующую аллегория.

Представьте себе, что с этой трибуны наш уважаемый А. Н. Несмеянов или А. В. Топчиев поставили бы на обсуждение вопрос, существуют ли химические элементы, или М. А. Лаврентьев поведал бы, что его наука бьётся над неразрешимой проблемой, чему равно $A + B$ в квадрате, или, наконец, И. П. Бардин сообщил бы собранию о новом великом открытии в металлургии: «следует считать, что сталевар не варит сталь, а плавит, или даже в некотором смысле кипятит». Каждый из вас подумал, наверно, что подобная нелепица может привидеться только в дурном сне. Однако относительно экономики подобные же вещи мы слушаем совершенно спокойно, как привычные.

Догматический подход привёл к тому, что до настоящего времени, на сорок второй год существования социалистического государства, нашей экономической науке не известно отчётливо, что означает закон стоимости в социалистическом обществе и как он должен применяться, что такое социалистическая рента, должно ли вообще строиться исчисление эффективности капиталовложений и каким именно образом.

Не далее как в январе месяце на заседании Президиума АН, посвящённом эффективности капиталовложений маститый академик С. Г. Струмилин добивался от Президента инструкции: по какому принципу должна исчисляться стоимость в СССР – по принципу простого товарного хозяйства или по принципу цен производства (а разница здесь немалая).

Как последние открытия в области экономики нам преподносились такие вещи, например, «что закон стоимости не действует, а только воздействует» или что «средства производства не просто товар, а товар особого рода» и т. п. Только демобилизующее значение имели теории «о непознаваемости стоимости», об «отмирании стоимости при переходе к коммунизму» и др.

Что касается экономических расчётов, то их по точности можно сравнить с геодезической съёмкой, в которой некоторые расстояния измерялись бы в футах, другие в аршинах, третьи в метрах и полученные цифры использовались бы без перевода их в одну меру. К этому следует ещё добавить, что некоторые участки вовсе пропускались бы при измерении, а другие измерялись бы двукратно и троекратно. Я уже имел случай говорить об этом детально, поэтому, не задерживаясь на этом, я просил бы только принять на веру, во-первых, что это утверждение ничуть не преувеличено и, во-вторых, что оно полностью обосновано.

Это не только моё мнение. Ответственный и авторитетный работник ЦСУ, т. Соболев В. А., характеризовал положение таким образом: «За то, что при любом способе калькуляции паровоз окажется дороже швейной машинки, мы ещё можем поручиться, а за большее уже нет».

Всем известны самые резкие, но справедливые высказывания Н. С. Хрущёва о качестве расчётов экономистов.

Отставание экономической науки, низкий уровень её неоднократно отмечались в решениях партии и правительства. Этот момент нашёл отражение в ряде выступлений на двадцать первом съезде партии. Достаточно напомнить о выступлениях тт. А. Н. Косыгина, И. И. Кузьмина, Президента А. Н. Несмеянова – приведу его слова: «Нужно прямо сказать, что в этой области знаний наши учёные в долгу перед страной. Решение проблем эко-

номической науки явно отстаёт от запросов бурно растущего народного хозяйства, от актуальных задач строительства коммунизма. Чтобы решить поставленные перед ней задачи, экономическая наука должна усовершенствовать и свои методы, изучать жизнь, стать точной наукой в полном смысле этого слова». Это отставание прямо и откровенно признают наши ведущие экономисты. Сошлёмся на речь на съезде вице-президента т. Островитянова. Я не буду приводить соответствующих цитат.

Конечно, признания ошибок вещь полезная и ценная, однако всё-таки кроме них должно быть ещё что-то положительное. Такие признания не могут составлять основную часть научной продукции.

Отставание экономической науки сказывается и в другом. Передовая наука идёт обычно впереди практики – освещая и прокладывая ей путь. Если охарактеризовать в этом отношении нашу экономическую науку, в частности, деятельность Экономического ин[ститу]та АН, то нужно прямо сказать, что здесь мы имеем обратную картину, наука скорее, упираясь, тащилась за практикой, не только не помогая ей, а часто наоборот, пытаясь задержать её или сбить с ног.

Характерный пример такого рода – это вопрос о расчётах эффективности капиталовложений. Практике давно было ясно, что в условиях социалистического общества невозможно обойтись без учёта момента задалживания средств в основных фондах и количественного сопоставления его с текущими затратами. Однако такой учёт некоторые ортодоксальные экономисты считали противоречащим их теоретическим домыслам (которые они пытались отождествлять с принципами марксизма-ленинизма). Поэтому такие работы неоднократно подвергались гонениям, и практика применяла эти методы из-под полы, приняв как защитное средство даже особую менее удобную форму для этих расчётов (нормирование сроков окупаемости), т. к. в такой форме они вызывали меньше возражений.

Лишь нехотя, под большим нажимом практики экономическая наука санкционирует такого рода расчёты. В частности, разрабатываемый проект рекомендаций по расчёту эффективности (которые иные склонны рассматривать как существенное научное достижение) представляет, по существу, лишь некоторое суммирование опыта проектной практики и не столько обобщение, сколько официальное апробирование его, разрешая делать такие расчёты не из-под полы. Таким образом, эти рекомендации представляют не коренное решение вопроса, а только временный паллиатив. Поэтому я лично не считал бы необходимой апробацию их авторитетом Президиума АН.

Очень поучительным для характеристики положения в экономической науке является также то, что, не получая ничего от экономистов, за разрешение таких экономических вопросов, как эффективность капиталовложений, рента, вынуждены были браться сами гидротехники, энергетики, транспортники, строители, геологи, химики.

Особенно ясно обнаружилась бедность нашей экономической науки, когда встал вопрос об использовании в плановых и экономических расчётах электронных счётных машин.

Само по себе использование электронных машин не встретило возражений – вещь модная, да и на основании своего собственного опыта экономисты знали, что без чего-то нового, скажем, без электронного мозга, т. е. электронной счётной машины, произвести научно обоснованное исчисление стоимости (и цен) никак не удастся. Они даже были склонны привлечь к этому делу математиков, но на чёрную работу, по переводу их теорий на электронные машины путём программирования соответствующих расчетов. Как известно, электронный мозг не может полностью заменить человека, он только может реализовать инструкции и предписания человека. Поэтому теоретически вопрос должен быть разработан в основных чертах ещё до применения электронных машин.

Однако при этом встретились определённые трудности. Известно, что человек часто более непритязателен к пище, чем животное. Здесь любопытным образом обнаружилось сходное явление по отношению к духовной пище. Оказалось, что машина не переваривает кое-какой научной продукции наших экономистов. Те длинные лекции на экономические темы (или статьи), которые люди спокойно выслушивали и читали и думали, что понимали, оказалось невозможным использовать. При попытке придать им необходимую для введения в машину логико-математическую, алгоритмическую форму ничего не получилось. Оказалось, что после удаления рассуждений общего характера, иногда и весьма содержательных, но относящихся к социологии или политике, а не к собственно экономике, а также после удаления всей воды, либо вовсе ничего не оставалось, либо остаётся большой вопросительный знак – постановка нерешённой проблемы. Вероятно, такую судьбу постигло бы и сегодняшнее выступление акад[емика] Митина.

Использование математики в экономике выдвинуто сейчас как одна из ведущих проблем.

За последние 1–2 года намечается определённый прогресс в этой области. Академиком-секретарём ОЭФПН В. С. Немчиновым, сейчас сложившим с себя эти обязанности, при поддержке некоторых академикоматематиков, Президента, руководителей Сиб[ирского] отделения проведён ряд мероприятий, направленных на привлечение математических методов к экономическим исследованиям.

Были учтены как методы, разработанные у нас, так и заимствованные из зарубежной практики. Заметим, что в создании, по-видимому, наиболее эффективного из этих методов – линейного, или оптимального программирования, советская наука (как это признаётся и за рубежом) опередила Америку на целое десятилетие. Это и естественно, т. к. эти методы в условиях социалистического планового хозяйства имеют неизмеримо большее значение и несравненно более широкую область применения.

Отделением организовывались доклады по этому кругу вопросов, для пропагандирования данных методов. Создано небольшое учреждение в составе Сиб[ирского] отделения для разработки вопросов применения математических методов в экономике. Изданы несколько переводных работ ротاپринтным способом. Написано и сдано в печать несколько монографий и сборников. Начата подготовка соответствующих кадров в Ленинградском университете и в других вузах.

Недавно создана решением Президиума комиссия по стоимости под председательством В. С. Немчинова, перед которой (вразрез с мнением о непознаваемости стоимости), поставлена задача разработать, в жёсткие сроки, программы работ по исчислению стоимости и норм эффективности на основе использования математических методов и электронных машин.

Необходимо сказать, что эти работы игнорируются нашими политэкономами, почти ни один из которых не присутствовал на перечисленных докладах и дискуссиях.

Вообще математикобоязнь отнюдь не преодолена. Для многих экономистов термин эконометрика продолжает оставаться таким же одиозным, каким была несколько лет назад кибернетика.

Хотя что может быть естественнее, чем применение количественных, математических методов в экономике, основные проблемы которой носят ясно выраженный количественный характер? Также ясно, что советская эконометрика, опираясь на другие передовые науки, вооружённая методологией диалектического материализма, имеет возможность не повторять ошибок, заблуждений и сознательной апологетики зарубежной эконометрики.

Однако, несмотря на все хорошие планы и возможности нельзя не подчеркнуть ещё раз, что, в результате этого явного или глухого сопротивления этим методам, в практическом применении математических методов мы значительно отстаём от зарубежных стран.

Линейное программирование широко применяется для планирования севооборотов в Айове и Сев[ерной] Каролине, а не в Ленинградской и Рязанской областях, где имела возможность применять его на 10 лет раньше. То же самое относится и к рациональной транспортировке.

Также в странах народной демократии с этими методами пока знакомятся в основном по американской литературе, даже о советских работах узнают из неё.

Несомненно, задача широкого использования этих эффективных методов в экономике имеет первостепенное значение.

Более точные методы экономического расчёта должны сыграть существенную роль в решении задач семилетнего плана, поставленных XXI съездом.

Можно рассчитывать, что развитие этих вопросов будет пользоваться поддержкой Президиума и нового руководства ОЭФПН.

Л. Т. Петрова

Комментарий к работам Л. В. Канторовича по крупноблочному программированию

В обширном списке работ Леонида Витальевича восемь относятся к крупноблочному программированию (см. библиографию). Идеи, высказанные в этих работах, предвосхитили развитие программирования по меньшей мере на четверть века. Эти идеи заложили основы крупноблочной школы программирования, созданной Л. В. Канторовичем в Ленинграде в 1954 году. Работа школы протекала весьма активно в 50–60-е годы, но она находилась вне основного русла развития традиционного (фон-Неймановского) программирования, что, естественно, затрудняло развитие этих идей. Школа следовала математическому направлению, которое связывается сейчас, в частности, с функциональным стилем и проявляется также в других подходах, когда проблемы программирования все теснее начинают увязываться с математическими представлениями, результатами и теориями.

Первыми по времени написания были три работы 1956 года [1–3], кратко излагающие основы идеологии и содержащие сообщения о первых реализациях крупноблочных систем автоматизации программирования – о первых «прорабах». Одна из заметок [2] представляет тезисы сообщения на Третьем Всесоюзном математическом съезде.

Характерной особенностью крупноблочных систем являлось то, что они оперировали не с индивидуальными числами и символами, а с *величинами* – укрупненными агрегированными информационными объектами. Такие укрупненные структуры данных (матрицы, векторы, последовательности, деревья, схемы и т. д.) выступали как целое в вычислительных планах; стандартные способы обработки отдельных элементов величин выполнялись автоматически на нижних уровнях. Это вносило иерархическую структуру в языки программирования, освобождая верхние уровни от ненужной детализации. Отметим следующий принципиальный момент. С каждой величиной при вводе ее в машину связывались три характеристики, выделялись три ее стороны:

- 1) имя,
- 2) справка (информация о типе и структуре величины, о ее размещении в машинной памяти),
- 3) запись (т. е. значение, фактическое представление элементов величины, ее денотат).

© Институт математики СО РАН, 1987. Опубликовано в сборнике «Оптимизация», 1987, вып. 40(57), с. 12–16.

Так очень естественно уже на первых шагах были отчетливо введены в рассмотрение синтаксический, смысловой и интерпретационный уровни информационных объектов, и объект рассматривался «объемно», как целостное единство этих компонент.

Существенно, что и сам вычислительный процесс мыслился при этом также «объемным», протекающим одновременно либо попеременно на каждом из этих уровней. Хорошо известно, что громоздкие и трудоемкие вычисления часто чрезвычайно упрощаются при переходе на другой уровень. Представляется, что в разумной стратегии переходов с одного уровня на другой кроется значительный резерв экономичности вычислений. Внимание этому уделялось уже в первых прорабах (транспонирование матрицы и другие преобразования на уровне справки и т. п.). В дальнейшем вопросы экономичности рассматривались в связи с реализацией в прорабах вычислений с задержкой. На этой же уровневой основе была создана оригинальная теория и методология трансляции, гибко сочетающая компиляцию и интерпретацию. Следует отметить ту особенность крупноблочных систем, что универсальные средства усиления выразительности включались в языки под строгим контролем экономичности вычислений.

К 1957 году относятся две основные работы Л. В. Канторовича по программированию – это заметка в Докладах АН СССР [4] и развернутая статья [5], написанная по следам сообщения на сессии Академии наук Армянской ССР.

Другим фундаментальным информационным объектом, который Л. В. Канторович ввел в рассмотрение наряду с величинами, были *абстрактные схемы*. Вместо обычных формул со скобками предлагается запись связей и зависимостей математических объектов в виде расчлененной схемы типа

$$K = K_1 K_2 \dots K_n$$

$$K_1 = \dots$$

...

Здесь K и K_i являются элементами некоторого нумерованного множества, образованного из математических объектов различной природы (числа, матрицы, функции и т. п.). Схема выражает систему отношений между объектами.

Каждая строка вида

$$K = K_1 K_2 \dots K_n$$

означает, что объект K определяется системой объектов K_1, K_2, \dots, K_n , при этом элемент K называется результатом, а K_1, K_2, \dots, K_n – аргументами. Рассматривается отношение непосредственной подчиненности между результатом и его аргументами, вводится важное понятие явной схемы. Отмечается возможность анализа и преобразования абстрактных схем на синтаксическом уровне. На семантическом уровне рассматривается отношение совместности аргументов, вводится понятие решения схемы, рассмотрены

преобразования схем по схемным тождествам (по образцам). Указывается возможность применения схемной символики в качестве языка программирования со своей методикой трансляции.

В 1968 году была напечатана статья [6], в которой описаны и проанализированы опубликованные к тому времени работы крупноблочной школы (библиография содержит 40 названий). Здесь намечены перспективы развития этого направления.

Работы 1974 года [7–8] посвящаются обсуждению настоятельной необходимости комплексного системного подхода к взаимосвязанному развитию таких областей знания, как

- 1) математическое моделирование и анализ решения задач,
- 2) численные методы и алгоритмы,
- 3) программирование,
- 4) разработка вычислительной техники.

Одним из средств подобного согласования могут служить крупноблочные формы описания и машинной реализации вычислительных процессов. Большое внимание уделяется роли массовых операций в вычислениях.

Несомненно, что многие решения, найденные в крупноблочной схемной символике, актуальны и сегодня. Схемы Канторовича, модельный (уровневый) подход, методы трансляции, многие другие принципы, опробованные в крупноблочных системах, должны найти свое применение и дальнейшее развитие в нарождающихся новых подходах. Снова и снова удивляешься силе и глубине творческой мысли Леонида Витальевича, позволившей ему 30 лет назад верно представить принципиальные пути развития зарождающейся науки и немало сделать в этом направлении. В целом же значение подхода, развитого Л. В. Канторовичем, не ограничивается решением отдельных, пусть и очень важных задач. Здесь намечались пути и развивалась методология привлечения компьютеров к участию в самых различных областях интеллектуальной деятельности человека.

Литература

1. *Л. В. Канторович*. Перспективы развития и использования электронных счетных машин // Математика, ее содержание, методы и значение. М.: Издательство АН СССР, 1956, т. 1, с. 382–390¹.
2. *Л. В. Канторович, Л. Т. Петрова*. О математической символике, удобной при вычислениях на машинах // Труды III Всесоюзного математического съезда. М.: Издательство АН СССР, 1956, т. 2, с. 151.
3. *Л. В. Канторович, Л. Т. Петрова, М. А. Яковлева*. Об одной системе программирования // Труды конференции «Пути развития советского машиностроения и приборостроения». М.: ВИНТИ, 1956, ч. 3, с. 30–36.
4. *Л. В. Канторович*. Об одной математической символике, удобной при проведении вычислений на машинах // Доклады АН СССР, 1957, т. 113, № 4, с. 738–741.
5. *Л. В. Канторович*. О проведении численных и аналитических вычислений на машинах с программным управлением: Доклад на сессии АН АрмССР // Известия АН АрмССР, сер. физ.-мат. наук, 1957, т. 10, № 2, с. 3–16.

¹ Перепечатывается в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

6. Л. В. Канторович. Перспективы работы в области автоматизации программирования на базе крупноблочной системы // Труды Математического института АН СССР, 1968, т. 96, с. 5–15.
7. Л. В. Канторович, Л. Т. Петрова, Я. И. Фет. Комплексный подход к реализации массовых вычислений // Оптимизация, 1974, вып. 13(30), с. 5–11.
8. Л. В. Канторович. Перспективы крупноблочного подхода в прикладной математике, программировании и вычислительной технике // Записки научных семинаров ЛОМИ, 1974, т. 48, с. 5–11.

В. А. Залгаллер

Воспоминания о Л. В. Канторовиче и об эмоциях, связанных с его экономическими работами

Леонида Витальевича я узнал еще будучи сам школьником. Моя одноклассница, а позже жена, была младшей сестрой его друга, и мы с Леонидом Витальевичем познакомились в их доме. Перед войной я слушал в университете его лекции по анализу, выполнял его поручение по подготовке учебника и прочел опубликованную в 1939 г. Ленинградским университетом его первую книжку о захватывающем круге оптимизационных задач, преодолимых методом «разрешающих множителей».

Уже тогда Леонид Витальевич прекрасно понимал экономическое значение возникающих «разрешающих множителей». Он передал академику С. Г. Струмилину рукопись об этом, но за всю жизнь так и не дождался отзыва. Я слышал, что в 1942 г. эта рукопись обсуждалась некоторыми официальными экономистами. Они встретили ее крайне враждебно. Один даже высказался в том духе, что Леониду Витальевичу лучше не воображать себя Марксом и уничтожить свои рукописи.

Леонид Витальевич хотел показать полезность оптимизационных расчетов на крупных конкретных задачах. Он с молодых лет близко знал проблему согласования заказанного ассортимента досок с минимизацией отходов при лесопилении. Он располагал статистикой данных о распределении бревен по диаметрам и данными о заказанном ассортименте досок в годичном экспорте из СССР в Англию. Оптимальный план распиловки он поручил в 1940 г. рассчитать аспиранту Г. М. Хейсину, который вскоре ушел на фронт и погиб. Когда я вернулся с фронта, Л. В. предложил мне продол-

жить эту работу. Это были громоздкие расчеты (компьютеров тогда не было, а обчислять надо было данные примерно следующих размеров: 14 классов бревен, 12 000 возможных установок пил, 70 заказанных типов досок). Хейсин начал расчеты, опираясь на наивно упрощенные предположения о других данных – о среднем ассортименте выхода досок при известном среднем диаметре партии бревен и фиксированной установке пил. Поэтому я написал (одобренное Леонидом Витальевичем и изданное лесопильщиками) исследование о таком выходе. Позже гибкий пакет программ компьютерной оптимизации в лесопилении по методам Леонида Витальевича, уже со всеми реальными данными, был создан коллективом под руководством И. В. Соболева в Петрозаводске. У них ушло на это 12 лет. Они имели большой экономический успех и опередили в этом западных специалистов, которые позже пришли к использованию этих методов. Поучителен вопрос, заданный Соболеву аналогичным скандинавским специалистом: «В СССР 70 заводов экспортного лесопиления. Только 8 из них используют оптимизационные методы. Почему остальные заводы не разоряются?» Что мог в те годы ответить Соболев?

По поручению Леонида Витальевича в 1948–50 гг. я знакомился с раскромом разных материалов на многих заводах с серийным производством. В 1951 г. была издана совместная, Л. В. Канторовича и моя, книга о раскроме. В работе над ней были развиты двойственный симплекс-метод, генерирование улучшающих раскрой укладок с использованием идей, позже названных динамическим программированием, намечен метод ветвей и границ. Но эта книга (переизданная в 1972 г.) принадлежит докомпьютерной эпохе. Теперь программное обеспечение разнообразнейших задач оптимизации раскроа создается во многих центрах. Отмечу один из лучших – Уфимский авиационный технический университет, где этими работами руководит Э. А. Мухачева – ученица Леонида Витальевича.

Другой крупной задачей, к исследованию которой Леонид Витальевич привлек М. К. Гавурина и Г. Ш. Рубинштейна, была уже известная специалистам как проблема «транспортная задача» (минимизация транспортных расходов за счет разумного прикрепления потребителей к поставщикам однотипной продукции). Для ее решения был создан по инициативе Леонида Витальевича метод потенциалов. Интересно, что еще Гаспар Монж, решая задачу о минимуме работы на перемещение однородной массы из одного объема в другой, ему равный, доказал (не вполне строгими рассуждениями), что частицы массы надо переносить по прямым, которые образуют так называемую «нормальную конгруэнцию». То есть существует семейство поверхностей, которые каждая из этих прямых все время прокалывает ортогонально. Аппель потратил 200 страниц на уточнение доказательства Монжа. А теперь ясно, что эти поверхности – не что иное, как поверхности уровня потенциалов Л. В. Канторовича, и все доказательство укладывается в 4 страницы.

С задачей транспортного типа связаны поучительные переживания. Трубы прокатывают на многих металлургических заводах страны. Смена размера трубы требует остановки стана для смены валков. Изменением прикрепления потребителей к поставщикам можно на каждом заводе сокра-

тить простой станок. Но еще надо учесть изменения транспортных расходов и пропускные возможности транспорта. Собрал все реальные данные по всему СССР, Леонид Витальевич с помощью своих новосибирских коллег решил эту задачу (были обчислены матрицы миллионных размеров). Выяснилась возможность без каких-либо потерь получать в год 300 тыс. тонн труб дополнительно. Когда Леонид Витальевич разъяснял это специалистам, то при полном признании этих расчетов услышал доверительно примерно следующее. 1) *(один зам. министра)*: «Дорогой Леонид Витальевич, кому что прокатывать – решает Минчермет, а кому куда посылать – решает Госнаб. Ни одна из этих организаций своих прав не уступит. Чтобы реализовать ваш план, надо изменить всю систему управления». 2) *(один директор завода)*: «Дорогой Леонид Витальевич, у меня нет прав управлять зарплатой. Ее фонд спущен вместе с заказом. На тонкие трубы этот фонд больше. Изменив заказы, вы нарушите рутинно сложившуюся стабильность фонда зарплаты. Чтобы реализовать ваш план, надо изменить всю систему управления».

Решались под руководством Леонида Витальевича и многие другие конкретные экономические задачи.

В 1957–58 гг. Леонид Витальевич заново и подробнее писал книгу об экономическом смысле показателей, возникающих при оптимальных расчетах. В пустой комнате института он обсуждал со мной свое намерение заменить термин «разрешающие множители» на «объективно обусловленные оценки». После выхода книги одним из зарубежных откликов была статья Кэмпбелла «Маркс, Канторович, Новожилов» в журнале “Slavic Review”, 1961. В этой статье, с одной стороны, удивляло наивное предположение, что раньше Леонид Витальевич не замечал, что его множители представляют собой некоторые стоимостные факторы, а с другой стороны – здравая догадка, что столь удачный термин «объективно обусловленные оценки» одновременно представляет собой максимум того, что можно произнести в 1959 в СССР, не мобилизуя вражду ортодоксов. (Статья Кэмпбелла ушла в спецхран, и меня тогда ознакомили с ней под расписку.)

Рукопись своей книги «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов» Леонид Витальевич сначала предложил издательству Ленинградского университета. Отвечавший за политэкономическую тематику проректор С. И. Тюльпанов сказал ректору А. Д. Александрову, что не может рисковать партбилетом и пропустить эту весьма интересную книгу. И книга вышла в Издательстве АН СССР.

Леонид Витальевич никогда не был диссидентом. Он думал не о конфликтах, а о научной помощи экономике страны. Ставку он делал, с одной стороны, на подготовку математически более грамотных молодых экономистов, понимающих смысл оптимизационных расчетов, структуру показателей, расчеты по которым заставляли бы принимать решения в народнохозяйственных интересах. Он хотел, чтобы они понимали смысл рент (земельной, горной, лесной и прочих рентонесущих факторов), смысл нормы эффективности вложений, понимали оптимизацию перспективного планирования, в частности – необходимость дисконтирования затрат на строительство и т. п. С другой стороны, он делал ставку на разъяснение всех

этих вопросов работникам министерств и Госплана. В 1958/59 учебном году на экономическом факультете Ленинградского университета начался, при поддержке математиков Ю. В. Линника и ректора А. Д. Александрова, пересмотр учебного плана. Тогда же было принято решение, в целях ускорения подготовки соответствующих кадров, создать на один год шестой курс. К обучению на нем привлекались 25 лучших выпускников пятого курса и еще столько же ранее окончивших вузы молодых специалистов (в том числе из Госплана). Об успехе этого начинания, которое курировал Леонид Витальевич, см. воспоминания бывшей студентки этого курса доктора экономических наук М. И. Вирченко в новосибирском журнале «Оптимизация» № 28, 1982, с. 66–69. С 1960-х годов оптимизационные расчеты преподаются уже на всех экономических факультетах.

Книга Леонида Витальевича встретила замечания даже со стороны друзей. Так А. Д. Александров, чрезвычайно высоко ценивший его как ученого и как человека и поддерживавший его, заметил в те годы, что, к сожалению, теория Леонида Витальевича не рассматривает интересы отдельных групп людей. У Маркса рядом с упрощенной до малого числа факторов экономической схемой есть классовые интересы и борьба за них. У Леонида Витальевича этого нет. Любые изменения в управлении экономикой встретят сопротивление тех групп, чьи интересы будут затронуты.

Крупные экономисты-практики охотно признавали правоту Леонида Витальевича. Так академик М. А. Стырикович, отвечавший за энергетический баланс страны, на совещании о ценообразовании сказал, что для него давно не секрет, что истинная цена киловатт-часа – это минимальные расходы на создание сегодня дополнительных мощностей на один киловатт, а не средний расход в отрасли. Что те гидростанции, которые дают наиболее дешевую энергию, как правильно говорит Леонид Витальевич, дают ренту, присущую их удачным створам. И что он давно мыслит понятием нормы эффективности вложений, считает ее равной 14–15 % и поддерживает только проекты, превосходящие этот норматив.

Со стороны начетчиков экономической псевдонауки последовала откровенная травля Леонида Витальевича. Редактор журнала «Вопросы экономики» член-корреспондент Л. Гатовский, на работы которого Леонид Витальевич когда-то дал отрицательный отзыв¹, поместил в журнале «Коммунист» № 15, 1960, с. 79–90, совместную с сотрудником этого журнала статью-донос в духе 1937 года. Появились и другие, еще более низкопробные статьи. Но был уже не 1937 год. Многие ученые поднялись на защиту Леонида Витальевича. Например, методологический семинар Института математики Сибирского отделения АН СССР прислал резолюцию расширенного заседания, осуждающую эти статьи. Она была подписана академиком С. Л. Соколовым и членом-корреспондентом А. В. Бицадзе. От имени методологического семинара Ленинградского отделения Математического института им. В. А. Стеклова в адрес идеолога ЦК КПСС М. А. Суслова были посланы три

¹ См. также выступление Л. В. Канторовича на общем годовичном заседании Академии наук СССР 27 марта 1959 г., публикуемое в настоящем разделе сборника. – Сост.

письма: философа М. В. Мостепаненко, экономиста И. М. Сыроежина и мое как математика. Письма содержали просьбу одернуть журнал «Коммунист», который этими статьями встал на антинаучные позиции.

В ответ от редакции журнала шли отписки. Леонид Витальевич предложил журналу «Коммунист» опубликовать специально написанную им статью «Оптимальный план и материальные стимулы его реализации», разъясняющую суть его позиции. Уклоняясь от ее публикации, редакция назначила на 27 июня 1961 г. обсуждение этой статьи. (Я был в числе приглашенных на это обсуждение.) Возможно, редакция рассчитывала устроить нечто вроде сессии ВАСХНИЛ 1948 года. Но был уже не 1948 год. Ощувив ситуацию, главный редактор журнала не пришел на обсуждение, предоставив вести его своему заместителю. Пришли многие академики, они выступали один за другим, энергично и резко поддерживая Леонида Витальевича. Помню слова А. И. Берга о том, что «для нас нет сомнений в пользе развитых Л. В. Канторовичем методов, вопрос в том, как суметь их использовать». Выступал и я, и до сих пор храню записку:

«Виктор Абрамович, очень прошу Вас написать мне Ваши координаты в Ленинграде, т. к. Ваше выступление мне очень понравилось и мне хотелось бы поддерживать с Вами научные связи. Я работаю в Академии наук и одновременно я являюсь председателем Научно-технического совета одного Гос. комитета (50 % всей промышленности СССР), и мы испытываем огромные трудности вследствие неудовлетворительного решения многих промышленно-экономических вопросов.

Академик Аксель Иванович Берг

Мой домашний и служебный адреса ...»

Но от предложения Леонида Витальевича переехать в Москву и целиком заняться экономикой я отказался, сказав, что прежде всего считаю себя геометром, и при всем величии экономических проблем и убежденности в его правоте, не рассчитываю, что эти методы восторжествуют в пределах моей жизни.

Выступления против Леонида Витальевича были убогими и немного истерическими. Кроме одного: экономист Я. Кронрод, вальяжно сев на стул на сцене, осуждал Леонида Витальевича словами, в которых был подтекст завистливой неприязни за то, что ему, поклоннику Бухарина и умному человеку, так и не пришлось сказать правду о фальши в экономической науке, а Канторович это посмел. Но статью Леонида Витальевича журнал так и не напечатал.

Леонид Витальевич понимал, что его макроэкономические модели ведут к глубокому развитию теории стоимости. Не случайно В. В. Новожилов, отправляясь от мыслей Маркса о том, что стоимость отражает затраты на создание продукта в наиболее неблагоприятных, но общественно необходимых условиях, пришел к тем же моделям. Новожилова за его публикации тредили еще сильнее, чем Леонида Витальевича: исключили из партии, сняли с заведования кафедрой... а в 1965 г. Л. В. Канторовичу и В. В. Новожилову, совместно со статистиком В. С. Немчиновым была присуждена Ленинская премия. Виктор Валентинович Новожилов позже написал подробную книгу «Проблемы измерения затрат и результатов при оптималь-

ном планировании» (Москва, издательство «Экономика», 1967). Вскоре он умер и не стал лауреатом Нобелевской премии, которая присуждается только живущим. Леонид Витальевич получил эту премию в 1975 г. совместно с американцем Купмансом².

Леонид Витальевич был противником радикальных мер, предлагавшихся некоторыми его наивными сторонниками. Он исключал мечты управлять всей экономикой из одного вычислительного центра, настаивал на развитии системы экономических показателей, позволяющих децентрализовать принятие экономических решений и решать задачи на различных уровнях. Именно децентрализация способна развязать инициативу, так нужную в управлении экономикой. Только децентрализация и контроль рынком способны устранить безответственность чиновников за их экономические решения.

В экономике нет «законов сохранения». Стоимость способна безвозвратно утрачиваться не только когда сгнивают урожай или заготовленный лес. Она точно так же утрачивается, когда строят завод с устаревшей технологией или осуществляют другие неэффективные вложения. Им несть числа. В то же время общая стоимость валового продукта страны, создаваемая трудом и рентонесущими факторами, растет при каждом удачном вложении. Организация или предприниматель, заметившие и не упустившие возможность такого созидательного вложения, могут разбогатеть даже после уплаты налогов, принося общую пользу всей стране.

Признавая роль рынка, Л. В. Канторович не был «чистым рыночником». Он считал, что экономика нуждается в государственном регулировании по двум причинам. Первая очевидна: рынок не может предъявить спрос на оборону, массовое образование, широкую охрану здоровья, охрану среды. Это должны сделать разумный госбюджет и госзаказы. Вторая еще не всеми четко осознана: главным богатством страны Леонид Витальевич считал все рентонесущие факторы – удачные месторождения, плодородные земли, лесные массивы³, удачно расположенные энергетические объекты, созданные и опережающе используемые новые технологии (в частности – ресурсосберегающие) и тому подобные факторы. На государстве лежит, в первую очередь, задача изъятия налоговой системой основной части этой ренты и направление ее на вложения в интересах общества. Создание такой налоговой системы – мучительный процесс, идущий в наше время⁴.

² Леонид Витальевич никогда не эмигрировал из СССР. Написанное С. П. Залыгиным в журнале «Новый мир», 1996, № 12, с. 149, что Л. В. Канторович – эмигрант и получил Нобелевскую премию в США, является чистым бредом.

³ Среди многих источников конфликта с Англией в конце 20-х годов был демпинг со стороны СССР в лесоторговле. Его причиной было наше непонимание лесной ренты.

⁴ Не удивительно, что приватизация готовых рентонесущих факторов, сулящая обогащение, оказалась криминальной сферой. А за «ренту второго рода» (возможность осуществить вложения там, где ожидается доход резко выше, чем норма эффективности) состязаются крупнейшие банковские группы. В газетной заметке А. Улюкаева «От хищнического государства к государству развития» (Русский

Леонид Витальевич не считал теорию стоимости завершенной. Перспективное планирование должно включать создание новых технологий, базирующихся на развитии науки, должно включать поиск новых месторождений, создание для этого поиска новых методов. Именно включение научно-технического прогресса в оптимизационные экономические модели занимало его мысли в последние годы жизни.

Не был Леонид Витальевич и «чистым монетаристом». Помню его возражения академику Т. С. Хачатурову, специалисту по экономике транспорта. Л. В. настаивал, что новые железные дороги должны прокладываться так, чтобы они открывали путь к новым эффективным месторождениям или другим рентонесущим факторам. Именно эта рента (изымаемая государством и инвестором) должна затем окупить вложения в строительство. В частности, целесообразен повышенный тариф на перевозку тех ресурсов, ради которых строилась дорога, без повышения обычной оплаты других грузов.

Билеты для пассажиров, по мнению Леонида Витальевича, не обязаны полностью окупать содержание железной дороги. Расходы на инфраструктуру (пассажирские перевозки, телефонная связь) частью окупаются косвенно: повышением эффективности работы всех лиц и предприятий и соответствующим ростом доходов от налогов. Кроме того, инфраструктура должна быть даже несколько избыточной.

Вот еще один пример. Министр угольной промышленности А. Ф. Засядько собрал реальные данные о производстве и потреблении (по укрупненным группам) всех видов продукции в СССР. Экономист В. Д. Белкин рассчитал оценки, которые соответствовали бы этому балансу, если бы он был оптимальным. Оценки оказались явно более здравыми, чем тогдашние цены, за исключением неожиданно высоких оценок мясной и рыбной продукции. Тогда Белкин сделал перерасчет, приняв освобождение этих двух отраслей от налога. Он мотивировал это тем, что эти отрасли дают косвенный доход: белковое питание подымает производительность труда населения. Леонид Витальевич против такого перерасчета не возражал, но отверг желание Белкина предложить Госкомитету цен немедленно принять эти оценки за основу новых цен, сказав, что дело не в ценах, пока не изменена система принятия экономических решений.

Мне рассказывали, что приглашенный для консультации в самом начале перестройки известный зарубежный экономист Леонтьев высказывался в том смысле, что введение в СССР свободного рынка при исходных ценах, искаженных в 1000 раз, поведет только к уголовщине; измените сначала цены так, чтобы они были искажены не более, чем раз в 50; их вам может рассчитать экономист Белкин. Этим советом не воспользовались. Тогда еще не научились считаться с экономическими законами стоимости и рынка.

телеграф, 27 ноября 1997 г.) есть фраза: «В „хищническом государстве“ государственная бюрократия не может направить получаемую ренту на цели экономического развития – она практически полностью перераспределяется среди различных клиентов и затем поступает в паразитическое потребление».

В целом, вся деятельность Л. В. Канторовича на экономическом поприще была не только фундаментальным научным достижением, но и подвигом гражданского мужества.

Больно, что смерть так рано отняла Леонида Витальевича не только у родных, у науки, но и у нашей многострадальной страны, которой он так был нужен.

Г. П. Акилов

Он стрелял по невидимым целям

Наше знакомство с Л. В. Канторовичем продолжалось около 50 лет. Я веду отсчет с 1937 года, когда поступил на матмех Ленинградского университета, а Леонид Витальевич говорил, что запомнил меня еще по организованной ЛГУ станции юных математиков, куда я ходил школьником.

Как бы то ни было, но даже существенно меньшего срока хватило бы, чтобы увидеть незаурядность Леонида Витальевича. А мы, студенты, получили представление о ней уже в первых семестрах, когда Леонид Витальевич стал читать нам курс матанализа.

Делалось это в очередь с Г. М. Фихтенгольцем, о котором в студенческой среде справедливо сложилось мнение как о лекторе блестящем. И вот Леонид Витальевич начинает, часто останавливаясь и заикаясь, говорить. Студенты, конечно, были разочарованы. Но постепенно, когда к особенностям лектора привыкли, на первый план стало выходить все то, что характеризовало Л. В. Канторовича как математика, а это уже было интересно и поучительно.

Надо сказать, к деятельности преподавателя он относился чрезвычайно ответственно.

В лекциях Л. В. Канторович отличался динамизмом, не эксплуатировал без конца однажды разработанный курс.

В Новосибирске он лекций читал не так много, как в Ленинграде, но влияние на постановку дела, на построение учебных планов оказывал немалое. В конце 60-х годов на заседании Сибирского математического общества прочел доклад о перестройке математического образования в НГУ. В том, что касалось организации школы, передачи знаний, принципиаль-

ных научных концепций, он следовал – конечно, в новых условиях – своему учителю Г. М. Фихтенгольцу, которому матмех ЛГУ в значительной степени обязан современной постановкой преподавания матанализа.

Наше непосредственное сотрудничество с Л. В. Канторовичем началось после войны, когда он стал моим научным руководителем по аспирантуре. В процессе дальнейшей совместной работы и, особенно, над книгой «Функциональный анализ в нормированных пространствах», выдержавшей несколько изданий у нас в стране и за рубежом, его облик открылся, конечно, с гораздо большей полнотой, чем он был виден со студенческой скамьи.

Творческий метод Л. В. Канторовича можно охарактеризовать его собственными словами о том, что разумное обобщение дает больше, чем детальное исследование. Эти слова он повторял настолько часто, что над ними стоит задуматься. Он предпочитал лес деревьям, это ясно, но ограничиться лишь одним этим было бы трюизмом. Где граница между деревьями и лесом? Именно здесь заключается главное, и талант (или гений) Леонида Витальевича выражался в том, что он чувствовал, до какой степени обобщения доходить. Иначе ведь легко было выплеснуть с водой и ребенка.

«Разумное обобщение» позволяло ему выделять относительно простую задачу, в которой, как в капле воды, отражалось главное в проблеме. Задачи линейного программирования были сформулированы им настолько прозрачно, что оказалось возможным изложить основные идеи оптимального подхода с помощью всего лишь четырех действий арифметики и здравого смысла. В конце концов, в математике все сводится к основным, базовым элементам, и это Л. В. Канторович с предельной ясностью подчеркнул в своей, я думаю, лучшей работе – книге «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов». Разумеется, книга писалась для широкого круга читателей, но не обладай Леонид Витальевич своим даром «разумного обобщения», неизвестно, удалась ли бы она ему. Ведь далеко не каждый крупный ученый – хороший популяризатор или даже лектор. И такой подход давал очень много для решения сложных и трудных проблем.

Трудность решения – это один из распространенных критериев математического ума, но не о всякой трудности имеет смысл говорить в данном случае. Трудные задачи математики различаются между собой. Я бы выделил три их типа. Это, во-первых, задачи, не вполне корректно поставленные, затем, задачи, принципиально не имеющие решения (например, континуум-гипотеза), и, наконец, задачи, время которых еще не пришло.

Так вот, Леонид Витальевич с успехом решал трудные задачи третьего типа. Обратимся снова к задачам линейного программирования. Можно ли отнести их к трудным? Сейчас, когда они посильны студентам-нематематикам, конечно же, нельзя. Но легко решаемыми они стали после Л. В. Канторовича, после появления линейного программирования. А до него их решать не умели, хотя такие задачи были известны еще с конца XVIII века, со времен Лагранжа.

Другая иллюстрация плодотворности подхода Л. В. Канторовича – его результаты в так называемых приближенных методах высшего анализа. До середины сороковых годов эти методы представляли собой не более чем собирание рецептов. Их использование оправдывалось практическими сообра-

жениями, но с позиций математики они были либо совсем необоснованными, либо обоснованными явно недостаточно. Это значит, не были известны верхние и нижние пределы точности методов и нельзя было получить сколь угодно большую точность. В середине 40-х годов Л. В. Канторович стал задумываться над тем, что вообще происходит, когда задача решается приближенным методом. Поднявшись над группой отдельно стоящих деревьев (рецептов), он увидел их общность (лес) и создал новую главу функционального анализа – общую теорию приближенных методов анализа, за что получил Государственную премию в 1949 году. Приближенные методы анализа с этих пор превратились в науку. Старые методы-рецепты получили обоснование, и каждый новый метод мог быть теперь тоже строго оценен.

Если уподобить подход Л. В. Канторовича поиску выхода из лабиринта, то он позволял увидеть план лабиринта. Примерно так его видят дети, решающие головоломку.

Отличительное свойство ума Л. В. Канторовича выявляется также в сопоставлении открытия и изобретения. Изобретение, как мы его привыкли себе представлять, – это улучшение чего-то в известной области. Оно может быть остроумным, даже гениальным, как, например, паровая машина Уатта, вызвать некоторое оживление мысли – перенос идеи в другие области, теоретическое объяснение крупного явления, даже круга явлений, при разработке которых возникает огромное число идей, в том числе изобретательского уровня.

«Талант – это тот, кто лучше других попадает в видимую для всех цель, гений же попадает в цель, которую еще никто не видит» – такое существует объяснение различия между талантом и гением. Л. В. Канторович, безусловно, относился ко вторым, хотя имел немало научных работ «изобретательского» уровня и натуральных изобретений, чем явно гордился.

Судьба изобретений, направленных на наиболее точное попадание в трудную цель, обычно складывается удачно. Все видят, насколько простое дело сделано, и отдают должное меткости стрелка. Другое дело – попадание в невидимую для всех цель. Ведь ее важность трудно сразу оценить. Проходит время, пока становится ясно, насколько необходимо стрелять в найденную некогда цель. И тогда она становится всеобщим достоянием. Теорию относительности сейчас рассматривают в школе, а в самом начале ее автора понимали единицы. Нечто подобное – при всей условности аналогий – можно найти и в творческой биографии Л. В. Канторовича. Еще до войны им была создана концепция функциональных пространств, которые мы теперь называем пространствами Канторовича – Банаха. В определении этих пространств одно из четырех условий долгое время казалось искусственным и ненужным. Правда, попытки отбросить его не давали сколько-нибудь интересных обобщений. И только недавно на очень высоком математическом уровне, в терминах так называемой булево-значной логики, до которой во времена создания этой концепции было еще очень далеко, выяснилась существенная роль этого условия.

Обладая столь ярким талантом, Леонид Витальевич не замкнулся в математике. В этом я усматриваю проявление его нравственных и гражданских

качеств как ученого в широком смысле слова. Он был сам убежден в огромной пользе оптимального подхода для экономики и хотел убедить в этом экономистов, ученый мир и преодолеть сопротивление предвзято настроенных оппонентов. Нужно было довести дело до конца. Здесь он не ведал страха. (Вообще не припомню его в страхе, хотя в ситуациях, чреватых физической опасностью, я Л. В. Канторовича не видел. Впрочем, по тому, как он себя вел в последние недели перед смертью, можно предположить, что чувство страха и в подобных случаях им не владело.) Звание члена-корреспондента по экономике его, математика с мировым именем, отнюдь не тяготило, напротив, он видел в нем признание его идей экономистами.

Здесь нельзя не сказать о чисто человеческих качествах Леонида Витальевича. Это был благородный человек в полном смысле слова, всегда готовый оказать любую помощь. Безусловно зная себе цену, он никогда ни в разговоре, ни иным способом не давал ощутить своего превосходства. Никогда не бывал мелочен. В совместной работе доводил доверие к соавтору до максимальной степени. Отличался огромной терпимостью к другим мнениям и никогда не жалел времени на разъяснение своей точки зрения и убеждение «инакомыслящих». Его терпимость простиралась и на личные отношения. Леонид Витальевич был очень интересным собеседником. Его суждения и оценки отличались остроумием. Его мышлению вообще была свойственна быстрота и находчивость.

И в заключение – один давний эпизод. Летом в начале пятидесятых годов Л. В. Канторович и два бывших его аспиранта (А. Н. Балугев и я) с женами путешествовали на автомобилях по Кавказу. И вот однажды он и А. Н. Балугев с женой гуляли по Тбилиси, и к ним обратился незнакомец, предлагая купить костюм за 800 руб. А. Н. Балугев с женой отошли в укромное место и убедились, что костюм подходит, но денег у них при себе не было. А у Леонида Витальевича нужная сумма была, и он с готовностью ссудил ее. Однако после передачи денег продавцу тот передумал и затребовал непомерную сумму. Деньги вернулись к их прежнему владельцу, но дома обнаружилось, что незнакомец всучил «куклу» – пачку бумаги, прикрытую сверху и снизу купюрами...

Начался спор: кто должен нести убытки? Леонид Витальевич считал виновным только себя, ведь он не пересчитал деньги (а он никогда этого не делал). А. Н. Балугев с женой, естественно, не соглашались. Кончилось все полюбовно – убытки разделили поровну.

И. М. Гельфанд

Леонид Канторович и синтез двух культур

Мне представляется, что было бы неправильно – по крайней мере, мне – писать длинный трактат о работах Леонида Витальевича. Этим трактатом являются сами работы Л. В. Канторовича.

В чем я усматриваю гениальность Леонида Витальевича? В очень простой вещи – он совмещает в себе гуманитарную и математическую культуры. Почему это существенно? Если взять отдельно каждую половину его творчества, то это работы и совершенно замечательного математика, о чем я могу компетентно судить сам, и выдающегося экономиста. Последние удостоены Нобелевской премии, поэтому нет необходимости доказывать, что это замечательные работы. Однако не эти две отдельные половины творчества Леонида Витальевича являются основанием для моего утверждения.

И Нобелевских лауреатов, и замечательных математиков много. Но что существенно и необходимость чего так остро осознается сейчас – это некое слияние культур. Мы все страдали и до сих пор страдаем от технократического отношения к жизни. Может быть, я и ошибаюсь, но мне кажется, что рационализм французских энциклопедистов кроме большой просветительской пользы нанес и большой вред культуре, проистекающий от утверждения, что математика есть царица наук и что всякое научное продвижение есть математизация. Я думаю, исторически это получилось потому, что сначала люди овладевали более легкими специальностями – это механика, инженерное дело и техника, физика. И отработали на них одно из самых замечательных своих достижений – математический аппарат, язык, на котором они разговаривали. Но при этом совершенно игнорировались потребности таких дисциплин, как биология, социология, лингвистика (до некоторой степени), экономика, психология. Мы все являемся свидетелями последствий этого дисбаланса: мы умеем делать атомные бомбы и совершать межпланетные путешествия, но не можем, как следует, разобраться ни в социальных, ни в экологических, ни в экономических проблемах.

Лишь единицы в двадцатом веке оказались способны на этот синтез математической и гуманитарной культуры. Я могу назвать Андрея Николаевича Колмогорова, который воспринимал мир как единое целое. Понимал это на некотором, быть может, более наивном уровне, с большим техно-

© Институт математики СО РАН, 1991. Опубликовано под заглавием «О работах Л. В. Канторовича» в сборнике «Оптимизация», 1991, вып. 50(67), с. 131–134.

кратическим давлением на себя, и Джон фон Нейман. В области социальных наук, чисто гуманитарных, такой синтез осуществил Леонид Витальевич Канторович.

Говоря «синтез», я хочу сказать, что обе половины творчества Леонида Витальевича не есть две стороны его личности, две, независимые друг от друга, его профессии – будто он иногда математик, а иногда специалист по гуманитарным наукам. Подобные сочетания встречаются часто, но не об этом идет речь. А речь идет о единой внутренней одухотворенности, которая одинаковым образом сказывается во всем его творчестве. Не случайно, например, работа, за которую он получил Нобелевскую премию, являясь существенным вкладом в экономическую науку, в то же время является следствием его работ по функциональному анализу, по выпуклым телам, следствием того подхода, которому мы все учились как раз в функциональном анализе.

Поскольку я не специалист по экономике (хотя отношу и себя к числу тех, кто понимает необходимость синтеза математики и других наук, насколько это важно), хочу привести два мало кому известных примера из математического творчества Леонида Витальевича, где он предвосхитил свое время и где продвижение было основано на общей культуре, то есть явилось следствием его общенаучного взгляда на суть вещей.

Одним из таких примеров является его оценка моей первой работы по абстрактным функциям в банаховых пространствах. Леонид Витальевич сразу же оценил ее с совсем другой точки зрения, чем представлялось мне. В одной из своих статей (не могу точно вспомнить, в какой именно), он отметил, что в моей работе особенно интересно то, что одно из линейных пространств фиксировано, а второе считается переменным. Сегодня такое представление называется функториальным подходом. Он сразу почувствовал его в этой работе, которая была сделана задолго до появления этого понятия, уловил функториальность в моей работе, понятие функтора. Любопытно, что Гротендик, который разжевал функторы на много лет позже, начинал тоже с функционального анализа и приблизительно с той же работы, о которой я говорил. И действительно, одним из основных его результатов явилось понятие функтора.

Второй пример – это то, что, по существу, Леонид Витальевич первым понял значение обобщенных функций и написал об этом задолго до Лорана Шварца. И, я думаю, не случайно, что не его работа оказалась широко известной. Для концепции Леонида Витальевича это был только маленький фрагмент. То, что было всей жизнью или основой творчества для других, было маленьким фрагментом выстраивающейся у него картины математики и ее связей с миром.

Я думаю, что сделанная намного позже работа А. Г. Костюченко и моя об использовании обобщенных функций для спектрального анализа операторов была именно той, которую Леонид Витальевич не написал в свое время. По существу же он четко и ясно понимал эту работу, какие теоремы можно получить.

Что касается оценки отдельных работ Леонида Витальевича, то, мне кажется, единственно осмысленной целью такой оценки было бы стремление

проследить, в каком направлении они шли, как связывались одни с другими, как одни становились этапами, подходами к последующим. Оценивая их, я бы учитывал только то, на какие темы он перешел дальше. Но это трудная и очень кропотливая работа.

Оценка же собственно результатов ученого такого класса, каким был Леонид Витальевич, может быть дана только будущими поколениями, и современник не имеет права на нее. Вполне возможно, что то, что мы превозносим сегодня, в будущем будет цениться значительно меньше, чем то, чего мы сейчас почти не замечаем. Поэтому я и говорю, что для меня было бы недопустимо писать о его работах длинный трактат.

За последние несколько лет после смерти Леонида Витальевича Канторовича мне, как и многим другим, стало ясно, как его не хватает. Дело в том, что в последние годы все более актуальной становится ответственность математиков перед человечеством. Ответственность не только за то, что они недостаточно используют математику в областях, в которых она нужна и традиционно мало применялась. Я убежден, что только математики в наш компьютерный век могут предупредить против злоупотребления «математическими методами в...» (биологии, медицине, экологии и т. п.), когда выхватывают некую маленькую и обычно примитивную суть и затем пытаются решить проблемы, не являющиеся на этом уровне математическими. Приведу лишь один пример. В вопросе о повороте сибирских рек, к счастью, были найдены ошибки в математических расчетах. Но представьте себе, что их бы не было. Тогда эти расчеты могли бы стать сильным средством давления для принятия радикального решения о повороте рек. И, конечно, гражданская обязанность математиков сказать, что этот вопрос не является математическим. Мне представляется, что Леонид Витальевич Канторович – ученый, который был всегда способен взять на себя подобную ответственность.

У. БИОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Р. И. Подловченко

Размышления о феномене Алексея Андреевича Ляпунова

В октябре этого года Алексею Андреевичу Ляпунову исполнилось бы восемьдесят лет. Жизнь этого необыкновенного человека оборвалась восемнадцать лет тому назад. А. А. Ляпунов был большим ученым, вошел в историю науки как отец русской кибернетики, первопроходец во многих ее областях и в том числе в теоретическом программировании. Но для людей из ближайшего окружения Алексея Андреевича он был и навсегда останется обаятельным, интересным собеседником, при общении с которым ощущалось соприкосновение с редким явлением духовной культуры.

В духовном мире ничто не возникает из ничего. Алексей Андреевич принадлежит к древнему роду, вписавшему славные страницы в отечественную историю¹. По семейным преданиям, род Ляпуновых берет начало от князя Константина Галицкого, брата Александра Невского. Имена этих мужей связаны с борьбой России с немецкими крестоносцами, с борьбой за ее существование. Мятежный дух рода Ляпуновых проявился и в другой переломный момент в истории России – в смутное время, годы польско-шведской интервенции. Тогда Прокопий Ляпунов вместе со своими братьями Захарием и Григорием возглавляли народное ополчение. Алексей Андреевич – потомок Григория Ляпунова в двадцатом колене.

С начала прошлого века род Ляпуновых прочно входит в мир созидателей духовной культуры – науки, искусства, медицины. Родословные династии Ляпуновых тесно переплетаются с родословными других великих «научных родов».

Прадед Алексея Андреевича, Михаил Васильевич Ляпунов, ученик Н. И. Лобачевского, – профессор астрономии Казанского университета, директор Казанской обсерватории, а позже – директор Демидовского лицея, первого высшего учебного заведения Ярославля.

Имена трех сыновей Михаила Васильевича уже вошли в историю отечественной науки; это – знаменитый математик, академик Александр Михайлович Ляпунов; филолог-славист, академик Борис Михайлович Ляпунов; композитор, пианист и дирижер Сергей Михайлович Ляпунов, ученик М. А. Балакирева.

¹ Здесь и далее используются сведения, почерпнутые из [1].

© Издательство «Наука», 1991. Опубликовано в журнале «Программирование», 1991, № 5, с. 2–8.

Дети сестры Михаила Васильевича, Натальи Васильевны – известные химики-органики, ученики А. М. Бутлерова: член-корреспондент Академии наук Александр Михайлович Зайцев – учитель Е. Е. Вагнера, С. Н. и А. Н. Реформатских, А. Е. Арбузова и профессора клиники Константин Михайлович и Михаил Михайлович Зайцевы.

Двоюродный брат отца и матери Алексея Андреевича (они были кузенами) – знаменитый кораблестроитель, академик А. Н. Крылов. Его дочь – жена известного физика, академика П. Л. Капицы.

Этот перечень можно продолжать и продолжать. Родственные отношения подкреплялись глубокой духовной близостью и связывали многочисленных представителей рода Ляпуновых друг с другом и с Сеченовыми, Филатовыми, Крыловыми, Сперанскими, Фигнерами...

Широта научных интересов Алексея Андреевича в значительной мере обусловлена средой, в которой он рос. Его отец, Андрей Николаевич Ляпунов, был и его первым учителем астрономии, физики, математики и минералогии. Андрей Николаевич закончил физико-математический факультет Московского университета и, обладая незаурядными математическими способностями, продолжил образование в Гейдельберге и Геттингене. Однако пошатнувшиеся дела отца заставили Андрея Николаевича отказаться от мысли о научной карьере и заняться строительством железных дорог. Тем не менее, это не отдалило Андрея Николаевича от научных кругов, и связи с ними способствовали формированию интересов Алексея Андреевича. Среди них стали преобладать интересы к естественным наукам. Как неоднократно подчеркивал сам Алексей Андреевич, это явилось результатом сильного влияния на него С. С. Наметкина и П. П. Лазарева². Оба принадлежали ближайшему окружению Андрея Николаевича. После смерти Андрея Николаевича, наступившей семью, когда Алексею Андреевичу, тогда – Алеше, было всего одиннадцать лет, С. С. Наметкин стал его отчимом. П. П. Лазарев в будущем сыграл роль первого научного руководителя Алексея Андреевича.

Первая проба сил Алексея Андреевича в самостоятельных исследованиях относится к астрономии – наблюдения, проведенные им в школьные годы дважды были опубликованы в Бюллетене Московского общества любителей астрономии. Любовь к астрономии Алексей Андреевич сохранил на всю жизнь.

В 1928 г. Алексей Андреевич поступил на физико-математический факультет Московского университета. Однако через полтора года ему пришлось покинуть университет «как лицу дворянского происхождения». И с осени 1930 г. началась трудовая деятельность Алексея Андреевича – он был принят в Геофизический институт, возглавляемый академиком П. П. Лазаревым. Будучи сам выдающимся экспериментатором, П. П. Лазарев пытался и из Алексея Андреевича вырастить экспериментатора, поручив ему опыты по моделированию образования лунных кратеров при падении на поверхность Луны метеоритов. Экспериментатора из Алексея Андрееви-

² Очерк А. А. Ляпунова о П. П. Лазареве публикуется в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

ча не получилось, но он приобрел опыт в проведении научных исследований.

В 1932 г. Алексей Андреевич становится учеником академика Н. Н. Лузина. Под его руководством и по составленным им программам Алексей Андреевич получает математическое образование, а вскоре и первые результаты в дескриптивной теории множеств. В этой области математики Алексей Андреевич работает до конца жизни. Теории множеств и теории функций посвящены 62 работы Алексея Андреевича, включая монографию. Вот что пишет В. Я. Арсенин [2]: «Некоторые математические теоремы сродни законам природы, они уже не уходят из поля зрения людей. К ним постоянно возвращаются, находят все новые и новые приложения и доказательства. К числу таких теорем относится теорема А. А. Ляпунова о множестве значений аддитивной вектор-функции множеств (1940). Трудно перечислить все ее приложения: они относятся и к математической статистике, и к математической экономике».

Будучи учеником Н. Н. Лузина, Алексей Андреевич сближается со старшими его учениками, известными математиками Н. К. Бари, М. А. Лаврентьевым, Д. Е. Меньшовым, Л. А. Люстерником, А. Н. Колмогоровым, Л. В. Келдыш, П. С. Новиковым. С конца 1934 г. Алексей Андреевич – младший сотрудник отдела теории функций действительного переменного Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР. В этом институте он с перерывами проработал до начала пятидесятых годов. Там же под руководством П. С. Новикова прошла докторантура Алексея Андреевича.

Отводя математике роль матери наук, Алексей Андреевич всегда стремился к приложениям ее в различных областях естествознания. Именно под этим знаком проходит постоянный интерес Алексея Андреевича ко многим естественнонаучным дисциплинам. Еще в конце тридцатых годов по инициативе А. Н. Колмогорова Алексей Андреевич вместе с Ю. Я. Керкисом проводит статистическое исследование экспериментов по расщеплению признаков при наследовании. Будучи фронтовым артиллеристом (с марта 1942 по апрель 1945 г. Алексей Андреевич – в действующей армии), он продолжает размышлять над аддитивными функциями, но вместе с тем накапливает материал по части своих тогдашних занятий – стрельбе и топографии. Основываясь на этом материале, в начале пятидесятых годов он публикует три работы по теории стрельбы и статью «О точности топографических работ». Работая в Институте геофизики АН СССР (1949–1951), Алексей Андреевич вместе с кристаллографами проводит серию исследований по математическим методам геофизики, анализирует повторяемость землетрясений и интерференцию сейсмических колебаний. Даже находясь в больнице с очередным осложнением диабета, Алексей Андреевич не упускает возможности применить свои математические знания – затевает работы по анализу эндокринной системы.

В 1952 году Алексей Андреевич приглашается С. Л. Соболевым, недавно возглавившим в МГУ молодую кафедру вычислительной математики, на должность ее профессора. Так начался двадцатилетний период, в течение которого основные силы Алексея Андреевича отдавались развитию, а для нашего отечества и становлению нового научного направления – ки-

бернетики. Алексей Андреевич как нельзя более подходил к роли возглавляющего это направление: эрудированность в сочетании с многосторонними научными интересами и навыки в применении математических знаний к решению задач из самых разных областей естествознания. И он действительно стал главой кибернетики в нашей стране.

Для студентов кафедры вычислительной математики в 1952/53 учебном году Алексеем Андреевичем был прочитан небольшой по количеству лекций (восемь!) курс под названием «Принципы программирования». В процессе его чтения у лектора сформировалась система понятий, положенная в основу его операторного метода. Из него выросли затем и символические языки программирования, и трансляторы (именуемые ранее программирующими программами), и теория схем программ. Алексей Андреевич начал свой курс, когда программистов были единицы, а то немногое, что относилось к ЭВМ, было засекречено. Прозреванию будущих фундаментальных проблем программирования очень помогло непосредственное знакомство Алексея Андреевича с первой отечественной вычислительной машиной, для чего ему пришлось съездить в Феофанию, что под Киевом: там она была создана под руководством С. А. Лебедева.

В 1953 г. М. В. Келдыш организует в составе Математического института им. В. А. Стеклова отделение прикладной математики (ныне Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша) и предлагает Алексею Андреевичу возглавить в нем работы по программированию. Эти работы углубляют интерес Алексея Андреевича к кибернетике как науке, призванной выявлять законы возникновения, передачи, хранения и переработки информации как в живой природе, так и в различных сферах человеческой деятельности.

Работы в области кибернетики начались борьбой Алексея Андреевича за ее существование. Дело в том, что в те годы мало известная в нашей стране кибернетика носила ярлык «буржуазной науки», и, чтобы иметь условия для развития кибернетики, надо было его снять. Алексей Андреевич проводит большую разъяснительную работу: он убеждает людей разного научного и служебного ранга в неверности официального суждения о кибернетике, проводит многочисленные лекции и беседы об истинном содержании кибернетики, наконец, совместно с С. Л. Соболевым и А. И. Китовым публикует в «Вопросах философии» обстоятельную статью о том, что составляет предмет кибернетики и сколь важно ее развитие для прогресса науки и государства. Алексей Андреевич организует кибернетический семинар в МГУ, добивается издания «Кибернетических сборников», в которых помещаются переводы наиболее значительных работ в теоретической кибернетике (они выходят под редакцией Алексея Андреевича и его ученика О. Б. Лупанова), добивается перевода книги Винера, договаривается об издании «Проблем кибернетики», сборников, где публиковались бы отечественные работы (под редакцией Алексея Андреевича вышли 29 сборников). При Президиуме АН СССР создается Совет по кибернетике под руководством академика А. И. Берга, и Алексей Андреевич становится его заместителем.

На IV Всесоюзном Математическом съезде (1966) Алексей Андреевич подводит итоги борьбы за кибернетику: «За короткий срок отношение к кибернетике прошло следующие фазы: 1) категорическое отрицание; 2) кон-

статация существования; 3) признание полезности, отсутствие задач для математиков; 4) признание некоторой математической проблематики; 5) полное признание математической проблематики кибернетики». Подробному изложению проблематики кибернетики посвящена статья, написанная Алексеем Андреевичем и С. В. Яблонским.

Основной научный вклад Алексея Андреевича в кибернетику осуществлялся в отдельных предметных ее областях. Так, параллельно с закладыванием основ теоретического программирования Алексей Андреевич организует первые в нашей стране работы по машинному переводу и математической лингвистике. Глубоким и постоянным был интерес Алексея Андреевича к биологии. Уже в тридцатых годах он столкнулся с тяжелым положением в генетике и встал на ее защиту (выше упоминалась его работа с Ю. Я. Керкисом). В пятидесятых годах Алексей Андреевич возобновил активную борьбу за восстановление отечественной биологии. Совместно с С. Л. Соболевым он заготавливает письмо в ЦК КПСС о положении в генетике; письмо было подписано 15 крупнейшими математиками страны. Оно вошло в поток других писем, и в 1956–1957 годах были созданы первые генетические коллективы в стране. С основанием «Проблем кибернетики» в них стали публиковаться работы по генетике и теории эволюции.

Собственные активные исследования Алексея Андреевича в биологии относятся к последнему десятилетию его жизни. Алексей Андреевич жил тогда в Академгородке Новосибирска, куда он переехал в 1961 г. В Сибирское отделение Академии наук его привела и тяга к первопроходчеству, и стремление к организации новых научных коллективов. Он проводит здесь семинары по математической биологии, совместно с А. Г. Маленковым осуществляет логический анализ основных понятий генетики, совместно с московскими математиками О. С. Кулагиной и Т. И. Булгаковой занимается теорией эволюции и биогеоценологии, участвует в разработке модели продуктивности, миграции вещества и энергии в Мировом океане (она проверялась на одном из рейсов «Витязя»), обращается к моделированию байкальских ценозов и прогнозам влияния промышленных стоков на процессы биологического самоочищения Байкала. Один из главных вопросов, волнующих Алексея Андреевича, – это определение жизни с позиций устойчивости и управления, иерархичность управляющих систем в живой природе. Совокупность работ А. А. Ляпунова и его учеников в математической биологии по оценке Н. В. Тимофеева-Ресовского и А. Г. Маленкова [3] намечает контуры теоретической биологии.

В 1964 г. Алексею Андреевичу было присвоено звание члена-корреспондента Академии наук СССР.

Из этого краткого очерка творческого пути А. А. Ляпунова выпали многие аспекты его поистине титанической деятельности, в первую очередь – работы по методологии науки, в которых неизменно подчеркивалась роль математики в научных исследованиях. И вся деятельность Алексея Андреевича протекала на фоне его тяжелых физических недугов. Но, может быть, неистовое творчество и явилось лекарством, подарившим ему десятилетия жизни вопреки прогнозам врачей.

Алексей Андреевич не любил писать, и поэтому его публикации составляют лишь часть его научного наследия. Обзоры работ Алексея Андреевича Ляпунова помещены в 32 выпуске «Проблем кибернетики», посвященном памяти основателя этого сборника.

* * *

Вспоминая Алексея Андреевича, чаще всего представляешь его в домашней обстановке московской квартиры в Хавско-Шаболовском переулке. Дом посещался великим множеством людей, куда вливались близкие и дальние родственники, друзья дома и их знакомые, ученики Алексея Андреевича, коллеги, сослуживцы, однополчане и люди, не попадающие ни в одну из этих категорий, а просто влекомые желанием повидаться с Алексеем Андреевичем. Последние составляли большинство.

Гостеприимство дома Ляпуновых было удивительным – ступивший за порог дома мгновенно растворялся в нем как свой. Этому ощущению способствовало и то, что довольно быстро возвращалась на свое место Кукла, нервная собачка, неизменно встречающая лаем всех входящих. Пояснялось, что Кукла – это бывшая Кухня, эту кличку она получила, прибившись к армейской походной кухне во времена, когда Алексей Андреевич был со своей частью в Германии. Демобилизовавшись, он забрал собаку с собой, пожалев ее и предвидя радость дочерей.

Квартира в Хавско-Шаболовском переулке являла собой одновременно «штаб», где созревали планы научных наступлений и оборон, и «академию», где готовились силы для осуществления этих операций. Здесь проходили беседы с отдельными людьми и целыми коллективами, здесь устраивались семинары по кибернетике и биологии (во времена, когда та и другая были ошельмованы), здесь завершались дискуссии, завязавшиеся после очередной лекции или семинара Алексея Андреевича. Он имел обыкновение забирать своих слушателей домой «на чай». Беседа разгоралась еще по дороге, если шли пешком. Вваливающимся гостей радушно встречала хозяйка, жена Алексея Андреевича, Анастасия Савельевна, и начинала хлопотать над приготовлениями к чаю. Если прибывших было не слишком много, то устраивались в кухне, хотя и была она с носовой платок площадью.

Телефон в доме Ляпуновых работал с большой нагрузкой, особенно в часы, когда Алексей Андреевич был дома. По телефону решались срочные дела, обсуждались планы организационного толка, сообщались и принимались научные новости и велись обстоятельные научные разговоры. Телефон висел в коридоре, и длинный шнур позволял Алексею Андреевичу расхаживать с трубкой, захватывая территорию всех трех комнат, – для энергичного разговора Алексею Андреевичу требовалось движение.

Алексей Андреевич любил живое общение и, приглашая к себе домой, раздвигал ограничительные рамки рабочего дня. Но часто нездоровье Алексея Андреевича превращало дом в единственно возможное место общения, и тогда поток посетителей разбухал. Когда болезнь загоняла Алексея Андреевича в больницу, поток устремлялся следом – он не иссякал никогда.

Алексей Андреевич любил думать «вслух». Внимательный собеседник мог наблюдать не только развитие идей в процессе беседы, но и их зарождение. Поражала энциклопедичность знаний Алексея Андреевича и вместе с тем их внутренняя систематизация. Она ощущалась по тому, как быстро находил он в общей системе знаний свою «полочку» для обсуждаемой проблемы, описывал связи ее с другими проблемами.

Часто, слушая собеседника или докладчика, Алексей Андреевич как бы отключался, мысль его текла по своему руслу, он прозревал результаты, которые можно получить в обсуждаемой области, и тогда его заключительные оценки были неожиданными не только для других слушателей, но и для самого докладчика. Но случалось и так, что доклад не затрагивал струн в душе Алексея Андреевича, — благожелательное отношение, тем не менее, сохранялось. Алексей Андреевич был нетерпим только к проявлениям невежества и нравственной нечистоплотности. В этом случае в нем пробуждался боевой дух его предков и поднимал его на бескомпромиссную борьбу.

В своей работе с учениками Алексей Андреевич следовал традициям, перешедшим к нему от старшего поколения ученых и в значительной мере утраченным в наши дни. Свою задачу он видел, прежде всего, в пробуждении научной активности ученика и в возможно большем расширении его кругозора. Предлагая то или иное направление исследований, Алексей Андреевич на содержательном уровне описывал стоящие в нем задачи, выделяя «стержневую», и рассматривая их во взаимосвязи друг с другом. Да и само направление преподносилось в связи с другими. Представлялась свобода в выборе той задачи, которая будет «своей», и отпускалось на это солидное время. А пока шло обрастание знаниями. Когда выбор был позади, Алексей Андреевич не подменял собой ученика даже в вопросе формальной постановки задачи, не говоря уже о поиске методов ее решения. Он играл роль среды, в которой проходила эта работа. Подсказки давались деликатно, не связывая инициативы работающего. Так вершилось «выращивание» будущего научного исследователя. Понятно, что этот процесс никогда не укладывался в три аспирантских года. Да и выбранное направление бывало таким, что требовалась разработка понятийного аппарата, на что уходило немало времени. Научное руководство Алексея Андреевича часто перерастало в длительную творческую дружбу.

Большая часть учеников Алексея Андреевича относится к «кибернетическому» периоду его деятельности. По твердому убеждению Алексея Андреевича, для будущего теоретика-кибернетика было обязательным глубокое знание таких предметов, как теория множеств и алгебра, теория алгоритмов и математическая логика. Чтобы строить модели процессов в живой природе, требуется владение методами математической физики. Настаивал Алексей Андреевич и на хорошем знании методов вычислений, отводя большую роль машинному эксперименту. Но особое место в образовании отводилось теории множеств — Алексей Андреевич видел общность теоретико-множественного и системного подходов к изучению больших систем.

Общение с Алексеем Андреевичем всегда выходило за рамки узко специальной тематики. Он прекрасно знал литературу, интересовался архитектурой и живописью, любил демонстрировать свою минералогическую кол-

лекцию. В совершенстве владея французским языком и никогда не выезжая за пределы своей страны, Алексей Андреевич глубоко знал историю, искусство и культуру Франции.

Безусловно, Алексею Андреевичу были свойственны и слабости, и недостатки. Но они настолько заслонялись тем, что составляло его истинную суть, что нет нужды останавливаться на них, это не сделает Алексея Андреевича более «живым». А истинная суть Алексея Андреевича – это беззаветное служение Науке и последовательное гражданственное отношение ко всем реалиям нашего времени. Для всех, кто знал Алексея Андреевича, он является образцом того, как строить жизнь и человеческие отношения.

Литература

1. *Н. Н. Воронцов*. Окружение и личность // Природа, 1987, № 5.
2. *В. Я. Арсенин*. Предисловие // *А. А. Ляпунов*. Вопросы теории множеств и теории функций. М.: 1979.
3. *Н. В. Тимофеев-Ресовский, А. Г. Маленков*. Наследие, ждущее наследников // Знание – сила, 1983, № 2.

Б. А. Трахтенброт

Алексей Андреевич Ляпунов

23 июня 1973 г. в Москве скоропостижно скончался выдающийся ученый и педагог, член-корреспондент Академии наук СССР Алексей Андреевич Ляпунов. Советская наука потеряла видного деятеля, который в течение более сорока лет служил ей бескорыстно и восторженно, в буквальном смысле не жалея себя. Только однажды прервались его систематические научные занятия: в годы Великой Отечественной войны он добровольно ушел на фронт и участвовал в боях с фашистскими захватчиками в Крыму, на Украине, в Прибалтике и Восточной Пруссии. Его научные интересы, как и диапазон его осведомленности и компетентности, необычайно широки. Они относятся в значительной мере к чистой математике, но охватывают также прикладную и вычислительную математику, приложения математики к естественным и гуманитарным наукам и простираются далее до философских вопросов естест-

© «Математика в школе», 1974. Опубликовано в журнале «Математика в школе», 1974, № 3, с. 90–93.

вознания и актуальных проблем педагогики. Энергия и неутомимость, с которыми Алексей Андреевич отстаивал и проводил свою научную и организационную деятельность, поистине удивительны, и о них уже при жизни его складывались легенды. Только неугасимой потребностью выполнять стоящие перед ним задачи можно объяснить то, что в конечном счете ему удавалось справляться с той колоссальной нагрузкой, которую он добровольно взваливал на себя. Такая нагрузка казалась совершенно непосильной даже для человека с богатырским здоровьем, а ведь Алексей Андреевич в течение многих лет страдал от тяжелых недугов.

18 июня он выехал из Новосибирского Академгородка в служебную командировку. Как обычно, у него было много дел, много планов, и, в частности, он возлагал большие надежды на то, что в Москве удастся обсудить и решить некоторые волновавшие его вопросы преподавания математики. Он умер в Москве, в городе, где родился (8 октября 1911 г.) и где провел большую часть своей жизни. Скорбная церемония прощания состоялась в конференц-зале Математического института имени В. А. Стеклова, того самого института, в котором 40 лет назад он начинал свою деятельность в прославленной научной школе академика Н. Н. Лузина. Алексей Андреевич похоронен на Введенском кладбище; аллея, ведущая к его могиле, проходит мимо того места, где покоится прах Н. Н. Лузина.

Семья, школа. Детские и школьные годы Алексея Андреевича оказали благотворное влияние не только на формирование его научных и эстетических вкусов, но и на его стиль общения с людьми, хорошо знакомый широкому кругу его единомышленников, учеников и последователей.

Ляпуновы – старинная семья, из рядов которой вышли многие ученые, в том числе и математики. Краткую их родословную уместно начать с Василия Александровича Ляпунова, который с 1820 г. занимал различные административные должности в Казанском университете. Его дети – Михаил, Виктор, Наталья и Екатерина – стали родоначальниками четырех ветвей, в каждой из которых встречаются имена с мировой известностью. Михаил Васильевич был директором обсерватории при Казанском университете; его сын – знаменитый математик и механик, создатель теории устойчивости Александр Михайлович Ляпунов. Виктор Васильевич был видным медиком; среди его внуков – А. Н. Крылов – известный математик, механик и кораблестроитель, и Андрей Николаевич Ляпунов – отец Алексея Андреевича. Из представителей других наук, состоящих в родстве с Ляпуновыми, упомянем еще физиолога И. М. Сеченова, химика-органика А. М. Зайцева, филолога Б. М. Ляпунова, офтальмолога В. П. Филатова, физика П. Л. Капицу.

А. Н. Ляпунов работал до революции в Путевом ведомстве и вместе со своим отцом Н. В. Ляпуновым, инженером-мостостроителем, внес большой вклад в железнодорожное строительство страны. Позднее в институте биофизики и в комиссии по изучению Курской магнитной аномалии А. Н. Ляпунов сотрудничал с академиком П. П. Лазаревым, с которым его связывала близкая дружба. А. Н. Ляпунов был весьма разносторонним человеком не только по своим научным интересам. Он славился своей коллекцией картин, которые приобретал на остатки от заработка, ибо у него никогда не

было состояния, имел много друзей среди художников, и они высоко ценили его необычайный художественный вкус (воспоминания его близкого друга художника И. Э. Грабаря). Мать Алексея Андреевича, Елена Васильевна (также урожденная Ляпунова), получила хорошее музыкальное образование и всячески старалась приобщить детей к музыкальной и театральной культуре. Царившая в семье Ляпуновых атмосфера гостеприимства, доброжелательности и демократизма во многом определила образ жизни Алексея Андреевича, его неодолимую тягу к науке, к искусству, к людям. В частности, от отца он унаследовал любовь к минералам; несколько камней, собранных еще Андреем Николаевичем, стали основой богатой коллекции, которую в течение всей своей жизни создавал Алексей Андреевич.

А. Н. Ляпунов умер в 1923 г. Мать Алексея Андреевича и его отчим – академик Сергей Семенович Наметкин, директор Института нефти АН СССР, уделяли большое внимание воспитанию сына. С теплотой и как бы «на равных» общались с подрастающим юношей и близкие друзья Наметкиных, известные химики Н. Д. Зелинский, А. А. Баландин и др.

Понятно, что, воспитываясь в такой среде, Алексей Андреевич очень рано увлекся наукой, причем круг его интересов с самого начала был очень широк. Это обстоятельство счастливым образом сочеталось с учебой в 42-й экспериментальной школе Бауманского района Москвы. Официально это была школа с языково-литературным уклоном, и ее учащиеся действительно получали солидную подготовку в иностранных языках (впрочем, Алексей Андреевич и без того свободно владел французским и немецким языками); фактически же, благодаря высокой квалификации и инициативности учителей физико-математического цикла, а также развитой системе кружковой работы, этой школе были присущи некоторые черты теперешних физико-математических школ. Впоследствии Алексей Андреевич писал:

«Я хочу воспользоваться случаем и с благодарностью вспомнить моего учителя математики Сергея Николаевича Успенского которому я бесконечно благодарен в течение всей жизни... Он всегда следил за тем, чтобы ученики не скучали. Более продвинутым он приносил отдельно трудные задачи... и предъявлял к ним гораздо более жесткие требования. Многие из них стали математиками, механиками, физиками».

О своем участии в астрономическом кружке Алексей Андреевич вспоминает:

«Мы составляли коллектив наблюдателей, работали по заданию МГУ. Руководил нами аспирант университета, ныне профессор Б. А. Воронцов-Вельяминов. В нашем кружке начали путь в науку... тогда обычные школьники, впоследствии ученые с мировым именем: П. П. Паренаго, В. В. Федынский, А. Б. Северный. По заданию МГУ наблюдали планеты, кометы, звезды. Обработанный материал поступал в Московское общество любителей природы и публиковался в его бюллетене. Председателем общества был тогда А. А. Михайлов, впоследствии директор Пулковской обсерватории. Кружковые занятия дали мне очень многое. Астрономом я, правда, не стал, но, благодаря им, стал ученым».

Сорок лет спустя в Новосибирском Академгородке нередко можно было наблюдать такую картину: сгрудившиеся у телескопа юные астрономы-кю-

товцы, затаив дыхание, слушают высокого бородатого человека; это был Алексей Андреевич.

Общая характеристика научной деятельности. В 1928 г. Алексей Андреевич поступает на физико-математический факультет МГУ. Благодаря своим способностям он включается в научную работу уже в возрасте 19 лет, не имея законченного высшего образования. Первые, пока еще скромные начинания связаны с геофизическими экспериментами в лаборатории П. П. Лазарева (а впоследствии Г. А. Гамбурцева) и с математической обработкой биологических экспериментов. С 1932 г. А. А. Ляпунов попадает под влияние Н. Н. Лузина, который непосредственно руководит его математическим образованием. В 1934 г. под руководством Н. Н. Лузина он выполняет свою первую научную работу по теории множеств и становится младшим научным сотрудником Математического института имени В. А. Стеклова. В этом ведущем математическом учреждении страны, а также в выделившемся из него впоследствии Институте прикладной математики протекает в основном научная деятельность Алексея Андреевича вплоть до перехода (1961) в Сибирское отделение Академии наук. А. А. Ляпунов работал во многих областях чистой и прикладной математики, но в его творческой жизни достаточно четко выделяются два этапа: первый, длившийся до начала пятидесятых годов, связан главным образом с теорией множеств, второй – с развитием кибернетики. Поскольку такая периодизация не отражает явно многочисленных работ, относящихся к другим областям, и в особенности прикладных работ, начнем с того, что укажем некоторые из них. Предметом геофизических исследований А. А. Ляпунова являются повторяемость землетрясений и интерпретация гравитационных наблюдений. В 1939 г. по инициативе А. Н. Колмогорова Алексей Андреевич занялся статистической обработкой опытных данных по расщеплению гибридов; с тех пор сотрудничество и дружба его с генетиками не прекращалась.

В пятидесятые годы, в тяжелое для классической генетики время, Алексей Андреевич был в числе активных ее защитников. В студенческом кружке, организованном и руководимом им¹, получили тогда генетическое образование многие из ныне известных биологов среднего поколения, работающих в области генетики, цитологии, молекулярной биологии, биохимии, теории эволюции. В этом же кружке выступали с лекциями и докладами известные генетики Н. П. Дубинин, А. Р. Жебрак, М. М. Завадовский, Н. В. Тимофеев-Ресовский, В. В. Сахаров и др.

Работы А. А. Ляпунова по теории стрельбы появились сразу после войны, но фактически они – результат его размышлений военного времени. Хорошо известны также его результаты о вполне аддитивных вектор-функциях.

Любовь к теории множеств А. А. Ляпунов пронес через всю жизнь и неоднократно возвращался к занятию ей и в «кибернетический период». Более того, в кибернетических проблемах он зачастую подмечал обстоятель-

¹ О деятельности этого кружка рассказывается в очерке Н. Н. Воронцова о М. М. Завадовском, перепечатанном в настоящем разделе сборника. – *Сост.*

ства теоретико-множественного характера и привлекал к ним внимание учеников и сотрудников.

Увлечение абстрактнейшими проблемами теории множеств всегда удивительным образом сочеталось у Алексея Андреевича с живым интересом к естественно-математическим наукам в целом. Поэтому не случайно, что он, один из первых в СССР, оценил перспективность кибернетики и явился одним из зачинателей кибернетических исследований в нашей стране. Уже в пятидесятых годах большую известность получили его работы по теории программирования; весьма существенным было его участие и в развертывании работ по автоматическому переводу текстов с одних языков на другие. Позднее, в сибирский период его жизни, все большее место в его творчестве занимают исследования процессов управления в живых организмах. К этому времени относится его тесное сотрудничество с Агрофизическим (Ленинград), Океанологическим (Москва) и Лимнологическим (Байкал) институтами в рамках международной биологической программы и программы исследования Тихого океана.

Заслуженным признанием достижений Алексея Андреевича было избрание его членом-корреспондентом АН СССР (1964).

Работы по теории множеств. Как известно, старшие поколения учеников Н. Н. Лузина обогатили науку многими первоклассными математикой, воспитавшимися в духе идей теории множеств. Вместе с тем по мере роста научного коллектива и каждого отдельного его члена росли и разнообразились научные интересы. Ко времени прихода А. А. Ляпунова в Институт имени В. А. Стеклова большинство воспитанников лужинской школы (так называемой московской математической школы) уже перешло в другие области исследования. Из людей, вошедших в коллектив Лузина еще в двадцатые годы, глубокие исследования принципиальных и трудных вопросов дескриптивной теории множеств продолжал П. С. Новиков. Под его непосредственным руководством начиная с 1935 г. и стал работать Алексей Андреевич.

Основное содержание дескриптивной теории множеств – изучение связи между способами конструирования множеств (или классов множеств) и внутренними свойствами этих множеств (классов). Рассматриваются некоторые классы операций над множествами, обычно связанные так или иначе с объединением и пересечением множеств, затем берется некоторый исходный запас достаточно простых множеств (например, интервалы числовой оси) и строится минимальный класс, содержащий исходные множества и замкнутый относительно выбранных операций. При этом, естественно, возникает классификация множеств, входящих в расширенный класс, по поводу которой важно выяснить, например, такие вопросы: 1) Существуют ли в каждом классе такие множества, которые не входят в предыдущие классы (проблема непустоты)? 2) Отделимы ли множества, принадлежащие к какому-либо классу, посредством множеств из более простых классов? 3) Какой мощности бывают эти множества? 4) Измеримы ли они? 5) Посредством каких множеств они униформизируемы (задача, связанная с переходом от неявного задания функции к явному ее заданию)?

Классические результаты в этом направлении были получены в начале нашего века французскими математиками (Бэр, Борель, Лебег и др.) и позднее – в коллективе Н. Н. Лузина. Первый цикл работ А. А. Ляпунова связан с проблемами отделимости и униформизации и лег в основу его кандидатской диссертации (1939).

П. С. Новиков всегда интересовался вопросом о роли эффективных конструкций в теории множеств, не прибегаящих к средствам вроде аксиомы Цермело о свободном выборе; он же наметил программу построения максимально широкой системы эффективных множеств. С другой стороны, А. Н. Колмогоров заложил основы теории так называемых $\underline{\Omega}$ -операций над множествами и определил R -операции на основе своеобразного усиления $\underline{\Omega}$ -операций. Под влиянием идей П. С. Новикова и А. Н. Колмогорова А. А. Ляпунов приступил к исследованию теоретико-множественных операций и R -множеств и существенно продвинул эту теорию. Основные результаты в этом направлении подытожены в его докторской диссертации «Об операциях, приводящих к измеримым множествам» (1949) и в монографии « R -множества».

Кибернетические исследования. Под названием кибернетики объединяется много родственных, но все же разнородных проблем, которые зачастую изучаются независимо. Важнейшее место среди них занимают исследования, которые так или иначе связаны с применением современной вычислительной техники. В идейном же плане центральным понятием кибернетики является понятие управляющей системы, конкретизациями которого могут быть различные технические или биологические модели.

А. А. Ляпунов организовал в МГУ первый в нашей стране научно-исследовательский семинар по кибернетике², которым руководил в течение десяти лет. Этот семинар явился центром зарождения кибернетической мысли в нашей стране; из среды его участников, а также других учеников и соратников Алексея Андреевича вышли крупные деятели теоретической и прикладной кибернетики. После переезда в Новосибирск в 1961 г. со всей присущей ему страстностью и энергией А. А. Ляпунов включился в работу по созданию кибернетических научных коллективов в рамках Сибирского отделения АН СССР. Еще ранее по его инициативе в Новосибирский Академгородок переехали многие из его учеников и последователей. Он сыграл определяющую роль в создании отделения кибернетики Института математики СО АН; он основал кафедру теоретической кибернетики Новосибирского университета и лабораторию кибернетики Института гидродинамики и руководил ими до конца своей жизни. Мировую известность приобрели сборники «Проблемы кибернетики», организованные А. А. Ляпуновым и регулярно выпускавшиеся под его редакцией начиная с 1958 г. В них публиковались и продолжают публиковаться многие важные исследования советских кибернетиков. Наряду с этим А. А. Ляпунов заботился о скорейшем переводе зарубежных работ и издании их в виде отдельных монографий (многие из них изданы под его редакцией, с его предисловиями и

² Об этом семинаре подробно рассказывается в статье М. Г. Гаазе-Рапопорта «О становлении кибернетики в СССР» в первом разделе настоящего сборника. – **Сост.**

комментариями), а также в рамках основанной им серии «Кибернетический сборник», редактируемой совместно с О. Б. Лупановым. Большое внимание Алексей Андреевич уделяет и философско-методологическим проблемам кибернетики. Его выступления и публикации на эту тему сыграли существенную роль в пропаганде кибернетики и в ее защите от неоправданных нападков, которым она подвергалась в начальный период становления.

Переходя к обзору достижений А. А. Ляпунова, отметим, прежде всего, его работы по теории программирования. Уже в ранний период развития программирования были осознаны трудности в создании больших программ без предварительного составления подходящей блок-схемы в терминах достаточно крупных операций. В 1953 г. Алексей Андреевич предложил метод предварительного описания программ при помощи операторных схем, который ориентирован на четкое выделение основных типов операторов и на построение своеобразной алгебры преобразований программ. Этот метод благодаря алгебраической записи оказался значительно более удобным, чем применявшийся ранее метод блок-схем. Он стал основным средством автоматизации программирования и был положен в основу развития идей советской школы программирования. В дальнейшем эти идеи углублялись и развивались как советскими (Ю. И. Янов, А. П. Ершов), так и зарубежными учеными; на этом пути было достигнуто лучшее понимание того, как можно преобразовывать схемы программ эквивалентным образом и оценивать получающуюся программу по виду ее логической схемы.

Естественно было желание решать на машинах возможно более широкий круг задач, не ограничиваясь чисто вычислительными задачами. С этой точки зрения проблема машинного перевода представляет принципиальный интерес; ею много занимались за рубежом и у нас. Трудности, которые здесь возникают, разнообразны. С одной стороны, попытки создать алгоритмы перевода с одного языка на другой показали, что существующие грамматики не всегда пригодны и удобны для этой цели. С другой стороны, даже если такие алгоритмы и построены, то их программирование является сложной задачей, ибо программы перевода обладают специфическим строением, отличающим их от строения программ для вычислительных задач. А. А. Ляпунов сформулировал общие идеи, связанные с попыткой преодоления указанных трудностей. Большая группа его учеников в сотрудничестве с лингвистами работала над этими проблемами. Это привело к теоретическим результатам в математической лингвистике и к практическим разработкам некоторых алгоритмов перевода с французского языка на русский и с английского языка на русский.

Большое место в кибернетическом наследии А. А. Ляпунова занимают исследования процессов управления в живых организмах. Применение в биологии методов математического моделирования и внедрение в биологическую теорию и практику точных определений и доказательных рассуждений математического характера являлось не только заслугой, но и любимым детищем А. А. Ляпунова, фактического основоположника «математической биологии» в современной советской науке. По его инициативе в Но-

новосибирском университете введена специализация «Математическая биология»³.

Работы А. А. Ляпунова и его учеников в области математического моделирования биологических процессов весьма разнообразны по своей тематике. Основной и исходной областью является биогеоценология, исследование совокупностей популяций, совместно существующих на общей территории. Биогеоценозы являются естественными составными частями биосферы. Сюда относятся, в частности, модели океанических биоценозов; кроме того, им были начаты серьезные работы по моделированию почв и почвообразовательных процессов. Важность этих работ подтверждается тем фактом, что исследование ресурсов биосферы стало признанной международной проблемой. Алексей Андреевич должен был возглавить в качестве научного руководителя работу национального комитета СССР по этой проблеме, и только преждевременная смерть этому помешала.

Интересы А. А. Ляпунова в области биологии простирались вплоть до философских проблем определения сущности жизни. Особенно следует отметить его работы по генетике, математической теории эволюции, разработку кибернетического подхода к описанию процессов жизнедеятельности. Последняя область фактически создана им. Интересны работы по формализации биологических понятий и внедрению точных методов исследования.

Педагогическая деятельность. Алексей Андреевич был замечательным педагогом и пропагандистом научных знаний. Этому благоприятствовал редкий набор качеств: широкий кругозор, ораторский талант, эффектная внешность, а главное – какая-то трогательная привязанность к молодежи и детям, умение понятно и одновременно точно вести разговор с самыми различными по уровню и характеру образования людьми. Его педагогическая деятельность и педагогическое наследие характеризуются следующими тремя обстоятельствами. Во-первых, Алексей Андреевич интересовался преподаванием на всех ступенях образования, от высшей до начальной школы. Во-вторых, его интересы не ограничивались преподаванием математики, а охватывали весь цикл естественных наук, а также проблемы воспитания в целом. И, наконец, он в равной мере занимался и теорией и практикой педагогического дела.

В разное время А. А. Ляпунов был профессором Московского университета, Артиллерийской академии имени Дзержинского и заведовал кафедрой математического анализа и кибернетики в Новосибирском университете. И всюду он принимал самое живое участие в решении важных задач вузовского преподавания, вытекающих из динамичного развития науки в нашу эпоху. Его усилия связаны главным образом с постановкой новых курсов кибернетического цикла (программирование и теория вычислительных машин, математическая лингвистика, математическая биология, исследование операций), но они касаются также содержания и методики преподавания традиционных курсов. Вместе с тем его глубоко волновали школь-

³ Об этом см. статью В. А. Ратнера «Алексей Андреевич Ляпунов» в разделе «Кибернетические вопросы биологии». – **Сост.**

ные дела, и участие в них он рассматривал как свое кровное дело. Начиная с 1957 г. вместе с Я. С. Дубновым и А. И. Маркушевичем он выпускает серию сборников «Математическое просвещение», в которых большое внимание уделяется пропаганде новых идей в преподавании математики, публикуются статьи, посвященные основам школьного курса математики, опыту отечественной и зарубежной школы. Педагогическая деятельность достигает своей вершины в Новосибирском Академгородке, где условия для экспериментирования и пропаганды новых идей были весьма благоприятными. Он был среди инициаторов создания в 1962 г. первой в нашей стране физматшколы-интерната (ФМШ) при Новосибирском университете. Будучи первым председателем Ученого совета ФМШ и активным ее лектором, он оказал большое влияние на становление и развитие этой школы нового типа. Он был также одним из организаторов сибирских математических олимпиад и летних физматшкол в Академгородке. Однако увлечение физматшколой не заслоняло от Алексея Андреевича проблем и нужд обычной школы. Он глубоко верил в то, что идеи современной науки – не удел какой-то элиты, а при правильном методическом осмыслении могут и должны стать достоянием всех учащихся. Поэтому он уделял постоянное и все более растущее внимание преподаванию в обычной школе, а в 1972/73 учебном году, несмотря на колоссальную загруженность, начал вести регулярные занятия в IX классе 130-й школы Академгородка. Он намеревался продолжать занятия в X классе; к сожалению, этот интересный эксперимент остался незавершенным.

Конкретные соображения А. А. Ляпунова о содержании естественно-математических предметов в школе и о методике их преподавания изложены в ряде статей, опубликованных в центральных журналах (в том числе в «Математике в школе»), а также в тематических сборниках «Наука и просвещение», издававшихся Научным советом по проблемам образования при Президиуме Сибирского отделения АН СССР. В общих чертах эти соображения созвучны идеям модернизации школьных программ, получившим в последние годы распространение в достаточно широких кругах научной и педагогической общественности. В частности, они касаются преподавания элементов дифференциального и интегрального исчисления на приемлемом интуитивном уровне без предварительной чрезмерной формализации учения о пределах, непрерывности и действительных числах. Близкого подхода к этим вопросам придерживаются и новые школьные программы. Алексей Андреевич настаивал также на расширении комбинаторики и введении на этой основе элементов теории вероятностей и статистики в последнем классе; в новых программах, к сожалению, для них не нашлось места.

Статьям А. А. Ляпунова, так же как и его частым выступлениям перед учителями, свойствен высокий эмоциональный накал, отражающий его глубокую озабоченность и заинтересованность в решении стоящих вопросов. При этом он не просто «теоретизирует», а отстаивает свои научные и педагогические идеи в тесном общении с учителями и школьниками. В этом отношении характерен следующий пример. Алексей Андреевич ратовал за то, чтобы в школе (а для начала в ФМШ) вместо традиционной географии преподавалось землеведение, которое, по его определению, «есть

комплексная наука о земном шаре как космическом теле и области существования человека. В землеведение входят основы астрономии, физической географии, исторической и динамической геологии, история развития жизни на земле, учение о биосфере и об охране окружающей природы, элементы океанологии и климатологии». И в самом деле, Алексей Андреевич не только разработал программу по землеведению, но и участвовал в преподавании этого предмета в 1964–1965 гг.

В настоящее время по материалам педагогического наследия А. А. Ляпунова готовится к изданию сборник «Образование и наука»⁴, состоящий из четырех разделов: 1. Современная наука и требования к образованию. 2. Проблемы онтодидактики. 3. Физико-математические олимпиады и физматшколы. 4. Школа, учитель, педагогический эксперимент.

Алексей Андреевич Ляпунов оставил после себя много учеников нескольких поколений: от докторов наук и членов-корреспондентов АН СССР до вчерашних и сегодняшних школьников. Для них его жизненный путь является примером рыцарского служения науке и народу нашей страны.

Он был отзывчивым и добрым человеком, смелым и принципиальным ученым, внимательным и чутким учителем. Светлая память о нем дорога всем, кто имел счастье общаться с ним.

⁴ Сборник издан не был.— Сост.

Медали “Computer Pioneer” – российским ученым

1 октября 1997 г. в Москве на торжественной церемонии, состоявшейся в здании Президиума РАН, были отмечены наградами труды наших выдающихся соотечественников – С. А. Лебедева и А. А. Ляпунова. Их заслуги в создании основ вычислительной техники и программирования официально признаны крупнейшей в мире и одной из самых авторитетных профессиональных организаций в сфере высоких технологий – IEEE Computer Society.

Напомним, что IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) как международное сообщество существует уже более 100 лет. В 1946 г. в нем было основано структурное подразделение – Computer Society (CS), которое объединяет сотни тысяч профессионалов, работающих в области компьютерной науки и индустрии: информатики, программирования, производства вычислительной техники и компьютерного бизнеса. <...>

Ежегодно IEEE Computer Society вручает награды и дипломы по 16 номинациям, отмечая лучшие мировые достижения в области фундаментальных исследований и практических приложений, а также заслуги в организаторской деятельности и образовании.

Самая престижная награда Computer Society – медаль “Computer Pioneer” – учреждена в 1981 г. Цель ее – признать и представить мировому сообществу тех выдающихся лиц, усилиями которых создавалась и развивалась сфера компьютерных технологий, причем при условии, что главный их вклад был сделан не менее 15 лет назад, т. е. проверен временем. Среди 55 лауреатов этой почетной награды можно назвать таких классиков информатики как Дж. Атанасов (John Vincent Atanasoff) – за создание одной из первых электронных вычислительных машин, Н. Вирт (Nicklaus E. Wirth) – за разработку языка Паскаль, Дж. Маккарти (John McCarthy) и М. Мински (Marvin Minsky) – за работы в области искусственного интеллекта, Э. Кодд (Edgar Frank Codd) – за создание реляционной модели данных и др.

В этом списке лауреатов до сих пор не были представлены имена выдающихся ученых и инженеров из Центральной и Восточной Европы: существовавшие политические сложности препятствовали ознакомлению с их работами. <...>

В 1996 г., в пятидесятилетний юбилей своего образования IEEE CS приложило максимальные усилия, чтобы восстановить справедливость, и новыми лауреатами “Computer Pioneer” назвало российских ученых. <...>

Медалью “Computer Pioneer” награждены: Сергей Алексеевич Лебедев как «основоположник советской компьютерной индустрии» и Алексей Андреевич Ляпунов как «основатель советской кибернетики и программирования». <...>

© Г.В. Короткевич, 1997. Фрагменты из публикации в журнале «Природа», 1997, № 12, с. 62–63 (с дополнениями).

М. М. Ботвинник

Из цикла «Портреты и зарисовки»

Последний период своей жизни я занимаюсь исключительно научной работой. Многие ученые относятся к моим исследованиям с недоверием. Две статьи – об А. Ляпунове и В. Глушкове – посвящены тем, кто меня поддерживал.

Известный советский математик, член-корреспондент Академии наук СССР А. А. Ляпунов (был потомком автора теории устойчивости движения А. М. Ляпунова и автора теории остойчивости кораблей А. Н. Крылова) последние годы своей жизни всей душой увлекался кибернетикой и никогда ей «не изменял». Когда Норберт Винер («отец кибернетики») приезжал в Москву, он попросил именно Ляпунова сопровождать его.

А. А. Ляпунов. Проницательность

Искусственный интеллект, которого пока нет (равного человеческому интеллекту), будет создан трудами специалистов в области кибернетики и вычислительной техники. Функции этого искусственного субъекта будут ограниченными, хотя он должен быть весьма трудоспособным. Но скоро ли удастся сделать его проницательным? Если настолько же проницательным, каким был А. А. Ляпунов, то вряд ли...

Каким образом узнал Алексей Андреевич о моей работе по шахматной программе – не знаю, скорей всего, от нашего общего друга Н. А. Криницкого. После того как в 1968 году вышла книжка «Алгоритм игры в

© Издательство «Физкультура и спорт», 1987. Опубликовано в книге: М. М. Ботвинник. Аналитические и критические работы. Статьи и воспоминания. М.: Физкультура и спорт, 1987, с. 7–8, 44–45, 60–61. Статья о А. А. Ляпунове написана по просьбе редакции журнала «Проблемы кибернетики» в 1976 году, статья о В. М. Глушкове – в 1983 году по просьбе Института кибернетики имени В. М. Глушкова (Киев) для сборника воспоминаний об учёном.

Как известно, Михаил Моисеевич Ботвинник серьёзно занимался алгоритмизацией шахматной игры (см., например, его книги «Алгоритм игры в шахматы» – М.: Наука, 1968; «О решении неточных переборных задач» – М.: Советское радио, 1979). Он рассматривал шахматный алгоритм как функционирование многоуровневой системы управления. Обнаружив глубокие аналогии в системах управления разнообразными сложными процессами, Ботвинник указал на возможность использования идеи шахматных программ для автоматизации управления (см.: Г. М. Адельсон-Вельский, В. Л. Арлазаров, А. Р. Битман, М. В. Донской. Машина играет в шахматы. М.: Наука, 1983).

шахматы», Ляпунов прислал письмо, где настаивал, чтобы я сделал доклад на его семинаре¹.

Это было весьма неожиданно. Большинство математиков относилось к моей работе с вполне обоснованным скепсисом: личность как шахматиста-профессионала, так и «электротехника-любителя» казалась им неподходящей для исследований в области кибернетики, а необычные идеи – более чем сомнительными. Лишь профессор Криницкий занимал четкую и благожелательную позицию, но сколько часов мы затратили с ним на жаркие споры, прежде чем стали единомышленниками!.. И вот сам Ляпунов приглашает приехать в Новосибирск!

Доклад на семинаре был в сентябре 1969 года. К тому времени мне удалось продвинуться вперед – сформулировать понятие «зоны игры», местного сражения на шахматной доске. Нигде ранее о зоне я не рассказывал и беспокоился, не вызовет ли это новые критические замечания.

Алексей Андреевич решил проводить семинар в самой большой аудитории университета. Он догадывался, что многие придут для того, чтобы «поглазеть» на бывшего чемпиона мира. Ляпунов, видимо, решил воспользоваться этим в целях кибернетической пропаганды и не ошибся – аудитория была забита до отказа.

После доклада выступил Ляпунов, сказал несколько общих фраз, а затем основное внимание уделил... зоне игры! Несомненно, он впервые услышал на семинаре о зоне и тут же понял, что это самое важное, что содержалось в докладе. Вот это подлинная проницательность.

Впоследствии мне удалось доказать, что зона является основой моделирования шахматной игры как многоступенчатой системы управления и что лишь в этом случае возможно формирование узкого и глубокого дерева перебора, иначе нельзя решить задачу о поиске хорошего хода². Долго я недоумевал, как же это Алексей Андреевич быстро нашел «хороший ход» и высоко оценил зону игры. Лишь недавно ознакомился я с его работой «Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов», написанной еще в 1962 году³; уже там Ляпунов рассматривал многоступенчатые системы... Поэтому он и сумел сразу разобраться в положительных чертах нового алгоритма шахматной игры.

После доклада Алексей Андреевич повел меня к себе домой, и начались за чашкой чая научные дискуссии. Тут я рискнул и заговорил о своих идеях

¹ В июне 1968 г. М. М. Ботвинник приезжал в Новосибирск в связи с защитой в НГУ дипломной работы Владимира Ивановича Бутенко «К вопросу о программировании шахматной игры», выполненной под руководством М. М. Ботвинника и Н. Н. Яненко. В следующий раз М. М. Ботвинник приезжал в Академгородок в сентябре 1969 г. по приглашению А. А. Ляпунова. Михаил Моисеевич сделал доклад в НГУ, после которого в коттедже Ляпуновых состоялась беседа М. М. Ботвинника с А. А. Ляпуновым и В. И. Бутенко. Разговор касался в основном алгоритмизации интеллектуальных задач высокого уровня (шахматная игра, автоматический перевод и др.). – **Сост.**

² Впоследствии «зона игры» была заменена на «цепочку».

³ «Проблемы кибернетики», 1962, № 10.

в области машинного перевода. Криницкий строго-настрого запретил поднимать мне этот вопрос; он объяснял, что Ляпунов является тонким специалистом в этой области, и он должен высмеять мои наивные идеи, относящиеся к переводу.

Однако Алексей Андреевич с таким вниманием и деликатностью меня выслушал, что душа его стала мне ясна. Ляпунов – передовой ученый нашего времени – был одновременно и добрым, и милым человеком, типичным русским интеллигентом (и по внешности)... Главным его призванием была наука, интересы науки были для него превыше всего; когда Ляпунову казалось, что он находил подходящего коллегу, Алексей Андреевич сиял и был готов на любое доброе дело. С обывательской точки зрения, Ляпунов был излишне принципиален, и, что скрывать, его принципиальность иногда не приносила ему пользы.

Как писал Алексей Андреевич, «устойчивость надорганизменных образований существенно выше, чем устойчивость самих организмов (организм рано или поздно погибает)». Да, организм погибает, но, когда «организм» обладает интеллектом Алексея Андреевича Ляпунова, он еще долго живет в том смысле, что оказывает воздействие на тех, кто с ним общался лично или изучал его работы.

В. М. Глушков. Поддержка

Большой ученый не только должен руководить и сам работать. Он должен поддерживать и других специалистов, – конечно, в тех случаях, когда новые направления представляются ему перспективными.

Я много слышал о Викторе Михайловиче Глушкове, но лично его не знал. Довелось познакомиться с ним в феврале 1977 года, когда в Институте кибернетики проходило совещание по шахматному программированию. Было известно, что Государственный комитет по науке и технике поручил Виктору Михайловичу проводить это совещание, но будет ли у академика необходимое время?

И вот начало совещания, и председательствует Глушков. Его подлинный интерес к обсуждаемой проблеме меня поразил. Он и разбирался в ней, но когда высказывались мнения специалистов, несколько неожиданные для него, то «не давил» присутствующих своим авторитетом, а поддерживал свободное обсуждение. Видимо, это и способствовало его проникновению в суть проблемы. Это тем более интересно, что в дискуссии некоторые высказывания не соответствовали его принципиальным взглядам. И, тем не менее, он поддержал направление (перспективы которого оценивал несколько скептически), считая, что может и здесь получиться нечто разумное.

Два года спустя было другое совещание (и на весьма высоком уровне), где нашу работу над шахматной программой жестоко раскритиковали. Тогда был приглашен и Виктор Михайлович, но он не пришел. Видимо, знал, что будет происходить, и выступать против нашей работы не пожелал!

Летом 1979 года обсуждался вопрос о возможной защите кандидатской диссертации нашим математиком Б. Штильманом на совете ВНИИэлектроэнергетики. Разумеется, защита эта могла происходить лишь на стыке двух

специальностей. На просьбу института Виктор Михайлович откликнулся быстро, дал согласие одновременно войти в совет и прислал все необходимые о себе формальные сведения.

И вот в конце 1981 года академик Глушков (тоже по просьбе ГКНТ) проводил новое совещание по шахматному программированию, на этот раз в Москве, в Центральном шахматном клубе. Здесь он нас поддержал со всей решительностью. Узнав, что наша группа лишена машинного времени, обсудил этот вопрос на высоком уровне, и мы получили возможность продолжать научный поиск.

В результате поддержки В. М. Глушкова были разработаны и внедрены в систему Министерства энергетики программы планирования ремонтов оборудования электростанций, основанные на методе поиска хода шахматным мастером. Быть может, не за горами и окончание шахматной программы. Воздавая должное проницательности Виктора Михайловича, мы всегда будем помнить о смелости, с которой он поддержал нашу работу в столь трудное для нас время.

В. А. Успенский

Андрей Николаевич Колмогоров – великий ученый России

При имени Пушкина тотчас осеняет мысль о русском национальном поэте. В самом деле, никто из поэтов наших не выше его <...> Пушкин есть явление чрезвычайное <...>.

Н. В. Гоголь. «Несколько слов о Пушкине»

I

Если в вынесенном в эпиграф высказывании Гоголя о Пушкине заменить «поэт» на «ученый», а «Пушкин» на «Колмогоров», мы получим удивительно точную характеристику Колмогорова. В Колмогорове все чрезвычайно. Чрезвычайна многомерность охвата знаний. Чрезвычайны воплощавшиеся в действия представления о научной этике. Чрезвычайно стремление к са-

мосовершенствованию, к созиданию себя как личности, гармонически развитой как духовно, так и телесно. Последние годы физической неподвижности и телесной немощи были поэтому для него особенно мучительны.

Телесная культура была такой же неотъемлемой частью внутреннего мира Колмогорова, как поэзия и музыка, как архитектура, живопись и другие виды пластических искусств. Мало сказать, что он имел обширные и глубокие знания в каждой из этих художественных сфер. В стихах и музыкальных произведениях, зданиях, картинах и скульптурах он видел необходимые условия нормального человеческого бытия, своего рода синхронизаторы или, может быть, лучше сказать, гармонизаторы эмоционального статуса человека. Колмогоров отчетливо ощущал наличие основы «культура» в примелькавшемся словообразовании «физкультура» и с несомненностью считал физическую культуру (именно физическую культуру, а не спорт) необходимым компонентом человеческой культуры вообще.

Состязательным спортом Колмогоров, по его собственным словам, не занимался никогда. Физическим же упражнениям он уделял, пожалуй, не меньше внимания, чем математическим занятиям, и приобщал к ним своих учеников. «За несколько дней до своего шестидесятилетия, 14 апреля, Андрей Николаевич вместе со своими учениками совершил пятичасовое лыжное путешествие по снегу, воде и земле, после чего выкупался в снегу» [3]. А за месяц до своего семидесятилетия, в марте 1973 года, Андрей Николаевич купался в горном озере Севан, разложив одежду на заснеженных камнях (чему свидетель автор этих строк). Ближе к восьмидесяти годам, теряя зрение, Колмогоров мучился не столько тем, что ему становится труднее читать, сколько тем, что перестает видеть лыжню.

II

В применении к познавательной деятельности Колмогорова выше было употреблено слово «многомерность». Действительно, здесь можно выделить как бы три измерения: широту, глубину и высоту.

Широта научных интересов и занятий Колмогорова имеет мало прецедентов в XX веке – если вообще имеет таковые. Их спектр простирается от метеорологии (к примеру, Колмогоров был почетным членом Американского метеорологического общества) до теории стиха (список опубликованных стиховедческих работ Колмогорова насчитывает 11 наименований¹, и их высоко ценили такие видные филологи, как В. М. Жирмунский и Р. О. Якобсон; сам же Колмогоров выступал официальным оппонентом по стиховедческой докторской диссертации М. Л. Гаспарова, ныне академика).

К какой бы области знания ни прикоснулся Колмогоров, она, эта область, получала новый импульс развития и уже больше не могла изучаться без учета колмогоровского вклада в нее.

В своих ранних, еще студенческих работах Колмогоров проявил себя как историк (см. об этом [41], [42]). Его увлекла история Новгорода. Работая в семинаре, который вел в Московском университете видный историк

¹ См. [28, с. 698] или [38, с. 210–211].

С. В. Бахрушин, он занялся анализом землевладения в Новгородской земле в XV веке. Свои исторические исследования Колмогоров начал в возрасте семнадцати с половиной лет и закончил, когда ему было неполных девятнадцать. Полагали, что результаты этих исследований безвозвратно утеряны; однако после кончины Колмогорова среди его многочисленных бумаг были найдены и его рукописи по истории. Выступая 15 декабря 1989 г. в московском Доме ученых на вечере памяти А. Н. Колмогорова, известный историк, ныне академик В. Л. Янин указал, что эти юношеские работы занимают в исторической науке место, до которого развитие этой науки еще не дошло. Сейчас эти колмогоровские рукописи опубликованы (см. [12]).

Известный лингвист, профессор Московского университета П. С. Кузнецов писал в своих воспоминаниях, что Колмогоров, «который еще будучи студентом занимался историей <...> и который вместе с тем <...> путешествовал по Пинеги и в ее верховьях, высказал предположение, что колонизация в верховья Пинеги шла с Северной Двины (от Верхней Тоймы) на восток через водораздел, а не по реке от впадения ее в Двину. Если так, то граница Восточной и Поморской группы северорусских говоров должна была проходить севернее, чем предположительно проведена на карте МДК (Московской диалектологической комиссии. – В. У.), и верховья Пинеги должны входить в Восточную группу. Оказалось, что так и есть» [29, с. 207].

Откроем известную хрестоматию ван Хейеноорта «От Фреге до Гёделя» [49]. Хрестоматия входит в серию, каждая из книг которой представляет собой «собрание статей, определивших структуру той или иной науки» [49, с. V]. Данная хрестоматия посвящена математической логике. Мы находим в ней английский перевод [45] статьи двадцатидвухлетнего Колмогорова [13] – статьи, охарактеризованной ван Хейеноортом как «первое систематическое изучение интуиционистской логики» [49, с. VII]. Действительно, в этой статье интуиционистская логика впервые сделана предметом математического исследования. К сказанному можно добавить, что эта статья была также первой отечественной статьей по логике, содержащей собственно математические результаты. (Здесь уместно упомянуть, что с 1 января 1980 г. и до конца своих дней А. Н. Колмогоров состоял заведующим кафедрой математической логики Московского университета; подробнее о роли Колмогорова в развитии математической логики см. [48].)

Возьмем теперь в руки известную монографию Абрахама и Марсдена «Основания механики» [43]. Галерея портретов крупнейших ученых в области классической механики, открывающаяся портретом Архимеда, включает и портрет Колмогорова. А его доклад «Общая теория динамических систем и классическая механика» на Международном математическом конгрессе 1954 г. в Амстердаме [17] охарактеризован как важная историческая веха в развитии науки и потому полностью воспроизведен в монографии в виде специального приложения [46]. И это при том, что классическая механика составляла лишь часть интересов Колмогорова в области механики – он внес также выдающийся вклад в аэрогидродинамику. «Общее число опубликованных А. Н. Колмогоровым статей по механике турбулентных течений жидкостей и газов сравнительно невелико, и ни одна из них не занимает много места. Однако эти несколько небольших статей совершенно

преобразили лицо современной теории турбулентности и оказали огромное влияние и на все дальнейшее развитие указанной теории, и на постановку экспериментальных исследований широких классов турбулентных течений» [40].

Необычайную широту (и одновременно практическую направленность!) интересов Колмогорова ярко иллюстрирует его письмо в журнал «Строительство Москвы», посвященное проблеме транспортных развязок [14].

III

Все же основной сферой деятельности А. Н. Колмогорова была, конечно, математика. Колмогоров – один из великих математиков XX века. «Всем нам, общавшимся с кругом ученых всего мира, было хорошо известно, что Колмогорова большинство считало крупнейшим математиком своего времени», – отмечает президент Московского математического общества академик С. П. Новиков [31].

Теория множеств, где он заложил основы теории операций над множествами; **теория функций**, где студенческая работа [44] девятнадцатилетнего автора, устанавливающая существование почти всюду расходящегося ряда Фурье, сразу сделала его известным всему математическому миру; **математическая логика**, где Колмогоров предложил свободное от идеологических установок интуиционизма понимание интуиционистской семантики; **топология**, где он разделяет с Дж. У. Александером² авторство теории кохомологий; **теория информации**, в которой ему принадлежит не только существенная роль в превращении этой теории (сформулированной ее создателем К. Э. Шенноном³ в виде скорее технической дисциплины) в строгую математическую науку, но и построение оснований теории информации на принципиально ином, отличном от шенноновского фундаменте; **теория динамических систем**, где он является первым из трех основоположников теории КАМ⁴ (открывающие эту теорию работы Колмогорова составили его вклад в классическую механику, о котором говорилось выше); **теория алгоритмов**, где ему принадлежит определение общего понятия алгоритма и создание теории сложности конструктивных объектов; и, конечно, **теория вероятностей**, где он был признанным главой этой науки во всем мире, «живым воплощением математической теории вероятностей», как писала английская газета «Таймс» 26 октября 1987 г. в связи с его кончиной, – вот краткий перечень областей математики, в которых Колмогоров оставил глубокий след. Перечень этот не может претендовать на полноту: к примеру, мы даже не назвали **математическую статистику** (ср.

² Джеймс Уэдделл Александер (1888–1971) – американский математик.

³ Клод Элвуд Шеннон (род. в 1916 г.) – американский инженер-электротехник и математик.

⁴ Теория КАМ – теория Колмогорова – Арнольда – Мозера. Владимир Игоревич Арнольд (род. в 1937 г.) – российский математик, ученик А. Н. Колмогорова. Юрген Мозер (род. в 1928 г.) – американский математик (ныне живущий в Швейцарии).

[23]). Не являются ни в какой степени исчерпывающими и наши упоминания о достижениях Колмогорова в перечисленных областях⁵. Так, в математической логике он внес также выдающийся вклад в теорию доказательств; в теории функций – в решение тринадцатой проблемы Гильберта (об этом ниже) и в развитие теории приближений; в топологии – в учение об отображениях, повышающих размерность пространства; в теории динамических систем – в развитие так называемой эргодической теории, куда он, во-первых, достаточно неожиданно сумел внести и успешно применить идеи теории информации и где он, во-вторых, тоже достаточно неожиданно, по существу открыл новое направление, оказавшееся плодотворным для современной физики.

IV

Здесь мы подходим к следующему измерению творчества Колмогорова – его глубине.

Во всем мне хочется дойти
До самой сути,—

сказал в 1956 году старший современник Колмогорова великий русский поэт Борис Пастернак. Можно усмотреть черты сходства между Пастернаком и Колмогоровым. Сходство это не исчерпывается тем, что каждый занимал первенствующее положение в своей области – один в поэзии, другой в науке – и имел право на титул «великий». Были отдельные черты и внешнего сходства (включающие и похожие фонетические особенности, с характерным «мычанием»), и сходства внутреннего. Так, обоим были свойственны демократизм в общении и охотная готовность к физическому труду. Но прежде всего их делало похожими желание «дойти до сути».

Колмогоров всегда стремился проникнуть вглубь предмета, выделить основные понятия. Его главная монография, определившая пути развития теории вероятностей, называется характерно – «О с н о в н ы е п о н я т и я (разрядка моя.— В. У.) теории вероятностей». Отображающие эти понятия символы (Φ , \mathcal{F} , \mathbf{P}) составили эмблему I Всемирного конгресса по математической статистике и теории вероятностей, состоявшегося в Ташкенте в 1986 году.

Именно этот метод «дохождения до сути» позволил Колмогорову добиться фундаментальных достижений и занять лидирующее положение во всех сферах, которым он уделял внимание. В поисках сути Колмогорову нередко удавалось достичь очень просто формулируемых представлений, как, например, в случае с принадлежащим ему аксиоматическим построением теории вероятностей. По-видимому, им руководило естественное для большого ученого убеждение, что чем более общий характер носит идея,

⁵ Детальные комментарии можно найти в избранных трудах А. Н. Колмогорова [22], [23], [24], а также в сочинениях, указанных в разделе X «Библиографии» из сборника [28] (см. с. 719–724).

тем более простой она, в сути своей, является и тем проще она должна быть выражена.

И здесь уместно снова вспомнить Пастернака, написавшего в 1931 году:

Есть в опыте больших поэтов
Черты естественности той,
Что невозможно, их изведав,
Не кончить полной немотой.

В родстве со всем, что есть, уверясь
И знаясь с будущим в быту,
Нельзя не впасть к концу, как в ересь,
В неслыханную простоту.

Но мы пощажены не будем,
Когда ее не утаим.
Она всего нужнее людям,
Но сложное понятней им.

Одним из последних по времени достижений Колмогорова было создание общей теории сложности объектов, сформировавшейся ныне в отдельную главу современной математики (см., например, [5], [47] и [50]). Ту, что вещи бывают простые и сложные, было и есть ясно всем. Вопрос состоял в том, можно ли измерить сложность вещи числом. Колмогоров предложил называть сложностью объекта длину наикратчайшего его описания. Это колмогоровское определение (которое мы здесь привели, разумеется, в огрубленном виде) обладает отличительной чертой гениальности – оно кажется самоочевидным, но лишь после того, как высказано!

Любопытно отметить, что использование в рассуждениях представления о степени сложности описания встречается, в неявной форме, уже в упоминавшейся студенческой работе Колмогорова о новгородском землевладении. В писцовых книгах сохранились сведения о том, какой налог брался с каждого селения. Возникает вопрос, назначался ли этот налог сразу селению как целому или же он складывался из налоговых обложений, назначенных отдельным дворам. Предшественники Колмогорова, профессиональные историки, склонялись ко второму варианту ответа. Опровергая их, Колмогоров решительно выбирает первый вариант: действительно, анализ писцовых книг, проведенный Колмогоровым, показывает, что при втором варианте само правило налогообложения должно было бы быть чрезвычайно сложным (см. [27, с. 79–82]).

Формализация интуитивного представления о сложности объекта и легла в основу предложенного Колмогоровым алгоритмического построения оснований теории информации. В отличие от шенноновской теории, опирающейся на понятие вероятности, колмогоровская теория информации не использует этого понятия. Напротив, она сама позволяет изложить на новом языке основные законы теории вероятностей и даже дать строгое математическое определение индивидуального случайного объекта (чего не в состоянии сделать традиционная теория вероятностей; замечательно и отчасти парадоксально, что определение *случайности* индивидуального объекта дается в терминах *алгоритмов*, то есть сущностей, максимально не случайных). Не откажем себе в удовольствии процитировать самого Колмогорова (см. с. 236 в [24]; на этой и соседних с нею страницах воспроиз-

ведена его знаменитая статья 1969 года «К логическим основам теории информации и теории вероятностей»):

«Предшествующее краткое изложение должно оправдать два общих тезиса:

1) основные понятия теории информации должны и могут быть обоснованы без помощи обращения к теории вероятностей и так, что понятия „энтропия“ и „количество информации“ оказываются применимы к индивидуальным объектам;

2) введенные таким образом понятия теории информации могут лечь в основу концепции случайного, соответствующей естественной мысли о том, что случайность есть отсутствие закономерности».

Глубину исследований Колмогорова иллюстрирует то обстоятельство, что значение предложенных им идей, понятий и методов с течением времени не убывает, а возрастает.

V

Многие понятия, введенные Колмогоровым, опережали свое время. (Сам Колмогоров, кстати, учил, что система понятий не менее важна, чем система результатов, и поэтому может составить предмет диссертации.) Так, в начале 1954 года им была предложена общая идея нумерации, а также понятие сводимости нумераций; сейчас основанная на этих представлениях теория нумераций составляет важную ветвь теории алгоритмов (см., например, [9]). В языкознании заняло прочное место понятие «падежа по Колмогорову». Высказанное в тех же 50-х годах (а придуманное, вероятно, раньше), это было первое научное определение падежа⁶, и последующие научные определения так или иначе от него отталкиваются (см., например, [10, § 2.2]).

Стоит отметить, что и определения нумерации и сводимости нумераций, и определение падежа – как и многие другие замечательные его идеи – были изложены Колмогоровым лишь в устной форме, и притом в узком кругу⁷. Сформулировав эти фундаментальные определения («дойдя до сути!»),

⁶ Возможно, читателя заинтересует, в чем состоит проблема отыскания подобного определения. Вспомним, что традиционная школьная грамматика утверждает, что в русском языке имеется шесть падежей (более тонкий анализ приводит к большему числу падежей), а, скажем, стандартные учебники языка эстонского называют в этом языке четырнадцать падежей. Встает вопрос: чего именно, каких единиц – шесть в русском или четырнадцать в эстонском? В требовании дать математически строгий ответ на этот нелегкий вопрос и состоит, в первом приближении, проблема определения понятия «падеж».

⁷ Понятия, положившие начало теории нумераций, были сформулированы Колмогоровым 9 февраля 1954 г. на семинаре по рекурсивной арифметике, который Колмогоров вел на механико-математическом факультете Московского университета вместе с автором этих строк, в то время колмогоровским аспирантом второго года обучения.

Определение падежа было сообщено автору в 1956 г. в связи с предстоящим в сентябре открытием на филологическом факультете Московского университета се-

он более к этим темам не возвращался. Это стремление идти дальше, к новым идеям и областям знания, оставляя другим обживать уже завоеванное пространство, вообще чрезвычайно характерно для Колмогорова.

Новаторскими были и многие предложенные Колмогоровым идеи и методы. Так, при исследовании знаменитой тринадцатой проблемы Гильберта о суперпозициях он не только установил в 1956 году возможность представления любой непрерывной функции (от сколь угодно большого числа переменных) в виде суперпозиции непрерывных же функций трех переменных, но и выдвинул идеи, позволившие его ученику В. И. Арнольду, тогда студенту-третьекурснику, понизить в этом результате количество переменных с трех до двух и тем самым окончательно решить указанную проблему (причем ответ оказался противоположен тому, который ожидался самим Гильбертом). Уже в следующем, 1957 году Колмогоров усилил результат Арнольда, показав, что любую непрерывную функцию от произвольного числа переменных можно представить в виде суперпозиции непрерывных функций одного переменного и единственной функции двух переменных – функции сложения $s(x, y) = x + y$.

А в работах Колмогорова 1954 года по теории динамических систем (более точно – по теории возмущений условно-периодических движений) было положено начало методу КАМ (Колмогорова – Арнольда – Мозера), легшему в основу одноименной теории, – «методу, считающемуся одним из крупнейших достижений математики двадцатого века». [Эта оценка принадлежит редакционной коллегии журнала «Успехи математических наук» (1989, т. 44, вып. 1, с. 243).]

VI

Попытаемся, насколько это позволяют рамки данного очерка, сказать и о тринадцатой проблеме Гильберта, и о методе КАМ чуть подробнее.

«Проблема Гильберта» – принятый в математике термин, означающий одну из двадцати трех проблем, сформулированных в опубликованном тексте доклада, сделанного 8 августа 1900 г. великим немецким математиком Давидом Гильбертом на проходившем в Париже Втором международном конгрессе математиков (см. [8]). «Ни до доклада Гильберта, ни после этого доклада математики, насколько я знаю, не выступали с научными сообщениями, охватывавшими проблемы математики в целом. Таким образом, доклад Гильберта оказывается вполне уникальным явлением в истории математики и в математической литературе. И сейчас, почти через 70 лет после того, как Гильберт сделал свой доклад, он сохраняет свой интерес и значение». Так в 1968 году охарактеризовал доклад Гильберта почет-

минара «Некоторые применения математических методов исследования в языкознании» (автор был одним из руководителей этого семинара совместно с лингвистами Вяч. Вс. Ивановым и П. С. Кузнецовым). Некоторые детали, связанные с ролью Колмогорова в развитии языкознания в России, можно найти в [36, с. 122–123, 151–152, 155] и в [37, с. 296–298, 353–355].

Формулировки Колмогорова были впервые опубликованы в [34] и [35] (первый параграф статьи [35] воспроизведён в [38], примечание 30).

ный президент Московского математического общества академик П. С. Александров [4]. Эта характеристика сохраняет свою силу и сегодня. Решение каждой из двадцати трех проблем Гильберта до сих пор воспринимается как событие в математике.

Формулируя свою тринадцатую проблему, Гильберт указал некоторую конкретную непрерывную (даже алгебраическую) функцию трех переменных и предложил доказать, что она *не представима в виде суперпозиции непрерывных же функций двух переменных*. Как мы теперь знаем, это не так.

В опубликованном тексте своего доклада Гильберт цитирует не названного им по имени «старого французского математика», сказавшего: «Математическую теорию можно считать совершенной только тогда, когда ты сделал ее настолько ясной, что берешься изложить ее содержание первому встречному» [8, с. 14]. Руководствуясь этим принципом в качестве недостижимого идеала и не пытаясь изложить колмогоровскую конструкцию, попробуем пояснить, в чем состоит суть тринадцатой проблемы.

Функции действительного переменного можно наглядно представлять себе в виде таблиц. Разумеется, в реальности встречаются только *конечные* таблицы, в которых аргументы принимают конечное число значений. Однако мысленно можно вообразить и *бесконечные* таблицы, в которых аргументы принимают все действительные значения из какого-либо отрезка. Воображаемая таблица для функции одного переменного выглядит так: в каждой точке отрезка помещено значение функции в этой точке. Таблица для функции двух переменных, определенной на квадрате, двумерна: в каждой точке квадрата записано значение функции в этой точке. Таблица для функции трех переменных, определенной на кубе, трехмерна, она сама имеет форму куба. Таблица для функции n переменных, определенной на n -мерном кубе, располагается в n -мерном пространстве и имеет вид n -мерного куба. В некоторых случаях n -мерную таблицу удастся свести к двумерным, а тем самым – соответствующую функцию представить в виде суперпозиции функций двух переменных. «Свести» значит в данном случае следующее: заменить вычисление функции при помощи n -мерной таблицы вычислениями, использующими только двумерные таблицы. Например, четырехмерную таблицу для функции четырех переменных

$$w = \varphi(x, y, z, t) = xy + z^t$$

можно свести к двумерным таблицам для функции $u = f(x, y) = xy$, $v = g(z, t) = z^t$, $w = h(u, v) = u + v$. Действительно, чтобы для значений аргументов $x = a$, $y = b$, $z = c$, $t = d$ найти значение $w = ab + c^d$, можно, вместо того чтобы обращаться к четырехмерной таблице для функции φ , поступить так: сначала по двумерной таблице для функции f найти $f(a, b)$, затем по двумерной таблице для функции g найти $g(c, d)$ и, наконец, по двумерной таблице для h найти $h(f(a, b), g(c, d))$. Иными словами, $\varphi(x, y, z, t) = h(f(x, y), g(z, t))$, так что функция φ получается из функций f, g, h посредством подстановки этих функций друг в друга. Такая подстановка функций друг в друга и называется *суперпозицией*.

Проблема состоит в том, всякую ли n -мерную таблицу для непрерывной функции можно свести к двумерным таблицам для непрерывных же функций, или, другими словами, для всякой ли непрерывной функции φ от n переменных можно подобрать такие непрерывные функции f, g, h и т. д. от двух переменных, что φ получается из этих f, g, h и т. д. путем суперпозиции. Если не требовать от рассматриваемых функций непрерывности, то легко обнаруживается, что любую n -мерную таблицу можно свести к двумерным. Для непрерывных функций это не очевидно. Гильберт

даже полагал, что указанная им алгебраическая, а тем самым заведомо непрерывная функция трех переменных (связанная с решением уравнений седьмой степени) не допускает представления в виде суперпозиции непрерывных функций двух переменных (см. [8], п. 13, «Невозможность решения общего уравнения седьмой степени с помощью функций, зависящих от двух аргументов»). Однако, как показал Арнольд, *любая* (а потому и та, которую указал Гильберт) непрерывная функция трех переменных, определенная на кубе, получается суперпозицией из подходящим образом подобранных функций двух переменных. А поскольку, как ранее доказал Колмогоров, любая непрерывная функция многих переменных может быть получена суперпозицией непрерывных функций трех переменных, то оказывается, что *любая* непрерывная функция многих переменных может быть получена суперпозицией непрерывных функций двух переменных.

Что касается метода КАМ, то он состоит в использовании в новой обстановке восходящего к Ньютону метода построения обратной функции путем последовательных приближений. «Новая обстановка» заключается в присутствии так называемых *малых знаменателей* (эти малые знаменатели появляются здесь в разложении в различные ряды той функции, обратная к которой ищется). Метод КАМ играет важную роль в так называемой нелинейной механике.

Вот что писал об этом методе в 1965 году выдающийся математик И. М. Гельфанд: «Уже давно, во всяком случае около семидесяти лет назад, после работ А. Пуанкаре, стало понятно, что лишь небольшое число задач в механике поддается точному решению. Скажем, движение одной планеты вокруг Солнца можно описать точно (в той воображаемой ситуации, когда других планет не существует вовсе.— **В. У.**). Однако уже совместное движение трех тел не допускает точного, или, как говорят математики, аналитического решения. В некоторых случаях на помощь приходят приближенные методы и современные вычислительные машины. Однако с той же задачей трех тел не может справиться самая быстродействующая счетная машина. Дело в том, что точность численного счета сильно падает, если нам необходимо следить за движением систем в течение длительного времени. А ведь, скажем, Земля совершила за время своего существования около пяти миллиардов оборотов вокруг Солнца, поэтому приближенные методы бессильны описать ее движение. Таким образом, и точные (аналитические) решения, и численные способы в ряде случаев не могут нам помочь, необходимы какие-то общие методы качественного исследования. В трудах В. И. Арнольда и А. Н. Колмогорова разработан совершенно новый математический метод. Применение его позволило им решить ряд проблем, которые „не поддавались“, несмотря на усилия многих выдающихся математиков, механиков и астрономов. В качестве примера можно опять-таки указать на задачу трех тел. В. И. Арнольд, применяя разработанные его учителем А. Н. Колмогоровым методы, сумел доказать существование достаточно большого „массива“ устойчивых решений в этой задаче. Это исследование имеет, например, прямое отношение к вопросу об устойчивости Солнечной системы. Новые методы оказались настолько плодотворными, что их удалось применить не только для исследования классических проблем, но и целого ряда задач, значение которых осознано только сейчас,— таких, как задача движения заряженных частиц в „магнитных ловушках“» [7].

VII

Если в применении к научным исследованиям термины «широта» и «глубина» достаточно привычны, то слово «высота» требует пояснений. Вот что можно разуметь здесь под высотой: расстояние между теоретическими построениями (расположенными как бы сверху) и практическими приложениями (расположенными как бы внизу). Несколько веков назад Ньютон и сам отливал и шлифовал зеркало для изобретенного им отражательного телескопа, и сам же формулировал гравитационные уравнения, описывающие движение наблюдаемых в этот телескоп небесных тел. Теперь, как правило, теорией занимаются одни, а практическими приложениями – другие, между теорией и приложениями – так сказать, по вертикали – несколько промежуточных этажей, и на каждом этаже своя группа исследователей, общающаяся только с соседями непосредственно сверху и непосредственно снизу (как выразился Ф. Дюрренматт, «обер-бухгалтеры общаются только с вице-обер-бухгалтерами»). Колмогоров проходит эту лестницу сам, без помощи промежуточных лиц, а точнее – объединяя всех промежуточных лиц в себе. Теоретические работы по аксиоматическому построению теории вероятностей естественно перетекают в занятия теорией стрельбы и статистическим контролем качества продукции. Исследования по теоретической гидромеханике непосредственно связаны с участием в многомесячных морских экспедициях для изучения океанических течений⁸. Здесь Колмогорову принадлежит открытие слоистой структуры океана (так называемых «блинов»). Или вот такой штрих: в монографии П. С. Александрова «Комбинаторная топология» [2] имя Колмогорова встречается дважды: на с. 483 он указан в качестве автора одной из формулировок закона двойственности, а на с. 22 – в качестве исполнителя многих чертежей.

А. Н. Колмогоров являл собою редкое соединение математика и естествоиспытателя, теоретика и практика. И одновременно – философа науки и ее популяризатора. Колмогоров внес неоценимый вклад в методологию и историю математики, в теорию и практику ее преподавания; он – автор ряда блестящих статей на эти темы (см., в частности, сборники [25] и [26]).

⁸ Эти экспедиции были организованы Институтом океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР и проводились на научно-исследовательском судне «Дмитрий Менделеев». А. Н. Колмогоров дважды участвовал в плаваниях этого судна, а именно в его втором рейсе в 1969 г. и в пятом рейсе в 1971 г.

Второй рейс проходил по маршруту: Калининград, 23 июня 1969 г.,– Рейкьявик, 3–5 июля,– Конакри, 20–21 июля,– Рио-де-Жанейро, 4–7 августа,– Дакар, 16–18 августа,– Гибралтар, 1–3 сентября,– Калининград, 18 сентября 1969 г.

Пятый рейс проходил по маршруту: Калининград, 20 января 1971 г.,– Кингстон (Ямайка), 15–19 февраля,– Панамский канал, 21–22 февраля,– о-ва Галапагос, 25–27 февраля,– Гонолулу, 16–19 марта,– атолл Фаннинг, 23 марта,– о. Раротонга (о-ва Кука), 31 марта,– Сува (Фиджи), 9–11 апреля,– Порт-Вила (о-ва Новые Гебриды), 13 апреля,– о. Малекула (о-ва Новые Гебриды), 14 апреля,– Йокогама, 5–8 мая,– Владивосток, 12 мая 1971 г.

В обоих рейсах А. Н. Колмогоров был заместителем начальника экспедиции по научной работе (фактически – научным руководителем экспедиции), а в пятом рейсе – еще и руководителем гидрофизического раздела экспедиции.

Неослабевающий интерес к проблемам оснований математики, к поискам оптимальных способов ее логического построения и изложения сочетался у Колмогорова со свободным и радостным владением численными методами, с умением в нужных случаях довести решение «до числа». При обращении с числовыми массивами – таблицами, графиками и т. п. – он обладал «абсолютным зрением» и, в частности, мог углядеть в них ошибку с такой же неоспоримостью, с какой человек с абсолютным музыкальным слухом слышит фальшивую ноту.

Культуру вычислений, способность увидеть за числовыми данными общую, качественную картину, умение выразить эту картину в конкретных чертежах и таблицах – все эти навыки Колмогоров старался привить своим сотрудникам и студентам. И не только своим. В первой половине 50-х годов – в частности, в тот период, когда он был деканом механико-математического факультета МГУ (а это продолжалось с 1 ноября 1954 г. по 31 января 1958 г.), – Колмогоров потратил много творческой энергии и времени на то, чтобы упорядочить математический практикум для студентов факультета и придать ему, еще до появления в университете компьютеров, подлинно вычислительный характер.

VIII

Вклад Колмогорова в дело распространения математических знаний совершенно уникален. Относительно его роли в школьном математическом образовании отошлем читателя к обстоятельной статье А. М. Абрамова [1]. Здесь мы ограничимся лишь двумя аспектами просветительского служения Колмогорова – издательским и ораторским.

Изданию математической литературы для самых разнообразных слоев читателей – от обычных школьников до рафинированных специалистов – Колмогоров придавал исключительное значение и сам уделял этому много сил и времени. Нет возможности перечислить все те начинания, в которых он был инициатором или принимал решающее участие. Не будем говорить сейчас о специальных математических журналах. Вспомним, что он был основателем и – с 1946 по 1952 год – первым главой редакции математики и механики Издательства иностранной литературы (ныне издательство «Мир»), что вместе с физиком академиком И. К. Кикоиным он создал физико-математический журнал для юношества «Квант», в котором с момента его возникновения в 1970 году и до конца своих дней руководил математическим разделом. Свидетельствует многолетний главный редактор журнала «Математика в школе» Р. С. Черкасов: «В составе редакционной коллегии журнала „Математика в школе“ А. Н. Колмогоров находился официально с 1967 года. Как он пояснял позднее, он убедился, что именно журналы позволяли быстро и эффективно формировать необходимое для учителя новое общественное мнение и оказывать ему быструю и столь необходимую практическую помощь. Трудно переоценить значение Андрея Николаевича для всей творческой жизни журнала и как члена редколлегии, относившегося к этой своей деятельности с большой ответственностью, и

как автора фундаментальной значимости статей, инициатора постановки на обсуждение волнующих многих читателей вопросов» [39, с. 596].

А. Н. Колмогоров сыграл также решающую роль в формировании математического раздела Большой Советской Энциклопедии. Он возглавлял этот раздел в первом (начиная с 1936 г.) и во втором (с самого начала) изданиях БСЭ, а также лично написал большое число статей, в том числе широко известную (и неоднократно потом перепечатававшуюся) статью «Математика» для второго издания [16]. Надо полагать, он написал ряд статей и для Малой Советской Энциклопедии, но атрибуция этих статей представляет немалые трудности.

IX

Устные выступления Колмогорова были весьма многочисленны, и многие важные идеи были высказаны именно в них – и, к сожалению, только в них. Его лекции и доклады можно разделить на два вида: для профессионалов и для широкой публики. Слово «профессионалы» понимается здесь в весьма широком смысле, включающем как уже сложившихся математиков (например, членов Московского математического общества⁹ и участников различных конференций и семинаров), так и еще только собирающихся стать таковыми (увлеченных математикой школьников – например, участников математических олимпиад).

В выступлениях для профессионалов Колмогоров мог рассчитывать на определенный уровень подготовленности своих слушателей. Этот уровень, однако, в подавляющем большинстве случаев сильно им завышался. Его выступления поэтому были всегда очень содержательны, но, как правило, мало понятны. Бытовало мнение, что выступления Колмогорова для школьников с интересом и пониманием слушают аспиранты, для аспирантов – доктора наук, доклады же для докторов наук вообще не понимает никто, кроме докладчика. В этом мнении много верного. Но этот недостаток устных выступлений Колмогорова, как это часто бывает, являлся продолжением его же достоинств – в данном случае неизменно уважительного отношения к собеседнику и слушателю. В этом состояла важная этическая черта Колмогорова. Он всегда видел в собеседнике и слушателе равного себе по интеллекту (что, понятно, редко соответствовало реальности). Кто-то заметил, что «Колмогоров считал, что мир населен Колмогоровыми». Это, конечно, было заблуждением, но заблуждением благородным: Колмогорову было в высокой степени присуще то «дворянское чувство равенства со всем живущим», о котором писал Пастернак.

Более понятными были – и пользовались небывалой популярностью – публичные лекции Колмогорова для широкой аудитории. Эти лекции читались в больших залах и собирали огромное число слушателей. Особенно велик был интерес к первым лекциям Колмогорова, посвященным кибер-

⁹ Список выступлений Колмогорова на заседаниях ММО (начиная с 8 октября 1922 г. и кончая 18 января 1978 г.), приведенный на с. 705–709 в [28], насчитывает 97 наименований.

нетической проблематике, свободное обсуждение которой было разрешено в СССР в 1955 году. Присутствовавшие на тех лекциях помнят толпу спрашивающих лишний билет на лекцию Колмогорова в Политехническом музее и другую толпу, не могущую вписаться в полуторатысячный Актовый зал высотного здания Московского университета, так что организаторам пришлось устроить наружную трансляцию.

Первым из этой серии «больших» колмогоровских выступлений был его знаменитый доклад «Автоматы и жизнь», сделанный 6 апреля¹⁰ 1961 г. на методологическом семинаре механико-математического факультета МГУ. Первоначально объявленный в аудитории 02, одной из двух самых больших учебных аудиторий высотного здания университета, он был перенесен (надо думать, из-за наплыва публики) в расположенный в том же здании Дворец культуры МГУ¹¹. В распространенных к докладу тезисах¹² Колмогоров задавал следующий вопрос: «Возможно ли создание искусственных живых существ, способных к размножению, прогрессивной эволюции, в высших формах обладающих эмоциями, волей и мышлением вплоть до самых тонких его разновидностей?» И сам же отвечал: «...важно отчетливо понимать, что в рамках материалистического мировоззрения не существует никаких состоятельных принципиальных аргументов против положительного ответа на наш вопрос»¹³.

Доклад вызвал огромный резонанс и стал событием в интеллектуальной жизни Москвы. Его популярное изложение было составлено сотрудницей Колмогорова Н. Г. Рычковой на основе ее собственных записей. Предваренное небольшим предисловием Колмогорова, это изложение было опубликовано в том же 1961 году журналом «Техника – молодежи» (см. [19])¹⁴. В начале следующего 1962 года обсуждение доклада было организовано Центральным домом литераторов; оно состоялось, с участием Колмогорова, 5 января. Засим последовала лекция «Жизнь и мышление как особые формы существования материи» в московском Политехническом музее 11 января 1962 г. (это здесь спрашивали лишний билет). И далее – лекция «Кибернетика в изучении жизни и мышления», состоявшаяся в Актовом зале высотного здания Московского университета 22 апреля 1964 г. (это тогда зал не мог вместить всех желающих). Содержание этих лекций отчасти отражено в [20] и [21].

Названной темой открылась серия из десяти лекций, прочитанных Колмогоровым в Актовом зале. Вот темы и даты остальных девяти лекций:

«Теория информации», 6 января 1965 г.;

¹⁰ Именно шестого, а не пятого, как ошибочно указано в некоторых изданиях.

¹¹ А не в Актовый зал, как ошибочно указывается в некоторых изданиях.

¹² Они были потом опубликованы, хотя и малым тиражом, см. [18].

¹³ Тезисы доклада перепечатываются в первом разделе настоящего сборника, сам доклад – в разделе «Приложения».– **Сост.**

¹⁴ Опубликованный в журнале текст, с несущественными редакционными изменениями, трижды перепечатывался: сперва в сборнике [6], затем в сборнике [11] и, наконец, – с учетом исправлений, внесенных в предисловие самим Колмогоровым в принадлежавшем ему экземпляре журнала, – в сборнике [25].

«Бесконечность в математике», 17 ноября 1965 г.;
 «Современная математика в школе и на практике», 12 октября 1966 г.;
 «50 лет Великого Октября и развитие математики», 4 октября 1967 г.;
 «Математические структуры и реальный мир», 2 октября 1968 г.;
 «Теория вероятностей (общий очерк ее истории и ее значение)», 29 октября 1969 г.;
 «Математика бесконечного и финитная математика с точки зрения их применений», 27 октября 1971 г.;
 «Математика в изучении произведений искусства», 25 октября 1972 г.;
 «Закономерность, случайность, вероятность и информация (логические основы теории вероятностей и теории информации)», 23 февраля 1977 г.

К этому списку примыкает яркая лекция «Что ожидает выбравшего математику?», прочитанная 1 марта 1975 г. в Конференц-зале гуманитарных факультетов МГУ (некоторые подробности о ней приведены в [37, с. 306–308]).

Многочисленные выступления Колмогорова с публичными лекциями иллюстрируют существенную черту его личности – его энергию, его активность. И не просто активность. Всем, чем занимался Колмогоров, он занимался увлеченно.

X

Колмогоров ни в малейшей степени не соответствовал традиционному образу кабинетного ученого. Его активность была многогранна. О физической, творческой, просветительской гранях мы уже говорили. Скажем еще о грани литературной. Колмогоров был чрезвычайно плодovit как автор – и это при том, что строк, не наполненных мыслью (как правило, весьма глубокой), у него не было. Список его публикаций, приведенный на с. 632–687 сборника «Колмогоров в воспоминаниях» [28], насчитывает несколько сот наименований. Его жена Анна Дмитриевна Колмогорова рассказывала Р. С. Черкасову, что в более молодые годы Андрей Николаевич «печатал [на пишущей машинке] такое множество различных текстов, что напечатанными листками были заполнены не только столы, диван и стулья, но полностью выслан весь пол комнаты» (см. [39, с. 596]).

Обширная педагогическая деятельность Колмогорова в качестве профессора Московского университета общеизвестна и не требует специальных разъяснений. Здесь он не только читал курсы лекций и вел семинары, но и учреждал новые дисциплины учебного плана, которые сам же наполнял содержанием. Он же был и первым лектором новых курсов. Так, в сентябре 1946 г. он впервые стал читать «Анализ III», а в феврале 1972 г. – «Введение в математическую логику»; именно Колмогорову оба эти предмета обязаны своим становлением как обязательных дисциплин на механико-математическом факультете. Существенная переработка учебных планов факультета, произведенная в 1963/64 учебном году, была основана на проекте, составленном Колмогоровым.

Прибавим работу в качестве преподавателя физико-математической школы-интерната при МГУ, носящей с 1989 года его имя. (Например, в

первом полугодии 1964 года его недельная нагрузка в ФМШ была такова: одна лекция, один кружок и восемь уроков!) Вспомним его участие в летних математических школах для школьников, в проведении школьных математических олимпиад. Не упустим из виду и организаторскую деятельность Колмогорова. Упомянутая только что школа-интернат была основана им в 1963 году. О его роли в создании журнала «Квант» и редакции издательства «Мир» мы уже говорили. Колмогоров являлся также создателем (1956 г.) и первым главным редактором журнала «Теория вероятностей и ее применения». На механико-математическом факультете Московского университета он создал и первым возглавил кафедру теории вероятностей (декабрь 1935 г.), лабораторию статистических методов¹⁵ (апрель 1963 г.¹⁶) и кафедру математической статистики (февраль 1976 г.). А Институт физики атмосферы РАН вырос из небольшой лаборатории турбулентности, созданной в 1946 году по инициативе Колмогорова (и возглавлявшейся им по 1949 год) в недрах существовавшего тогда Института теоретической геофизики АН СССР, руководимого О. Ю. Шмидтом.

Как уже отмечалось, понимать Колмогорова часто бывало трудно. Сам же Колмогоров понимал всех.

Колмогоров понимал всех аспирантов всех математических специальностей (являвшихся к тому же учениками самых различных научных руководителей), с которыми он считал своим долгом встречаться, когда руководил математической аспирантурой в Московском университете¹⁷. К этой своей обязанности (как, впрочем, и ко всем другим) Колмогоров относился очень серьезно и ощущал свою личную ответственность за ход научных занятий аспирантов, подведомственных ему, казалось бы, лишь административно. Будучи директором университетского Научно-исследовательского института, он встречался с каждым аспирантом ежемесячно для содержательных бесед по теме диссертации. Вряд ли кто-либо, кроме Колмогорова,

¹⁵ Впоследствии А. Н. Колмогоров добился придания этой лаборатории статуса межфакультетской.

¹⁶ С этого времени А. Н. Колмогоров – научный руководитель лаборатории статистических методов. В январе 1966 г. он был назначен заведующим названной лабораторией (сменив на этой должности Ю. К. Беляева). Одновременно он уступил заведование кафедрой теории вероятностей Б. В. Гнеденко, оставаясь, вплоть до 1976 года, профессором кафедры.

¹⁷ А. Н. Колмогоров руководил этой аспирантурой, по должности, в течение трех периодов своей жизни. Первый период продолжался с 22 декабря 1933 г. по 15 апреля 1939 г., когда Колмогоров был директором НИИ математики и механики при МГУ, а затем НИИ математики МГУ. Второй период – с 23 июня 1951 г. по 15 апреля 1956 г., когда он был сначала директором НИИ механики и математики МГУ, а затем (с 20 ноября 1953 г.) заведующим отделением математики механико-математического факультета МГУ. Наконец, со 2 июня 1978 г. до последних дней своей жизни он снова являлся заведующим отделением математики. После образования в 1953 году на механико-математическом факультете двух отделений (математики и механики) аспиранты-математики стали числиться при отделении математики, а до того числились при университетском Научно-исследовательском институте (математики и механики; математики; механики и математики).

мог решиться поставить перед собой такую задачу. Нечего и говорить, какое впечатление на аспирантов производили эти встречи и как полезны им были колмогоровские советы.

Колмогоров понимал всех диссертантов и всех оппонентов на заседаниях диссертационных советов. Когда в 1976 году на механико-математическом факультете были созданы диссертационные советы по двум группам математических специальностей, Колмогоров – единственный – стал членом обоих советов.

Колмогоров понимал всех докладчиков, которых ему доводилось слушать на всевозможных семинарах и конференциях, в которых он участвовал. Последняя большая конференция с участием Колмогорова – это двухдневные научные чтения в Московском университете в апреле 1983 г., посвященные его 80-летию. Колмогоров прослушал все двенадцать сделанных по его приглашению его учениками пятидесятиминутных докладов на темы теории динамических систем, механики, теории функций и теории вероятностей. С уходом Колмогорова из жизни многие научные собрания как бы поблекли: они потеряли единственного участника, активно и мгновенно понимавшего все, что на них говорилось.

Слушал и читал Колмогоров всегда заинтересованно и проницательно. Он не только быстро схватывал суть и обнаруживал погрешности, но иногда видел в докладе или статье такие глубины, которые были неизвестны, а подчас и недоступны, самому автору. «Колмогоров обладал исключительной работоспособностью и навыками чтения рукописей и книг не „построчно“, а схватывая содержание текста страницы „в целом“, замечая при этом все допущенные автором ошибки и неточности. На вопрос о том, как он добился таких возможностей, Андрей Николаевич отвечал кратко: „Нужна большая тренировка“» [39, с. 596].

XI

Колмогоров имел высокие понятия об этике ученого и претворял их в жизнь. Ему были свойственны предельная научная честность и объективность, скромность, отзывчивость и щедрость.

Объективность Колмогорова была особенно заметна на фоне его необычайной эмоциональности, даже страстности, в своих собственных ученых занятиях. При этом Колмогоров готов был содействовать исследованиям, не только ему не близким, но даже иногда прямо не симпатичным.

Его скромность проявлялась прежде всего в вопросах собственного приоритета. У него была всегда на минимуме оценка своего вклада и на максимуме – вклада конкурента. Впрочем, сам термин «конкурент» здесь мало уместен. Правильнее было бы сказать «коллега по профессии». Дело в том, что Колмогоров никогда не стремился кого-либо опередить. Напротив, он щедро делился своими мыслями.

Мы уже отмечали, что, сформулировав те или иные идеи, Колмогоров, как правило, не занимался их развитием, а переходил к новым областям. То же относится и к математическим результатам. Колмогоров не стремился к рекордам – или если и стремился, то на свой, колмогоровский лад, без чув-

ства соперничества. Совершив решающий прорыв, создав новые методы, преодолев принципиальные трудности, он нередко оставлял продвижение за несколько метров до финишной ленты – ему как бы переставало быть интересно. Слова «как бы» означают нашу неуверенность в истинных мотивах Колмогорова; очевидно лишь, что они заключались не в том, что ему не под силу было пройти то сравнительно небольшое расстояние, которое отделяло его от «рекордной» формулировки. Колмогоров рассматривал математику, прежде всего, как инструмент познания, как источник радостей и мук творчества – хотя и не отказывался признавать в занятиях математикой спортивный элемент. Однако правильно будет сказать, что если он и видел в этих занятиях черты спорта, то такого благородного спорта, как альпинизм, где соперником выступает природа. Повторим то, о чем говорилось в начале нашего очерка: состязательным спортом Колмогоров не занимался никогда.

Самые разные люди обращались к Колмогорову с самыми разными просьбами, и он, как правило, старался помочь. Он также старался, хотя это было и затруднительно, отвечать на многочисленные письма. Р. С. Черкасов вспоминает о письмах, которые поступали на адрес журнала «Математика в школе»: «Обычно они были адресованы непосредственно Андрею Николаевичу, и долгое время он отвечал на них сам, минуя редакционное оформление. <...> Позднее, когда у А. Н. Колмогорова ослабло зрение <...>, эти письма ему прочитывали, и он тут же диктовал ответ, который мы затем направляли адресату уже обычным для редакционной переписки путем» [39, с. 595]. А ведь по каким только адресам не писали Колмогорову! И на адрес Московского университета, и на адрес Академии наук, и на адрес школы-интерната; немалая доля писем шла к нему непосредственно по его домашнему адресу.

Молодых своих сотрудников Колмогоров, случалось, за свой счет возил на научные конференции, проходившие в других городах. Валютные средства, полученные в связи с присуждением ему в 1963 году международной премии Бальцана¹⁸, он в значительной степени потратил на организацию в Московском университете специализированной библиотеки по теории вероятностей и математической статистике и на последующее систематическое снабжение этой библиотеки иностранной литературой. (Надобно принять во внимание, что Колмогоров так и не получил от властей права свободно распоряжаться этими средствами, так что каждое их использование – будь то приобретение литературы или покупка лекарств – требовало преодоления бюрократических барьеров, вплоть до получения разрешения у заместителя министра финансов СССР.) Библиотека, существующая и сегодня, когда пишутся эти строки, начала функционировать с начала 1966 года. Еще до ее открытия, в 1964 году, на деньги Колмогорова было закуп-

¹⁸ Бальцановские премии были учреждены с целью отметить достижения в тех областях, которые не покрываются Нобелевскими премиями. В 1963 году состоялось первое присуждение премии по математике, и она была присуждена Колмогорову. Дальнейшие подробности о премиях Бальцана и о вручении премии Колмогорову см. в [28, с. 139, 345–348, 412].

лено много иностранных книг, а оплаченное им поступление иностранных журналов продолжалось с 1967 по 1993 год. До конца своих дней Андрей Николаевич живо интересовался делами библиотеки. Сейчас она представляет собою уникальное собрание специальной литературы по теории вероятностей и математической статистике, доступное для пользования всем заинтересованным читателям, начиная со студентов.

Со своими учениками Колмогоров не только делился идеями, не только подсказывал результаты, которые он провидел, – нередко он брал на себя значительную часть труда по редактированию и даже написанию текста статей. Фактически Колмогоров был соавтором многих статей своих учеников; однако он, как правило, воздерживался от включения себя в число формальных авторов. Высокое искусство Колмогорова как учителя состояло в умении создать у ученика впечатление, что именно он, ученик, и есть полноценный автор как результата, так и соответствующей публикации.

Традицию индивидуальной работы университетского профессора с учениками ввел в московскую (а возможно, и во всероссийскую) математику учитель Колмогорова Николай Николаевич Лузин. Колмогоров унаследовал и развил эту традицию. Как и для Лузина, для Колмогорова было естественно встречаться со своими студентами и аспирантами не только в университетских аудиториях и кабинетах, но и у себя дома (к Лузину ученики приходили имеющими постоянный состав небольшими группами в закрепленный за каждой группой день недели; к Колмогорову – без фиксированного расписания). Как и Лузин, Колмогоров общался со своими учениками и на прогулках (в случае Лузина это были короткие прогулки по московским улицам, когда Лузин, окруженный учениками, возвращался из университетского здания на Моховой в свою арбатскую квартиру; прогулки Колмогорова со своими учениками были более продолжительны, иногда многодневны, и всегда на природе – зимою на лыжах, а летом нередко пешком в горах или на лодке по воде).

Ввиду обычно завышенного мнения Колмогорова о собеседнике общение ученика с Колмогоровым – студента с профессором, аспиранта с научным руководителем – иногда бывало затруднительным. Эта затруднительность усугублялась чувством неловкости аспиранта по поводу того, что его великий учитель решаемую им, аспирантом, частную задачу понимал не только глубже аспиранта, что естественно, но и много детальнее, а зачастую даже лучше помнил, на чем прервалась предыдущая беседа. При этом случалось, что со своим аспирантом по математической логике и со своим аспирантом по гидромеханике Колмогоров разговаривал практически одновременно. Сам Колмогоров шутиливо говорил в 1983 году, что один из его учеников управляет атмосферой, а другой – океанами (он имел в виду директора Института физики атмосферы АН СССР академика А. М. Обухова и директора Института океанологии АН СССР члена-корреспондента А. С. Монина).

ХII

Андрей Николаевич Колмогоров не только внес личный уникальный вклад в науку и в распространение знаний. Он также создал одну из крупнейших в нашей стране научных школ. Среди его учеников мы видим математиков первой величины, получивших всемирное признание. (Сам Колмогоров был избран членом практически всех авторитетных научных сообществ мира.)

Колмогоров дарил окружающим его людям ни с чем не сравнимое, почти физическое ощущение непосредственного соприкосновения с гением.

Имя Колмогорова стоит в российской науке рядом с именами Ломоносова, Менделеева, Павлова. Он один из тех, кто подвигом своей жизни прославил Россию. С полным правом Колмогорова можно назвать российским национальным достоянием.

8 февраля 1995 г.; 26 января 1998 г.

Список литературы

1. *А. М. Абрамов*. О педагогическом наследии А. Н. Колмогорова // Успехи математических наук, 1988, т. 43, вып. 6, с. 39–74.
2. *П. С. Александров*. Комбинаторная топология. М.; Л.: ОГИЗ, 1947, 660 с.
3. *П. С. Александров*. Андрей Николаевич Колмогоров (к шестидесятилетию со дня рождения) // Вестник Московского университета. Серия I. Математика. Механика, 1963, №3, с. 3–6.
4. *П. С. Александров*. Несколько слов о проблемах Гильберта // [33], с. 7–10.
5. *П. Витаны, М. Ли*. Колмогоровская сложность: двадцать лет спустя // Успехи математических наук, 1988, т. 43, вып. 6, с. 129–166.
6. Возможное и невозможное в кибернетике / Под ред. акад. А. Берга, акад. Э. Кольмана; Сост. В. Д. Пекелис. М.: Издательство АН СССР, 1963, 222 с.
7. *И. М. Гельфанд*. Учитель и ученик // Известия, 1965, № 95.
8. *Д. Гильберт*. Математические проблемы // [33], с. 11–64.
9. *Ю. Л. Еришов*. Теория нумераций. М.: Наука. Физматлит, 1977, 416 с.
10. *А. А. Зализняк*. Русское именное словоизменение. М.: Наука, 1967, 370 с.
11. Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная / Отв. ред. акад. А. Берг, акад. Э. Кольман; Сост. В. Д. Пекелис. М.: Наука, 1968, 311 с.
12. *А. Н. Колмогоров*. Землевладение в новгородских пятинах XV века; О сборе налогов и порядке землепользования; Новгородское землевладение XV в. Первая часть; [Новгородское землевладение XV в. Вторая часть] // [27], с. 15–84.
13. *А. Н. Колмогоров*. О принципе tertium non datur // Математический сборник, 1925, т. 32, № 4, с. 646–667. (Перепечатано в [22], с. 45–69.)
14. *А. Н. Колмогоров*. [Письмо в редакцию] // Строительство Москвы, 1936, № 19, с. 27.
15. *А. Н. Колмогоров*. Об одном новом подтверждении законов Менделя // Доклады АН СССР, 1940, т. 27, № 1, с. 38–42. (Перепечатано в [23], с. 209–214.)
16. *А. Н. Колмогоров*. Математика // Большая Советская Энциклопедия. 2-е изд. М.: БСЭ, 1954, т. 24, с. 464–483. (Перепечатано почти без изменений в [26], с. 24–85, и, в отредактированном А. П. Юшкевичем виде, в [30], с. 7–38.)
17. *А. Н. Колмогоров*. Общая теория динамических систем и классическая механика // Proc. Internat. Congress Math. 1954, v. 1, p. 315–333; также в кн.: Труды Международного математического конгресса, Амстердам, 1954 г.: Обзорные докла-

- ды. М.: Издательство АН СССР, 1961, с. 187–208. (Перепечатано в [22], с. 316–332.)
18. *А. Н. Колмогоров*. Автоматы и жизнь: Тезисы доклада // Машинный перевод и прикладная лингвистика, 1961, вып. 6, с. 3–8¹⁹.
 19. *А. Н. Колмогоров*. Автоматы и жизнь // Техника – молодежи, 1961, № 10, с. 16–19; № 11, с. 30–33. (Перепечатано в [6], с. 10–29, в [11], с. 12–31, и, с учетом исправлений А. Н. Колмогорова в его предисловии, в [25], с. 43–62.)
 20. *А. Н. Колмогоров*. Жизнь и мышление с точки зрения кибернетики: Тезисы доклада на объединенной теоретической конференции философских (методологических) семинаров по философским вопросам кибернетики. М., 1962, 11 с. (Академия наук СССР. Научный совет по философским вопросам естествознания.)
 21. *А. Н. Колмогоров*. Жизнь и мышление как особые формы существования материи // [32], с. 48–57.
 22. *А. Н. Колмогоров*. Избранные труды. Математика и механика. М.: Наука, 1985, 470 с.
 23. *А. Н. Колмогоров*. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Наука, 1986, 534 с.
 24. *А. Н. Колмогоров*. Теория информации и теория алгоритмов. М.: Наука, 1987, 304 с.
 25. *А. Н. Колмогоров*. Математика – наука и профессия / Сост. Г. А. Гальперин. М.: Наука. Физматлит, 1988, 288 с. (Библиотечка «Квант», вып. 64.)
 26. Математика в ее историческом развитии / Под ред. В. А. Успенского; Сост. Г. А. Гальперин. М.: Наука. Физматлит, 1991, 223 с.
 27. *А. Н. Колмогоров*. Новгородское землевладение XV века; *Л. А. Бассалыго*. Комментарий к писцовым книгам Шелонской пятины / Предисл. В. Л. Янина. М.: Наука. Физматлит, 1994, 128 с.
 28. Колмогоров в воспоминаниях / Ред.-сост. А. Н. Ширяев. М.: Наука. Физматлит, 1993, 734 с.
 29. *П. С. Кузнецов*. Из автобиографических записок // Успехи математических наук, 1988, т. 43, вып. 6, с. 197–208.
 30. Математический энциклопедический словарь / Гл. ред. Ю. В. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1988, 848 с.
 31. *С. П. Новиков*. Воспоминания об А. Н. Колмогорове // Успехи математических наук, 1988, т. 43, вып. 6, с. 35–36.
 32. О сущности жизни. М.: Наука, 1964, 351 с.
 33. Проблемы Гильберта / Под общ. ред. П. С. Александрова. М.: Наука. Физматлит, 1969, 239 с.
 34. *В. А. Успенский*. Системы перечислимых множеств и их нумерации // Доклады АН СССР, 1955, т. 105, № 6, с. 1155–1158.
 35. *В. А. Успенский*. К определению падежа по Колмогорову // Бюллетень Объединения по проблемам машинного перевода. М., 1957, № 5, с. 11–18. (Первый московский гос. педагогич. ин-т иностр. языков.)
 36. *В. А. Успенский*. Серебряный век структурной, прикладной и математической лингвистики в СССР и В. Ю. Розенцвейг: Как это начиналось (заметки очевидца) // Wiener slawistischer Almanach, 1992, Sonderband 33, S. 119–162.
 37. *В. А. Успенский*. Колмогоров, каким я его помню // [28], с. 280–384.
 38. *В. А. Успенский*. Предварение для читателей «Нового литературного обозрения» к Семиотическим посланиям Андрея Николаевича Колмогорова // Новое литературное обозрение, 1997, № 24, с. 122–215²⁰.

¹⁹ Перепечатывается в первом разделе настоящего сборника. – Сост.

39. *P. С. Черкасов*. Колмогоров и школьное математическое образование // [28], с. 583–604.
40. *А. М. Яглом*. Турбулентность // [22], с. 421–433.
41. *В. Л. Янин*. Колмогоров как историк // Успехи математических наук, 1988, т. 43, вып. 6, с. 189–195.
42. *В. Л. Янин*. Предисловие к кн. [27], с. 3–14.
43. *R. Abraham, J. E. Marsden*. Foundations of Mechanics. 2nd ed. Reading, Mass.: The Benjamin/Cummings Publ. Co., 1978, XII + m. XVI + 806 p.
44. *A. Kolmogoroff*. Une série de Fourier – Lebesgue divergente presque partout // Fundamenta mathematicae, 1923, t. 4, p. 324–328. (Рус. перевод: Ряд Фурье – Лебега, расходящийся почти всюду // [22], с. 8–11.)
45. *A. N. Kolmogorov*. On the principle of excluded middle // [49], p. 416–437. (Перевод с рус. на англ. статьи [13].)
46. *A. N. Kolmogorov*. The general theory of dynamical systems and classical mechanics // [43], p. 741–757. (Перевод с рус. на англ. статьи [17].)
47. *M. Li, P. Vitányi*. An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications. Berlin; New York; Heidelberg: Springer Verlag, 1993, XIII + 546 p.
48. *V. A. Uspensky*. Kolmogorov and mathematical logic // Journal of Symbolic Logic, 1992, v. 57, No. 2, p. 385–412.
49. *J. van Heijenoort*. From Frege to Gödel. A Source Book in Mathematical Logic, 1879–1931, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1967, XII + 660 p.
50. *O. Watanabe* (ed.). Kolmogorov Complexity and Computational Complexity // Berlin, New York, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992, 105 p.

²⁰ Два параграфа из этой статьи перепечатываются в первом разделе настоящего сборника. – **Сост.**

Л. В. Канторович

Автобиография

Родился в Ленинграде (Петербурге) 19 января 1912 года. Отец, Виталий Канторович, врач, умер в 1922 году. Мать, Паулина (урожденная Закс), уделила много внимания заботам обо мне и моему развитию. Одни из первых событий, сохранившихся в памяти: февральская и октябрьская революции 1917 года, разруха и голод, поездка на год в провинцию (Белоруссия) во время гражданской войны. После возвращения в Ленинград, в 1920 году, возобновил занятия в школе. К этому времени относится первый период интереса к наукам (математика, астрономия, химия), первые проявления самостоятельной мысли. В последних классах школы увлекался шахматами, но после поступления на математическое отделение университета (в 1926 году) основным увлечением стала наука, впрочем, не только точные науки – с интересом слушал лекции по политэкономии, несколько лет посещал яркие лекции по новейшей истории академика Е. В. Тарле.

В университете слушал лекции и работал в семинарах В. И. Смирнова, Г. М. Фихтенгольца, Б. Н. Делоне; моими товарищами по университету были И. П. Натансон, С. Л. Соболев, С. Г. Михлин, В. Н. и Д. К. Фаддеевы.

Научная деятельность моя началась со второго курса университета с довольно абстрактных разделов математики: теории множеств и теории вещественных функций. Наиболее значительным из студенческих работ был цикл работ по аналитическим операциям над множествами и проективным множествами (1929–1931), где, в частности, были решены некоторые проблемы, поставленные Н. Н. Лузиным. Об этих работах я докладывал на I Всесоюзном математическом съезде в Харькове в 1930 г. Это был значительный эпизод в моей жизни, там я свел знакомства с выдающимися советскими математиками С. Н. Бернштейном, П. С. Александровым, А. Н. Колмогоровым, А. О. Гельфондом и другими, встретился с присутствующими в качестве гостей Адамаром, Монтелем, Бляшке.

Для петербургской школы более характерно было сочетание теоретических исследований с прикладными. После окончания университета, в том же 1930 году, одновременно с началом преподавательской, а вскоре профессорской деятельности в высшей школе я продолжил свою научную работу уже в прикладном направлении. К этому побуждало и развертывание индустриализации страны, создавшее атмосферу подъема и интенсивного разви-

© Институт математики СО РАН, 1982. Опубликовано в сборнике «Оптимизация», 1982, вып. 28(45), с. 50–57. Автобиография была представлена в Нобелевский комитет в связи с присуждением Л. В. Канторовичу премии по экономике в 1975 г.

тия научно-технических исследований, контакт с учеными, техниками. В значительной степени в этой связи возникли такие работы, как «новый метод приближенного конформного отображения», новый вариационный метод, позволяющий приближенно заменять уравнения в частных производных на систему обыкновенных дифференциальных. Эти работы до сих пор находят применение в механике и технике и получили завершение в монографии (1936) «Приближенные методы высшего анализа» (соавтор В. И. Крылов, переведена на иностранные языки). К этому времени я получил должность полного профессора и был утвержден в этом звании (1934), а также (в 1935 г.) получил степень доктора физико-математических наук; в тот момент ученые степени были вновь введены в Советском Союзе после многолетнего перерыва. Моя работа была связана с Ленинградским университетом и со Строительным институтом.

Параллельно или пересекаясь с прикладными, у меня шли теоретические исследования. 30-е годы – это время интенсивного развития функционального анализа, ставшего одной из фундаментальных дисциплин современной математики, в том числе и я, также заинтересовались этой областью, начали по инициативе В. И. Смирнова с коллективного изучения новых работ в этой области. Однако вскоре появились собственные исследования.

В частности, мои усилия (1935) здесь в основном относились к новому направлению, одним из инициаторов которого я был, – систематическому изучению функциональных пространств, в которых определено для некоторых пар элементов (но не для всех!) упорядочение: частично-упорядоченные пространства, или К-пространства. Эта теория оказалась плодотворной и примерно в те же годы стала развиваться также в США, Японии, Голландии. Первая сводная монография по этой теории была издана (соавторы Б. З. Вулих, А. Г. Пинскер) в 1950 году, когда эта область уже не была в центре моих интересов. Однако многие мои ученики и коллеги в СССР до сих пор плодотворно развивают это направление.

По этой тематике я имел контакты с Дж. фон Нейманом, Г. Биркгофом, Таккером, М. Фреше и другими математиками, с которыми я встретился на Московской топологической конференции (1935). Один из мемуаров по этой теории, посвященный функциональным уравнениям, был опубликован по приглашению Карлемана в журнале «Acta mathematica», Стокгольм.

Мои работы по функциональному и прикладному анализу резко различались по своему характеру: теоретические первые и весьма конкретные и практические – вторые, в каждом случае я имел дело с различным кругом коллег и учеников, с разными интересами. Какой-то отрезок времени эти две области интересов у меня были в известной мере лишь механически объединены. Однако в дальнейшем, и в полной мере в послевоенный период, мне удалось установить разнообразные связи между ними, показать возможность широкого применения идей функционального анализа для развития вычислительной математики. Эти несколько циклов исследований объединены в работе, само название которой казалось тогда парадоксальным – «Функциональный анализ и прикладная математика». Впоследствии они нашли место в монографии по функциональному анализу (1959) (соав-

тор Г. П. Акилов). Эти работы сыграли определенную роль в развитии вычислительной математики. Данный цикл работ был удостоен в 1949 году Государственной премии.

Однако вернусь к 30-м годам. Прежде всего, к этому времени (1938) относится перемена в личной жизни – женитьба, жена Наталия, врач по профессии. К этому же времени относится начало моего увлечения другой наукой – экономикой. Некоторый интерес к экономике у меня был и раньше, но непосредственно я занялся экономическими проблемами в конце 30-х годов. Всем было ясно значение экономических факторов в условиях развивающейся мировой войны. Однако непосредственно начало моей работы в области экономики было связано со сравнительно случайным поводом. Ко мне как профессору и заведующему отделом исследовательского института университета обратились за консультацией сотрудники прикладного учреждения (лаборатории фанерного треста), которым требовалось решить экстремальную задачу о распределении нескольких номенклатур материала между станками с достижением наибольшей производительности при некоторых производственных ограничениях.

Эта задача не допускала решения с помощью известных общих рекомендаций анализа, так как она сводилась к нахождению максимума линейной функции на многограннике, описанном также линейными неравенствами. Рекомендуемое сравнение значений функции в вершинах его было неосуществимо, так как даже в указанной простой задаче могло быть до миллиарда вершин. Оказалось, что эта задача является не случайной, я обнаружил большое число разнообразных по содержанию задач, имеющих аналогичный математический характер: наилучшее использование посевных площадей, выбор загрузки оборудования, рациональный раскрой материала, использование сырья, распределение транспортных грузопотоков, использование ресурсов для строительной программы. Это настойчиво побуждало меня к поиску эффективного метода их решения. Такой метод, навеянный идеями функционального анализа, названный мною методом разрешающих множителей, позволил дать характеристику оптимального решения и эффективный метод направленного последовательного перехода для получения решения. Отмечу, что одна из этих задач – о грузопотоках – ставилась раньше А. С. Толстым (и позже Хичкоком) и даже частично реализовалась. Однако она решалась эвристически, здесь же давался метод, гарантирующий наилучшее решение.

Изложению постановки этого класса задач и метода их решения, а также первому обсуждению экономического смысла их была посвящена вышедшая в 1939 году в самый канун мировой войны в издательстве Ленинградского университета моя брошюра «Математические методы организации и планирования производства». Эта брошюра, содержащая, по существу, основные идеи линейного программирования и метод решения их, близкий по характеру к симплекс-процедуре Данцига, оставалась многие годы неизвестной на Западе. Там Т. Купманс, Д. Данциг и другие пришли к этим идеям в более развернутой постановке несколько позже своим путем. Впрочем, их работы также оставались для меня неизвестными до середины 50-х годов.

Мне сразу стали ясными широкие перспективы, которые открывала эта работа. Ее можно было продолжать в трех направлениях:

1. Дальнейшее развитие методов решения этих экстремальных задач и их обобщений, применение к отдельным классам задач с учетом специфики тех отраслей, к которым они относятся, и их практическое внедрение.

2. Математическое обобщение этого класса задач, например нелинейные задачи, а также применение этих методов к экстремальным проблемам самой математики, механики и техники.

3. Распространение методов описания и анализа технологических и технико-экономических задач на анализ общих экономических систем с применением к вопросам планирования на уровне отрасли, территории, народного хозяйства, а также для анализа экономических показателей.

Хотя некоторые шаги были предприняты в отношении первых двух направлений (выполненные в то время работы были частично опубликованы тогда же, частично после войны), однако наиболее увлекло меня третье направление — общеэкономические проблемы. Стало ясно, какие широкие перспективы и новые возможности открываются в совершенствовании планирования, а также в построении объективных экономических показателей. Именно, стало ясно, что разрешающие множители, которые я использовал для расчета решения, имеют глубокий экономический смысл и могут использоваться как средство научно обоснованного исчисления ценностных и рентных показателей, увязанных с планом.

Однако эти исследования были прерваны войной. Во время войны я работал в составе Военно-морского флота в должности профессора учебного института, готовящего инженеров-офицеров флота, а также был занят некоторыми связанными с институтом прикладными исследованиями. Около полугода я с семьей находился в блокированном Ленинграде, был эвакуирован и вместе с учреждением вернулся в Ленинград в 1944 году. Впрочем, и в эти годы удалось выделить некоторое время для продолжения экономической работы, и мною была написана рукопись, представлявшая первоначальный вариант будущей книги 1959 года, а также сделан ряд докладов по ней. По возвращении в Ленинград (1944) я работал в университете, а также в Математическом институте АН СССР, где заведовал отделом приближенных вычислений.

В этот период я руководил проведением различных конкретных прикладных и расчетных работ, связанных с проблемами физики, механики и техники. Наряду с развитием численных методов, в частности в упоминавшихся работах по применению функционального анализа, широко использовал машинную технику в научных вычислениях, сначала на перфорационных машинах Голлерит (на них, например, был проведен расчет большого комплекта таблиц бесселевых функций одновременно с расчетом в США на Эниаке), а с начала пятидесятих годов — на электронных машинах советского производства. К этому времени относится начало моих работ в области машинного программирования, разработанная моими сотрудниками система крупноблочного программирования, одна из первых в мире разработок по автоматизации программирования, а также были сделаны

некоторые изобретения по конструкции вычислительных машин, частично реализованные.

В то же время я продолжал продвигать свои экономические исследования. Заслуживает упоминания работа, проведенная в 1948–1950 гг. на Ленинградском вагоностроительном заводе, под моим руководством, геометром В. А. Залгаллером, где расчет рационального раскроя с применением методов линейного программирования был полностью реализован и дал большую экономию. В вышедшей в начале 1951 года нашей монографии, обобщающей этот опыт, дается не только более систематическое изложение алгоритмов линейного программирования, но также используется для этих задач (независимо от Беллмана) идея динамического программирования (задача о раскрое) и комбинирование его с линейным.

В середине 50-х годов возник повышенный интерес к вопросам совершенствования хозяйственного управления, использованию вычислительных машин, создались более благоприятные условия для продвижения и развития работ по применениям математических методов, в том числе и к общим экономическим и плановым проблемам. К этому времени относятся ряд моих докладов и публикаций, а также подготовка к изданию книги «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов», вышедшей в 1959 г. Эта книга содержит уже развернутое изложение оптимального подхода к таким основным проблемам, как планирование, ценообразование, рентные оценки, эффективность капиталовложений, проблемы хозрасчета и децентрализации решений. К этому же времени относится установление контактов с зарубежными учеными в этой области. В частности, в результате переписки по инициативе профессора Купманса была переведена моя работа 1939 года, вскоре была переведена на иностранные языки и вторая моя книга. Опубликование этой книги имело большое значение, так как широкие круги экономистов получили возможность ознакомиться с этими взглядами.

Однако и после этого они далеко не сразу получили признание, многими экономистами они не были приняты. Вызывала сомнение сама возможность математического описания экономической структуры, кажущееся расхождение с принципом трудовой теории. Однако проведенная достаточно широкая и свободная дискуссия по вопросам применения математических методов исследования на специальном совещании, организованном Академией наук, где с основными докладами выступили, кроме меня, проф. В. В. Новожилов и В. С. Немчинов и где приняли участие ряд виднейших советских математиков, убедительно показала оправданность этих методов и дала полные права гражданства новому направлению в нашей экономике. Определенное значение имело и то, что к этому времени уже был накоплен некоторый положительный опыт применения методов линейного программирования в различных отраслях хозяйства. Эта область привлекла ряд молодых талантливых ученых, началась подготовка экономистов-математиков (или экономистов-кибернетиков) в Ленинграде, Москве и некоторых других центрах. Важным моментом было то, что при создании Сибирского отделения АН СССР, где были особенно благоприятные условия для развития новых направлений науки, было предусмотрено соз-

дание специальной Лаборатории по применению математики в экономике, которой руководили В. Немчинов и я. Ядро ее было подготовлено в Ленинграде и в Москве, при переезде в Новосибирск она вошла как самостоятельное отделение в Институт математики СО АН СССР, руководимый акад. С. Л. Соболевым. В связи с этим я в 1960 году переехал в Новосибирск, будучи в 1958 году избран членом-корреспондентом АН. Работа в области оптимального планирования ширилась. В Новосибирске это направление заняло большое место в Институте экономики, куда переехал талантливый молодой ученый и блестящий организатор А. Г. Аганбегян. В моем коллективе вырос ряд талантливых экономистов и математиков, работающих по развитию математических методов оптимизации и их реализации на машинах, по оптимизационным экономическим моделям (Г. Ш. Рубинштейн, В. А. Булавский, В. Л. Макаров, М. И. Вирченко, В. А. Кардаш). В частности, в это время мною совместно с В. Л. Макаровым было проведено большое исследование по динамическим оптимизационным моделям, направленное на решение задач перспективного планирования. Был выполнен ряд масштабных конкретных работ по рациональной загрузке металлургических станков, структуре машинно-тракторного парка, использованию орошаемых земель.

В Москве был создан большой Центральный экономико-математический институт (директор Н. П. Федоренко), который в основном был направлен на развитие нового направления экономической науки.

Несмотря на продолжительные дискуссии и критику, указанное направление получало все большее признание в научных кругах и правительственных органах. Важным свидетельством этого было присуждение В. В. Новожилову, В. С. Немчинову и мне (1965) Ленинской премии по экономике.

Незадолго до этого (1964) я был избран действительным членом Академии наук по отделению математики.

Работы по общим экономическим проблемам (ценообразование, эффективность капиталовложений, планирование, управление экономикой) потребовали постоянного контакта с научными институтами Москвы и экономическими учреждениями. С этим был связан мой переезд в Москву в 1971 году.

В настоящее время я руковожу проблемной лабораторией Института управления народным хозяйством, где проходят ознакомление с новыми методами управления руководящие работники министерств и ведомств. Я веду также консультативную работу в Государственном комитете по науке и технике и других ведомствах.

Наряду с прежними темами в настоящее время изучаю экономические проблемы научно-технического прогресса. Принимаю участие в конгрессах и симпозиумах, проводимых в СССР и за границей.

А. Н. Колмогоров, В. А. Залгаллер

Леонид Витальевич Канторович
(к 70-летию со дня рождения)

Наука стала одной из производящих сил общества, научные исследования ведутся сейчас широко, в них участвуют тысячи специалистов. Особенно возрастает при этом роль ведущих ученых, обогащающих науку фундаментальными результатами и новыми направлениями. К их числу принадлежит академик Леонид Витальевич Канторович. Выдающийся математик и экономист, обогативший и математику, и экономическую науку результатами первостепенного значения, он является также одним из видных организаторов советской науки.

Л. В. Канторович родился 19 января 1912 г. в семье врача. Самостоятельно и очень рано Леонид Витальевич занялся математикой. В 14 лет он становится студентом Ленинградского университета, который заканчивает в 18 лет. Уже студентом второго – третьего курсов, активно участвуя в научных семинарах, он выполняет свои первые научные работы по дескриптивной теории множеств, привлекавшей внимание многих математиков. Затем он обращается к функциональному анализу, молодому тогда разделу математики. Здесь Л. В. Канторовичу принадлежат многие результаты. В их числе – создание теории полуупорядоченных пространств, названных в его честь К-пространствами. С тех пор эти разделы математики заметно выросли. Но и сейчас в них существенно используются результаты Канторовича, а функциональный анализ и теорию К-пространств многие изучают по изданным на нескольких языках книгам, написанным им совместно с его учениками.

Умение постоянно ощущать обращенные к науке запросы окружающей жизни и глубоко понимать внутренние связи самой математики создали то опережающее проникновение в перспективы науки, которое позволяет Леониду Витальевичу выбирать самые развивающиеся разделы для приложения своих сил и столь успешно направлять усилия других специалистов.

От функционального анализа Л. В. Канторович переходит к вычислительной математике. В то время еще не было ни ЭВМ, ни вычислительных центров; методические возможности вычислительной математики также были скромными. Леонид Витальевич заметно усилил их, причем как раз к тому моменту, когда появились ЭВМ и вычислительные центры. В своих работах, развивавших связь функционального анализа и прикладной мате-

матики, Леонид Витальевич исходил из убеждений, что разумное обобщение позволяет яснее увидеть суть дела и нередко получать более точный результат, чем при индивидуальном рассмотрении задачи, и что наличие хороших приближенных методов способно помочь устанавливать существование и свойства точных решений. За научные работы этого направления Л. В. Канторович удостоен Государственной премии 1949 г. Многие вычислители и сейчас учатся по книге «Приближенные методы анализа», написанной им совместно с В. И. Крыловым.

Наряду с приближенными методами Леонид Витальевич занимался и непосредственной организацией вычислительных работ. При этом он творчески использовал еще беспрограммные релейные машины, изобрел некоторые усовершенствования для них, затем перешел к работам на первых ЭВМ, руководил разработками в области программирования, постановки на ЭВМ аналитических вычислений, микропрограммирования.

К экономическим проблемам Л. В. Канторовича привлекли также совершенно конкретные вопросы. Студентом он ездил на практику как экономист-статистик; как сотрудник Математического института при Ленинградском университете встречался с обращайтесь за консультациями практическими работниками: с одним он беседовал о загрузке станков, с другим – о практике лесопиления, с третьим – о маршрутах транспортных перевозок. Математическое обобщение, осознание единства целого круга задач, не находивших должных методов решения в арсенале классической математики, привели Леонида Витальевича к созданию большого нового направления в математике и экономике. Это направление получило позже название линейного программирования.

Речь идет о поиске наилучшего решения в ситуациях, когда на конечное число переменных накладывается целый ряд линейных ограничений, а переменным надо придать значения, которые, не нарушая этих ограничений, придавали бы наибольшее значение некоторому показателю (тоже линейно зависящему от этих переменных). Леонид Витальевич в 1938 г. выделил этот класс задач и предложил для них путь решения. В 1939 г. в издательстве Ленинградского университета вышла написанная Л. В. Канторовичем брошюра «Математические методы организации и планирования производства», ставшая классической работой нового научного направления. Леонид Витальевич раскрыл широту применимости этих методов: выбор вариантов загрузки станков, рациональный раскрой материалов, оптимальные кормовые смеси, маршрутизация перевозок, множество других применений. Эта работа была оценена не сразу – началась Великая Отечественная война. С опозданием перекрывались за рубежом результаты этого направления.

В 1959 г. в книге «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов» Леонид Витальевич с максимальной полнотой раскрывает экономическую значимость этих методов. Здесь он выступает уже не только как математик, а одновременно – как ученый-экономист, глубоко проникающий в природу экономических зависимостей, способный дать их анализ, ведущий к реальным, практическим и эффективным результатам. Он анализирует широкие вопросы выбора вариантов технологических процессов, промышленных перевозок, размещения посевов, обновления оборудования.

ния, эффективности вложений, формирования оптовых цен, общей структуры экономических показателей, способных служить эффективной основой хозяйственного расчета и ориентировать на принятие решений в народнохозяйственных интересах.

Эти работы Леонида Витальевича получили общесоюзное, а затем и мировое признание. В 1965 г. Л. В. Канторович удостоен Ленинской премии (совместно с В. С. Немчиновым и В. В. Новожиловым). В 1975 г. ему (совместно с американским математиком Т. Купмансом) присуждена Нобелевская премия по экономике.

Сейчас линейное программирование изучают на всех экономических и математических факультетах, о нем сообщается в школьных учебниках. Каждый вычислительный центр включает эти методы в свое программное обеспечение, которое постоянно совершенствуется. Экономический анализ немыслим без их применения. Расчетной обработке подвергаются огромные массивы данных. Так, в расчетах по оптимизации загрузки прокатных станов страны, проводившихся под руководством Леонида Витальевича, фигурировало более миллиона переменных.

Л. В. Канторович – профессор с 1934 г., доктор физико-математических наук с 1935 г., член-корреспондент АН СССР с 1958 г., академик с 1964 г.

В военные годы Леонид Витальевич в кадрах флота – он начальник кафедры, преподает в блокаде Ленинграде; в 50-е годы заведует Отделом приближенных вычислений в Математическом институте им. В. А. Стеклова АН СССР; в 60-е годы участвует в создании академического центра в Новосибирске, является руководителем отдела и заместителем директора Института математики Сибирского отделения АН СССР; в 70-е годы – профессор Института управления народным хозяйством в Москве, участвует в переподготовке кадров и в работе комиссий АН СССР, обсуждающих направление и этапы совершенствования планирования и управления экономикой. Сейчас Леонид Витальевич – член Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике, заведующий отделом и руководитель научного направления во Всесоюзном научно-исследовательском институте системных исследований.

В своей деятельности Л. В. Канторович уделяет большое внимание вопросам высшего и среднего математического образования, является членом редакционного совета журнала «Квант».

Заслуги Леонида Витальевича кроме высоких научных премий и званий отмечены двумя орденами Ленина, тремя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета» и медалями.

Многие отечественные и иностранные научные общества избрали его своим почетным членом. Леонид Витальевич Канторович является иностранным членом Академий наук Венгрии, Югославии, Академии наук и искусств США (Бостон), членом-корреспондентом Академии наук Мексики, почетным доктором университетов Глазго, Варшавы, Гренобля, Ниццы, Мюнхена, Хельсинки, Парижа (Сорбонна), Кембриджа, Пенсильвании, Статистического института в Калькутте, входит в редакционные коллегии ряда советских и зарубежных журналов.

А. И. Полетаев

«Военная кибернетика», или Фрагмент истории отечественной «лженауки»

В деятельности, связанной с легализацией кибернетики в СССР, принимали участие многие. Одни работали в чисто академической, профессиональной среде, другие – более публично. Моему отцу – Игорю Андреевичу Полетаеву – выпало совмещать эти два жанра. Его успешная деятельность по популяризации кибернетики в 50-е годы принесла ему в то время известность и определенное признание. Однако кроме популяризации новой науки, он также участвовал и в ее развитии. Сейчас это уже история, а почти любое обращение к истории – это – в большей или меньшей степени – мифотворение. Каждый вспоминает *так* и *то*, что он видел со своей точки (иногда и кочки) зрения. Сознывая это, я все же не хочу уходить от тех воспоминаний детских и юношеских лет, которые отпечатались в памяти, но буду придерживаться достоверных фактов и документов, которыми располагает архив Игоря Андреевича. Время и само дело были интересными, хочется верить, что вспомнить или узнать об этом некоторым будет приятно, а другим – может быть, даже полезно.

Игорь Андреевич Полетаев родился в 1915 году, второго февраля, в 1930 году закончил обычную школу (одновременно музыкальную школу – по классу фортепьяно). Обычная школа была семилетней, но интересной – преподавали три языка, кроме русского: немецкий, французский и английский. Устроился работать на завод «Динамо» электриком, в лабораторию, которая испытывала оборудование разрабатываемых электропоездов. Параллельно как волонтер участвовал в испытаниях первых телевизионных систем. Бодрым комсомольским строем шагает на прием в школу пехотных командиров, но... не проходит медкомиссию из-за повышенной температуры (40,5°C) – неожиданный приступ малярии увел его от очевидной военной карьеры того времени. С энтузиазмом участвовал в атеистических комсомольских рейдах по деревням Подмоскovie. За что и был бит местными («но не очень сильно», по его свидетельству). Участвует в театральном кружке на родном заводе, продолжая традицию родителей – актеров-любителей. В 1933 году с некоторым трудом (после семилетки) поступил в Московский энергетический институт, который закончил в 1938 г. Закопал свой актерский талант (!) – как сказал худрук театрального кружка «Динамо».

В МЭИ скоро становится одним из наиболее заметных студентов своего

факультета. Как рыба в воде находится в атмосфере студенческой тотальной иронии и сарказма. Стихи, стенгазеты, карикатуры, походы на самодельных байдарках по диким в то время рекам – Чусовой и Свияге. Хочется отметить двух человек, которых неоднократно упоминал в своих рассказах Игорь Андреевич, вспоминая студенческие годы. Это, во-первых, Валентин Александрович Фабрикант, который являлся учителем Игоря Андреевича в области физики, и Ян Николаевич Шпильрайн – математик и декан физико-энергетического факультета МЭИ. Игорь Андреевич считал себя многим ему обязанным в области математического образования.

После окончания Московского энергетического института в 1938 году Игорь Андреевич поступил в аспирантуру Всесоюзного энергетического института (ВЭИ). Аспирантская работа была посвящена исследованию физики электрического разряда в разреженных парах ртути. Его научным руководителем в тот период был Борис Николаевич Клярфельд, тогда кандидат технических наук, впоследствии профессор.

Последний год аспирантуры – 1941, первые за три года каникулы, взятые для написания диссертации и сидения с годовалой дочкой – Ингой. И то, и другое через две недели было прервано войной. С начала июля 1941 по февраль 1945 Игорь Андреевич – в частях противовоздушной обороны, защищавших Москву. Зимовал в лесу под Москвой в 1941–42 гг. В голод трясущимися руками подстрелил лося, который и поддерживал всю батарею. Весной 1942 года Игорь Андреевич получил множественное осколочное ранение под Истрой. За несколько секунд до взрыва атеист И. А. Полетаев слышит голос покойной матери: «Игорь! Стой!» Два шага крещеного атеиста, за ними – взрыв и госпиталь. В весеннем наступлении под Москвой не участвовал. Остался жив. После госпиталя служил в 1-й Гвардейской дивизии войск ПВО, стал инженером дивизии, отвечал за то, что тогда называлось службой радиотехнического обнаружения.

В 1945 году, с февраля по ноябрь, Игорь Андреевич находился за границей, в США, где в составе так называемой «Военно-торговой делегации» он проходил по американской программе курс обучения обращению с той радарной техникой, которая тогда поставлялась по ленд-лизу. Кого попало на такое дело не посылали. В архиве хранится характеристика из политотдела дивизии, в которой беспартийный лейтенант И. А. Полетаев признан верным делу Ленина – Сталина и годным для выполнения возложенных задач. Вторая официальная задача торговой миссии заключалась в том, что она осуществляла и планировала закупки электронного оборудования, которое было необходимо для организации электронной промышленности и разработки соответствующей техники. Планирование – в условиях резкого дефицита времени и информации.

После окончания войны и после смерти президента США Ф. Рузвельта боевая дружба двух стран стала гаснуть, и все члены делегации досрочно возвратились в СССР. Впереди была холодная война. Обученные и воспитанные в США специалисты нужны были на родине для укрепления обороны... уже против нового противника. Старший инженер-лейтенант И. А. Полетаев работает в НИИ ГАУ. Занимается анализом трофейной технической документации (сработали навыки, полученные в США, и знание язы-

ков). Параллельно он заканчивает свою диссертационную работу и защищает ее в 1948 году в ВЭИ. Работа посвящена физике газового разряда. Один из оппонентов его диссертации – известный ученый, Вениамин Львович Грановский. Затем Игорь Андреевич переключается на разработку радиолокационных систем.

Как теперь я знаю, он занимался разработкой систем селекции движущихся целей: перемещающийся самолет надо уметь отличать от неподвижной помехи, которую он сам установил. Взятая сама по себе, такая задача является разновидностью задачи узнавания. Решение ее использует эффект Доплера (либо продольный, либо поперечный) – частотное смещение сигналов, отраженных от движущихся объектов. И. А. Полетаев предложил и реализовал принцип когерентного гетеродинирования, который до сих пор используется как в радиолокации, так и в сонарных системах. Закрытые свидетельства об изобретениях, премии, предложение докторантуры в ранних 50-х... но Игоря Андреевича занимают уже другие проблемы. Это вопросы более общие – такие, как оптимальное использование имеющихся средств для «обслуживания» многих клиентов в небе, исследование операций, исследование систем автоматического управления, таких, как ПУАЗО («прибор управления автоматическим зенитным огнем») или СОН («станция орудийного наведения»). В доме стали звучать (мои детские воспоминания) такие имена, как Винер, Шеннон, Котельников, Ляпунов, Колмогоров. Без сомнения – это уже кибернетика, а вокруг 1954 год. В философском словаре уже дано «классовое» определение этой науке¹.

Биология к этому времени была подвергнута классовой и философской чистке стараниями Т. Д. Лысенко и К^о, физику серьезно не тронули, из-за ее стратегической важности, хотя энтузиасты-критики теории относительности и квантовой механики нашлись, в химии волонтеры громили буржуазную теорию резонанса. С очевидностью, кое-кто хотел навести «порядок» и в математике. Априорная абстрактность данной области не обеспечивала очевидных точек приложения для классовой критики, зато уже родившаяся в недрах математики кибернетика была тем полем, где научные опричники могли проявить свою методологическую и философскую доблесть, дабы, если не снискать почет и уважение народа, то поддержку некоторых руководителей точно.

А как же военные задачи? А очень просто. Вопрос решался прагматически. По отдельным каналам поступала специальная литература из-за рубежа, кто был допущен и хотел – были в курсе мировых тенденций. Вопрос был в другом: как вывести эту перспективную область из узкого круга специальных обсуждений? Здесь необходимо вспомнить роль друга Игоря Андреевича по поездке в Америку – К. Н. Трофимова. Он к этому времени стал помощником академика и адмирала А. И. Берга, отвечавшего за военную электронику. Многократные общения и совещания с А. И. Бергом привели к неписаному решению: кибернетику развивать, не произнося этого слова.

¹ Имеется в виду статья «Кибернетика» в четвертом издании Краткого философского словаря (перепечатывается в разделе «Приложения» настоящего сборника). – Сост.

Первым практическим публичным шагом в этом направлении стало издание перевода книги Морза и Кимбелла «Методы исследования операций» (издательство «Советское радио», 1956 г., перевод А. И. Полетаева и К. Н. Трофимова, главный редактор А. И. Берг). Это была первая книга на русском языке, посвященная кибернетике. Странное слово «кибернетика» мне тогда было мало понятно. На мои вопросы о том, что такое кибернетика, отец отшучивался. Когда в журнале «Техника – молодежи» появилась статья «Кибернетика, или тоска о механическом солдате», он сказал: «Тебя интересует, что такое кибернетика, вот – почитай эту статью». В тексте была какая-то ругань и куча комиксов с глупыми и уродливыми американцами. Вопрос остался на будущее.

Было бы несправедливо представлять отечественную историю кибернетики слишком узко. К тому времени сформировалась довольно сильная группа молодых и ярких ученых, которая практически уже занималась кибернетикой. Они отдавали себе отчет в том, что это, во-первых, крайне важно, а во-вторых – весьма небезопасно. Делить чины и должности им тогда не приходилось, делили только риск и издержки, атмосфера в этом кругу отличалась энтузиазмом и подвижничеством. В нашем доме часто и иногда даже с восторгом стало звучать имя Алексея Андреевича Ляпунова, который во многом и был душой этого круга энтузиастов, собиравшихся в МГУ на специальном семинаре.

В кругу общения отца появились многие интересные люди, которые не были ни инженерами, ни математиками. Когда у нас в гостях бывал Александр Александрович Малиновский, происходили обсуждения генетических, биологических и психиатрических проблем. Александр Самуилович Пресман, изучавший воздействие электромагнитных полей на живые организмы, приносил с собой атмосферу энтузиазма своих научных исследований. В то время отец много общался с Леонидом Викторовичем Крушинским и Павлом Ивановичем Гуляевым – специалистами по высшей нервной деятельности и электрофизиологии. Дом быстро наполнился различными новыми книгами по математике, биологии и медицине. Игорь Андреевич декларировал, что хочет видеть свою дочь биологом, а сына – математиком. Дочь этот наказ исполнила, а сын уклонился и стал тоже биологом (биофизиком). Большую часть замечательных знакомых и коллег отца в этот период я, конечно же, не знал, но их было много. Они были представителями наук, куда простирало свое влияние то новое, что называлось кибернетикой. Применения кибернетики были разнообразны, и отец предпочитал получать знания не только из книг, но и из первых рук.

К этому же периоду относится изучение отцом чешского языка – с одной только целью: прочесть в оригинале «R. U. R.» Карела Чапека. Именно в этом произведении в обиход было введено слово «робот». Отец очень любил эту книгу и считал ее во многом пророческой.

После выхода первой переводной книги по кибернетике Игорь Андреевич с энтузиазмом занялся популяризацией кибернетических подходов в кругу ученых самых разных направлений: биологов, физиологов, психологов, психиатров, а также, естественно, военных. Живые полемические обсуждения касались внешне различных явлений и процессов, связанных с

проблемой управления, с проблемой передачи сигналов, с автоматическим регулированием, одним словом, с той общностью, которая существует в самых разных системах и которая представляла собой предмет науки кибернетики.

Через некоторое время Игорь Андреевич, по инициативе А. И. Берга, начал работу над научно-популярной книгой, которая должна была бы служить введением к основным понятиям кибернетики. В 1958 году книга вышла под названием «Сигнал» (по прежнему, издательство – «Советское радио» и «ни слова о веревке» в названии). Это была первая из отечественных книг, посвященных кибернетике без иносказаний.

По отзывам многих коллег Игоря Андреевича, основное содержание и раскрытие идей книги представляются актуальными и сейчас. Как теперь видно, в книге была дана концентрированная переработка основных положений и приложений этой молодой тогда науки. Недавно еще звучала оценка, что эта книга и в настоящее время не исчерпала себя как методологическое введение в основные проблемы и понятия кибернетики (проф. А. М. Молчанов).

Книгу Игорь Андреевич писал в выходные дни, в отпуске и во время пребывания в Главном военном госпитале: язва желудка, полученная в военные годы регулярно способствовала прогрессу в популяризации кибернетики. Одновременно (в самиздате) появилась на свет и его юмористическая «Инструкция для симулянтов ГВГ».

Написание книги и усилия, направленные на популяризацию кибернетики, шли параллельно с другой деятельностью Игоря Андреевича, с конкретной работой в рамках военных НИИ, в которых он работал. К середине 50-х надо отнести переключение Игоря Андреевича на задачи, связанные непосредственно с конкретными применениями кибернетики в военном деле. К чему впоследствии это, так сказать, эволюционно привело будет изложено далее.

Одной из первых военных кибернетических задач было использование появившихся тогда ЭВМ для системы ПВО: линейное программирование для обслуживания массы «клиентов» в воздушном пространстве. Затем другие задачи: оптимизации тактики, размещения ресурсов и управления ими...

Конец 50-х связан со всплеском особого энтузиазма среди молодых активных армейских ученых. Они уже стали полковниками, они хотят реализовать потенциал новой науки во благо страны и ее обороны. Они так понимают свой долг граждан и офицеров.

Игорь Андреевич получает заказ на написание книги «Военная кибернетика». Обдумывает и пишет подробный план книги, подписывает договор с тем же издательством («Советское радио»). Затем отказывается от договора. Сдержанно говорит: «То, что можно написать – неинтересно, а то что нужно – нельзя».

Насколько я понимаю, в это время он уже стал отходить от проблем чисто технических и прикладных, его интересы стали перемещаться в область исследования сложных систем большего масштаба, систем экономических, систем управляющих и управляемых, систем гражданских и оборонных.

Этот интерес к исследованиям и моделированию сложных систем, он сохранил вплоть до самых последних лет.

Начинается работа по моделированию сложных систем разного характера, но в основном экономических. На достаточно элементарных с точки зрения сегодняшнего дня моделях и маломощных ЭВМ получены интригующие результаты. При некоторых условиях экономические модели впадают в колебательный режим функционирования, а в одном случае, модель начала «блефовать» (по выражению М. Г. Гаазе-Рапопорта). В экономическую модель заложили не только ресурсы и активности по их переработке, но и цену получаемых продуктов, не предусмотрев ограничений и регуляции этого параметра. Модель была запущена в ЭВМ и после нескольких циклов продуктивной деятельности... переключилась на голую перепродажу продуктов внутри себя. Восторг авторов эксперимента был велик, но соответствующий опыт в наставление следующим поколениям остался, как это обычно случается, не востребованным...

Возникало много инициатив, и они были разные. Так, например, Игорь Андреевич внес некоторый вклад в развитие... парапсихологических исследований в СССР. История эта была, я бы сказал, с юмористической подкладкой. Дело в том, что он был лично знаком с многими людьми, которые этим профессионально интересовались и в свое время над этим работали: электрофизиологом, профессором ЛГУ П. И. Гуляевым (тогда заведующим кафедрой физиологической кибернетики ЛГУ), профессором Л. Л. Васильевым (тогда заведующим кафедрой физиологии ЛГУ), А. С. Пресманом (специалистом по действию электромагнитных полей на живые объекты) и Д. Г. Мирза (врачом-психиатром). В начале шестидесятого года, Игорь Андреевич выступил с определенной письменной инициативой (копия его рапорта министру обороны маршалу Р. Я. Малиновскому от 27.03.60 хранится в архиве). Поводом для этой инициативы послужило журнальное сообщение о том, что американская подводная лодка «Наутилус» была использована как лаборатория для телепатического эксперимента с использованием карт Зенера. Игорь Андреевич к этому времени просматривал доступную ему литературу на разных языках: английском, французском, итальянском, польском и чешском (газеты из ГДР в силу их малой информативности он не читал). В рапорте упоминалось о предыдущем обращении в Минобороны в 1958 году, которое окончилось лишь совещаниями с начальником Главного военно-медицинского управления и в Академии наук (под руководством Г. М. Франка). В рапорте указывалось, что за прошедшие два года реальные работы по исследованию телепатии в интересах военных и военно-медицинских применений так и не начаты.

Во всяком случае, в научных кругах всплеск энтузиазма по поводу французских публикаций был очень велик. Тут же вспомнили, что и в нашем отечестве (как-никак – родина слонов) были экспериментальные работы по парапсихологии – мысленному внушению – еще во времена В. М. Бехтерева. Рапорту предшествовало составление записки на семи страницах, в которой была сформулирована сложившаяся ситуация и предложен план возможных работ. Документ появился на неделю раньше рапорта (21.03.60) и был подписан Л. Л. Васильевым, П. И. Гуляевым и И. А. Полетаевым. В своем ра-

порте Игорь Андреевич обратил внимание Министерства обороны на необходимость развития соответствующих исследований в нашей стране, дабы не отстать в развитии этих специальных средств коммуникации с глубоко погруженными в океан объектами, с которыми нормальная радиосвязь невозможна.

Рапорт попал не к адресату, но точно – в аппарат адресата. Игоря Андреевича вызвали в этот аппарат, где с ним вели осторожные беседы разные чины медицинской службы, выясняя, по-видимому, не несет ли он обрез за пазухой и, вообще, не является ли шизофреником в погонах. Только после того, как он прошел эту экспертизу, его допустили к тем людям, которые действительно должны были этим вопросом заниматься. В конце концов было решено, что такие важные исследования действительно должны вестись. Встал вопрос о конкретной программе исследований. Где и какими силами? Была названа еще раз фамилия Л. Л. Васильева. Пригодился подготовленный коллективный короткий меморандум о предлагаемых основных направлениях исследований. Я хорошо помню вторую половину того дня, когда состоялось заседание, на котором официально было принято решение начать работы – была фантастически интересная встреча и беседы с Л. Л. Васильевым и П. И. Гуляевым у нас дома. Заседание было то ли при Президиуме АН СССР, то ли в Министерстве обороны. Решено было организовать лабораторию для исследования этого круга вопросов на базе Ленинградского университета под руководством Л. Л. Васильева. Был намечен план работ, которыми на первых порах должна была эта лаборатория заниматься. В частности, надо было дать обзор уже имеющихся отечественных исследований. Этот обзор был опубликован в виде книжки Л. Л. Васильева «Экспериментальные исследования мысленного внушения» (издательство ЛГУ, 1962). Из книги можно почерпнуть как историческую информацию о том, какие экспериментальные научные исследования в этой области велись в нашей стране с начала 20-х годов под руководством Владимира Михайловича Бехтерева, так и изложение научных экспериментов самого автора.

Книга Васильева подхлестнула аналогичные исследования в США и процесс принял автокаталитический характер – чего только не сделаешь, чтобы не отстать в важной военной области.

В свое время циркулировала версия, что сообщение о «Наутилусе» было помещено в 4-м номере журнала как нормальная на Западе апрельская «утка», и что по традиции нашей наивности мы верим тому, что написано в иностранном журнале значительно больше, чем самим себе. Это объяснение не соответствует реальности, вот эти источники: J. Bergier «La transmission de pensée – arme de guerre», *Constellation*, 1959, n° 140, décembre; G. Messadie «Du Nautilus», *Science et vie*, 1960, n° 509, février. Зато правда, что Запад побаивался нашего парадоксального превосходства... Вот и получился автокатализ развития ситуации.

Но на самом деле эта деятельность была в русле тех тенденций, которые в то время выдвигала кибернетика. Вспомните маленькое приложение к книге Винера «Новые главы кибернетики». Там тоже речь идет об аналогичных проблемах, а Игорь Андреевич это знал еще до перевода на рус-

ский. Имея в виду, что информация – мать интуиции, – лучше будем считать, что утки утками, а котлеты отдельно.

* * *

Из широкого круга общения Игоря Андреевича некоторые его знакомства и научные контакты особенно существенны. Так, в конце 50-х годов произошло знакомство Игоря Андреевича с Николаем Владимировичем Тимофеевым-Ресовским, личностью яркой и самобытной, знакомство и общение с которым радикально повлияло на, так сказать, биокибернетическую деятельность Игоря Андреевича в 60-е годы.

Где-то году в пятьдесят шестом Алексей Андреевич Ляпунов во время своих геологических прогулок по Ильменскому минералогическому заповеднику случайно набрел на биостанцию Миассово, и к своему удивлению и радости, обнаружил там самого Тимофеева-Ресовского (!), которого считали исчезнувшим после войны. В Миассово лаборатория Николая Владимировича обосновалась на летнее время после нескольких лет пребывания в небытии, в атомной шарашке там же – на Урале.

Знакомство Игоря Андреевича с Николаем Владимировичем произошло через Алексея Андреевича в Москве. Более тесное знакомство началось в пятьдесят девятом году во время летнего визита Игоря Андреевича с детьми в Миассово.

На биостанцию в Миассово съезжался разный народ: биологи (оставшиеся в науке настоящие генетики, цитологи, радиобиологи, геоботаники и др.), физики (из Свердловска – физики твердого тела, из Москвы – будущие первые биофизики физфака МГУ, из Ленинграда – М. В. Волькенштейн), биохимики, химики, математики, медики и даже художники и спелеологи. Регулярные «коллоквиум» проходили напряженно и удивительно приподнято. Чинов и рангов не существовало, и каждому могло достаться за научную несостоятельность. Николай Владимирович объяснял, что такой дух научного равенства он считает правильным и почерпнул его в Копенгагене от своего друга – Нильса Бора. Иногда, в виду жары, «коллоквиум» переносили на пляж, и тогда как доклад, так и дискуссия проходили в прозрачной воде озера Большое Миассово².

Семинар лаборатории Н. В. Тимофеева-Ресовского, на котором Игорь Андреевич выступал с обзором основных понятий кибернетики и ее приложений в биологии, прошел бурно и не без литературных последствий. На этом семинаре обсуждались многие вопросы, и технические, и математические, и биологические. Запомнилось эпатававшее всех утверждение, что в недалеком будущем ЭВМ будут иметь размер папиросной коробки (!). Мало кто из присутствовавших в это серьезно поверил, несмотря на свидетельство Алексея Андреевича Ляпунова (а что теперь?). Семинар возбудил воображение сотрудников лаборатории и приехавший в Миассово ученый

² О семинаре в Миассове см. очерк А. А. Титляновой «Системный подход в экологии (как это делал А. А. Ляпунов)» в разделе «Кибернетические вопросы биологии» настоящего сборника. – *Сост.*

люди настолько, что недели через две группа авторов обнародовала первый отечественный научно-фантастический труд на биолого-кибернетическую тему: «Крур» («Конвариантно редулицирующийся универсальный робот», автор – Агабал Лутит (Агафонов-Баландина-Лучник-Титлянова)). Годом позже магнитофонный римейк этого произведения был обнародован на шестидесятилетнем юбилее Тимофеева-Ресовского. Обе версии достойны внимания и сейчас, но малодоступны из-за минимальной тиражности.

Тимофеев-Ресовский доминировал при обсуждении биологических вопросов, а также резко отрезвлял многих докладчиков из среды физиков и химиков. Николай Владимирович всегда требовал жестко держаться сути вопросов и быть математически строгим в определении понятий. На коллоквиумах речь шла о самых разных проблемах: классической генетики, радиобиологии, накоплении изотопов в природе, будущей молекулярной биологии, молекулярной биофизики, психологии, популяционной генетики и других физико-, химико-, гео-биологических проблемах, одно сообщение, как помнится, было посвящено генетической сексологии. Производила впечатление и ярко запоминалась та широта, с которой Николай Владимирович рассматривал биологические проблемы как в малых, так и в больших системах. Каждый раз он скрупулезно ссылался на всех «умных» людей, вложивших свой вклад в обсуждаемую задачу или область биологии, так, например, имена Вернадского, Шмальгаузена, Сукачева произносились весьма часто и с большим пиететом. Когда в 70-е и 80-е годы идеи популяционной генетики, экологии, геобиоценологии стали широко распространяться, я обнаружил, что для меня ничего нового в этих идеях нет. Причина была простой: еще будучи школьником, я впитал эти воззрения как сами собой разумеющиеся, присутствуя на коллоквиумах в Миассово. Можно с уверенностью утверждать, что Николай Владимирович в 50-е – 60-е годы не предрекал, а лепил во многих умах очертания науки будущих десятилетий. Считаю, что в этом – его важнейшая заслуга.

Это знакомство сильнее всего определило многие дальнейшие работы Игоря Андреевича. Проявилось это не сразу, а через несколько лет, в 60-е – 70-е годы, – в конкретных работах по моделированию биологических систем, которые, очевидно, появились и развились благодаря общению с Н. В. Тимофеевым-Ресовским.

* * *

Наиболее крупная инициатива, в которой активно участвовал в 1959–1961 годах Игорь Андреевич, – это попытка создания сети больших ЭВМ двойного использования: для управления экономикой в мирное время и управления армией на случай войны. В формулировании этого, как теперь принято называть, «проекта» участвовало несколько человек: Н. П. Бусленко, А. И. Китов, Л. А. Люстерник и др. Технология продвижения таких проектов у команды была простая: «от порога – в лоб начальству» (как в случае телепатии). Больших дипломатических проработок и предварительных согласований не проводилось, потому что считали, что очевидная необходимость дела сама за себя говорит. Был написан документ с обоснова-

нием, целями и задачами проекта, кратким планом, предполагаемыми исполнителями на начальных этапах и послан в недра Минобороны.

Встают два вопроса. Во-первых, оценивали ли авторы масштаб своего проекта адекватно? Думаю – да, и надеялись, что в результате его реализации и экономика станет действительно планово-управляемой разумным образом, и вычислительная техника в стране получит правильный импульс развития, и армия со временем будет соответствовать требованиям момента и задачам глобального противостояния. Во-вторых, готовы ли они были преодолеть сопротивление бюрократического муравейника? Думаю – нет. Хотя времена были еще хрущевские, которые теперь считаются «оттепелью», но гормон застоя надежно циркулировал в крови большинства чиновников и партийных иерархов, а этот гормон диктовал золотое правило – никаких изменений и никаких перестановок кресел (и прочей мебели вокруг). Проект споткнулся о Главное политуправление армии. Огромный кабинет генерала армии, группа молодых полковников с докладом о проекте. Брезгливая гримаса генерала и небрежно откинутый документ. Вопрос генерала: «А где здесь в вашей машине руководящая роль партии?» Руководящая роль партии в проекте не была алгоритмизирована. Она не алгоритмизирована и до сих пор, хотя автоматические системы управления армией начали создаваться после смены поколений генералов и маршалов, но с задержкой в 15 лет. Проект был отменен. В генштабе появился новый пункт в политработе – борьба с технократами внутри. Борьба была вполне успешной, после лета 1961 года основные полковники-технократы имели выслугу по 20 лет (все были мобилизованы в армию летом 1941 года) и вскоре очистили стройные ряды своим уходом. Осенью 1961 года Игорь Андреевич получил предложение от Сергея Львовича Соболева и переехал в Новосибирск для работы в Институте математики СО АН. Для него начался новый период жизни и работы, формально не связанный с военными задачами кибернетики.

* * *

Если говорить о «легализации» кибернетики в контексте сопутствующих событий, то было бы неправильно забыть диспут о «физиках и лириках», который Игорь Андреевич, сам того не слишком желая, спровоцировал в конце 1959 года. Дело это, хоть и давнее, но поучительное (может быть). Диспут на страницах «Комсомольской правды» вспыхнул быстро, частично перебрался и в Европу (точнее, в основном в Италию – в коммунистическую газету «Paesa Sera»), реализовался также в нескольких очных диспутах (в Институте имени Гнесиных и клубе завода им. Войтовича – с участием И. Г. Эренбурга), а затем продолжался достаточно долго на страницах разных изданий, постепенно затихнув через пять–шесть лет. Теперь эту историю лучше вспоминать на основе документального архива, а не воспоминаний – больно уж много свободных толкований и цитирований вынимается каждым из памяти.

К моменту его случайного письма в редакцию «Комсомольской правды» о статье И. Г. Эренбурга И. А. Полетаев сложился как полемист, вполне

успешно отстаивавший любимую ему область естественной науки (и техники) и имевший оппонентами нормальных к тому времени догматиков, нормой поведения которых в дискуссии была партийная дисциплина и ссылка на канонические авторитеты, а уровень компетенции соответствовал партийному образованию. Однажды после одной из бесед – то ли в ЦК, то ли в ВПК – он пришел и с изумлением прокомментировал: «А этот парень острый попался, вопросы формулировал под дых».

В конце своей жизни И. А. Полетаев хотел написать некий сборник правдивых биографических анекдотов под названием: «Инженер Полетаев и другие Великие Люди» (Издательство «Недомыслие»). И хотя труд сей не только не увидел свет, но и не был толком написан, фрагмент о диспуте в архиве присутствует. Однако предоставим слово самому Игорю Андреевичу.

«Итак, не мешайте мне, я для вас сочиню чистую правду. Правдивость моя не подлежит (моему) сомнению, а скромность (немалая, учтите) запрятана под так называемым „юмором“, к которому всегда прибегают люди робкие, если приходится демонстрировать нахальство (и правильно делают, я считаю, ибо – куда же еще деваться?).

Всю или почти всю правду я уже рассказал устно, и не раз; теперь просто хочу записать на пластинку, чтобы она сама крутилась.

Интересно ли это? Мне, как старику, впадающему во все, во что старикам впадать положено, это интересно; вам – судите сами...

Прозвище „инженер“ прилипло ко мне прочно на всесоюзном и частично на международном уровне с 1959 года, после и по поводу дискуссии с ныне покойным Ильей Григорьевичем Эренбургом о так называемых „физиках и лириках“. А было это вот так.

Прозвище „физики“ и „лирики“ придумал, как известно, Б. Слуцкий: „что-то физики в почете / что-то лирики в загоне. / Дело видно...“ – дальше не помню. Зазвучало это позже, в ходе этой самой придурковатой „дискуссии“.

...Объективно о дискуссии я знал далеко не все, знал просто мало. Но вот – то, что происходило со мной и вокруг.

В октябре 1959 года, в один из рабочих дней (я служил в звании инженер-подполковника в одном из военных НИИ) ко мне обратился один из моих сотрудников – Толя Толпышкин (если не путаю фамилию после стольких лет) и показал статью в „Комсомольской правде“ (числа не помню). В статье какой-то науч-журналист со смаком рассказывал о теперь известном „чуде в Бабыгородском переулке“, псевдоткрытии, сделанном на заводе холодильников при испытании нового образца продукции: радиатор холодильника отдавал в виде тепла заметно больше энергии, чем потреблял электрической из сети питания. Журналист – автор заметки – ликовал: к. п. д. больше 100 % – и выкрикивал печатные лозунги.

На самом деле никакого чуда не было, и „советская промышленность“ не „получит очень скоро сколько угодно даровой энергии“, как обещал автор. Дело в том, что термодинамика – для многих трудная и непопулярная глава физики. Случилось так, что ее я знал (но это уже другая история про моего руководителя юных лет проф. Б. Н. Клярфельда) и пытался Толе рассказать о цикле Карно и его обращении.

Газету с заметкой я взял с собой, негодую на очередную журналистскую безответственность. В троллейбусе по пути домой я еще раз прочел заметку. Все было ясно, и от скуки я стал читать остальной текст газеты (как правило, я не читал „Комсомольскую правду“). Тут я наткнулся на „подвал“ с сочинением И. Г. Эренбурга, не

помню заголовка, номер у меня впоследствии украли, восстанавливать я не пытался. В этом „подвале“ содержался поучительный ответ маститого писателя на письмо некой „Нины Х“. Нина жаловалась инженеру душ на своего возлюбленного („мужика“, как ныне говорят уважающие себя дамы) за то, что он, будучи деловым инженером, не желает вместе с ней восторгаться шедеврами искусства, отлынивает сопровождать ее в концерты и на выставки и даже посмеивается над ее восторгами.

В своей статье Илья Григорьевич полностью солидаризировался с заявлениями „Нины“ супротив „Юрия“ (так звали ее „мужика“). Юрий, дескать, „деловой человек“, душа его (раз не ходит в концерты и по музеям) не развита, она (душа) – целина, корчевать ее надо, распахать и засеять. Ивсетакоепрочее. Гос-споди, чушь какая!!!

Сначала я просто удивился. Ну как такое можно *печатать*? Именно печатать, ибо сначала я ни на секунду не усомнился в том, что И. Г. Эренбург печатает одно, а думает другое (не круглый же он дурак, в самом деле, с этой „душевной целиной“). Потом усомнился. А может, дурак? Потом решил: вряд ли дурак, просто хитрец и пытается поддержать загнивающий авторитет писателей, философов и прочих гуманитариев дурного качества, которые только и делают, что врут да личные счеты друг с другом сводят. На том и остановился.

В этот день вечером я остался дома один: жена, дочь и сын ушли куда-то. Единственная комната, в которой мы вчетвером много лет ютились, осталась в моем распоряжении – редкое везенье. Чувствуя, что я, дескать, исполняю гражданский долг, вытащил свою „Колибри“ (немецкую портативную пиш. машинку) и аккуратно отстукал на ней письмо в редакцию „Комсомольской правды“, постаравшись объяснить их ошибку по поводу „чуда в Бабыгородском“... Кончил. Посмотрел на часы – еще рано. Кругом тихо, и дел у меня нет срочных. Вставил еще один листочек под валик и напечатал полстранички „В защиту Юрия“ – о статье Эренбурга и письме „Нины“. И черновик, и напечатанная заметка хранятся у меня в папке под названием „Герань в космосе“. Оба варианта отличаются за счет редакторской правки, хотя немного (ну скажем у меня: „...не исправишь чтением стихов Блока и даже Эренбурга“, в печати „и даже Эренбурга“ вычеркнуто; вычеркнуто также „...бедного Юрия, которого автор придумал в назидание читателю“ и др.). В заключение я написал листок, разъясняющий, что о „чуде“ я пишу всерьез, а об Эренбурге так, ни для чего, ибо сие меня не касается, ибо по специальности я – *инженер* (сам себя обозвал, можно сказать!). И подписался так же: И. Полетаев (инженер).

Письмо в три листка было отправлено и забыто мною. Через неделю, что ли, пришла открытка от какого-то бедняги, сидящего в редакции над чтением писем. Он „благодарил“, как положено, и все. Но в конце была фраза, которую я по наивности недооценил: „...высказывания об Эренбурге нас заинтересовали и мы их, возможно, используем в дальнейшем“. Или что-то в этом роде. Наплевать и забыть.

Прошла еще одна неделя. В воскресенье в номере „Комсомольской правды“ целая страница оказалась посвящена обсуждению читателями статьи И. Г. Эренбурга о „Нине“. В северо-восточном углу оказалась моя заметка „[Несколько слов]“ – пропущено редакцией – „[в] В защиту Юрия“ (оставлено редакцией). Узнал я об этом в понедельник, придя на работу.

Оказалось, что-то вроде грома среди ясного неба! Не вру, два или три дня интеллигенция нашего НИИ (и в форме, и без) ни фига не работала, топталась в коридорах и кабинетах и спорила, спорила, спорила до хрипоты. Мне тоже не давали работать и поминутно „призывали к ответу“, вызывая в коридор, влезали в комнату. Для меня все сие было совершенно неожиданно и, сказать по правде, – непонятно. Откуда столько энтузиазма и интереса?

„За меня“ было меньше, чем „против“. Но не многим меньше. В моей тогдашней оценке счет был 4:6. Но дело не в этом, произошло какое-то закономерное рассло-

ние, которое меня поразило, когда я на третий день стал размышлять и подсчитывать. „За“ меня оказались люди, которых я ранее почитал за толковых и эффективных работников, „против“ же оказались в основном бездельники, охламоны и неумехи, которых всегда предостаточно и в „научном“, и в ненаучном учреждении. И еще: „против“ кричали очень громко, агрессивно и, увы, в общем-то бездоказательно: „неужели не ясно?!..“, „а как же тогда?..“, „но ведь Лев Толстой сказал...“, вариант – „Максим Горький писал...“. Спокойная логика была у моих „сторонников“, и они в крик не вдавались. После первого удивления мне это понравилось. Я оказался в группировке, которую сам бы выбрал по другим поводам.

Толки и споры затухали медленно. Потом включились домашние, друзья и знакомые. Начались телефонные звонки. Формировалось, что называется „общественное мнение“, но не в понимании сталинского „единодушия и единства вокруг“, а по личной инициативе и в меру собственного понимания. Трещина прошла между „физиками“ и „лириками“.

Кстати, это был 1959 год, когда Чарльз Перси Сноу, английский писатель (слабоватый, впрочем, и сноб – я с ним встречался впоследствии в Академгородке СО АН), выпустил свою книжку „Две культуры“ о взаимном непонимании и недоверии между гуманистами и представителями наук естественных и точных. Об этой книге я узнал уже после основной дискуссии и прочел ее по любезности друзей, еще через год. Она даже в частичном переводе на русский потом, говорят, вышла.

„Комсомольская правда“ продолжала печатать материалы обсуждения, но они относились уже не столько к похвалам Эренбургу, сколько к поношению „инженера Полетаева“. Боюсь, „Комсомольская правда“ печатала не все. Редакция, хоть и не была единодушна в возникшем споре, но публиковала материалы только „в пользу“ И. Г. Эренбурга.

Я сказал „споре“. Но *о чем*, собственно, шел этот самый „спор“? До сих пор ни мне, ни другим его участникам, насколько я знаю, это не известно. Было гораздо больше увлеченности, даже – порой – ярости, чем смысла.

Споры вообще не ведут к открытию или утверждению истины. Это просто способ самовыражения и самоутверждения. Гибрид искусства и спорта, способ прогулять собственную эрудицию и интеллект (if any) или же его эрзац перед глазами восторженной аудитории. Я не хочу сказать, что споры вообще бесполезны. Они полезны, но не для „истины“ и ее распространения и утверждения, а ради опробования устойчивости собственной аргументации. В споре на тебя совершенно бесplatно выльют всю грязь, которую сам никогда бы не собрал и не выдумал. Это – большая помощь, хоть она и обходится дорого (я потом скажу – почему). То, что называется „грязью“, на самом деле вещь целебная. Всякий серьезный человек, придумав что-либо (ну хотя бы *perpetuum mobile*) и не додумав проект до конца, вынужден и обязан переключиться с роли автора на роль жестокого оппонента, стать временно врагом самому себе и своему проекту и тщательно продумать все стороны вопроса: „а почему *это* работать *не* будет“ (или: „а почему это не нужно и даже вредно“). Этот необходимый этап работы очень труден, но без него человек из автора превращается в „изобретателя“ (читай – „реформатора“, „пророка“ и т. п., словом – жалкого психо-калеку, обивающего пороги учреждений в тщетной надежде, что его „услышат“...). Если же автор сумел себя раскритиковать, убедительно и строго, – очки в его пользу, он честный и умный человек; наградой ему будет то, что он что-то понял. Если не сумел, он имеет право отдать свой проект на посторонний суд, не будучи, впрочем, очень-то уверен, что он непременно прав.

Спор снимает этот трудный этап работы. Критикой занимается ревнивый оппонент, а ты – только на ус мотай да увертывайся.

Я сказал выше, что это обходится дорого. Да, это так. Дорого, потому что в споре бьют ниже пояса, идут на нечестные приемы, с которыми нельзя мириться, и от

которых бывает обидно и больно, так сказать, „за род людской“. Видишь воочию – какое мы все вместе взятые все-таки, в сущности, простите, – г...о! А это – травма...

Из споров „физиков“ и „лириков“ я вынес убеждение, что никто не играет честно, что никто никого не то что „не принимает“, но даже не понимает, и, что хуже, – не тшится понять. Единственное стремление – самоутвердиться и возобладать. Это что – первичная природа живого? Может быть. Но разумом и честью это не пахнет. Впрочем, никто не знает, что такое „разум“, а тем более „честь“. Эвфемизмы – не более. А я знаю не больше других на эту тему.

Что же я отстаивал (а я-таки „отстаивал“ нечто) в этом споре? Я это помню, и я готов „отстаивать“ и ныне. Вероятно то, что я отстаивал, кратко можно назвать „свободой выбора“. Если я или некто X, будучи взрослым, в здравом уме и твердой памяти, выбрал себе занятие, то – во-первых – пусть он делает как хочет, если он не мешает другим, а тем более приносит пользу; во-вторых, пусть никакая сволочь не смеет ему говорить, что ты, дескать, X – плохой, потому что ты плотник (инженер, г...очист – нужное дописать), а я – Y – хороший, ибо я поэт (музыкант, вормоушник – нужное дописать).

Есть охотники „по перу“, а есть „по шерсти“ (и собаки, и люди), а есть еще и рыболовы. Не беда, если они не будут ходить на ловлю все вместе или не будут все вместе обсуждать успехи, не беда если они не будут не только дружить, но даже встречаться – охотник с рыболовом и v. v. Беда начнется, когда дурак, богемный недоучка, виршеплет, именующий себя, как рак на безрыбье, „поэтом“, придет к работяге инженеру и будет нахально надоедать заявлением, что он „некультурен“, ибо непричастен к поэзии. Именно это и заявлял Эренбург, да будет ему земля пухом».

Изложенное Игорем Андреевичем представляет собой срез ситуации с точки зрения участника дискуссии. Естественно, что не лишне взглянуть на это и в других ракурсах. Свой принцип «свободы выбора» Игорь Андреевич словесно сформулировал много позже, чем стал им руководствоваться. Ограничениями этой свободы он считал многое, например, принадлежность к партии и карьеризм. По документам можно проследить, как на протяжении всей жизни он уклонялся от формальных перспектив быстрого повышения, сопряженного, как известно, с ограничениями «свободы выбора». Он предпочитал оставаться то ли вольной птицей, то ли вольным стрелком, то ли «котом, который ходит сам по себе». На неоднократные предложения вступить в партию он, как правило, отвечал с серьезной миной: «Я не готов, по той причине, что не уверен пока в материальности электромагнитного поля». Этого было достаточно, чтобы нормальный агитатор отстал и, выйдя, покрутил пальцем около виска. В домашнем кругу говорил, что готов присоединиться лишь к «партии умеренного прогресса в рамках законности», да и то – в душе. Как в бюрократизированном, так и агломерированном в группы по интересам социумах он был личностью, вносящей дискомфорт своей прямо-той и правдой без умолчаний. За это свойство многие его ценили и уважали, а многие, мягко выражаясь, недолюбливали.

«Свободу выбора» и самого себя Игорь Андреевич старался реализовать в самых разных направлениях. Судьба не обделила его способностями, и он, не экономя, бросал их для того, чтобы попробовать себя в разных областях или в решении новых проблем. Уважал высоких профессионалов как в искусстве, так и в области наук «правильных». Со многими старался

познакомиться и был знаком. Имея абсолютный слух и некоторое музыкальное образование, осваивал «для себя» новые музыкальные инструменты, например, скрипку и флейту. Но в то же время, сильно ревновал к музыке пианиста Анатолия Ведерникова, который, хоть не играл на скрипке, но мог, глядя на партитуру концерта, слышать весь оркестр, а не отдельные инструменты, как Игорь Андреевич. Дома собрал огромную коллекцию записей классической музыки, но также очень любил песни Шарля Трене и Ива Монтана. Завидовал Вере Игнатьевне Мухиной, которая в скульптуре легко делала то, что ему давалось с трудом и ценой больших затрат времени. Успешные занятия живописью и графикой с детства до последних дней не избавили его от ревности к таким художникам как Р. Фальк и Р. Габриэлян. Ревновал себя к Эрзя и Коненкову, но не ревновал к некоторым другим – считал или чувствовал, что мог бы сам выразить не хуже. Талант артиста в нем не был погублен (несмотря на сожаления худрука драмкружка завода «Динамо») – он владел и интонацией, и позой, и мимикой, и перевоплощением. При этом не любил, когда этими средствами неумело пользовались другие и замещали такой «игрой» аргументацию по существу дела. Увлекался многими серьезными и детскими увлечениями: подводным плаванием, съемками любительских фильмов с трюками, строительством моделей самолетов и кораблей, дутьем из стекла (на кухне в коммунальной квартире) фигурок животных, изготовлением скульптур из дерева, камня, глины, глинистого обрыва реки и металла – все трудно даже перечислить. Еще одним его хобби было изучение языков. Кроме первых трех, которые уже упоминались, со временем добавились итальянский, чешский, польский и японский. В его библиотеке не пылились оригинальные варианты книг С. Лема, К. Чапека, Данте, Анатоля Франса, Б. Шоу, Ф. Ницше, японские танки... а также множество словарей: шведских, греческих, китайских и даже венгерских – тех языков, которые он еще не успел выучить.

* * *

Переехав в Новосибирск, Игорь Андреевич с большим энтузиазмом начал работать над разными задачами, находившимися в сфере кибернетики. Таковыми были и проблема узнавания, и строгий анализ предмета кибернетики и ее основных понятий (информация, модель и др.), и моделирование экономических систем, и моделирование экосистем, и моделирование генетических процессов в популяциях, и моделирование физиологических процессов. Он ведет активную популяризацию кибернетики и ее приложений в самых разных областях: часто выступает с популярными лекциями и участвует в работе различных совещаний, конференций и советов.

* * *

При моделировании экономических систем и исследовании вопросов кооперирования моделей Леонтьева Игорь Андреевич сформулировал новый подход к анализу сложных управляемых и саморегулирующихся систем. К этому времени оголилась и стала очевидна аналогия между системами эко-

номическими и системами чисто биологическими – математически описание этих систем оказалось аналогичным. Появился очень важный методологический момент – был построен аппарат для анализа таких систем.

Этим аппаратом явилось представление сложных систем в виде дискретно-непрерывных моделей. Было показано, что совокупность дифференциальных уравнений, описывающих поведение системы, может быть сильно упрощена после анализа относительного вклада разных членов – выявления лимитирующих факторов. Впервые такого рода подход был предложен еще в 19-м веке великим Юстусом Либихом, который как лимитирующие факторы рассматривал ресурсы, используемые системой. Распространение понятия лимитирующего фактора на пропускную способность узлов системы (то есть производительность в экономических системах и метаболическую активность в биологических) позволило с единых позиций рассматривать управляемые и саморегулирующиеся системы.

Может быть, идея родилась и раньше, но в шестьдесят шестом году появилась первая публикация. Было введено понятие Л-систем (систем Либиха) – систем с лимитирующими факторами. Со временем все четче и четче формировалась «идеология» моделирования с использованием этого формализма: рассмотрения минимальных подсистем уравнений, включающих лимитирующие поведение системы факторы и взаимодействия. Подход был конкретно проиллюстрирован на ряде различных моделей. Приводилось много примеров применения этого математического формализма для описания сложных экономических и биологических систем. Таковыми системами были и модель роста растений, и уже классические, традиционные для математической биоценологии модели типа Вольтерра. Они были проанализированы в сравнительном плане с точки зрения анализа только лимитирующих факторов. Было показано, как одни группы решений или поведений фазовых диаграмм биоценоза возникают при одних условиях, а другие – при других условиях (конкретных соотношениях коэффициентов в системе уравнений), как происходит гладкое непрерывное сопряжение одних решений с другими. Получаемые фазовые портреты дают описание системы, не отличающееся от классического для выбранных значений параметров. Структура минимальной системы уравнений, описывающих систему с необходимой точностью, меняется при изменении величин коэффициентов – лимитирующих факторов. Сами коэффициенты могут быть теми управляющими или управляемыми параметрами, которые переключают режим функционирования всей системы. В самом этом подходе объединены были и биология, и принципы управления в сложных системах – как раз то, что больше всего интересовало Игоря Андреевича на протяжении последних двадцати пяти лет его жизни. Естественно, что и разнообразные военные задачи могут решаться аналогичным путем.

В конце 60-х годов Игорь Андреевич несколько огоршил меня следующей фразой: «Хватит разговоров об общности всех управляющих систем, о всемогуществе кибернетики. Надо работать, строить конкретные модели, заниматься конкретными проблемами, философии хватит, надо работать». Я думаю, что его точка зрения отражала, правда с опережением, объективную тенденцию развития этой области человеческой деятельности. Как мы

сейчас видим, кибернетика действительно разрослась в целый букет разных наук и технологий, изменивших во многом нашу жизнь. Правда и то, что она сохранила свой смысл как некая определенная методология. Представляется, что в период ее становления в нашей стране многие хотели в ней видеть научную и рациональную замену господствовавшей тогда эклектической философской доминанты. Не так давно Альберт Макарьевич Молчанов выразил примерно ту же мысль так: «Говорили, что кибернетика – реакционная лженаука. Это не так. Во-первых – не реакционная. Во-вторых – не лже, а в третьих – не наука. Эта мысль могла бы принадлежать Игорю Андреевичу, как мне кажется»³. Альберт Макарьевич опять был прав – еще за двадцать лет до 1997 года эта мысль действительно была независимо сформулирована Игорем Андреевичем.

Игорь Андреевич скончался скоропостижно 20 июля 1983 г., так и не выйдя на пенсию, хотя имел право на военную с 1961 года. Кончина его последовала после замечательного диагноза, поставленного накануне: межреберная невралгия. В коротком завещании Игорь Андреевич резко регламентировал церемонию похорон и предписал не сидеть на поминках с угрюмостью, а сохранять бодрость и оптимизм, потому что это будет всем приятнее. Этому наставлению и стараются следовать его бывшие сотрудники и друзья.

В. М. Турский

Андрей Петрович Ершов

Андрей Петрович Ершов (1931–1988) – известнейший ученый в области информатики, как и многие из его поколения, занялся вычислительным делом почти случайно.

Родился в 1931. Осенью 1949 зачислен на физико-технический факультет Московского университета им. Ломоносова. Заметим, впрочем, что «зачислен» – слишком просто сказано. Чтобы стать студентом такого пре-

³ См. доклад А. М. Молчанова «Лимитирующие факторы (по И. А. Полетаеву) и принцип Ле-Шателье» в разделе «Кибернетические вопросы биологии» настоящего сборника. – **Сост.**

© The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1993.

Перевод © О. П. Симонова, 1998.

Оригинал: *Władysław M. Turski*. Obituary: Andrei Petrovich Ershov // IEEE Annals of the History of Computing, 1993, Vol. 15, No. 2, pp. 55–58.

стижного факультета, надо было пройти три тура вступительных экзаменов, предназначенных для того, чтобы выделить наиболее ярких и одаренных абитуриентов. Позднее Ершов скажет, что при поступлении им более двигал не столько интерес к ядерной физике, сколько желание преодолеть невероятные трудности этого жесткого отбора. Вскоре, однако, судьба в лице сталинистской паранойи состроила отвратительную гримасу и распорядилась по-своему: факультет подлежал преобразованию в отдельный Физико-технический институт, студенты которого должны были быть не только исключительно талантливыми, но и абсолютно надежными. По тем временам Ершов, детство которого прошло на захваченной немцами во время Второй мировой войны советской территории, был человеком, прошедшим период нацистской оккупации, и не мог считаться полностью надежным. Поэтому в 1950 он был переведен на математический факультет университета, где независимо мыслящий математик С. Соболев открывал новую кафедру вычислительной математики, куда и был принят Ершов.

Соболев, сотрудничавший также и с Институтом атомной энергии, участвовал в проекте по созданию первых советских вычислительных машин, однако большая часть его работы была засекречена, и лишь немногое было доступно для гораздо более свободной университетской публики. А вычислительная математика по-прежнему ограничивалась численными схемами, математическими таблицами да щелканьем электромеханических счетных машин. Ситуация несколько изменилась в 1952 г., когда молодой профессор А. А. Ляпунов пришел в соболевскую группу и ввел курс обучения основам программирования на ЭВМ. Для Ершова, с его склонностью бросать интеллектуальный вызов, ляпуновская символика программирования, полная запрещающих знаков и мучительных условностей, должна была показаться как раз райски привлекательной. Тесное сотрудничество Ляпунова и Ершова длилось более десятилетия, вплоть до их совместного переезда в новосибирский Академгородок, где их пути постепенно разошлись: Ляпунов основал кафедру в университете, а Ершов предпочел работу в Вычислительном центре Сибирского отделения АН СССР, возглавляемом Г. И. Марчуком – блестящим специалистом в области численного анализа (будущим заместителем премьер-министра СССР и президентом АН СССР). В Вычислительном центре Ершов был руководителем Отделения информатики.

Другим мощным источником компьютерного образования и развития для Ершова был проект «гражданских» компьютеров С. Лебедева, начатый в Киеве, а затем продолженный в Москве, в специально созданном Институте вычислительных машин. Лабораторию Лебедева часто посещал Ляпунов, очень заинтересованный этим проектом. Именно для лебедевских машин БЭСМ и СТРЕЛА в конце 50-х годов Ершов начал разработку своей «программирующей программы» – так называлась тогда в советской терминологии комбинация языка и транслятора.

Окончив в 1954 Московский университет (это был первый выпуск программистов с университетским образованием), Ершов до 1960 работал в Москве. В 1958 он был направлен в Англию на Теддингтонскую конференцию по механизации мыслительных процессов. Это было его первое путе-

шествие за границу. Именно там он встретился с еще одним дебютантом на международной компьютерной сцене – Джоном МакКарти. С годами эта встреча переросла в дружбу и сотрудничество, практически немыслимые в годы холодной войны. Для поколения, рожденного после того, как самолет Гэри Пауэрса U-2 был сбит в самом центре русской земли, может показаться весьма будничным то, что МакКарти посетил Ершова в Новосибирске в 1965 году; на самом деле он был первым западным визитером, которому было позволено приехать. Спустя три года МакКарти провел там два месяца, обучая и общаясь со студентами и преподавателями. Ершов, однако же, не получил разрешения принять ответное приглашение провести семестр в Стэнфордском университете.

Даже несмотря на то, что Ершов ездил на Запад довольно часто и был в дружбе со многими именитыми учеными, практически всю жизнь ему приходилось получать выездную визу для каждой поездки, причем он никогда не был уверен, что ее получит. Ему никогда не было дозволено выехать для работы в каком-нибудь зарубежном университете. Его заграничные командировки всегда были кратковременными и вследствие этого до отказа заполненными встречами, беседами, семинарами, экскурсиями – в стиле, характерном для тех людей, которые никогда не знают, придется ли им когда-нибудь еще получить такую же возможность.

Ершов активнейшим образом поддерживал международный научный обмен и сотрудничество. Он постоянно участвовал в различных комитетах и конференциях IFIP, являлся редактором международных журналов “Acta Informatica” и “Information Processing Letters”, организовывал многочисленные международные конференции в Новосибирске и других регионах Советского Союза. Выступая как консультант в нескольких советских издательствах, Ершов инициировал (и часто редактировал) большое число русских переводов западных книг по информатике. Установление и развитие личных и профессиональных связей между иностранными учеными и их советскими коллегами было целью, которой Ершов посвятил значительную часть своей завидной энергии.

Осуществив две крупнейших разработки трансляторов – АЛЬФА и БЕТА, – Ершов у себя на родине завоевал репутацию ведущего специалиста в области программного обеспечения. АЛЬФА – это оптимизирующий компилятор для языка типа Алгол. (Его окончательная версия, АЛЬФА-6, до сих пор в ходу.) БЕТА – это гигантская (как у героев Рабле) многоязыковая среда с удивительно элегантной внутренней конструкцией. Ершов очень активно занимался созданием операционной системы коллективного пользования АИСТ-0, а также множеством других практических программных проектов, включая впечатляющую своей проработанностью издательскую систему МРАМОР, выполненную по заказу крупнейшей советской ежедневной газеты «Правда».

Ершов весьма плодотворно трудился как ученый-исследователь, его интересы простирались от искусственного интеллекта до смешанных вычислений (частичных вычислений и трансформационного программирования); что касается последнего, то здесь он снискал международное признание. Его пионерские работы по компиляции с минимальной памятью и по тео-

рии программирования (схемы Янова – Ершова) несколько меньше известны в западных странах, однако по достоинству оценены экспертами. В 1985 году он применил новый подход к семантике программы, в соответствии с которым фундаментальные понятия программы должны определяться лексиконом программы – постоянно растущим структурированным набором нетривиальных фактов о предметной области программы (объектах), представленным в формальном виде.

Ершов был признанным лидером в области компьютерного программирования в Советском Союзе. Он был первым программистом, получившим престижную премию имени Крылова в области математики и ставшим членом-корреспондентом АН СССР в 1970, а в 1980 – ее действительным членом. Наконец, Ершов был избран председателем Научного совета по кибернетике при Академии наук – верховного советского органа в области информатики. И он разумно использовал свои влиятельные позиции.

Еще в 1972 г. профессор Ф. Л. Бауэр из Мюнхена написал книжку для детей «*Andrei und das Untier*» – введение в информатику, очаровательно иллюстрированную рисунками в стиле граффити, выполненными на основе набросков сына Ершова Василия. Выбор имени главного персонажа книги и места действия – в городе «на полпути между Томском и Омском», двумя сибирскими городами, оказался пророческим.

Полностью сознавая социальные последствия использования компьютеров и культурное значение программирования (он называл его «второй грамотностью»), Ершов был неутомимым борцом за школьную информатику, за введение курса «Основы вычислительной техники и обработки информации» в доуниверситетское обучение. Самостоятельно (и в соавторстве с другими) он писал школьные учебные планы и учебники, обеспечивал средствами летние компьютерные школы, заведовал учебной телевизионной программой по информатике, «выбивал» компьютеры для школ, читал лекции об опасности компьютерной безграмотности как на общественном, так и на правительственном уровне, вплоть до, кажется, успешной встречи с тогдашним Президентом Горбачевым.

Ершов всецело одобрял раскрепощающую силу персональных компьютеров. Его страстное желание компьютеризировать школу преследовало двойную цель: развить в молодых людях интеллектуальный дар программирования и обогатить их мощью информационной обработки. Трудно переоценить значение этой деятельности, особенно если вспомнить, что эта кампания проводилась в стране, где доступ к простым копировальным машинам был строго ограничен и сурово контролировался.

Взгляды Ершова на программирование, выраженные в серии очерков, начатой в 1972 г. статьей «О человеческом и эстетическом факторах в программировании», привлекли широкое внимание во всем мире. Описывая свою профессию, Ершов говорил:

«...Программист должен обладать способностью первоклассного математика к абстракции и логическому мышлению в сочетании с эдисоновским талантом сообразить все что угодно из нуля и единицы. Он должен сочетать аккуратность бухгалтера с пронительностью разведчика, фантазию автора детективных романов с

трезвой практичностью экономиста. А кроме того, программист должен иметь вкус к коллективной работе, понимать интересы пользователя и многое другое.

...Машина, снабженная программой, ведет себя разумно. В этот кульминационный момент программист, по существу, представляет троицу. Он ощущает себя отцом – как создатель программы, сыном – как брат машины, выполняющей программу, и носителем святого духа – как тот, кто вложил жизнь в сочетание программы и машины»¹.

Типичный представитель русской интеллигенции, Ершов был решительно чужд технократии. Он бесконечно любил книги, постоянно читал на русском и английском, с легкостью приводил длинные цитаты из Пушкина и Шекспира, Евтушенко и Киплинга. В 50 лет Ершов сильно увлекся поэзией, вначале – как переводчик с английского, а затем – и как автор. Его стихи – выдержанные в классическом стиле и изобилующие красивыми оборотами – глубоко волнующи по силе внутреннего напряжения и обеспокоенности созидающего разума ученого. Вот две характерные выдержки из стихотворений Ершова²:

* * *

Я знанье добывал из потаенных мест,
Чтоб человек был жив не только хлебом,
Но сам не ведаю, неся свой тяжкий крест:
Распнут меня иль вознесут на небо.

* * *

Что лучше –
 задать самому себе
 миллион вопросов
Или ответить на один,
 но заданный другими?

* * *

В последние годы жизни Ершов вел неравный бой с неизлечимой болезнью. Активный до последнего вздоха как на научном, так и на политическом поприще, Андрей Петрович умер 8 декабря 1988. По нему скорбит и Восток, и Запад.

Перевод О. П. Симоновой.

¹ Цитаты из неоднократно переиздававшейся как в русском, так и в английском вариантах (с некоторыми разночтениями) статьи «О человеческом и эстетическом факторах в программировании» приводятся по однотомнику избранных трудов А. П. Ершова (Новосибирск: Наука, 1994, с. 41–48) за исключением последних двух фраз, которые отсутствуют в русских публикациях и даны здесь в переводе из публикации: *Andrei P. Ershov. Aesthetics and the Human Factor in Programming // Data-mation, 1972, vol. 18, No. 7, p. 62–64, 66, 67.* – Сост.

² Отрывки из стихотворений А. П. Ершова «Неведение» и «Вопросы» приводятся по сборнику, изданному его коллегами (*А. П. Ершов. Стихи. Академгородок: Институт систем информатики, 1991, с. 9, 17.*) – Сост.

Последние годы жизни академика А. И. Берга

Аксель Иванович Берг прожил долгую и замечательную жизнь. Он родился в Оренбурге 10 ноября 1893 г. в семье русского генерала шведского происхождения. Мать Акселя Ивановича была начальницей женской гимназии в Царском Селе. Благородными были семейные традиции Бергов – уважение к человеку, верность слову, любовь к труду, стремление к знанию. В А. И. Берге удивительно гармонично сочетались аристократизм и подлинный, глубокий демократизм. В его жизни не было спадов, не было остановок, а только стремление вперед. Конечно, случались трудности, мрачные дни, даже трагедии (арест в 1937 г.), но это были события его жизни, а не состояние духа; не внутренний настрой.

А. И. Берг уже в конце жизни говорил, что он счастливый человек, так как все свои мечты и замыслы он успел воплотить. Простое перечисление этапов его жизни подтверждает его слова. В 11 лет А. И. Берг поступает в Александровский кадетский корпус. Начинается военное образование, которое во многом определило его судьбу. Первую мировую войну он встретил младшим штурманом линейного корабля «Цесаревич» царского флота, а в конце ее становится командиром подводной лодки Красного Балтийского флота. В годы Великой Отечественной войны Аксель Иванович является крупнейшей фигурой в развитии радиотехнического и радиоэлектронного вооружения Советского Союза. В 1953–1957 гг. А. И. Берг – заместитель министра обороны СССР. И до конца своих дней адмирала А. И. Берга глубоко волновали проблемы, связанные с армией и флотом. Но уже в 20-е годы, будучи слушателем Военно-морской Академии в Петрограде, Аксель Иванович начинает свою научную и педагогическую деятельность. В 30–40-х годах он является видным ученым в области радиотехники и радиоэлектроники. В 1946 г. он становится действительным членом Академии наук. Отличительной чертой ученого был организационный талант. Он брался за грандиозные и трудные задачи с большой страстностью и удивительным бескорыстием. На протяжении своей жизни А. И. Берг создал много научных коллективов, которые успешно работали под его руководством. Последним его детищем – учреждением, в котором он прожил

@ С.С. Масчан, 1993. Опубликовано в: Академик Аксель Иванович Берг (К столетию со дня рождения). М.: Государственный политехнический музей, 1993, с. 65–75.

(проработал – сказать о нем мало) свои последние 20 лет, был Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР (НСК). Об этом периоде я хочу попробовать рассказать, так как на мою долю выпало большое счастье быть с ним рядом все эти годы (в качестве ученого секретаря Совета).

В книге И. Радунской «Аксель Берг» (М.: Молодая гвардия, 1971) этот период был назван «Жизнь третья». После тяжелого инфаркта, больниц и санаториев Берг просит освободить его от обязанностей заместителя министра обороны и переходит на постоянную работу в Академию наук. Снова любимая наука... И Берг не был бы Бергом, если бы и здесь не вышел на передовые рубежи, если бы не понял, что главными в научно-техническом прогрессе становятся электронные вычислительные машины и наука об информации и управлении – кибернетика. О борьбе А. И. Берга за идеи кибернетики, о его резкой полемике с теми, кто не принимал нового направления, написано уже много. А. И. Берг со свойственной ему энергией начинает пропагандировать кибернетические идеи. Он много выступает. Делает доклады в Академии наук и учебных институтах, пишет в центральных газетах и журналах, в сборнике «Агитатор», в газете «Бакинский рабочий». Очень характерны названия его статей: «Кибернетика и жизнь», «Кибернетика и технический прогресс», «Будущее за кибернетикой», «Медицина и электроника», «Может ли машина думать?». У А. И. Берга была красная папка под названием «Антикибернетика». В нее он собирал и классифицировал вырезки из газет и журнальных статей, в которых осуждалась кибернетика; Аксель Иванович все грозил издать этот ценный материал для потомства.

Счастливый случай привел меня в 1961 г. в Научный совет, который в это время создавался как самостоятельное учреждение Академии наук. Филолог по образованию, я предполагала заниматься там издательской деятельностью. Пригласил меня доктор физико-математических наук Яков Исаевич Хургин – заместитель академика Берга. Первый штат Совета состоял из трех человек: Я. И. Хургин, я (зачисленная на должность научного сотрудника, а вскоре – ученого секретаря) и лаборант. Со стилем работы А. И. Берга я познакомилась раньше, чем встретила с ним лично. Аксель Иванович был в это время в больнице. В нашу задачу входило в те первые недели держать его в курсе всего того, что происходило вокруг борьбы за кибернетику. Ежедневно мы готовили свежие материалы: это были и постановления разных комиссий, материалы заседаний, газеты, новые зарубежные издания. И очень быстро получали из больницы реакцию. Первое, что было в записке: мало! Почему нет такого-то материала, который кто-нибудь обещал ему передать «100 лет назад»? Почему стенограмма не полная? Почему есть ошибки в письме? И т. д., и т. п. Но все эти замечания делались в удивительно уважительном тоне, с милым юмором. Слова «пожалуйста», «спасибо» встречались в записках много раз.

Вскоре появился Аксель Иванович – очень обаятельный, собранный, увлеченный до страстности и настолько бескорыстно преданный делу, что всех вокруг заражал своим рвением. Очень точно пишет о нем профессор Б. В. Гнеденко: «В общении Аксель Иванович производил чарующее впе-

чатление – как человек, увлеченный делом, не терпящий лжи и фальши, не переносящий работы вполсилы; он сам отдавал себя работе целиком и считал, что так должен поступать каждый» (Б. В. Гнеденко. Отстаивая исследовательский поиск // Путь в большую науку: академик Аксель Берг. М.: Наука, 1988, с. 147–150).

Создание Совета проходило быстро, так как любая бумага, подписанная Бергом быстро «срабатывала». Первый доклад на Президиуме АН был сделан академиком А. И. Бергом 10 апреля 1959 г.

Доклад так интересен по постановке задач и так ярко выражает личность А. И. Берга, что хотелось бы привести несколько цитат.

«В настоящее время, – начал свой доклад А. И. Берг, – еще не существует общепринятого, точного определения термина „кибернетика“, введенного Ампером в 1843 г. Про кибернетику можно сказать, что ее методами человечество пользовалось всегда, но только не применяя этого термина, если можно так выразиться, бессознательно, подобно тому, как оно пользуется весьма давно речью для обмена информацией, причем в большинстве случаев люди говорят прозой, а некоторые этого не знают». И далее следует краткое определение: «Кибернетику можно назвать наукой о целеустремленном управлении развивающимися процессами».

Подводя итоги работы комиссии, А. И. Берг отмечает, что это только первая попытка «теоретического обоснования и широкого обобщения основных проблем кибернетики» и поэтому в рекомендациях, разработанных ею для Президиума АН СССР, содержится общее одобрение основной идеи записки¹ – признать, что кибернетические проблемы должны решаться во всех отделениях АН СССР, причем отделение физико-математических наук должно играть ведущую роль в разработке научной проблемы в целом. И последняя рекомендация: иметь в составе АН СССР постоянный научный совет по кибернетике. В докладе ставятся конкретные задачи Совета: создание перспективного плана по проблеме «Общие вопросы кибернетики» на 1959–1965 гг., а также расширение и координирование исследований по кибернетике. «Если этого не сделать, – заявил А. И. Берг, – теперь же, то Академия наук рискует остаться в глубоких тылах по разработке важнейших проблем, решение которых необходимо для скорейшего и наиболее эффективного развертывания работ». Берг не может пройти мимо недооценки кибернетики: «Я обязан специально отметить, что со стороны некоторых ученых и руководящих работников в различных областях народного хозяйства наблюдается проявление:

- а) полной неосведомленности о том, что такое кибернетика;
- б) вытекающие из этой неосведомленности и отрыва от жизни отрицательное отношение к разработке и практическому использованию кибернетики;
- в) основанное на этой неосведомленности непризнание „априори“ всего нового и непривычного, что содержится в проблемах кибернетики, со ссылкой на признанные авторитеты».

¹ Имеется в виду проблемная записка, выработанная комиссией для разработки перспективного плана по проблеме «Основные вопросы кибернетики».

И заключает: «Огромный вред, наносимый всем сказанным, трудно переоценить».

«Нам не следует также стыдиться греческого слова, введенного Ампером, и повторно, в условиях широкого использования методов электронной автоматики, примененного американским ученым Винером. Книги Винера у нас, наконец, с опозданием на 10 лет переведены, и после этого советские ученые и инженеры не отступились от материалистической философии и экономического учения великого Карла Маркса». В этом утверждении весь А. И. Берг с его прямоотой и принципиальностью ученого. Каждый, кто знал А. И. Берга, видит, читая эти строки, его энергичный жест, страстный голос и ироническую усмешку. Заканчивает Берг доклад перечислением русских ученых, которые своими замечательными трудами создали базу для науки об общих принципах управления. Это И. А. Вышнеградский, А. М. Ляпунов, А. А. Андронов, Б. В. Булгаков. «Мы имеем также,— заключает докладчик,— многочисленные молодые кадры, отлично подготовленные для дальнейшего развития проблем кибернетики. Поэтому необходимо принять меры для укрепления советской школы кибернетики». Если будет создан Научный совет по кибернетике, он будет считать это своей основной задачей. Это 1959 год! Отныне и до конца дней кибернетика, ее становление, развитие и внедрение методов новой науки станет смыслом жизни академика А. И. Берга. Его энергия заражает многих крупных ученых самых различных направлений. В приложении к протоколу Президиума дан список членов первого состава Научного совета по кибернетике. Заместителями А. И. Берга утверждаются доктор физико-математических наук А. А. Ляпунов и член-корреспондент АН УССР А. А. Харкевич. В совет вошли академики А. А. Дородницын, М. В. Келдыш, В. А. Котельников, В. С. Немчинов, члены-корреспонденты Б. Н. Петров, В. А. Трапезников, С. Н. Мергелян, член-корреспондент АН УССР В. М. Глушков, действительный член АМН СССР, вице-президент АМН СССР В. В. Парин. Ученым секретарем и помощником А. И. Берга становится М. Л. Цетлин — талантливый человек, увлеченный наукой, который отдал много сил и времени для становления кибернетики в СССР.

А. И. Берг добился своего: сначала был создан Научный совет на общественных началах, а в 1961 г. сформировался его первый штат, и он стал Советом на правах института. Благодаря организационной деятельности А. И. Берга был создан уникальный Научный совет, предназначенный для координационной деятельности, в котором одновременно велись и научные исследования по отдельным направлениям кибернетики. Основными структурными подразделениями Совета являлись секции, координирующие исследования по определенным крупным направлениям. Здесь интересно отметить сам принцип создания секции. Аксель Иванович всегда начинал с того, что выбирал направление, которое, как ему казалось, может и должно применять и развивать методы кибернетики. Много читал, приглашая к себе специалистов в этой области, и только тогда, когда находил ученого-единомышленника, приглашал его возглавить секцию. В течение года вокруг Берга собрались крупнейшие ученые самых разных профилей. Это были В. В. Парин (биология и медицина), В. С. Немчинов (экономика), Н. Г. Бру-

евич (надежность), В. И. Сифоров (теория информации), Н. И. Жинкин, Б. Ф. Ломов (психология), М. А. Гаврилов, Я. З. Цыпкин (техническая кибернетика), В. В. Иванов (лингвистика), Б. С. Сотсков, В. М. Ахутин (бионика), А. Г. Спиркин (философия) и многие другие. Создавались институты кибернетики в республиках, новые лаборатории в институтах Академии наук, проводились бесчисленные конференции, семинары и симпозиумы. И все это проходило через кабинет А. И. Берга. Сюда он приглашал (слово «вызывал» к стилю работы Акселя Ивановича не подходит) председателей секций, директоров институтов, председателей оргкомитетов. Непонятно, когда он успевал прочитать такое количество книг, журналов, диссертаций, тезисов докладов. Особо хочется отметить, как внимательно подходил Берг к отбору ученых в состав групп, направляемых за рубеж. Он старался пригласить к себе каждого, кто должен был поехать по рекомендации Совета за границу. Проверял, владеет ли он иностранным языком, расспрашивал о содержании предстоящего доклада, давая напутствия, делился воспоминаниями о своих поездках за границу. С особым подъемом встречал Аксель Иванович ученых, вернувшихся из зарубежных командировок. Эти беседы были всегда долгими, они его глубоко интересовали, он внимательно слушал, задавал вопросы, пытался понять, какова польза от поездки, какая новая научная информация получена.

В отчете за 1967 г. сказано, что к работе НСК на общественных началах привлечено более 800 человек, в том числе 14 академиков, 30 членов-корреспондентов, около 200 докторов наук и свыше 350 кандидатов наук. А в самом Совете было всего 26 штатных единиц, из них 15 научных сотрудников, на которых ложилась вся работа по секциям, издательским делам. При этом ряд сотрудников вел серьезную научную работу. Берговский демократизм, его увлеченность, уважение к людям – все это создавало неповторимую атмосферу жизни маленького коллектива. Сотрудники Совета в меру своих сил старались помогать А. И. Бергу в его огромной работе.

Верным показателем жизнестойкости и здоровья коллектива является его стабильность. За все годы работы А. И. Берга состав в Совете почти не менялся. Все сотрудники проработали в Совете до смерти А. И. Берга. Кадровая политика Берга была очень проста. Научные сотрудники Совета были учеными секретарями секций. Для их поступления на работу нужно было только представление председателя секции. И всем председателям Берг задавал один и тот же вопрос: «Толковый человек? Умеет работать?». Никакие биографии и характеристики его не интересовали. Показательным был прием в штат Совета Е. В. Марковой. Она была репрессирована, и в 1962 г., несмотря на полную реабилитацию, у нее возникали трудности с устройством на работу. А. И. Берг подписал сразу приказ о ее зачислении, что не переставало удивлять Е. В. Маркову долгое время. И Е. В. Маркова была одним из самых серьезных научных сотрудников, за время работы в Совете она защитила кандидатскую, а затем и докторскую диссертации.

На протяжении всех лет работы в Совете ритм рабочего дня Берга не менялся. Ровно в 9.30 он был у себя в кабинете, всегда входил с большим тяжелым портфелем. (Очень не любил, когда кто-нибудь пытался помочь ему нести портфель. До глубокой старости Аксель Иванович был физически сильным человеком.) В портфеле всегда оказывались новые книги или журналы, среди них обязательно иностранные. Аксель Иванович утром (с 7 часов утра он работал дома) успевал просмотреть книгу или прочесть статью и спешил с кем-нибудь поделиться этой информацией. А часто статья шла на ксерокс и рассылалась по секциям. Аксель Иванович сердился, когда быстро не получал отклика от членов секций.

Обычно А. И. Берг бывал на работе до двух часов дня. Все это время он напряженно работал. Но если проводилось заседание бюро секций, редколлегии или оргкомитета конференции и к двум часам оно не заканчивалось, то уговорить его уйти было бесполезно. Трудно было его уговаривать сделать перерыв, даже чтобы выпить стакан крепкого чая с овсяным печеньем (все, кто бывал у Акселя Ивановича, пили чай с этим «обязательным» печеньем). Сам Аксель Иванович ел очень мало и призывал всех мало кушать, не курить и не пить спиртного. О борьбе с пьянством он говорил и во время публичных выступлений, и в частных беседах, и в печати. Однажды он даже непосредственно принял физическое участие в этой борьбе.

На углу улиц Губкина и Вавилова стоял пивной ларек. Это очень раздражало Акселя Ивановича. Много раз он говорил о том, что ларек надо закрыть, что там пьют пиво сотрудники академических институтов, а это позор. Как-то утром, проезжая на работу мимо ларька, он остановил машину и быстро вышел. Он был в адмиральской форме. Далее рассказ идет со слов очевидца – водителя машины. Берг у каждого в очереди спрашивал, в каком институте он работает и почему не в лаборатории, а пьет пиво? Толпа быстро рассеялась, недопитые кружки остались на прилавке, продавщица на всякий случай закрыла окошко. Берг, довольный, сел в машину и, войдя в кабинет, рассказал, как он разогнал бездельников. Через несколько дней ларек закрыли. Может быть, это было просто совпадение, а может быть, испугались «грозного адмирала». А сам адмирал радовался успеху, как ребенок.

Хочется немного подробнее остановиться на нашей «внутренней» жизни, рассказать об отношении Акселя Ивановича к нам – сотрудникам Совета, с кем он сталкивался ежедневно. Он хорошо нас всех знал, интересовался нашей жизнью, особенно нашими детьми. Готов был помочь в любом деле. Много с нами беседовал, на это своего времени не жалел. Эти беседы Акселя Ивановича незабываемы. Он любил вспоминать гражданскую войну и особенно свои любимые подводные лодки. Все мы помним их названия: «Рысь», «Пантера», «Змея», «Волк». Вспоминал о тяжких днях, когда он был арестован и сидел в тюрьме. Рассказывал как-то по-особенному, по-берговски увлекательно, образно и поразительно точно. Помнил все имена, даты и прекрасно воспроизводил обстановку. Иногда повторялся, но говорил при этом, что такое можно послушать и два раза. Говорил, что он ни при каких обстоятельствах старался не тратить времени зря. Как пример приводил нам время, когда они с Туполевым сидели в одной камере и чита-

ли друг другу лекции. Вспоминал, как он в годы Великой Отечественной войны 4 часа убеждал Сталина в необходимости развития радиолокации и убедил! Часто укорял нас, что мы не знаем как следует иностранные языки и добился того, что у Совета в течение двух лет были группы, в которых мы изучали, одни английский, а другие французский, языки с прекрасными преподавателями (сам он знал четыре языка).

Учил нас работать с документом: «Бумага без даты годится только для того, чтобы ее выбросить». Много позже, когда я разбирала архив Акселя Ивановича, я убедилась, что архив был в таком порядке, что не требовал никакой обработки. Все фотографии строго датированы и указано место съемки, все бумаги и письма разложены в отдельные папки. Он не был нашим начальником, он был нашим старшим товарищем и всегда был к нам трогательно внимательным. Самым большим наказанием для нас было недовольство Акселя Ивановича.

В первые годы работы в Совете А. И. Берг часто ездил в командировки и там тоже четко соблюдал свой рабочий ритм. Летом 1964 г. группа сотрудников была с ним в Киеве, где он хотел увидеть, как там применяется программированное обучение. Аксель Иванович жил отдельно от нас – под Киевом, но рано, в 9 ч. утра, заезжал в нашу гостиницу, и мы с ним работали до 4–5 часов лишь с небольшим перерывом на обед. Когда мы обедали вместе, он ужасался количеству поглощенной нами еды и боялся, что мы заболеем от обжорства. Всегда внимательно смотрел на бутылки, которые стояли на столе, и, убедившись, что это лимонад, немного отпивал, а потом всегда заказывал стакан «хорошего» чаю.

В Киеве произошел небольшой эпизод, который хорошо характеризует Акселя Ивановича. Программированным обучением в Совете занимался Александр Николаевич Захаров. Берг всегда выделял этого умного, обаятельного человека и любил, чтобы Захаров бывал с ним на конференциях, заседаниях в Минвузе, на совещаниях в университете, в Институте психологии. И в этой командировке Аксель Иванович попросил Захарова, чтобы он жил с ним в гостинице под Киевом. Рабочий день кончался в 5 часов, и Берг с Захаровым уезжали. Однажды Захаров решил остаться на вечер в Киеве и вернулся в гостиницу только в 10 вечера. Зная, что Аксель Иванович рано ложится спать, он снял туфли и хотел тихо пройти в свой номер, как вдруг распахнулась дверь, и на пороге появился Берг в халате и тюбетейке, приглашая зайти к нему. «Во-первых, обуйтесь. Вы так из Киева идете? – сказал, смеясь, Аксель Иванович. – А во-вторых, идите пить чай, я его укутал пледом, чтобы вы перед сном выпили горячего чаю». Больше Захаров не оставался по вечерам в Киеве.

В Совете была традиция поздравлять каждого с днем рождения. Аксель Иванович принимал активное участие в чаепитиях по этому поводу, но если не мог участвовать, уезжал куда-нибудь по делам, то обязательно днем поздравлял, находя при этом какие-то удивительно хорошие слова. Особенно внимателен Аксель Иванович был к женщинам. Все годы в день 8 марта он писал милые открытки и приносил цветы и конфеты. Вот одно из таких поздравлений:

«В праздник Международного женского дня поздравляю Вас, дорогие женщины нашего Совета, и от всей души желаю Вам на многие годы здоровья, счастья и удовлетворенности работой в Совете. Обнимаю и целую всех Вас, дорогие друзья. Ваш А. Берг. 8 марта 1972 года».

Участие Акселя Ивановича в наших праздниках придавало им особое очарование. Все помнят рассказ Акселя Ивановича на одном из вечеров, посвященных годовщине Октябрьской революции. Он говорил о первых праздниках революции, рассказывал о Ленинграде 20-х годов, об удивительной жизни ученых тех бурных и трудных лет. Говорил долго, увлеченно, а мы, затаив дыхание, слушали. Какой это был вечер, и как жаль, что так мало было слушателей!

Мы были тогда молоды, и атмосфера, которую создавал Аксель Иванович, была такова, что всем хотелось быть вместе и в часы отдыха. В Совете проводились костюмированные вечера, ставились сценки, разыгрывались парады, много было импровизаций, конкурсов на лучшие блюда и т. д. И Аксель Иванович нас нисколько не связывал, он веселился вместе с нами.

Сохранилась моя «режиссерская тетрадь» наших представлений. Какое разнообразие тем и какое количество исполнителей!

Вспоминается встреча «старого» нового 1963 года... Свечи, Дед Мороз. На горячее – печеная картошка. Аксель Иванович радуется, ест с удовольствием. И снова начинаются воспоминания: рассказ о днях, когда картошка была мечтой.

Один из самых памятных наших вечеров – а их было много и все были очень веселыми – был вечер, когда мы праздновали 75-летие А. И. Берга. Нашей самодеятельностью была подготовлена художественная программа – «Жизнь Акселя Ивановича». Восемилетний сын одной нашей сотрудницы изображал маленького Берга. В фуражке, с круглым миловидным лицом, он походил на ранние фотографии Берга – ученика Морского училища – гардемарина. «Мать» говорила на иностранных языках. Это было детство. Потом – война, море, подводная лодка, революционные песни, Лариса Рейснер (о которой любил рассказывать Аксель Иванович), затем кабинет ученого радиотехника, снова война, а кончалось все появлением А. П. Филатовой, нашего бухгалтера, которая отличалась высокой, стройной фигурой, в шинели и фуражке Акселя Ивановича с портфелем. Она обходила всех женщин и целовала им руки. Аксель Иванович смеялся до слез над всей «постановкой», единственное, что его удивило, как это в гардеробе выдали его шинель!

Каждый, кто работал с Бергом, с любовью, а все больше с грустью, вспоминает его. У всех есть его книги с автографами, его фотографии, каждый помнит добро, которое Аксель Иванович сделал ему. А добра этого было очень много!

В 1965 г. в издательстве «Наука» вышла небольшая книга «Аксель Иванович Берг» в серии «Материалы к биографиям ученых СССР» (Радиотехника, вып. 2). В ней приведены основные даты жизни академика Берга, краткий очерк научной, педагогической и общественной деятельности, написанный профессором И. В. Бреневым, список литературы о жизни и трудах Акселя Ивановича и библиография его трудов. В 1971 г. появилась в

издательстве «Молодая гвардия» книга И. Радунской «Аксель Берг – человек XX века». В ней описана биография Акселя Ивановича в виде нескольких жизней: Жизнь первая, Жизнь вторая, Жизнь третья и... еще одна Жизнь. Книга иллюстрирована большим числом фотографий. После смерти Акселя Ивановича удалось издать обширный сборник воспоминаний об академике Берге «Путь в большую науку: академик Аксель Берг» (М.: Наука, 1988). В этом сборнике около сорока статей разных авторов и несколько статей самого Берга. Сборник охватывает разные годы жизни Берга и содержит много фотографий. Остался в память о Берге фильм, снятый в 1972 г. на студии «Ленфильм». Фильм небольшой, он воссоздает яркий, запоминающийся и очень похожий образ Акселя Ивановича Берга.

М. А. Берг

Воспоминания об отце. Довоенная жизнь

Отец познакомился с мамой в Туапсе, где он отдыхал в 1927 г.¹. Мамина жизнь была достаточно тяжелой, она зарабатывала себе на хлеб, работая то ли машинисткой, то ли курьером. Мама никогда не вдавалась в подробности. Я знаю лишь с ее слов, что ее отец и мать жили плохо, отец имел другую семью. <...>

Первая жена отца Нора Адольфовна Бетлинг была полной противоположностью матери. Сдержанная, умеющая рисовать, знающая языки – она, конечно, по семейным понятиям составляла хорошую пару отцу. Интересен один случай, о котором рассказывал отец. В годы первой мировой войны отец служил на подводной лодке. Об этом много написано, и я остановлюсь на одном эпизоде. В одном из походов подводная лодка, где находился отец, была атакована немцами и залегла на грунт. Несколько часов немцы прочесывали море над лодкой и, сочтя ее погибшей, ушли. За это время ил засосал лодку, в ней кончился кислород, люди, отравленные углекислым газом, теряли сознание. Потерял сознание и отец. Оставшимся в живых чудом удалось выбраться из илистой могилы Балтийского моря, подняться

¹ Марианна Ивановна Берг (1901–1981) – вторая жена А. И. Берга. – **Е. В. Маркова.**

© М. А. Берг, 1993. Воспоминания предназначались для книги «Путь в большую науку: академик Аксель Берг» (М.: Наука, 1988), но были отклонены, главным образом из-за рассказа об аресте А. И. Берга. В сокращении (текст подготовлен к печати Е. В. Марковой) опубликованы в: Академик Аксель Иванович Берг (К столетию со дня рождения). М.: Государственный политехнический музей, 1993, с. 76–84. Печатается по этому изданию.

наверх и вернуть к жизни часть экипажа. С большой задержкой подводная лодка вернулась на базу, где ее ждали близкие. И вот тетя Нора спросила отца: «Что случилось с тобой в 3.12 утра?» Это был момент, когда экипаж потерял надежду на возвращение, лодку все глубже засасывал ил Балтики. А в 3.12 отец в последний раз отметил сознательно отсчет времени, после чего потерял сознание. Какая-то неприятная тревога заставила проснуться тетю Нору среди ночи с ощущением смертельной опасности, грозящей отцу. Машинально она отметила время. И с этой минуты не находила себе места от тревоги за отца.

Не берусь комментировать это совпадение, но, зная отца, верю его рассказу.

Тетя Нора во время войны осталась в Ленинграде и умерла от голода. В нашем доме в память о ней сохранился ее великолепный рисунок на эмали – мальчик, сидящий в кресле. Он всегда стоял на письменном столе отца. <...>

До войны мы жили в Ленинграде на Аптекарском острове, на Песочной улице в доме профессорско-преподавательского состава Ленинградского электротехнического института (ЛЭТИ); дом примыкал к зданиям института. В подвальных помещениях института ютились семьи дворников. Теперь там учебная лаборатория.

В те годы дом окружали огромные свободные пространства. С внутренней стороны квартиры окна выходили во двор института с небольшим палисадником для детей. Окна другой части дома выходили в колоссальный парк.

В парке свободно размещалось футбольное поле, два теннисных корта и роща с огромными лиственницами. За лиственницами на небольшом пригорке высился корпус полуразрушенной, перестроенной и окруженной различными антеннами церкви. Отец часто бывал там и, если я не ошибаюсь, работал со студентами и учениками. После войны там разместили учебный электронный ускоритель.

Под самыми окнами профессорского дома был разбит палисадник, где мы играли в лапту. Теперь ведь, вероятно, утрачены и забыты правила этой игры. А мы самозабвенно играли в два вида лапты: длинную и круговую. В каждую внесли свои дополнения и усложнения, но игры эти очень красивы, и жаль, что они уходят в прошлое. Отец принимал участие в играх в длинную лапту. Это случалось не так уж часто, но играл он азартно, увлеченно, уходя весь в процесс игры.

Но, конечно, не лапта была главным его увлечением, а теннис. И любовь к нему он пронес через всю жизнь. Отец шел играть на корты в великолепных белых отутюженных фланелевых брюках, подтянутый, элегантный, стремительный. В руках он нес груды ракеток и мячей. Костюм завершала белая, или, скорее, кремовая рубашка с короткими рукавами и белая форменная фуражка. Играть с отцом в теннис было истинным наслаждением; это было великолепное зрелище, представление.

Не знаю, права ли я, но, по-моему, человек проявляется в игре, где он ослабляет контроль над собой. Игра – это как бы набор экстремальных моментов, когда человек становится самим собой. Как вообще ничего отец не делал наполовину, не вкладывая всего темперамента, так и играл он, полностью отдавая себя игре, игровым ситуациям. Он играл пылко, страстно,

старался достать любой мяч, но, самое главное, с величайшим уважением к партнеру. <...>

Я не помню случая, чтобы отец ел без салфетки или некрасиво поданную еду. Нынче мы так заняты, так торопимся, что устранили из своей жизни уют семейного очага <...>

Я привыкла к неожиданным вызовам отца в Москву и воспринимала его неожиданные отъезды ночью как нормальную форму бытия. В моем детском воображении слово «Москва» неразрывно связывалось со словами «Стрела» и «ночной поезд». За отцом пришли ночью. Они всегда приходили ночью. Меня разбудил шум. Папа ходил по квартире и что-то собирал, а на мои вопросы спокойно ответил, что едет в Москву на «Стреле». Только помню, что наказал слушаться маму и Сашу².

Не сразу я поняла, что люди стали относиться ко мне иначе. И никак не связывала это с затянувшейся командировкой отца. Неожиданной была затаянная жалость, появившаяся в глазах ведущей наш класс великолепной пожилой учительницы Анны Ивановны.

Однажды во дворе кто-то из детей спросил: «Где твой отец?» Я ответила, что он уехал в Москву на «Стреле». И услышала слова ребенка, несомненно, повторившего услышанное дома: «Неправда. Твой отец сидит в тюрьме». Я прибежала домой и бросилась к маме. Она твердо сказала, что мне сказали неправду и что отец скоро приедет. Нет, и после этого эпизода я не задумалась о причине неожиданно длительного отсутствия отца. Но через несколько дней тот же ребенок с ехидством спросил: «Ну что же он так долго не возвращается?» И тогда я поняла, что с отцом случилась какая-то беда. Я бесконечно благодарна матери, что в силу своего характера, привыкшего молча, без жалоб переносить несчастье, она позволила мне и дальше не в полной мере ощущать постигшее нас горе. Мое внимание не акцентировалось специально на том, что в квартире поселилась помимо нас и другая семья. Почему-то мать ушла из института и стала работать в библиотеке. Лишь десятилетие спустя я узнала, что ей предложили покинуть институт. Устроиться на работу, не имея никакой специальности, будучи женой арестованного мужа, она не могла, а есть надо было каждый день <...> Я не знаю, что стало бы с нами, если бы не друзья, каким-то образом пристроившие маму в библиотеку. Мы переехали из отдельной прекрасной квартиры в одну комнату, где рядом жили преподаватели ЛЭТИ Жданов и Можевский. В комнате негде было повернуться. Мать поставила своей целью сохранить «живой фонд» нашей семьи до возвращения отца, и мы жили вчетвером: овчарка Барс, мама, я и Саша.

Только одно воспоминание о недостойном человеке живет во мне. Мы все жили в старой большой профессорской квартире. Как-то, когда я оказалась в доме одна, к нам пришла знакомая, числившаяся в друзьях дома. Поинтересовавшись, есть ли кто-нибудь из взрослых дома, она стала подробно расспрашивать меня о жите-бытье: «Кто из прежних друзей бывает у вас?» По-видимому, мой неточный ответ не удовлетворил ее, и она уточнила:

² Саша – женщина, жившая в семье Бергов и помогавшая по хозяйству. – Е. В. Маркова.

– Заходит ли кто-нибудь из семьи Крупских?
 – Да. Нам часто звонит Михаил Александрович³.
 – И заходит?
 – Да.
 – А З. Ф. Иванова? (Она была парторгом института, в котором работал отец.)
 – Да.
 – И о чем они говорят с мамой? О папе? О том, где он и почему?
 – Конечно, говорят. А где он? Что вы знаете о нем? Когда он вернется?
 Это слово «вернется» заменяло тогда все глаголы, все временные отсчеты: «Вот когда папа вернется, мы снова поедem на юг», «Вот когда папа вернется, мама опять будет учиться», «Вот когда папа вернется...». Это был страстный детский призыв, наивная детская вера в обязательное торжество справедливости.

Эта дама не отвечала на вопросы. Ее интересовало, где наш радиоприемник. Шла война с фашистами, и все обязаны были сдать радиоприемники. Сейчас не помню уже, касалось ли это только ленинградцев или распространялось на всех. И уверенная, что чисто по техническим причинам мать держала его в платяном шкафу, я и продемонстрировала его любопытствующей. По-видимому, маме трудно было чисто физически отнести такую тяжелую вещь, да еще в рабочее время.

Мне как ребенку доставляло истинное наслаждение общение со взрослой, задававшей мне взрослые вопросы и заинтересованно слушающую меня, мои детские ответы. Меня распирала моя информированность. Она рвалась наружу. По счастью, я не знала, где работает мама и кто ее устроил, сколько она получает, поэтому на эти вопросы ответить не могла. Узнав, что скоро придет мама, дама заторопилась. Она узнала от меня все подробности нашей жизни и круг наших знакомств. Я была еще слишком мала, чтобы понимать происходящее, но когда вернулась с работы мама, я поведала ей о госте и о моих беседах с ней. Горю мамы не было границ. Она твердила: «Что ты наделала? Теперь посадят дядю Мишу и у З. Ф. Ивановой могут быть крупные неприятности». (М. А. Крупского действительно сажали, но ненадолго. Сыграла ли здесь свою роль эта дама – не знаю.)

Шли годы. Уже в 60–70-е годы однажды позвонила нам в Москву эта женщина, рассказала, что ее бросил муж. Я молчала. Мне казалось, что язык такой большой, что не может даже повернуться во рту. Ее ничто не останавливало. Она узнала адрес в справочном бюро и пришла домой без предупреждения. Когда я увидела ее, я вспомнила все ее вопросы до таких подробностей, что стало страшно. Я молчала. Она говорила мне, что мама ее, конечно, помнит, а вот уж я, естественно, и знать-то ее не могла. Глядя ей в глаза, я повторяла, как заведенная, одну фразу: «Мама забыла вас, я говорила ей о вашем звонке». Мне хотелось бросить ей в лицо слово «предательница», но я сдержалась и не опустила до этого уровня. Она билась

³ Михаил Александрович Крупский – племянник Н. К. Крупской, начальник Высшего военно-морского инженерного училища, впоследствии вице-адмирал. Его имя носит научно-исследовательский корабль «Михаил Крупский». – **Е. В. Маркова.**

вокруг меня с пояснениями, разъяснениями, напоминаниями. До нее не могло дойти, она просто не могла и подумать, что я ее помню, знаю, и передо мной мысленно звучит разговор 30-летней давности. Стиснув зубы, я повторяла ей: «Мама забыла вас, я ей говорила о вашем звонке». И она еще собиралась поехать искать маму! Не знаю, поняла ли она, наконец, но глаза ее стали злыми, и она ушла.

Уже долгие годы спустя после возвращения отца и когда в редкие минуты откровения мы говорили с ним о маме, он неизменно разными словами всегда высказывал одну мысль: ею надо гордиться уже за то, что она не только не оставила его в эти годы, но продолжала беззаветно верить ему и ждала, ждала. <...>

Однажды весной пришел человек, сидевший вместе с отцом. Почему-то я запомнила его фамилию: Васильев. Мать долго, подробно говорила с ним, выслав меня из комнаты. Она всячески оберегала меня от излишней информации, которая к тому же могла оказаться лживой; после случая с той женщиной моя изоляция стала еще более тщательной. Самое главное, что я узнала от Васильева, это что отец жив, здоров, скучает о нас и надеется встретиться с нами. Он повел меня в магазин и купил все, чего мне не доставало для счастья. Шел 1939 год. Мне было 10 лет. Мне для счастья не доставало мороженого и соевых конфет.

Он не мог ответить ни на один из настойчиво повторяемых мною вопросов: «Почему папа в тюрьме? Что он сделал? Ведь у него орден, институт и своя „эмка“. Скоро вернется?» Но он мог только купить мороженого и соевых конфет.

Мы никогда больше не видели Васильева и ничего не слышали о нем, но это был живой человек, только что видевший отца, человек, который мог рассказать, как живет отец. И мать, и сам Васильев очень озабоченно просили меня забыть и нигде ни с кем не упоминать о его посещениях.

Но информация распирала меня, она лезла из ушей, глаз и всего моего щуплого тела, выражалась в повышенной возбудимости, моторике, каких-то недомолвках... Я не могла не говорить об отце. По счастью, мое несносное поведение ограничивалось кругом привычных друзей, т. е. не возбуждало внимания. Не сомневаюсь, что я проговорила бы, если бы мне задали вопросы, так я была переполнена счастьем.

Отец вернулся домой в конце мая 1940 г. Бабушка⁴ не дожила до этого дня три месяца. Поздно вечером он позвонил в старую квартиру, и ему сказали, где нас искать. Мама еще не пришла с работы. Я открыла дверь: передо мной стоял худой, плохо одетый мужчина, от которого веяло чем-то родным, знакомым и чужим одновременно. Дрогнувшим голосом он сказал:

– Маринка? А где мама?

– На работе. Папа! Папа! Мой папа приехал!

– Не шуми детка! Покажи, где вы живете.

Мы вошли в комнату. Откуда-то с отчаянным визгом выбрался Барс и бросился к отцу. Он признал отца сразу. Мы бестолково суетились вокруг него.

Раздался стук открывающейся двери, я бросилась из комнаты с криком:

⁴ Мать А. И. Берга – Елизавета Камилловна. – **Е. В. Маркова.**

– Мама, папа вернулся!

Мама, это была она, неожиданно побелела так, что лицо ее белым пятном выделялось в темной прихожей, и стала медленно оседать на пол. Сильные руки отца, оттолкнув меня, обняли ее, подхватили, и он внес ее в комнату. Бесновался пес, кричала я, вся квартира включилась в этот радостный гвалт. А время ведь шло непростое, и к такому возвращению люди не знали, как относиться. Что сулило оно? Реабилитацию? Ссылку?

Квартира не задавала лишних вопросов. Я только отчетливо помню, что отец очень громко и несколько раз повторил: «Я реабилитирован».

Много позже до меня дошел смысл слова – он не хотел двусмысленности, не хотел подвергать людей бессмысленному испытанию. Шло не то время, которое располагало к беспечности. Они могли бояться за себя, за своих родных, они имели право на это; он прошел свой путь и четко знал, что это значит. И простая человеческая радость сквозила в этом слове, что правда восторжествовала. И была полная неизвестность, что же дальше?!.. Эта ночь прошла в каком-то неорганизованном застолье с соседями и друзьями, в очень четко сформулированных, сдержанных вопросах, касающихся только будущего, и простых, но не имеющих двойной трактовки (двойного смысла) ответов отца.

Отец стал преподавать в ЛЭТИ. Вскоре мы вернулись в старую квартиру, и потекла размеренная жизнь. Папа много работал. Все, кто знал его, понимают, что стоит за этими простыми словами.

Жизнь входила в свою колею, но все понимали, что неумолимо приближалась война.

Как-то в гостях у М. А. Крупского мне запомнился разговор между отцом и дядей Мишей. На стене висела карта Европы, занимая ее полностью от пола до потолка. Шел 1940 год. Карта пестрела флажками, воткнутыми в города, оккупированные Гитлером. Два моряка, строевых офицера, стояли у карты и недоумевали, почему мы так беспечны. И вдруг я ворвалась в разговор со словами песни: «Нам чужого не надо, но и своей ни пяди мы не отдадим, поэтому чего нам бояться какого-то Гитлера?»

Отец попросил меня не вмешиваться в разговор взрослых, забыть о нем, никогда не упоминать нигде и ни с кем и уйти из комнаты.

В день похорон Сталина мы уехали с мамой в Звенигород. Эфир дышал траурной музыкой. Я рыдала, обняв приемник и совершенно не соображая, что будет дальше, как жить завтра. В каждом человеке развито свое собственное восприятие мира, других людей. Одни смотрят. Другие слышат. Я живу как бы в двух планах: в одном я живу и слышу мир в том виде, в котором он сам хочет быть представлен. А в другом плане я бессознательно фиксирую интонационные особенности разговаривающих людей, их взгляды, не предназначавшиеся для непосвященных, их произвольные движения, скрытую реакцию и т. д. И при каких-то неприятностях совершенно непостижимым образом я сопоставляю оба плана, анализирую и извлекаю настоящую истину.

В доме редко говорили: «не делай», «запрещаю» и прочую воспитательную шелуху, единственной издержкой которой и являлось немедленное желание сделать запрещенное. На мою длинную тираду в пользу какого-то дей-

ствия отец (если считал так) говорил коротко: «Глупость какая». И все. И если ты не дурак, то думай. Мои пылкие объятия с приемником и громкие стелания имели единственную реакцию: родители быстро собрались и ушли в лес, что само по себе уже заставило мое подсознание работать. Они не возвращались так долго (да еще в такой день), что одного этого факта оказалось достаточно для включения плана бессознательного анализа событий.

Когда они вернулись, мы сели обедать, и, глянув в сторону моего зареванного, опухшего от слез лица, отец сказал:

– Ты думаешь, он не знал о миллионах, сидящих в лагерях? Загубленных по тюрьмам? О разгуле бериевской банды?

Я ответила:

– Нет. Разве...– и далее всю патетическую чепуху.

Отец сказал:

– Он знал обо всем. Он управлял процессом. И не дай бог, чтобы к власти пришел Берия.

Это было все. Никогда больше мне не говорили о Сталине. Видимо, отец не мог простить моих рыданий, а объяснить не хотел, чтобы дошла сама. Но к этому времени разговор наш потерял свою актуальность.

Когда-то случайно, роаясь в старых бумагах, я нашла письма матери, обращенные к Берии. Она писала о невиновности отца, о происшедшей ошибке, просила ускорить разбор дела. Не знаю судьбы оригиналов. Читать же дубликаты становилось страшно. У нас в семье бытовала своя версия о реабилитации и возвращении папы.

На Черном море шли испытания связи между кораблями в условиях, приближенных к военным. Испытания срывались. Присутствовал на испытаниях К. Е. Ворошилов. Он спросил:

– А где Берг?

– Он арестован,– ответили ему.

– Разобраться и доложить лично.

Так отец вернулся домой. Он столь часто задавал мне один и тот же вопрос, что он запал мне в голову:

– Как изменились отношения к тебе твоих друзей, когда они узнали правду?

– Как взрослые, прежние наши друзья, вели себя по отношению к нам в эти годы? Кто отвернулся? Кто был нейтрален? Кто враждебен?

Я знаю, что не в натуре отца когда-либо сводить счеты с негодьями. Это участь или удел сильных личностей – прощать, но знать цену.

Именно здесь наиболее уместно сказать о безграничной преданности отца Родине и выбранному пути. Он не хотел критиканства в любом его проявлении, кроме критики с конструктивными предложениями по устранению неурядиц. В моем присутствии (да и не только в моем) абсолютно не допускались разговоры типа: все так плохо, тут разгильдяйство, там развал и т. п. Будучи добрым человеком, отец вскакивал с места и позволял себе повысить голос:

– А что вами лично сделано по устранению этого явления? Если ничего, то требую немедленного прекращения разговора.

Отец твердо и неуклонно верил в торжество справедливости, гуманности, нравственности.

Е. В. Маркова

Эхо ГУЛАГа в Научном совете по кибернетике

О том, что кибернетика была в СССР репрессирована, знают все. А о том, что в её реабилитации, в её становлении и развитии принимали участие узники ГУЛАГа, недавно освободившиеся, — об этом знают немногие. Впрочем, о лагерной эпопее Тимофеева-Ресовского наслышаны все благодаря «Зубру» Д. Гранина.

Здесь я расскажу о нескольких судьбах — о тех кибернетиках-шестидесятниках, с которыми мне довелось работать в Совете.

Прежде всего, о самом председателе Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР академике Акселе Ивановиче Берге (1893–1979). Он острил и на эту тему: «Мои предки совершили путь из варяг в греки, а я — из дворян в эки!» Предками Акселя Ивановича были шведы, а он сам попал в эки 21.12.37. Ему удалось родиться второй раз: 24.05.40 его освободили, восстановили в воинском звании инженер-флагмана 2-го ранга и назначили преподавателем Военно-морской академии, профессором которой он был с 1935 г. В мае 1941 г. ему было присвоено воинское звание инженер-контр-адмирал. При этом родилась ещё одна шутка Акселя Ивановича: «Из контрреволюционеров я попал в контр-адмиралы». Так за что же в тридцать седьмом доктор технических наук А. И. Берг попал в контрреволюционеры? И. Д. Морозов в сборнике воспоминаний о Берге, выпущенном к столетию со дня его рождения (Радиоэлектроника и связь, 1993, № 1, с. 16–22) выдвигает следующую версию. В 1937 г. Берг был начальником НИМИСТ — Научно-исследовательского морского института связи и телемеханики. Его обвинили во вредительстве (дело было групповое), Берг свою виновность и виновность подчинённых ему начальников отделов категорически отрицал. По проверке деятельности Берга была создана комиссия, подобранная в интересах следственных органов, она обвинила Берга в том, что по его вине государству был нанесён ущерб на сумму 154 млн. руб. в виде неоправданных затрат на НИР и ОКР по созданию новой техники связи и спецтехники. Берг предъявил протест против состава комиссии. Была назначена новая комиссия, которую возглавил сам начальник НИМИСТ Я. Г. Вараксин. В комиссию вошли профессор М. А. Крупский и М. С. Бесчастнов. Вараксину удалось

добиться разрешения встретиться с Бергом в тюрьме. Всё, что Бергу ставили в обвинение, он опровергал со ссылкой по памяти на соответствующие документы. Комиссия пришла к заключению, что обвинения, выдвинутые против Берга, не имеют основания. Сам по себе этот факт – редчайшее явление! Это результат редкого мужества, проявленного заключённым Бергом, сыграла роль и его великолепная память, и редкое мужество членов комиссии, которая отважилась оправдать невиновного. Здесь надо ещё учесть, что М. А. Крупский сам недавно был подследственным!

Сам Аксель Иванович о причине ареста и следствии в Совете не рассказывал (давал подписку о неразглашении). Но всякие «мелочи» вспоминал. За тысячу дней, которые он провёл в тюрьмах, он встречался с очень интересными людьми, например, с К. К. Рокоссовским (будущим маршалом), А. Н. Туполевым (знаменитым конструктором самолётов), П. И. Лукирским (будущим академиком). Когда в камере собирались такие узники, они устраивали научные семинары. Каждый читал лекции из своей области знаний. Ну, а Аксель Иванович ещё дополнительно читал на память поэмы и стихи не только на русском языке, но и на немецком, французском, английском. Все, кто слушал лекции Берга по надёжности в шестидесятых годах, помнят, какой эффект производил Берг на аудиторию, когда в научную лекцию вставлял строки из английской баллады о рыцаре, конь которого был плохо подкован, и о том, как по этой причине рухнуло царство. Но вернёмся к тюрьме. В соседних камерах, как правило, оказывался кто-нибудь из моряков. Берг налаживал с ними связь с помощью азбуки Морзе и всячески старался поддержать бодрость духа у своих собратьев по несчастью. Через 35 лет после этих событий, в бытность Берга председателем Совета, на его имя по служебному адресу пришло письмо из Сибири. Мы, сотрудники Совета, были поражены, насколько это письмо взволновало Берга. Писал ему старый очень больной человек, который оказался «коллегой» Берга по одной из тюрем. Вернее, он диктовал письмо дочери, потому что был слепым. Он узнал об Акселе Ивановиче из прессы. В письме содержались воспоминания о тех днях, когда Берг был старостой тюремной камеры, и выражалась сердечная благодарность Бергу за его оптимизм, доброжелательность, готовность помочь. Автор письма уверял, что выжил в тех страшных застенках только благодаря моральной поддержке Акселя Ивановича. В книге Ирины Радунской «Аксель Берг – человек XX века» и в сборнике воспоминаний «Путь в большую науку: академик Аксель Берг» тюремная эпопея Берга не рассматривается (цензура не пропустила). Воспоминания дочери Берга об аресте отца по этим соображениям не были включены в сборник. С. С. Масчан сберегла эту рукопись, и, когда подготавливался сборник воспоминаний к столетию со дня рождения Берга, нам удалось впервые опубликовать эти воспоминания (Академик Аксель Иванович Берг. М.: Государственный политехнический музей, 1993)¹.

Но вернёмся к Совету шестидесятых годов.

Среди тех, кто боролся за кибернетику, развивал новые направления, был академик АМН СССР Василий Васильевич Парин – основатель и

¹ Перепечатываются в настоящем разделе сборника. – Сост.

председатель секции «Медицинская кибернетика». Бывший узник ГУЛАГа, отмороживший ноги на лесоповале в Сибири, он передвигался медленно, с трудом. ГУЛАГ не давал себя забыть. Мы, сотрудники Совета, часто наблюдали такую сцену: академик Парин медленно входит в берговский кабинет, в углу которого стояла огромная пальма. Берг быстро поднимается со своего кресла, стремительно направляется навстречу Парину, крепко пожимает руку. И два бывших узника тоталитарной системы долго беседуют за длинным берговским столом, покрытым зелёной скатертью из тонкого сукна, о путях развития кибернетики.

Имя Василия Васильевича Налимова (1910–1997) стало известно в кибернетических кругах после опубликования его статьи «Научная и техническая информация как одна из задач кибернетики» в соавторстве с Г. Э. Влэдуцем и Н. И. Стяжкиным в 1959 г. в «Успехах физических наук».

По предложению Берга в 1961 г. была организована секция «Химическая кибернетика», председателем которой стал В. В. Налимов. В 1963 г. он защитил докторскую диссертацию «Метрологические аспекты химической кибернетики». В 1965 г. академик Колмогоров, создавая в МГУ Межфакультетскую лабораторию статистических методов, пригласил Налимова работать в этой лаборатории в качестве его заместителя. Лаборатория стала ведущей организацией в области математической статистики и планирования эксперимента в нашей стране и получила мировое признание. Ну, а при чём здесь ГУЛАГ? А при том, что до этого В. В. Налимов 18 лет провёл в заключении и в ссылках (Колыма – Казахстан). И отец его, профессор МГУ, в 1939 г. погиб в сиктивкарской тюрьме.

Василий Васильевич Налимов был арестован в Москве в 1937 г. по групповому делу «Анархистов-мистиков». Дело это столь необычно, что о нём стоит рассказать хотя бы вкратце. Анархисты-мистики являлись религиозно-философским направлением, которое в России было связано с именами профессора Аполлона Андреевича Карелина (1887–1926) и математика, доцента МВТУ (в то время это был Механико-машиностроительный институт), Алексея Александровича Солоновича (1887–1937). После смерти Карелина Солонович возглавлял это движение. Одним из его помощников был Сергей Романович Ляшук (1887–1969), доцент кафедры высшей математики МВТУ, где работал и Солонович. Таким образом, кафедра высшей математики МВТУ стала своего рода центром анархистов-мистиков. Налимов входил в число молодых членов этой организации. Во время следствия религиозно-философская группа трактовалась как контрреволюционная организация, поставившая перед собой цель – свержение советской власти. По делу анархистов-мистиков к высшей мере наказания было приговорено 9 человек, среди них жена А. А. Солоновича Агния Солонович, учёный-геофизик и историк А. А. Синягин (арестован в Томске), учёный-востоковед Ю. К. Щуцкий (арестован в Ленинграде). Сам А. А. Солонович скончался в тюремной больнице в марте 1937 г. В своей автобиографической книге «Канатоходец» (1993) Налимов подробно описал дело «Анархистов-мистиков» (следственное дело № 10719) и привёл тексты допросов.

Начало шестидесятых годов было тем временем, когда под кибернетической крышей специалисты разных направлений учились взаимодействовать

вать друг с другом. Секция «Химическая кибернетика» собрала химиков, технологов, математиков, статистиков, экономистов, специалистов по вычислительной технике. Перед ними была поставлена задача оптимального управления химическими и химико-технологическими процессами и задача оптимизации экспериментальных исследований. В вопросах математического описания и моделирования члены секции разделились на два лагеря. «Трубадуры чёрного ящика» (выражение это придумано А. В. Нетушилом – по его словам) придерживались принципа: абстрагируясь от неизученной сущности процесса, будем строить математическую модель на основе информации о входных и выходных переменных. Классически воспитанные химики, «детерминисты», не желали «абстрагироваться от сущности». Они хотели её изучать и строить модель на основе уравнений химической кинетики, законов переноса реагирующих веществ и продуктов реакции, передачи тепла и гидродинамики. Они были «трубадурами прозрачного ящика». Среди них был и академик АН СССР Алексей Александрович Баландин (1898–1967) – автор мультиплетной теории гетерогенного катализа. Ученик академика Н. Д. Зелинского, он окончил в 1923 г. МГУ по специальности «физическая химия». Арестовали его в декабре 1936 г., он был в это время профессором МГУ. Обвинение – «подготовка взрывчатых веществ для терракта». Накануне «террорист» стал лауреатом премии им. Д. И. Менделеева. В марте 1937 г. Баландин был сослан в Оренбург на 5 лет. Нужно отдать должное коллегам-химикам: за Баландина ходатайствовали Н. Д. Зелинский, А. Н. Бах, В. И. Вернадский, А. Н. Фрумкин. В 1939 году Баландина освободили, он вернулся в Москву и стал руководителем группы «Кинетика контактных процессов» в лаборатории органического катализа Института органического синтеза АН СССР. В 1948 г. Баландину было присвоено академическое звание и он стал деканом химфака МГУ. Казалось бы, чёрные дни миновали, можно спокойно работать, заниматься любимым делом. Но нет – в 1949 г. второй арест, 10 лет ИТЛ (исправительно-трудовых лагерей), Норильск, 4 года тяжёлых подконвойных работ. В 1951 г. Баландину удалось устроиться химиком на Норильском горнометаллургическом комбинате. Смерть Сталина сократила десятилетний срок заключения, и Баландин в 1953 г. вернулся в Москву. Он создал в МГУ первую в мире лабораторию органического катализа. Его сотрудничество с секцией «Химическая кибернетика» относится к первой половине шестидесятых годов. К сожалению, в 1967 г. Алексей Александрович Баландин покинул этот мир. (О гулаговской судьбе Баландина рассказал Ю. И. Соловьёв в сборнике «Трагические судьбы: репрессированные учёные Академии наук СССР», М.: Наука, 1995, с. 182–194.)

Если председатель секции «Химическая кибернетика» В. В. Налимов был в прошлой гулаговской жизни колымчанином, то учёный секретарь секции – воркутянкой. Речь пойдёт об авторе этих строк. Меня арестовали... Но нет, обо мне несколько позже. Я ведь принадлежу к репрессированным в третьем поколении, сначала о том, что было до меня.

Мой дедушка с отцовской стороны, священник Платон Дмитриевич Иванов, погиб в 1920 г. Тогда же погиб и мой дядя, тоже священник. Мой дедушка по материнской линии, Михаил Васильевич Корибут-Дашкевич,

дворянин, поляк, погиб в 1929 г. Его обвинили в польском буржуазном национализме. Он, якобы, собирался продать Украину Польше. Мой отец, Владимир Платонович Иванов, учитель, расстрелян в 1937 г. Моя мама, Вацлава Михайловна, урождённая Корибут-Дашкевич, арестована в 1938 г.

Я окончила 10 классов в роковой 1941 год. Послала аттестат в ЛГУ. С раннего детства я мечтала быть астрономом. Меня влекло небо. Отличников тогда принимали без экзаменов. Но жизнь моя пошла по другому сценарию. Оккупация, гестаповская тюрьма, освобождение, советская тюрьма, 15 лет каторжных работ, этап на Воркуту. Я в моей прошлой гулаговской жизни была не заключённой, а каторжанкой. А это большая разница. Каторжане находились на более низком круге ада, чем заключённые. В гулаговских документах они проходили по отдельным спискам и имели свою аббревиатуру – «КТР» (почти что КТН). Заключённые же обозначались «З/К», отсюда – «зэки». Каторга была введена специальным указом от 22.04.43. Под этот указ я и попала. Вместо ЛГУ мне пришлось обучаться в Воркутинской академии им. Лаврентия Берия. Что же касается Совета по кибернетике, то все годы, которые мне выпало счастье работать там (1961–1981), я была штатным сотрудником Совета: в шестидесятые годы – учёным секретарём секции «Химическая кибернетика», в семидесятые – заместителем председателя секции «Математическая теория эксперимента». Кандидатскую диссертацию я защитила в 1965 г. на тему «Планирование эксперимента при оптимизации процессов тонкого органического синтеза», докторскую – в 1971 г. по применению комбинаторного анализа в планировании эксперимента. Многие из моих опубликованных книг посвящены проблеме планирования многофакторных экспериментов и анализа данных. Например: «Комбинаторные планы в задачах многофакторного эксперимента» (Наука, 1979, в соавторстве с А. Н. Лисенковым); «Дисперсионный анализ и синтез планов на ЭВМ» (Наука, 1982, в соавторстве с В. И. Денисовым, И. А. Полетаевой, В. В. Пономарёвым – сотрудниками кафедры прикладной математики НЭТИ); «Планирование и анализ многофакторных экспериментов на основе комбинаторных схем» (издательство Иркутского университета, 1993, в соавторстве с Л. Н. Ежовой). Что же касается неопубликованных книг, то они, конечно, посвящены воспоминаниям о прошлой гулаговской жизни.

Таким образом, возникновение и развитие таких научных направлений, как химическая кибернетика и математическая теория эксперимента было представлено жителями самых страшных, самых северных островов архипелага ГУЛАГ – Колымой, Норильском и Воркутой.

21.06.97

Вяч. Вс. Ива́нов

Из истории кибернетики в СССР. Очерк жизни и деятельности М. Л. Цетлина

Освещаются основные вехи жизненного пути одного из создателей советской школы кибернетики – М. Л. Цетлина. Показана научная атмосфера 50–60-х годов, на которые падает исследовательская деятельность этого ученого. Раскрывается значение его математических и кибернетических работ, их теоретическая сторона и связь с прикладными задачами. В статье использованы письма Цетлина, воспоминания о нем его родных, друзей и коллег.

Введение

Предлагаемая вниманию читателей статья отчасти необычна по своему жанру. Это заставляет автора предпослать несколько строк ее основному тексту, чтобы объяснить, в чем особенности статьи.

Я начал собирать материалы для биографии выдающегося отечественного ученого М. Л. Цетлина вскоре после его безвременной смерти в 1966 г. Родные Михаила Львовича (прежде всего, его брат Борис, ставший по существу моим соавтором), его школьные, университетские, заводские и ин-

© Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» АН СССР, 1982. Опубликовано в: Вопросы кибернетики. Кибернетика и логическая формализация. Аспекты истории и методологии [ВК-78]. М, 1982, с. 166–190.

В своих воспоминаниях «Голубой зверь» Вяч. Вс. Ива́нов пишет: «После безвременной смерти Цетлина для сборника его работ по кибернетике и биологии [см. ссылку 14 в списке литературы к настоящей статье.– **Сост.**] я написал подробную его биографию. Она была запрещена цензурой, решившей, что в таком тоне можно писать только о Ленине или, по крайней мере, о Королеве. Много лет спустя я напечатал эту биографию в кибернетическом сборнике, изданном ничтожно малым тиражом. Я узнал Цетлина, когда Берг назначил его научным секретарем Совета по кибернетике. По образованию он был математиком и физиком, главные его достижения лежат в области инженерных технических изобретений. Хотя большая часть недолгой его жизни ушла на службу в армии (на фронте и после войны) и на работу на военном заводе (никуда больше по окончании университета он не мог устроиться, принадлежа, по Шафаревичу, к „малому народу“), он сделал открытий и изобретений больше, чем сверхзнаменитые академики. Но для меня главным был независимый и дерзкий строй его мысли, не знавший никаких предписаний и ограничений. Мы вместе работали, пили, ходили в двухнедельный поход по брянским и калужским лесам» (Звезда, 1995, № 3, с. 177).

ститутские друзья, его учителя и товарищи по работе охотно делились со мной своими воспоминаниями. В моих руках оказался бесценный источник биографии не только М. Л. Цетлина, но всего его поколения: полное собрание его писем родным из армии, написанных в военные и послевоенные годы. Можно надеяться, что со временем эти письма будут напечатаны, и тогда раннее развитие удивительных душевных качеств М. Л. Цетлина обнаружится с гораздо большей полнотой, чем это можно сделать в статье по истории науки.

Обилие и значимость попавшего в мое распоряжение материала вынудило меня вначале написать очень пространный текст биографии ученого, который я потом несколько раз сокращал (в частности, для краткости опуская ссылки на отдельных очевидцев или архивные источники) при переделках, вызванных замечаниями тех из друзей покойного, кому я давал его для предварительного ознакомления. В 1969 г. остов этой биографии был написан, и по разным причинам, относящимся только к моей собственной работе, я отложил уже написанную биографию.

Когда я обратился к этому очерку снова, после смерти М. Л. Цетлина прошло уже 10 лет. Стал виднее его вклад в те многообразные отрасли науки, которыми он занимался. В отечественной кибернетике начался новый период, и мне как живому свидетелю тех лет, когда это направление в нашей стране складывалось, трудно было, оглядываясь назад, не предаться собственным воспоминаниям. Поэтому, в отличие от других моих книг и статей по истории науки, в этой статье к результатам изучения тех работ, о которых я пишу, и документальных и иных свидетельств, делающих биографию объективной, примешивается – вольно или невольно – личная нота, которой я не мог и не хотел избежать. Понимая, что наблюдатель может исказить своим воздействием им описываемое, я не мог, тем не менее, заставить себя писать равнодушно.

О раннем этапе развития кибернетики в СССР

Хотя прошло уже несколько десятилетий после того, как появилось слово «кибернетика» и вышли первые книги, в заглавии которых оно значилось, в этот термин по-прежнему вкладываются разные смыслы. Едва ли не самым широким смыслом это слово отличалось в конце 50-х годов в нашей стране, когда при самом активном участии М. Л. Цетлина началось развитие того комплекса наук, который охватывается этим названием. Исключительную широту охвата разных наук, не только естественных, но и гуманитарных, воплотившуюся, в частности, в личности и научном творчестве М. Л. Цетлина, следует признать самым броским отличительным признаком кибернетики того времени. Но эта новизна в установлении связей между науками не означала просто ниспровержения прежде установленных обязательных границ, – это было одновременно и продолжение уже сложившейся научной традиции. Достаточно сослаться в качестве яркого примера на физиологию, где исследования Н. А. Бернштейна были кибернетическими в самом точном смысле слова тогда, когда еще никакой

кибернетики не существовало¹. Уже в 1935 г. в своем исследовании координации и локализации движений [1] этот ученый сформулировал некоторые из тех идей относительно разных уровней построения движений, которые нашли дальнейшее развитие в кибернетической физиологии, в том числе и в работах, в которых участвовал М. Л. Цетлин. В свою очередь, у концепции Н. А. Бернштейна своя достаточно длинная родословная: ранние идеи биомеханики Н. А. Бернштейна [2, 3], как и биомеханики 20-х годов в целом в разных ее направлениях, явились продолжением тех представлений об иерархичности структуры движений, которые были выдвинуты еще в прошлом веке [4, с. 62, 64]. Вспоминая свои разговоры с М. Л. Цетлиным в то время, когда (в начале 60-х годов) мы с ним вместе бывали у Н. А. Бернштейна, я могу засвидетельствовать, что эта культурная генеалогия большого ученого для него была существенна. При всем резко выраженном стремлении к новаторству в науке М. Л. Цетлин и его коллеги меньше всего стремились к искусственному разрыву с традицией.

В каждой из тех областей, которые охватывал новый кибернетический подход, в отечественной науке обнаруживались как бы уже подготовленные позиции, на которые можно было выйти при продвижении вперед. Но нужна была зоркость и ясность взгляда, чтобы увидеть именно то, что сулило наибольшие возможности.

Та смена «парадигм» в истории науки, к которой так часто сводят основную линию ее развития в науковедческих работах последнего времени [5], не учитывает того, что старая парадигма сменяется новой в тех экспериментальных и теоретических трудах, которыми предшествующий период закрывается еще в пору существования прежней парадигмы. Когда Н. А. Бернштейн формулировал свои мысли о разных уровнях построения движений [6, 7], новая физиология уже создавалась. Но должно было прийти следующее поколение – поколение М. Л. Цетлина – для того, чтобы стала ясна вся значимость нового подхода. Любопытно, что в книге, вышедшей 40 лет спустя после появления исследования Н. А. Бернштейна о локомоциях [8], ее автор – один из специалистов по созданию человекоподобных робототехнических систем (область, где М. Л. Цетлин был одним из первых, кому удалось реальные инженерные решения), приводя в качестве эпиграфа высказывание Н. А. Бернштейна, пишет: «механизмы управления у человека в значительной степени неизвестны. Известны лишь некоторые глобальные обратные связи и общая философия управления, установленная Н. А. Бернштейном много лет назад» [9, с. 11].

Наряду с широтой охвата научных проблем и учетом достижений непосредственных предшественников существенной чертой раннекибернетических исследований была их ориентированность на п р а к т и ч е с к и е п р и л о ж е н и я . Яркая выраженность в трудах М. Л. Цетлина именно этой черты уже сама по себе достаточна для того, чтобы оправдать выбор именно его научной биографии как наиболее показательной в ряду (достаточно выразительных!) биографий тех, кто закладывал основы отечествен-

¹ Очерк В. Е. Демидова о Н. А. Бернштейне см. в разделе «Кибернетические вопросы биологии» настоящего сборника. – **Сост.**

ной кибернетики. Здесь нельзя не упомянуть значения опыта военных лет – как для него, так и для его сверстников. Редко биография человека, биография поколения и история страны переплетались так тесно.

Детские и юношеские годы. Школа

Родился Михаил Львович в Москве 22 сентября 1924 года. Много в его душевном складе и в направлении его занятий было подсказано примером его родителей, что особенно отчетливо обнаружилось в последние годы его жизни. Его мать, Елизавета Моисеевна Гамбург-Цетлин, посвятила больше 40 лет своей жизни медицине – области, которой Михаил Львович много занимался, будучи уже зрелым ученым. Она была на редкость добрым человеком, и от матери Михаил Львович унаследовал ту сердечность, которая явно открывалась лишь самым близким людям, но была определяющей в его характере.

С детства Михаила Львовича приучали к ответственному и серьезному выполнению любого жизненного дела. Благодаря своей собранности и добросовестности М. Л. Цетлин всегда – и в школе, и в университете – учился отлично (без провалов, частых у людей одаренных) и выделялся профессионализмом даже в такой работе, которой принужден был заниматься силой обстоятельств. Воспитанные в семье черты позволили ему пройти через все те испытания, которые другого человека могли бы привести к крушению или надлому.

В научной и социальной деятельности и во всей жизни Михаила Львовича главным было стремление помочь людям. Его отец, Лев Соломонович, мечтал, чтобы сын стал врачом; он сам жалел, что не пошел на медицинский факультет (а окончил два других факультета Московского университета – юридический и естественный). Л. С. Цетлин поэтому особенно радовался последним работам сына, посвященным медицинским приборам и протезированию. До 1917 г. он целиком себя посвятил революционной работе. После революции он организовал первое издательство Моссовета, а позднее служил в энциклопедических издательствах. В последние десятилетия своей жизни Л. С. Цетлин занимался историей науки.

В молодости Михаил Львович особенно ценил книгу своего отца о К. А. Тимирязеве, которая была написана в годы войны. В 1946 г. он писал отцу, поздравляя его с днем рождения:

Я немного завидую тебе – твоей большой и красивой жизни, мудрости и красоте, которые ты сохранил, не растеряв по дороге, до сегодняшнего дня, не разочаровавшись в идеалах, с которыми ты вступил в жизнь – «идеалах науки и демократии», как ты это у Тимирязева подчеркивал. Из моего поколения мало кто сумеет это.

И в другом письме (январь 1947 г.):

Тимирязева твоего очень полюбил. Часто перечитываю. Очень хорошо – это где о студентах, сидящих в Бутырках и с радостью не находящих его подписи под обращением. Тебе все-таки очень много хорошего, действительно чистого и возвышенного удалось пережить. Переживания моего поколения в эту войну были, пожалуй, острее, – но и грубее...

Отец Михаила Львовича оказал заметное влияние на его гуманитарное образование. В памяти М. Л. Цетлина прочно остались уроки латинского языка, которые отец давал ему в детстве. Это видно из многочисленных латинских изречений и фраз, которыми пересыпаны письма Михаила Львовича и стихи, написанные им в армии. Мишу среди его сверстников выделяло то, что он непосредственно был знаком с античной традицией, предопределившей всю позднейшую европейскую культуру, но современному образованному человеку известной чаще всего лишь из вторых рук.

Раннему интеллектуальному развитию Миши способствовали и некоторые учителя 540-й школы, в которой он учился, особенно подружившиеся с ним преподавательница литературы Ольга Ивановна Глаголева, женщина высокой культуры, и погибший на фронте молодой преподаватель физики Николай Иванович Уваров. Н. И. Уваров организовал в школе физический кружок, где в числе 5–6 школьников, увлеченных физикой, работал и Миша. Допоздна оставались они в физическом кабинете, ремонтировали старые приборы, мастерили новые. Миша сконструировал довольно сложный для того времени ламповый радиоприемник. Приобретенные Мишей в школе радиотехнические знания и навыки очень пригодились во время службы в армии.

Позднее Михаил Львович в одном из писем сам вспомнил, что еще лет «в 7–8 заметил, какое удовольствие можно получить от математики, и с тех пор полюбил решать разные задачи». Он был победителем математической олимпиады, которую проводили для школьников г. Москвы в Московском университете. В те годы Миша познакомился с Алексеем Андреевичем Ляпуновым, который оказал большое влияние на развитие его математических способностей.

Обширные знания Миши в области биологии, химии, геологии обращали на себя внимание одноклассников и школьных учителей. Многие открылось Мише во время долгих прогулок по Подмосквовью, которые на протяжении детства и юности он совершал с другом своего отца – Иваном Петровичем Лазаревым, большим любителем и знатоком природы, не уставшим отвечать на Мишины вопросы. Несмотря на огромную разницу в годах, Мишу связывала с И. П. Лазаревым настоящая дружба, так же как и с Елизаветой Михайловной Михайловой – самым близким другом его родителей, замечательным сельским врачом-хирургом, интересным, тонким и увлекающимся человеком.

У Е. М. Михайловой в селе Верхнее Мячково Миша проводил летние месяцы. На книге, подаренной им Елизавете Михайловне, Миша написал, что он дарит ее «как самому себе». Умерла Е. М. Михайлова в ноябре 1963 года. Ее похороны произвели на Михаила Львовича, уже немолодого и много повидавшего человека, огромное впечатление. Дожливый, холодный, осенний день. Разбросанные на километры друг от друга деревни. И сотни и сотни людей, пришедших издалека...

В школе среди одноклассников Миша выделялся и определившимися литературными вкусами. Уже тогда не терпел он трескучих фраз, напыщенности в духе иных вещей Ромэна Роллана или Стефана Цвейга. Ему нравилась сатира М. Е. Салтыкова-Щедрина, ирония Анатоля Франса; из романа

А. Франс «Современная история» он нередко цитировал изречения профессора Бержере. Любовь к иронии, в высокой степени свойственной ему самому, позднее привлекла его к самому близкому ему поэту – Г. Гейне. В детстве он очень любил «Пиквикский клуб» Ч. Диккенса, а оба романа И. Ильфа и Е. Петрова знал наизусть, как многие люди его поколения (позднее в университете он в шутку организовал «кафедру ильф-петрововедения»). «Похождения бравого солдата Швейка» Я. Гашека стали его самой любимой книгой о войне, позднее он оценил Э. М. Ремарка, которого – вопреки распространенным в то время вкусам – предпочитал Э. Хемингуэю. Самостоятельность, а зачастую парадоксальность и неожиданность его литературных суждений в школьные годы поражала взрослых.

Уже в школе появился у Миши талант дружбы, которым он был наделен в высокой степени. Дружили с ним ребята (как потом и взрослые), очень различные по своему характеру и увлечениям. Их привлекали к Мише его готовность помочь, развитое чувство товарищества, юмор, необычность его мнений и поведения, далеко не всегда «образцового» (он рано начал курить, первым в классе попробовал выпить водки, в разговоре бывал нарочито груб).

Мишу интересовал каждый человек с присущим ему складом ума, характером, собственным миром. И он почти всегда, может быть, и не отдавая себе в этом отчета, умел войти в занимавший его чужой мир – жить интересами товарища, говорить «на его языке», оставаясь при этом (и именно это было его особенностью) самим собой.

В 1940 г. Миша сдал экзамены сразу за 8-й и 9-й классы и перешел в 10-й. В год начала войны он окончил школу и поступил на физический факультет Московского университета. Однако проучился он всего два месяца. В ноябре он эвакуировался вместе с родителями в Среднюю Азию и работал дежурным техником на электростанции в поселке Аурахмат недалеко от Ташкента.

Армия

С июня 1942 года он в армии, с конца февраля 1943 года – на фронте. Сначала он служил в разведывательной роте стрелковой дивизии (за добывание «языка» был награжден медалью «За отвагу», позднее его наградили и орденом Красной Звезды), затем радистом, потом техником окопной звуковещательной установки в группе по разложению войск противника и, наконец, на танковой звуковещательной установке «диктором-переводчиком-агитатором-башенным стрелком» (согласно собственному определению). Он писал: «Большую часть материалов готовлю сам, помогают и пленные. Имею постоянную связь с людьми из политотдела „Freies Deutschland“, среди которых у меня большие приятели». Особенно близкие дружеские отношения завязались у Михаила Львовича с немцем-антифашистом Мундом.

За несколько месяцев фронтовой жизни М. Л. Цетлин стал свободно говорить по-немецки. В письме от 22 февраля 1945 г. он писал, что, отдыхая после двухнедельного сложного задания, читал, по-немецки, Г. Э. Лессинга и И. В. Гёте, и добавляет: «Я видел здесь (Западная Европа!) очень много и

красивого и интересного – и зданий, и картин, и книг – и людей (говорил даже пополам по-латыни, пополам по-немецки с итальянцами, испанцами, французами)». Позднее, оказавшись с войсковой частью в Польше, Михаил Львович занялся польским языком. Он подружился с тогда еще малоизвестным польским поэтом Виктором Ворошильским. С польского Михаил Львович переводил стихи Ю. Тувима, с немецкого – И. В. Гёте, иногда переводил и русских поэтов на немецкий язык. В письме от 24 апреля 1945 года он писал, что «с непередаваемым удовольствием» читает по-немецки библейских пророков – «поражаюсь мудрости и какой-то удивительной четкости и красоте мысли этих людей, живших так давно».

На фронте М. Л. Цетлин бывал при его острой восприимчивости душевно «буквально разбит, почти уничтожен», сталкиваясь со многим, что ему непереносимо было видеть: «в отношении моральном мне сейчас нелегко приходится. Слишком уж много здесь видел я и вижу такого, что никак не вяжется с моим мировоззрением элементарно-порядочного человека». С отвращением Михаил Львович пишет письма (Первый Белорусский фронт, 1 ноября 1944 года) о том, что ему в связи с его работой приходилось читать в трофейных фашистских газетах, приводя характерные цитаты.

В письме к родным 15 апреля 1945 года М. Л. Цетлин писал: «совсем рядом, ощутительно чувствуем Победу, ради которой погибли лучшие из нас». В воспоминаниях одного из его университетских друзей приводятся слова Михаила Львовича, много значащие для понимания того, как сам он оценивал свою военную судьбу: «Я вернулся с фронта невредимым. Поэтому я никогда никому не буду завидовать». Но к этим словам нужны существенные поправки. На фронте Михаил Львович был контужен и ранен. Он получил тяжелые ожоги и еле выбрался из горевшего подбитого танка. В начале военной службы в Средней Азии он лежал в больнице с острым заболеванием, вызванным пеллагрой.

После всех испытаний военных лет чувствительность к человеческим страданиям была у него обострена чрезвычайно, что позднее не раз сказывалось и в его отношении к медицине. Вместе с тем он прочнее усваивает ту грубоватую ироническую манеру, которая помогала ему в обращении с людьми.

После войны М. Л. Цетлину пришлось прослужить в армии еще два нелегких года. Его назначили переводчиком, а затем секретарем военного трибунала. Он мечтал о возвращении к науке, в письме к родным от 8 августа 1945 г. он писал: «Сверлит мне голову идиотская мысль, что теряю я свои лучшие годы на ерунду. У меня всегда было гипертрофированное самолюбие – мне кажется, что я на что-то лучшее способен». После изнурительной работы он урывает ночные часы и пытается возобновить занятия математикой, физикой и другими естественными науками, учит английский язык, мечтает вернуться в Москву, снова стать студентом, но «по-прежнему университет так же далек от меня, как звезда Сириус, самая яркая на нашем небе».

Настроение у меня вообще-то не праздничное, на душе все время кошки скребут – уж очень обидно, что не удастся мне (пока?) вернуться домой, «а годы проходят,

все лучшие годы», вопрос о моей демобилизации запутывается все больше и больше, уходя вверх, как оторвавшийся детский воздушный шарик.

Но к работе в трибунале М. Л. Цетлин относится с обычной добросовестностью. Полагая, что юридическое дело – призвание Михаила Львовича, ему предложили поступить в Военно-юридическую академию. Несмотря на свой интерес к праву, который снова обострился в последний год перед его смертью, он отказался от этого предложения. В письме отцу он писал:

отказался наотрез, хотя и очень интересуюсь юриспруденцией и даже пробовал серьезно заниматься правом <...>. Но теория и практика – это все-таки очень разные вещи, да я и не очень доверяю словам, дающим перевод на русский язык слова «юстиция», физика, насколько я помню, переводится не так просто, но зато гораздо ближе к истине².

В начале 1947 г. М. Л. Цетлину удастся, наконец, демобилизоваться, но он дал согласие проработать некоторое время учителем немецкого языка в школе для детей советских военнослужащих в Польше. Он писал: «Получаю удовлетворение от работы, хотя и это не по мне». Но и к этому, явно временному для него занятию, он относится со всей серьезностью:

Много и напряженно работаю, стараюсь возместить недостаток (точнее – отсутствие) педагогического опыта тщательной и кропотливой подготовкой каждого урока.

<...> Работаю страшно много. Ведь мои языковые познания – сплошная эмпирика, и порядочно приходится заниматься самому и грамматикой, и – главное – методикой преподавания.

Еще до начала занятий он читал Г. Песталоцци по-немецки, как бы готовясь к профессии педагога.

В свободные (чаще всего ночные) часы М. Л. Цетлин читал по-немецки книгу Д. Мережковского «Леонардо да Винчи».

Интересно, очень красиво, мистика оригинальная и убедительная – но все это не по мне. Вечером всегда понемножку читаю Heine. Теперь – Buch le Grand. Это – вся жизнь, такая, какой ее нужно брать – обязательно не всерьез, а с легкой усмешкой. Это трудно и не удастся. Но так надо. Иначе – хандра, ибо всерьез взятая жизнь – трагедия, чего стоит одна атомная бомба, изобретение для массовых убийств – результат работы лучших умов современности (письмо к отцу от 27 января 1947 г.).

К этой же тревожащей его – будущего физика – теме он возвращается и в другом письме к отцу (от 2 мая 1947 г.).

...все, что волнует меня сейчас, в наше смутное время, когда против человека обратились плоды его работы, когда так туманны перспективы, – все это близко и понятно тебе.

Годы этих раздумий и напряженного ожидания времени, когда можно будет вернуться в Москву, к студенческим занятиям, Михаилу Львовичу

² Письмо к родным от 1 августа 1946 г.; имеются в виду переводы латинского *iustitia* (справедливость) и греческого *τὰ φυσικά* (науки, занимающиеся существом природы вещей).

скрашивали его друзья, которых он называл «наградой за добродетель», для себя незаслуженной. Едва ли не самых близких друзей он приобрел в армии – Г. Королева, с которым его на всю жизнь связали совместные боевые испытания, и В. Попова. В. Попов в первые послевоенные годы входил вместе с Михаилом Львовичем в кружок молодых людей, страстно влюбленных в русскую поэзию и этим живших. Их соединяло неутолимое желание «слов заколдованных музыку слушать», говоря строкой одного из стихотворений Михаила Львовича. Некоторые из них позднее удивились, узнав, что профессия М. Л. Цетлина вовсе не поэзия и не литература, как большинства из них.

Друзья читали и сочиняли стихи, без конца говорили, мечтали о будущем, сочиняли стихи о «Великом, Свободном и Независимом городе – поэме», где Миша – «полномочный консул и начальник бюро прописки» – не прописывал «дураков, мещан, алкоголиков, некурящих мужчин, хамов, подлецов и шутов гороховых» (из его письма сестре В. Попова).

Университет. Начало научных занятий. Матричный способ описания логических схем

Летом 1947 г., освободившись от преподавания, Михаил Львович вернулся, наконец, в Москву. Тут его охватило сомнение: сможет ли он после такого огромного перерыва продолжать занятия в университете вместе с теми, кто только что окончили школу. Уверенность придал ему разговор с профессором И. М. Гельфандом, с которым он познакомился летом 1947 г. и под руководством которого (а затем и в сотрудничестве с которым) работал после этого многие годы, до конца жизни. Израиль Моисеевич Гельфанд сразу же обратил внимание на незаурядные математические способности Михаила Львовича и утвердил того в намерении продолжать занятия математикой и вновь поступать на физический факультет.

Осенью 1947 г. Михаил Львович снова становится студентом.

Его интерес к людям, те черты характера, благодаря которым он приобрел так много друзей в армии и которые делали его душой любого коллектива, привели к тому, что он стал самым популярным студентом на курсе. Его товарищи видели в нем не только блестящего студента, очень способного будущего ученого, но и человека умного, веселого и живого, по своему переработавшего огромный и трудный жизненный опыт (прежде всего фронтовой). К нему охотно шли за советами по разным вопросам. Его влияние на сокурсников было огромно.

Уже на втором курсе Михаил Львович начинает серьезно работать под руководством И. М. Гельфанда. В одном из писем того времени он писал:

Гельфанд, однако, от стихов меня отвадил, и я весь месяц прилежно занимался квантовой механикой. Там есть замечательные вещи. Может быть – это увлечение на всю жизнь. Занимался много, а до ясности еще далеко. Без нее же работать самому нельзя <...>.

Михаил Львович в то время постоянно обсуждал с И. М. Гельфандом вопросы теории элементарных частиц. С этими интересами были связаны их совместные занятия теорией представлений групп, в ходе которых были ре-

шены две существенные задачи [10, 11]. К более позднему времени относится совместная работа И. М. Гельфанда и М. Л. Цетлина, посвященная одной из интересных проблем теории элементарных частиц – вырождению по четности К-мезонов [12].

На физическом факультете Михаил Львович избрал своей узкой специальностью теорию колебаний (на кафедре Казимира Францевича Теодорчика), и темой его дипломной работы было создание генератора, работающего по заданным функциям (к сожалению, статья, где М. Л. Цетлин излагал результаты этой работы, не была опубликована и затерялась в одной из редакций).

В последние годы занятий на физическом факультете Михаил Львович заинтересовался теорией автоматов и начал работать над использованием методов матричного исчисления в теории логических схем [13, 14, с. 272–278]. Позднее Михаил Львович и его сотрудники в большой серии работ, опубликованных в 1957–1960 гг., систематически использовали матричный способ описания работы автоматов [15–18]. На основе этого описания Михаил Львович подробно разработал практические методы построения схем из конкретных элементов (ферротранзисторные элементы, триггерные ячейки) [19–22]. При помощи этих методов впоследствии было построено большое число реальных электронных устройств. Но тогда реализация этих идей – идей, заинтересовавших специалистов по вычислительной технике, – задержалась на несколько лет.

Работа на заводе. Биоэлектрические системы управления

Ко времени окончания университета (зима 1952–1953 гг.) Михаил Львович был уже сложившимся научным работником широкого диапазона: на его счету были выполненные и опубликованные как чисто математические, так и прикладные радиофизические работы.

Вот отрывок из письма Михаила Львовича к его другу, написанного в это время: «...Много работаю с Гельфандом и сам. Сделал работу, удивившую нескольких умных и пожилых. Докладывал ее в высших инстанциях. Два года назад был бы счастлив... Начальники хвалят и обещают...». В другом письме Михаил Львович пишет о руководителе кафедры профессоре К. Ф. Теодорчике: «он очень занят моей судьбой...».

В начале 1953 г. М. Л. Цетлин в качестве молодого специалиста – выпускника физического факультета был направлен на работу контролером ОТК одного из заводов, выпускавших радиотехническую аппаратуру. Он писал другу:

Кончил учиться в декабре прошлого года. Теперь работаю на заводе. Инженер, медленно, но верно отхожу от привычки к математике, от всего, чем жил с тех пор, как демобилизовался.

На заводе много хорошего народа – живем дружно, но иногда овладевает какое-то сожаление, что будто потерял что-то.

Но и к работе на заводе он отнесся творчески. Уже его работа в ОТК, где он на «входном контроле» измерял сопротивления, началась с изобретения.

Позднее Михаил Львович вспоминал с усмешкой, в каком трудном положении оказалась бухгалтерия при сдельном начислении заработной платы контролерам ОТК из-за того, что во много раз увеличился объем выполняемой ими работы. За несколько месяцев Михаил Львович выдвигается на работу начальника лаборатории и заместителя главного конструктора завода. Его постепенно увлекает напряженная жизнь большого предприятия и возможности быстрого и смелого практического осуществления возникающих идей. За четыре года работы на заводе под руководством Михаила Львовича разрабатывается и внедряется серия электронных приборов для физических исследований; он организует серийный выпуск более десяти приборов. Именно во время работы на заводе проявляются его выдающиеся способности организатора, сказавшиеся еще на фронте: быстрота решений, ясность ума, здравый смысл, умение заразить всех собственной страстью к работе и заставить сообща работать в одном направлении. В то же время он многое умел делать сам, ему нравилось помогать другим и самому копаться в приборах. В заводской лаборатории (как потом и в физиологической) он ежедневно успевал поговорить с каждым рабочим (как позднее в университете с каждым студентом), повозиться с его приборами, помочь разобраться в трудностях. Часто ему приходилось работать на заводе и ночами. Однажды аврал в лаборатории длился шесть суток, и все это время Михаил Львович и его сотрудники не выходили с завода.

Опыт работы на заводе пригодился М. Л. Цетлину позднее, когда он участвовал в организации новой физиологической лаборатории и некоторых других коллективов ученых разных специальностей.

Когда-то, еще в Первую мировую войну, А. Блок писал, что России прежде всего нужны инженеры, люди созидательного склада.

Россия явно требует уже не чиновников, а граждан: ближайшее будущее России требует граждан-техников и граждан-инженеров; а в какой мере не хватает инженерам и техникам «творческой интуиции», нам показывает печальная действительность; а какое великое возрождение, т. е. сдвиг всех сил, нам предстоит, и до какой степени техника и художественное творчество немыслимы друг без друга (*τέχνη* – по-гречески – искусство), мы скоро увидим, ибо, если мы только выправимся после этого потопа, нам предстоит перенестись как на крыльях в эпоху великого возрождения, проходящего под знаком мужественности и воли [23, с. 276].

Именно таким инженером – гражданином и художником и был Михаил Львович. Но его по-прежнему тянуло к науке. В 1956 г. он уходит с завода и поступает в аспирантуру физического факультета на кафедру К. Ф. Теодорчика, где интенсивно продолжает начатую еще в студенческие годы работу по синтезу автоматов.

В 1957 г. Алексей Андреевич Ляпунов привлекает М. Л. Цетлина для работы в новый Отдел прикладной математики Математического института АН СССР (теперь Институт прикладной математики). Еще во время работы на заводе в 1956 г. Михаил Львович начал в сотрудничестве с Виктором Семеновичем Гурфинкелем заниматься конструированием медицинских приборов. Коллективом, в который входил Михаил Львович и В. С. Гурфинкель, был разработан ставший потом всемирно известным протез руки с биоэлектрическим управлением.

Накопленный клинической электрофизиологией материал позволил вплотную подойти к решению задачи использования биопотенциалов в системах, обеспечивающих связь технических устройств с организмом [24–26]. Первая работающая система этого рода, разработанная при участии М. Л. Цетлина, представляла собой сервопривод, управляемый биопотенциалами скелетных мышц [27, 14, с. 240–242]. В сервоприводе была использована идея, согласно которой можно сократить длину управляющей цепочки, воспользовавшись такими характеристиками возбуждения мышцы, получаемыми с помощью электромиографии, как мгновенное значение мощности биопотенциалов мышцы. В первом макете, который был предназначен для осуществления плавного закрытия и раскрытия искусственной кисти, использовалась механическая система – сервопривод, управляющийся дискретными токовыми посылками. Преобразование показателей мгновенной мощности биопотенциалов в набор стандартных сигналов, частота следования которых пропорциональна мощности биотоков, осуществлял интегратор, снабженный тиратронным релаксатором. На основании первых макетов позднее были разработаны протезы предплечья с биоэлектрическим управлением (с малогабаритными узлами управления и электромеханическим приводом).

При участии М. Л. Цетлина были сделаны первые макеты биоэлектрических протезов рук; теперь промышленный выпуск подобных протезов налажен во многих странах. Впоследствии, незадолго до смерти, Михаил Львович говорил о том, как много для него значит, что около тысячи калек возвращены к жизни благодаря протезам рук: он позволял себе гордиться своим участием в этой работе³.

³ Здесь уместно привести некоторые соображения основоположника кибернетики Норберта Винера. Указывая области, где, по его мнению, «можно добиться практических результатов с помощью кибернетических идей, но где для этого еще потребуются дальнейшие исследования», он пишет: «Одна из них – протезирование утраченных или парализованных конечностей. <...> Идеи техники связи уже применялись Мак-Каллохом к проблеме замены утраченных чувств, когда он строил прибор, позволяющий слепому читать печатный текст на слух. Прибор, предложенный Мак-Каллохом, берет на себя в совершенно явной форме не только функции глаза, но и некоторые функции зрительной области коры головного мозга. Очевидно, нечто подобное возможно и в случае искусственных конечностей. Потеря части конечности означает не только потерю чисто пассивной опоры, доставляемой потерянной частью как механическим продолжением уцелевшей части, и не только потерю способности сокращения соответствующих мышц. Она означает также потерю всех кожных и кинестетических ощущений, возникавших в потерянной части. Первые две потери протезист в настоящее время пытается заменить. Замена третьей пока что была вне его возможностей. В случае простой деревянной ноги это не имеет значения: брусочек, заменяющий утраченную конечность, не обладает собственными степенями свободы и кинестетический механизм культи вполне достаточен для регистрации положения и скорости протеза. Иное дело – шарнирный протез с подвижным коленом и лодыжкой, который при ходьбе выбрасывается протезируемым вперед с помощью оставшейся мускулатуры. В этом случае у протезируемого нет достаточных сведений о положении и скорости частей протеза, и протезируемый ступает по неровному грунту неуверенно. Снабдить искусственные суста-

То, что многие его авторские свидетельства на медицинские приборы оставались нереализованными, его глубоко огорчало; он даже думал о том, чтобы перестать брать патенты. Очень медленно опробовались и внедрялись разработанные при его участии медицинские приборы, в частности, «электронная нянька» – «Ритм-1», который непрерывно следит за состоянием сердечного ритма и быстро сигнализирует о появлении признаков его нарушения [14, с. 256–259].

Первые теоретические работы по физиологии

В. С. Гурфинкель привлек М. Л. Цетлина к разработке кардиосинхронизатора, обеспечивающего возможность рентгенографии в произвольно избранные фазы сердечного цикла [28].

Эта работа, как и исследование электрического раздражения сердца с помощью кардиосинхронизатора [29], была непосредственно связана со всем циклом работ по биоэлектрическому управлению. Биоэлектрические потенциалы в этих системах используются как сигналы управления диагностическими устройствами [14, с. 243–244]. В связи с исследованиями, касающимися диагностики сердечной деятельности, М. Л. Цетлин стал обсуждать с физиологами вопросы, касающиеся работы сердца. Глубоко заинтересовавшись ими, Михаил Львович стал делиться новыми проблемами со своим учителем и другом И. М. Гельфандом, также быстро увлекшимся этими вопросами. Так в 1958 г. возник замечательный семинар по физиологии, оказавший большое влияние на многих физиологов и изменивший направление их исследований. Семинар собирался сначала на квартире И. М. Гельфанда, потом в подвале 52-й больницы (позднее в Лаборатории зрения, Институте нейрохирургии им. Бурденко, наконец, в Московском университете). Вначале в работе семинара участвовало всего несколько человек, но

вы и подошву искусственной ступни датчиками натяжения или давления, действующими электрически или как-либо иначе (например, через вибраторы) на нетронутые участки кожи, – это вряд ли непреодолимая трудность. Существующие протезы устраняют некоторые ограничения подвижности, вызванные ампутацией, но оставляют атаксию. Применение подходящих рецепторов позволило бы устранить в значительной степени и атаксию, так что протезируемый мог бы выработать, например, такие рефлексы, которыми все мы пользуемся при управлении автомобилем. Это позволило бы ему ходить гораздо увереннее. Все сказанное о ноге можно применить с еще большим основанием к руке. Рисунок человека в разрезе, знакомый всем читателям книг по неврологии, показывает, что сенсорная потеря при удалении одного только большого пальца руки намного больше, чем даже при удалении ноги до тазобедренного сустава.

Эти свои соображения я пытался изложить соответствующим авторитетам, но до сего времени мало чего добился. Не знаю, высказывались ли подобные идеи кем-либо раньше, как и не знаю, проводилась ли их проверка и не были ли они отвергнуты за технической неосуществимостью. Если они еще не получили надлежащего практического рассмотрения, то, по всей видимости, получат таковое в ближайшем будущем» (*Н. Винер*. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1968, с. 74–75; этот текст наличествует и в первом издании книги Винера). – **Сост.**

круг участников постепенно расширялся. Разбор экспериментального исследования А. Розенблата о кровообращении сердца послужил толчком для первой теоретической работы Михаила Львовича по физиологии.

Михаил Львович был душой семинара. Он рассказывал на нем (как и на другом семинаре, который он, начиная с аспирантуры, вел на физическом факультете) о самых абстрактных математических идеях свойственным ему языком конкретных житейских наглядных образов, веселых притч или анекдотов и экспериментов, понятных для биологов. Всех вновь приходивших на семинар поражала необыкновенная доброжелательность М. Л. Цетлина; каждому, с кем он говорил, казалось, что обсуждаемый вопрос – самый интересный и важный не только для собеседника, но и для Михаила Львовича. Чего бы ни касался разговор, он оставлял след и заставлял думать, обычно возникало чувство подъема (те же, кого Михаил Львович со всей беспощадной язвительностью, на какую был способен, критиковал, потом долгие недели думали о слабых сторонах своей работы). Внимательно слушая доклад на новую для него тему, Михаил Львович задавал вопрос (например, «Аддитивны ли результаты последовательных перерезок мозга и крайней перерезки?»), который становился темой для серьезного обсуждения и мог несколько лет сохранять первостепенное значение.

Для первого этапа работ И. М. Гельфанда и М. Л. Цетлина по физиологии характерно обращение (в связи с построением моделей деятельности сердца) к свойствам непрерывных сред. В этот период ими была разработана аксиоматика непрерывных сред [14, с. 161, 183–185, 190–196]. При рассмотрении *континуальных моделей управляющих систем* на примере взаимодействия спонтанно активных элементов (где мерой взаимодействия для элемента ткани может служить монотонная функция от отклонения среднего интервала между двумя возбуждениями от периода спонтанной активности) был сформулирован *принцип наименьшего взаимодействия*. Этот принцип, согласно которому наиболее устойчивыми оказываются состояния с минимальным взаимодействием, в дальнейшем оказался исключительно важным для рассмотрения разных биологических систем. В активной ткани, которая была предметом рассмотрения на раннем этапе, устанавливается режим, при котором все точки возбуждаются спонтанно, а распространение импульсов происходит с постоянной скоростью. Взаимодействие всех точек одинаково, а при выборе определенной функции взаимодействия и минимально.

Важной чертой исследований этого времени было то, что в них, в отличие от работ типа известных логических моделей нервных сетей У. Мак-Каллока и В. Питтса, подчеркивалась значимость рассмотрения континуальных моделей, более соответствующих функционированию сложных биологических систем, нежели дискретные [14, с. 183, 190]. Этот подход, по-видимому, опережал свое время. Новейшие исследования по функционированию правого полушария мозга (в отличие от левого) настойчиво выдвигают проблему использования континуальных моделей и для описания сложных форм работы центральной нервной системы. Из клинических задач, требующих такого подхода, достаточно назвать проблему описания эпилептогенной активности. Ныне время, когда в моде были аналогии между отдельным нейроном и дис-

кретным элементом вычислительной машины, осталось позади. Поэтому продолжение исследований по континуальным моделям, возможно, становится в повестку дня современной физиологии.

В дальнейшем М. Л. Цетлин и И. М. Гельфанд, а с ними и другие участники руководимого ими физиологического семинара, все больше стали заниматься проблемами *ф и з и о л о г и и д в и ж е н и й*. На взгляды Михаила Львовича в этой области повлияла как его совместная работа с В. С. Гурфинкилем, так и длительное общение с Николаем Александровичем Бернштейном. Н. А. Бернштейна Михаил Львович справедливо считал выдающимся ученым, в нем он ценил и человека широко образованного, владевшего и высшей математикой, и старой гуманитарной и философской культурой. С Н. А. Бернштейном, давно уже лишившимся возможности экспериментальной работы и страдавшим тяжелым недугом, можно было общаться только по утрам. Михаил Львович на протяжении ряда лет навещал великого физиолога, который с удовольствием следил за развитием своих идей, относящихся к принципам построения движений, в возникшей на его глазах новой школе физиологии.

Из числа идей, намеченных Н. А. Бернштейном [1–3, 6–8] и развитых в дальнейшем при участии М. Л. Цетлина, следует, прежде всего, выделить различные способы упрощения задачи управления движениями. Одним из них, играющим весьма существенную роль в создании новейших антропоморфных роботов [9], являются *синергии* – классы движений со сходными кинематическими характеристиками, совпадающими активными мышечными группами и ведущими типами ориентации [14, с. 199–202]. Другой возможный подход к упрощению задачи управления движениями основан на сходстве этой задачи с математической задачей поиска минимума функций многих переменных. Метод нелокального поиска, названный И. М. Гельфандом и М. Л. Цетлиным *методом оврагов* [30], «оказался удобным и для описания построения движения. Характерное для нелокальных методов поиска экстремума сочетание локальных улучшений с экстраполяцией, по-видимому, типично и для процесса принятия решений в двигательных задачах» [14, с. 202]. Такой подход, в частности, развит по отношению к задаче сохранения ортоградной позы [31] и сформулирован в целом ряде работ о принципах построения движений [32, 33].

Стоит отметить две особенности задач, решавшихся при таком подходе. Во-первых, идея проходила двойную экспериментальную проверку: при решении соответствующих задач на вычислительных машинах и в биологических опытах. Во-вторых, на первый план выдвигалась исключительно важная для всех биологических систем (на что в свое время указывал Н. А. Бернштейн) проблема биологического цейтнота:

Ограниченность времени, которое может быть затрачено на решение задачи, является особенно важным обстоятельством. Дело в том, что для практических (например, физиологических) задач типична меняющаяся во времени ситуация, так что запоздавшее решение может оказаться прямо ошибочным. В этом смысле даже сравнительно неточное, приблизительное решение, получаемое быстро, может оказаться предпочтительнее, чем точное, но запоздалое решение. В таких ситуациях приемлемое решение может быть достигнуто лишь за счет использования организа-

ции, которой в той или иной мере обладают задачи, встречающиеся в практической деятельности человека или, быть может, в физиологии [14, с. 166].

В описываемый период идеи и методы, предлагавшиеся в теоретических исследованиях И. М. Гельфанда и М. Л. Цетлина, широко использовались в экспериментальной работе примыкавшего к ним большого коллектива ученых.

Приходится удивляться числу дел, которые успевал в эти годы осуществлять и доводить до конца Михаил Львович. Помимо физиологического семинара и возникавшей на его основе лаборатории, совместных с И. М. Гельфандом исследований способов управления сложными системами, М. Л. Цетлин продолжал заниматься медицинскими приборами и теорией биоуправления и завершил цикл работ по синтезу автоматов. Михаил Львович решал и такие отдельные интересные задачи, как, например, задачу построения оптимального плана перевозок по графу [14, с. 267–271]. Вспоминается конференция по кибернетике, проходившая осенью 1959 г., когда на одном заседании М. Л. Цетлин докладывал об этой последней работе, а на другом И. М. Гельфанд рассказывал об их совместных исследованиях по континуальным моделям деятельности сердца. В это же время М. Л. Цетлин налаживает преподавание новых дисциплин, читая каждый год курсы лекций по теории игр и смежным вопросам на физическом факультете Московского университета и продолжая на том же факультете семинар, в тематику которого входили, в частности, вопросы математического моделирования биологических систем. При его участии редактируются первые тома «Проблем кибернетики» (а позднее и журнала «Проблемы передачи информации»).

Когда в 1959 г. был создан Научный совет по кибернетике АН СССР, который возглавил академик Аксель Иванович Берг, Михаил Львович стал ученым секретарем Научного совета и отдал много сил работе в нем. Действуя через Совет, он содействовал развитию тех направлений науки, которые тогда встречали трудности внешнего характера и подчас подвергались незаслуженной критике; например, с его помощью было решительно изменено отношение к структурной лингвистике. Со свойственным ему бескорыстием и щедростью он один безвозмездно выполнял большую организационную работу в Совете, работу, которая потом была возложена на штатных сотрудников.

С такой же щедростью Михаил Львович посвятил себя организации новой биологической лаборатории (тогда – теоретического отдела Института биологической физики АН СССР). В том, как внимательно занимался он с каждым ее сотрудником, можно было видеть продолжение стиля его работы на заводе. Так же он работал и со студентами. Когда занятия руководимого им семинара заканчивались, студенты – участники его – долго еще не кончали разговор с Михаилом Львовичем. Эти беседы, затягивавшиеся еще часа на два, уже не ограничивались только академическими темами и нередко оказывали влияние на всю последующую жизнь молодых людей.

Студентов Михаил Львович учил, исходя из того, что, как писал он сам в письме к сыну друга, «самое главное – это решать задачи. Пока это занятие нравится и получается – ты занимаешься математикой хорошо. Читать, ко-

нечно, тоже надо, чтобы не открывать уже открытых Америк и чтобы двигаться быстрее, но самое главное и важное – чтобы было приятно и интересно решать задачи. Наверное, и в шахматах самое главное – играть, а не учить по книгам». Такой способ усвоения материала Михаил Львович применял и в университетские годы, когда самостоятельно решал задачи, относящиеся к новой теме, с тем чтобы на них понять суть предмета. С удовольствием вспоминал он о том, как таким образом, начиная с простых задач и последовательно решая одну задачу за другой, он занимался топологией под руководством И. М. Гельфанда, всегда придерживавшегося таких же взглядов на метод овладения математикой.

Теория игр автоматов и модели поведения. Последний период деятельности

Начиная с 1961 г. и до конца жизни М. Л. Цетлин напряженно занимался проблемами целесообразного поведения автоматов. Начав с простейших моделей поведения (по его любимому выражению, «маленького животного в большом мире»), он предложил конструкцию автомата, минимизирующего число неблагоприятных воздействий внешнего мира. В последующие годы М. Л. Цетлин рассматривал более сложные модели поведения, в частности, поведение автомата в изменяющейся среде, где автомат вынужден непрерывно переучиваться.

Целиком обращенными в будущее были исследования М. Л. Цетлина, посвященные поведению *коллективов автоматов* [14]. Большой интерес – не только для биологии и теории автоматов, но и для социологии – представляют его работы, в которых рассматривается поведение коллективов, состоящих из большого числа автоматов. Социальная структура человеческого общества, вопросы организации которой особенно остро волновали Михаила Львовича в последние годы его жизни, остро занимала его, когда он работал над теорией коллективного поведения автоматов. Он стремился построить теорию систем, состоящих из «живых» частей, т. е. таких систем, каждый участник которых обменивается информацией с другими и решает свою собственную задачу, более простую, чем та, которую решает весь коллектив. Теория *игр автоматов* была для него частным примером такой общей теории. Одним из практических приложений идей М. Л. Цетлина явилась разработанная при его участии система децентрализованного управления телефонными сетями [14, с. 129–135].

Возможности приложения описанных идей к конкретным социологическим и экономическим проблемам развивались Михаилом Львовичем во многих его выступлениях и беседах. В них эти проблемы обычно служили одновременно и источником образов, иллюстрирующих общие идеи; вместе с тем высказывались некоторые конкретные соображения о путях построения математических моделей социальных явлений. Гуманитарные и гражданские интересы Михаила Львовича и его работы по теории игр автоматов не были разными сферами его деятельности; о неразрывной связи этих сфер следует помнить, читая его математические работы.

Рассмотрение принципов работы коллектива автоматов дало возможность сформулировать на более адекватном языке и е р а р х и ч е с к и й п р и н ц и п построения сложных систем, чрезвычайно важный для физиологии движений [14, с. 206]. Конкретные результаты при таком подходе были получены при изучении спинального уровня [14, с. 204–208, 228–238]. Были проведены обширные исследования по моделированию на машинах пула мотонейронов [14, с. 212–227]. Но едва ли не важнейший вывод, намечавшийся в этих работах, заключался в том, что для решения подобных собственно физиологических задач необходима общая теория коллектива автоматов, имеющая существенно более широкие приложения.

Научный стиль М. Л. Цетлина

Доклады и выступления Михаила Львовича часто были потоком поэтических образов, поднятых до уровня научных обобщений. Казалось, что все явления действительности, с которыми сталкивался М. Л. Цетлин, он перерабатывал, как поэт. Если утром он долго стоял в очереди на автобусной остановке, то вечером на семинаре можно было услышать сравнение обсуждавшихся биологических явлений с автобусами, которые ходят пачками. Это сравнение потом оказывалось стимулом для серьезной научной работы. Вопросы теории игр автоматов он пояснял сравнением с тем, как без голосования можно добиться принятия решений членами жилищной комиссии; к этой проблеме он не раз обращался и обсуждал с учениками [14, с. 136–137, 296–299]. Книги, нагромождающиеся на его рабочем столе по мере работы («я – человек неаккуратный»), в одном из докладов оказались удобным примером слишком расширенного понимания «обучения»: книги, которыми часто пользуешься, лежат сверху, но можно ли сказать, что они «обучились»? Соответствующий раздел «Задачи о стопках книг» в его диссертации кончался выводом: «Приведенные рассуждения объясняют, быть может, недовольство человека, обнаружившего, что книги на его столе приведены в порядок» [14, с. 37].

Доходчивость его выступлений вытекала из естественной и простой постановки задач. В основе ее лежала переработка – сначала в образы или притчи, а потом и в теоремы – наблюдений за повседневными ситуациями. В этом смысле научное мышление М. Л. Цетлина напоминало склад ума большого поэта. Недаром Михаил Львович еще студентом писал, что «уже недели» живет со стихами Пастернака

В родстве со всем, что есть, уверясь
И знаясь с будущим в быту,
Нельзя не впасть к концу, как в ересь,
В неслыханную простоту.

Простота у М. Л. Цетлина возникала потому, что он говорил на языке собеседника, не навязывая ему чуждых представлений. Особенно не любил Михаил Львович общих мест. Прочитанная Н. Винером в Московском университете лекция понравилась Михаилу Львовичу тем, что в ней не было болтовни на общие темы: по такой лекции можно узнать человека, глубоко погруженного в научные занятия. Именно потому, что сам Михаил Льво-

вич был чужд излишней специализации и думал всегда об основных принципах, он понимал ненужность отвлеченных разговоров.

Всякую общую мысль М. Л. Цетлин стремился подтвердить примером, особенно близким собеседнику. Важную не только для физиологии, но и для этнологии и социологии идею о том, что сперва появляются какие-либо органы (или клетки), а потом для них находятся функции, Михаил Львович в разговоре с другом, занятым применением вычислительных машин в одной из гуманитарных наук, иллюстрировал примером занятий этого своего друга. Машина не для того сделана, но раз она уже появилась, нашлись люди, которые ее так используют.

М. Л. Цетлин был прирожденным лектором. Мечтал он и о том, чтобы со временем (в соавторстве со своим другом И. М. Ягломом – прекрасным педагогом и популяризатором) написать популярную книгу об автоматах. Этому замыслу не суждено было осуществиться.

Ходившие с М. Л. Цетлиным в туристические походы помнят, как он перед походом перетряхивал рюкзак каждого участника похода, выбрасывая лишние вещи. Таким же освобождением от балласта было то, как он расправлялся с утвердившимся грузом традиционной учености. По его собственным словам, он мог читать литературу вопроса только по окончании работы, а не в начале ее. Биологов, например, он настраивал против ложной эрудиции (бесконечных ссылок на историю науки) и против становившихся уже тогда приметой хорошего тона попыток перевести неясные старые понятия на модный язык «обратной связи», «кодирования» и «декодирования» и т. п. Очень не любил М. Л. Цетлин «гладкого» профессорского или напыщенного академического стиля, по поводу которого он мобилизовывал свои неисчерпаемые запасы солдатского фольклора. Умение отличать людей подлинной культуры, к которым его всегда тянуло, от псевдоученых было у него развито в острейшей степени.

На важных заседаниях Михаил Львович обращал на себя внимание подчеркнутой непритязательностью внешнего облика и шутливыми, а иногда ядовитыми замечаниями. Не было человека, более далекого от громкой фразы и от штампа. Ему глубоко претили всякие надуманные условности, худшего ругательства, чем «буржуазность», он не знал. Он был на редкость бескорыстен и не погружен в быт, хотя постоянно думал о материальной стороне жизни друзей и родных, помогая житейскими советами и предлагая денежную помощь, даже когда сам жил нелегко.

Многие его черты – дух товарищества, увлеченность работой, любовь ко всему сообществу людей, занятых делом, отзывчивость, прямота и полная простота в обращении с людьми – как будто делают его типичным положительным героем ненаписанного романа в духе поэтики пятидесятих годов. Но он не годится в герои такого романа: слишком много было в нем парадоксального, внезапного, остроумного, неожиданного, мучительно-сложного для него самого. Он был общительным, веселым собутыльником, часто допоздна засиживался с друзьями за рюмкой водки, но мог вдруг поразить собеседника крайней мрачностью. Внутренняя дисциплинированность в нем причудливо сочеталась с внешними проявлениями крайней неорганизованности: то, что на заседаниях он стряхивал себе пепел в карман,

не было чертой только внешней. Этот почти показной отказ от условностей как бы уравнивал внутреннюю собранность и сосредоточенность. Такого же равновесия он достигал всем ритмом своей жизни, где хотя бы раз в неделю считал необходимой «разрядку» от напряженной работы. Лирик в нем не мешал жесткости выражения мыслей (быть может, кроме самых последних месяцев перед смертью, когда он как бы стал мягче). Чем больше он добивался в науке, тем чаще нападали на него сомнения в верности выбранных путей и в собственных силах. Но сами эти сомнения часто вели к открытию новых путей. Несколько часов подряд, идя пешком с одного места работы на другое через всю Москву, он с волнением говорил о том, что в науке все готово к появлению совершенно нового взгляда на вещи, но нет человека, который бы начал это движение. Он с завистью говорил об ученых, которые всю жизнь работают в одной области. Сам он не мог так ограничить себя, словно предчувствуя малость отведенного ему срока и стремясь как можно больше сделать во всех занимавших его областях.

Черты большого ученого и настоящего поэта, соединившиеся в М. Л. Цетлине, раскрывались в его резко отрицательном отношении к популярным идеям математизации искусства. Меньше всего он склонен был сводить задачи новой науки к тому, чтобы применить в гуманитарных предметах уже хорошо известный готовый аппарат. По поводу вышедшей рецензии на книгу стихов Б. Пастернака Михаил Львович заметил, что сказанное в этой статье о пейзажах у Пастернака говорит ему гораздо больше, чем статистика стихотворных размеров. Ему был чужд формальный «алгебраизм», не обеспеченный «золотым запасом» интуиции, наглядного проникновения в суть вещей (в самой математике этому он научился от И. М. Гельфанда). Поэтому, в сущности, спор о математизации искусства продолжал спор об «алгебраическом» подходе к самой математике. Он сомневался в том, что язык исчисления предикатов удобен для описания глубинных структур языка. По поводу первых абстрактных математических моделей грамматик М. Л. Цетлин говорил, что для него есть две лингвистики: одна интересная – та, которой занимался Н. Я. Марр (он имел в виду конкретные кавказоведческие работы этого ученого), другая математическая. Но он очень сочувственно отнесся к тем новым опытам описания семантики, с которыми познакомился незадолго до смерти. Определение языка как модели мира, позднее широко использовавшееся нашими лингвистами, было ими заимствовано у М. Л. Цетлина (давшего это определение в развитие известной идеи Н. А. Бернштейна). Тем самым М. Л. Цетлин оказал влияние и на семиотические работы в области вторичных моделирующих систем; пользуясь терминами, уже ставшими общепринятыми, специалисты в этой области, как и во многих других, часто не отдают себе отчета в том, сколь многим они ему обязаны.

Страсть к стихам не покидала Михаила Львовича. После вечера, на котором поэт читал стихи, нравившиеся Михаилу Львовичу, он мог затащить его к себе и проговорить с ним до рассвета.

В некоторых отношениях литературу он ставил выше науки, оттого и думал перед смертью о романе на широкую нравственно-философскую тему. Литература была для него средством постижения мира: он, например,

говорил, что ни в одном учебнике психиатрии не найти такого описания эпилепсии, как у Достоевского – в образе Смердякова.

В литературе, мысль о занятиях которой не оставляла Михаила Львовича до конца, его манили такие писатели, как Э. Т. А. Гофман и Ф. Кафка (с произведениями последнего он познакомился задолго до того, как они были переведены на русский язык).

Любовь к литературе сочеталась у Михаила Львовича с даром непосредственного восприятия природы. Оттого так любил он туристические прогулки и походы. В походы он ходил со своими многочисленными друзьями и всегда с женой Сильвией Александровной Павловой. Ходил обычно по Средней России, в местах, мало отличающихся от подмосковных: горного туризма Михаил Львович не любил, как не любил приподнятого слога даже у крупных поэтов, например, у М. Цветаевой. Описывая одну из своих прогулок, он писал другу: «Все воспринималось не литературно <...>. Просто лес, жара, грозы <...>. Можно купаться, приятно грубеет кожа. Мир становится мудрее и проще. Видели лося. Зверь с большой мордой перешел, не торопясь, речку и ушел в лес».

Но и по дороге в туристический поход, в поезде Михаил Львович целую ночь мог с увлечением проговорить в тамбуре об экспериментах, которые ставили его друзья.

Последнее выступление

Природа, общество, наука и искусство были для М. Л. Цетлина нерасторжимы. Мыслями об их устройстве в целом он был занят всю жизнь. Лучше всего он сам сказал об этом в своем выступлении в Ленинграде на одном симпозиуме писателей и ученых, состоявшемся в марте 1966 г. (за два с небольшим месяца до смерти). К сожалению, оно сохранилось лишь в несовершенной и неполной записи:

Мы вместе с Гельфандом продумали этот доклад и убедились в том, что он распадается на две неравные части. На мою долю досталось сказать вещи, может быть, и ненужные.

Мы являемся свидетелями проникновения научных методов в искусство. Внутри самой науки расширяется область применения идей и методов мышления точных наук – химии, физики, математики (особенно математики). И в любой другой области человеческой деятельности тоже растет процент людей, непосредственно не связанных с производством, а занимающихся наукой. Но вот нам кажется, что в этом победном шествии прогресса есть какие-то тревожащие моменты и к этим тревожащим моментам не следует относиться легкомысленно.

В науке легко возникают внутренние задачи – задачи, направленные не на решение тех задач, которые создали науку, а на решение задач, которые создала сама наука. В науке образуются такие замкнутые системы. Примером такой же замкнутой системы могут служить шахматы, которые, несомненно, являются важным отделом человеческой культуры.

Без решения внутренних задач никакое развитие науки, естественно, невозможно, однако здесь есть опасность, именно опасность, которая состоит в уходе от прямых задач.

Я боюсь, что, может быть, недостаточно четок. Я не говорю о том, что ненужно или вредно заниматься внутренними задачами, я только говорю, что здесь есть

опасность ухода от прямых задач. А эта опасность становится с каждым годом все более очевидной. Мы знаем, сколько посредственных математических работ сделано в последние годы инженерами. Сейчас, если в замечательном техническом изобретении в приложении не написаны какие-то многократные интегралы, то уже не известно, считать это изобретением или не считать. А когда интегралы написаны и приложение хитроумно, то это, конечно, диссертация, если она внутренне непротиворечива.

Такая опасность ухода от прямых задач есть в любой области.

Мне кажется, что в искусстве, в гуманитарных науках математизация несет с собой такую опасность. И нам, математикам, которые нуждаются в искусстве не меньше, чем все остальные люди, эта опасность кажется угрожающей. То, что нам дает искусство, никак не заменит никакая математизация. И очень страшно, если наиболее способные люди пойдут по линии такого суррогата.

Молодежь идет в науку, и тяга тем сильнее, чем точнее наука. И здесь тоже есть такая угроза. Было бы очень плохо, если бы вся способная молодежь шла в науку.

На это нетрудно возразить, что идет в науку молодежь, наиболее к ней способная. Но сейчас наука занимает такое положение, что мы сильно воздействуем на направление этих способностей и очень часто порождаем скверных физиков, посредственных геологов.

Нельзя забывать, что есть цели, которые может решать само общество, а не науки, которые все-таки очень ограничены.

Я не могу не сказать, что у любого человека, который занимается научной деятельностью (в очень большой мере – у людей, занимающихся научным просвещением), мы сильно смещаем акценты. Мне приходилось с огорчением видеть среди студентов Московского университета людей, гуманитарно одаренных, которые стали физиками. Если бы они избрали профессией не физику, их индивидуальность раскрылась бы полнее. Здесь они будут как-то работать, они диссертации напишут и смогут свои семьи прокормить <...>. Но заинтересовано ли в этом общество?

И дебаты о перестройке средней школы нам кажутся очень односторонними. Рассуждают, нужна ли школе тригонометрия. Но никто не спрашивает, надо ли преподавать в школе, например, право. А это очень важный вопрос для повышения культурного уровня, гражданского самосознания людей.

Когда мы говорим о научном просвещении (а это симпозиум людей, которые посвятили этому свою жизнь), мне кажется, мы не можем отмахиваться от таких опасностей.

Сам Михаил Львович стремился выполнять именно те общие задачи, о которых говорил в этом своем выступлении, ставшем как бы его завещанием. На гражданской панихиде по М. Л. Цетлину об этом хорошо сказал М. Л. Левин:

Жизнь и судьбы людей волновали его больше, чем научные идеи <...>. Когда лучшие умы спорили о том, как поскорее обучить малых детей высшей математике, М. Л. Цетлин считал, что главное – научить этих детей основам права <...>. Меньше всего на свете он хотел преуспевать. Невозможно представить М. Цетлина организуемым отзывом о своих работах на предмет получения премии или хлопотушным об академическом избрании. Ему нужны были только покой и воля. А их-то ему как раз и недоставало всю жизнь. И только потрясающим талантом М. Цетлина можно объяснить, что он успел так много сделать в науке.

Жизненные трудности и сложности Михаил Львович умел принимать и переносить. Большие испытания, доставшиеся на долю не ему одному, не

сломили его, а обогатили, сделав тверже, зрелее, умнее, хотя и ценой лишения многих лет жизни.

30 мая 1966 года после внезапной двухнедельной болезни Михаил Львович умер – на сорок втором году жизни. Когда он был при смерти, в больнице круглые сутки посменно дежурили десятки его друзей и товарищей по работе, а на заводе, где он когда-то работал, непрерывно сообщали о его здоровье. Теперь его друзья и ученики ежегодно собираются на чтения, посвященные его памяти. Память о нем сохраняется во всех начатых им делах, во всех воспитанных им людях.

На похоронах Михаила Львовича И. М. Гельфанд сказал:

Мы сегодня хороним нашего друга, человека, гражданина и ученого Михаила Львовича Цетлина. Он умер, и душа его распалась. Но осколки ее остались в нас, в людях, которые его знали.

И когда в нас заговорит совесть, или мы начнем отличать настоящее от ненастоящего, или, занимаясь научной работой, вдруг зададим себе вопрос – зачем мы это делаем, или, делая какой-нибудь прибор, мы подумаем – а будут ли от этого люди хоть немного более счастливы, мы, может быть, не вспомним непосредственно его. Но очень вероятно, что в это время в нас заговорил осколок его души.

Крупный ученый и выдающийся инженер, много сделавший в таких разных областях, как математика, физика, биология и медицина, М. Л. Цетлин умер рано, но успел прожить большую и трудную жизнь – жизнь своего поколения. Друзья любили его как человека глубокого и до конца внутренне честного, четко определившего для себя основные жизненные ценности. С его именем связана целая эпоха бурного развития комплекса практических (медицинских, биологических, кибернетических, физических) работ и соответствующих направлений теоретических исследований. Атмосфера подъема, охватившая всех их участников, была бы немыслима без Михаила Львовича. Его имя неотделимо от одного из наиболее творческих периодов в истории отечественной науки.

Литература

1. *Н. А. Бернштейн*. Проблема взаимоотношения координации и локализации // Архив биологических наук, 1935, т. 38, № 1, с. 1–34.
2. *Н. А. Бернштейн*. Общая биомеханика. М.: РИО ВЦСПС, 1926.
3. *Н. А. Бернштейн*. Клинические пути современной биомеханики // Сборник трудов Государственного института для усовершенствования врачей им. В. И. Ленина в Казани. Казань, 1929, т. 1, с. 249–270.
4. *В. В. Иванов*. Очерки по истории семиотики в СССР. М.: Наука, 1976.
5. *Т. С. Кун*. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1975.
6. *Н. А. Бернштейн*. О построении движений. М.: Медгиз, 1947.
7. *Н. А. Бернштейн*. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М.: Медицина, 1966.
8. *Н. А. Бернштейн*. Исследования по биодинамике локомоций. Кн. 1, М.: ВИЭМ (Всесоюзный институт экспериментальной медицины), 1935.
9. *М. Вукобратович*. Шагающие роботы и антропоморфные механизмы / Перев. с англ. под ред. В. С. Гурфинкеля. М.: Мир, 1976.
10. *И. М. Гельфанд, М. Л. Цетлин*. Конечномерные представления группы унитарных матриц // Доклады АН СССР, 1950, т. 71, № 5, с. 825–828.

11. И. М. Гельфанд, М. Л. Цетлин. Конечномерные представления группы ортогональных матриц // Доклады АН СССР, 1950, т. 71, № 6, с. 1017–1020.
12. И. М. Гельфанд, М. Л. Цетлин. О величинах с аномальной четностью и возможном объяснении вырождения по четности К-мезонов // Журнал экспериментальной и теоретической физики, 1956, т. 31, вып. 6 (12), с. 1107–1109.
13. М. Л. Цетлин. Применение матричного исчисления к синтезу релейно-контактных схем // Доклады АН СССР, 1952, т. 86, № 3, с. 525–528.
14. М. Л. Цетлин. Исследования по теории автоматов и моделированию биологических систем. М.: Наука, 1969.
15. М. Л. Цетлин. Матричный метод анализа и синтеза электронно-импульсных и релейно-контактных (непримитивных) схем // Доклады АН СССР, 1957, т. 117, № 6, с. 979–982.
16. М. Л. Цетлин, Г. С. Эйдус. Матричный метод синтеза многотактных релейно-контактных схем связи и управления // Электросвязь, 1958, № 4, с. 41–48.
17. М. Л. Цетлин. О композиции и разбиениях непримитивных схем // Доклады АН СССР, 1958, т. 118, № 8, с. 488–491.
18. М. Л. Цетлин. О непримитивных схемах // Проблемы кибернетики, 1958, вып. 1, с. 23–45.
19. М. Л. Цетлин, Г. С. Эйдус. Алгебраический метод синтеза схем на триггерных ячейках // Известия вузов. Радиофизика, 1958, т. 1, № 5–6, с. 166–176.
20. М. Л. Цетлин, Л. М. Шехтман. Двухтактные ферротранзисторные трансформаторные схемы и алгебраический метод их синтеза // Проблемы кибернетики, 1959, вып. 2, с. 139–149.
21. М. Л. Цетлин, Л. М. Шехтман. О двухтактных ферротранзисторных схемах с непериодическим считыванием // Проблемы кибернетики, 1960, вып. 3, с. 89–94.
22. М. Л. Цетлин, Л. М. Шехтман. О некоторых вопросах физической реализации устройств, выполняющих логические функции // Применение логики в науке и технике. М.: Издательство АН СССР, 1960, с. 377–393.
23. А. Блок. Записные книжки. М.: Гослитиздат, 1965.
24. А. Е. Кобринский, М. Г. Брейдо, В. С. Гурфинкель, А. Я. Сысин, М. Л. Цетлин, Я. С. Якобсон. Биоэлектрическая система управления // Доклады АН СССР, 1957, т. 117, № 1, с. 78–80.
25. М. Г. Брейдо, В. С. Гурфинкель, А. Е. Кобринский, А. Я. Сысин, М. Л. Цетлин, Я. С. Якобсон. О биоэлектрической системе управления // Проблемы кибернетики, 1959, вып. 2, с. 203–212.
26. В. С. Гурфинкель, М. Л. Цетлин. Проблемы биоэлектрического управления // Тезисы IX съезда общества физиологов. М., 1959.
27. А. Е. Кобринский, В. С. Гурфинкель, М. Г. Брейдо, А. Я. Сысин, М. Л. Цетлин, Я. С. Якобсон. Макет механического привода к протезу, управляемому биотоками мышц // IV Научная сессия ЦНИИПП. М., 1958, с. 153–157.
28. В. С. Гурфинкель, В. Б. Малкин, А. В. Худяков, М. Л. Цетлин. Рентгенография сердца в произвольно избранные фазы кардицикла // Вестник рентгенологии и радиологии, 1961, № 6, с. 25–28.
29. В. С. Гурфинкель, В. Б. Малкин. К методике электрического раздражения сердца // Биофизика, 1961, т. 6, № 1, с. 125–126.
30. И. М. Гельфанд, М. Л. Цетлин. Принцип нелокального поиска в задачах автоматической оптимизации // Доклады АН СССР, 1961, т. 137, № 2, с. 295–298.
31. И. М. Гельфанд, В. С. Гурфинкель, М. Л. Цетлин. Некоторые соображения о тактиках построения движений // Доклады АН СССР, 1961, т. 139, № 5, с. 1250–1253.

32. И. М. Гельфанд, В. С. Гурфинкель, М. Л. Цетлин. О тактиках управления сложными системами в связи с физиологией // Биологические аспекты кибернетики. М.: Издательство АН СССР, 1962, с. 66–73.
33. И. М. Гельфанд, М. Л. Цетлин. О некоторых способах управления сложными системами // Успехи математических наук, 1962, т. 17, № 1, с. 3–26.

Н. Н. Воронцов

Послесловие к книге М. М. Завадовского «Страницы жизни. История одного исследования»

История этой книги необычна. После августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 года академик Михаил Михайлович Завадовский, изгнанный с основанной им кафедры динамики развития Московского университета и лаборатории Всесоюзного института животноводства, оказался безработным. Ученый необычайного кругозора, сочетавший в себе способности блестящего экспериментатора, эмбриолога, эндокринолога и генетика, выдающегося теоретика, яркого популяризатора науки и практика-животноводы, человек, всю жизнь окруженный учениками (аспирантами, студентами, практиками), в возрасте 57 лет оказался в опале, в глубоком одиночестве.

Именно в это время М. М. Завадовский и написал две автобиографические повести: «Жизнь Боева» и «История одного открытия». Профессор Боев – это сам Завадовский. Выбранный им псевдоним не случаен. В течение всей своей жизни Завадовскому-Боеву беспрестанно приходилось биться за научные истины. Сейчас, через 40 лет после написания мемуаров, они становятся, наконец, доступными читателю. В процессе подготовки рукописи к печати Боев с ее страниц исчез, и теперь уже в «Страницах жизни» М. М. Завадовский смог заговорить с нами от своего собственного имени...

Вклад Михаила Михайловича Завадовского в развитие отечественной науки и культуры огромен и, конечно же, еще в полной степени не оценен.

М. М. Завадовский вместе с Сергеем Сергеевичем Четвериковым (1880–1959) и Александром Сергеевичем Серебровским (1892–1948) принадлежал к числу старших учеников выдающегося биолога Николая Константиновича Кольцова (1872–1940). Сам Кольцов был учеником академика Михаила Александровича Мензбира (1855–1935), который в свою очередь был

учеником знаменитого эколога, зоолога, дарвиниста, зоогеографа и путешественника Николая Алексеевича Северцова (1827–1885). Среди учеников Мензбира наиболее известны три имени: сын Н. А. Северцова академик Алексей Николаевич Северцов (1866–1936), подхвативший сравнительно-анатомическое направление интересов М. А. Мензбира, создавший теорию филэмбриогенеза и мощную школу отечественной сравнительной и эволюционной анатомии; академик Петр Петрович Сушкин (1868–1928), который продолжил сравнительно-анатомические, орнитологические и зоогеографические работы своего учителя, и, как уже говорилось, академик ВАСХНИЛ, член-корреспондент АН СССР Н. К. Кольцов, который, начав со сравнительной анатомии, пошел своим оригинальным путем и основал школу отечественной экспериментальной биологии, эмбриологии, генетики и гидробиологии.

Как это нередко бывает, ученик, не продолжающий непосредственно исследования своего учителя, идущий своим путем, оказывается в непростых отношениях с ним. Так было и у Кольцова с Мензбиром, который, в частности, не одобрял деятельности Кольцова, принимавшего активное участие в событиях 1905 г. Мензбир не был ретроградом, просто он считал, что в России слишком немногие люди имеют возможность заниматься наукой, и они не вправе жертвовать этим ради решения политических задач при всей их важности и прогрессивности.

Однако в дальнейшем общественная жизнь затронула и самого Мензбира. Будучи проректором Московского университета, он вместе с ректором Мануйловым и другим проректором Минаковым в 1911 году выступили против решения реакционного министра просвещения Н. А. Кассо о лишении университета автономии. Сложив с себя полномочия, они рассчитывали уйти на профессорскую работу. В ответ Кассо изгнал их из университета. Случай небывалый в истории российских университетов того времени. В знак протеста против решения министра из Московского университета ушли В. И. Вернадский, Н. Д. Зелинский, П. Н. Лебедев, К. А. Тимирязев и многие другие выдающиеся ученые. Н. А. Кассо и поддерживающие его реакционные круги надеялись, что освободившиеся места будут заняты молодыми доцентами, перед которыми открывалась возможность быстро сделать карьеру, что при прочих условиях требовало десятков лет.

В этот момент Н. К. Кольцов возглавил организацию молодых преподавателей Московского университета, которая выступила с призывом к молодым профессорам и доцентам не занимать кафедр, освободившихся в результате гражданского шага их учителей. За Кольцовым последовали многие молодые прогрессивные ученые. Среди них были А. Е. Ферсман, который мог бы претендовать на кафедру своего учителя В. И. Вернадского, С. С. Наметкин, который мог бы занять кафедру своего учителя Н. Д. Зелинского, Кольцов, естественно, мог бы восприниматься как преемник Мензбира. В результате из Московского университета ушло 130 профессоров и преподавателей. Это был удар не только по университету, но и по отечественной науке, сопоставимый лишь с событиями 1948 года.

Встал вопрос, куда же идти молодым и не очень молодым преподавателям? По счастью, в Москве того времени существовали нецентрализован-

ные, не подчинявшиеся министерству народного просвещения учебные заведения. К их числу относился Народный университет им. А. А. Шанявского. Это учебное заведение было рассчитано не столько на подготовку молодежи, сколько на систему самообразования людей разных возрастов и разных поколений. Часть преподавателей и научной молодежи из Московского университета перешла в университет им. А. А. Шанявского, а часть на московские Высшие женские курсы, располагавшиеся на Пироговских улицах в районе Новодевичьего монастыря.

Н. К. Кольцов преподавал и в университете Шанявского, и на курсах. Именно на Высших женских курсах и в меньшей степени в университете Шанявского им были заложены основы будущего знаменитого практикума по экспериментальной зоологии. Вокруг Кольцова сгруппировалась талантливая молодежь – Михаил Михайлович Завадовский, Григорий Осипович Роскин, Сергей Сергеевич Четвериков, Сергей Николаевич Скадовский, Александр Сергеевич Серебровский. Они и составили костяк кольцовой школы.

В этой атмосфере начинается становление М. М. Завадовского как ученого. Здесь были проведены его первые исследования по динамике развития. Они посвящены липоидной полупроницаемой оболочке яйца аскариды – классического объекта эмбриологии, особое внимание которому уделял в те годы сверстник, соратник и друг Кольцова немецкий генетик, эволюционист и эмбриолог Рихард Гольдшмидт. Именно Гольдшмидт установил замечательные особенности процесса слияния гамет, редукции направительного тельца в развитии аскариды. Благодаря ему, этот объект стал излюбленным модельным видом для решения многих цитогенетических и эмбриологических задач. Цитофизиология и динамика развития паразитических червей – тема 35 научных работ М. М. Завадовского, опубликованных в 1914–1935 годах.

В те же годы у Завадовского сложился идеал ученого. Идеалом для него были, по-видимому, такие исследователи, как Л. Пастер, Г. Гельмгольц и П. Н. Лебедев, т. е. ученые, которые решали свои проблемы с помощью точных, хорошо продуманных экспериментов, тесно связывающих теорию с практикой. Характерно, что в предисловии к своей классической монографии «Пол и развитие его признаков» (1922) Михаил Михайлович вспоминает «завет Пастера – по возможности воздерживаться говорить о том, о чем нельзя сказать ясно и понятно в немногих словах», а саму книгу он посвящает памяти Петра Николаевича Лебедева – «художника мысли и научного опыта».

С 1917–1918 годов М. М. Завадовского начинает привлекать проблема пола, и он ищет пути решения этих задач экспериментальным путем. В заповеднике Аскания-Нова он начинает, а затем на кафедре А. Г. Гурвича в Таврическом университете (Симферополь) продолжает свои классические эксперименты по трансформации пола у млекопитающих и у птиц. Широкий круг объектов был включен в эти опыты. Он работает на фазанах, курах, утках, на антилопах нильгау, гарна и гну, на косулях и ланях, на баранах и на быках серой украинской породы. В опытах М. М. Завадовского было впервые в мире показано, что половые признаки после кастрации,

т. е. при отсутствии влияния половых гормонов, сдвигаются в сторону гомогаметного пола, причем у птиц в сторону пола ZZ (самцы), у млекопитающих в сторону XX (самки).

В труднейших условиях работы в годы гражданской войны в Аскании-Нова, а также в Таврическом университете, где в начале 20-х годов работали такие замечательные ученые, как В. И. Вернадский, А. Г. Гурвич и многие другие, М. М. Завадовский смог завершить эти опыты и написать блестящую монографию «Пол и развитие его признаков» с подзаголовком «К анализу формообразования у животных». Она была издана в Москве в 1922 году.

Приходится удивляться тому, как в тяжелейших условиях гражданской войны смогла быть издана эта монография на очень хорошем полиграфическом уровне, с прекрасными фотографиями, цветными таблицами, с обширным резюме на немецком языке. Изложенные в ней опыты Завадовского вошли в золотой фонд науки. Сегодня практически нет учебников по общей биологии, экспериментальной биологии или генетике, где не упоминались бы результаты его работ по экспериментальной регуляции пола. Эти работы отчасти положили начало тем исследованиям по регуляции пола, которые по инициативе Н. К. Кольцова в будущем были развиты Б. Л. Астауровым и В. А. Струнниковым на другом объекте – шелкопряде.

Работы по экспериментальной зоологии широко развернулись в 20-х годах, когда в 1923 году М. М. Завадовский становится директором Московского зоопарка на Большой Грузинской. Московский зоопарк был основан, как известно, в 1864 году профессором Московского университета Анатолием Петровичем Богдановым. С именем Михаила Михайловича связан весьма продолжительный период в жизни зоопарка. Благодаря его усилиям рядом, в центре Москвы, для зоопарка была выделена дополнительно «новая территория» между Большой Грузинской улицей и Садовым кольцом. Много сил положил Завадовский созданию «острова зверей», «турей горки», при нем появились большой пруд, обширные по сравнению со «старой территорией» зоопарка вольеры.

М. М. Завадовский – настоящий ученый, он не может не думать о науке. Одним из своих заместителей он приглашает известного охотоведа Петра Александровича Мантейфеля. Мантейфель по инициативе М. М. Завадовского основывает кружок юных биологов зоопарка – КЮБЗ (поныне существующую организацию, воспитавшую множество отечественных биологов, к послевоенному поколению которой принадлежит и автор этих строк). При зоопарке Завадовский организовал две научные лаборатории – экспериментальную и экологическую. Последняя входила одновременно в состав Института зоологии МГУ, где работали такие замечательные ученые, как Владимир Владимирович Алпатов, Георгий Францевич Гаузе, Николай Иванович Калабухов. Надо сказать, что в ряде случаев трудно было подразделить, какие из этих лабораторий относились к Московскому университету, а какие к Московскому зоопарку – все было столь тесно переплетено, шли единые коллоквиумы, велись совместные исследования. В лаборатории экспериментальной зоологии были заложены и успешно развивались работы М. М. Завадовского и его учеников по многоплодию сель-

скохозяйственных животных. Именно при Завадовском зоопарк стал научной базой Московского университета, на которой были проведены многие замечательные опыты. На базе лаборатории работал Большой практикум. Это был в основном практикум по динамике развития, эндокринологии и регуляции признаков пола. Вместе с ним существовал семинар, на котором выступали советские и зарубежные ученые. На семинарах, по воспоминаниям М. С. Мицкевича (одного из сотрудников М. М. Завадовского), постоянно присутствовало 20–25 человек.

В 20-е годы М. М. Завадовский основал «Дарвиновскую библиотеку». Под его редакцией вышло в этой серии несколько переводов классики генетики и эволюционизма.

Научно-педагогическая деятельность М. М. Завадовского развернулась в стенах 1-го и 2-го Московских университетов, а после реорганизации университетского образования – в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова.

В 30-х годах он возглавляет кафедру динамики развития на биологическом факультете МГУ.

В 1931 году Завадовский публикует учебник «Динамика развития организма». В этой книге объемом 31 печатный лист воедино соединяются идеи механики развития, экспериментальной и классической эмбриологии, проводится причинный анализ дифференциации клеток в зародышевом пути. Здесь рассматриваются динамика развития признаков пола и их морфологическая классификация, гистологическая структура и формирующая роль половых желез, сексуальная неравнопотенциальность тканей самца и самки у насекомых и ее частичная возможность у позвоночных, зависимость образования половых гормонов от пищевых факторов, цитологические основы строения зародышевых клеток, определяющих пол. Здесь же рассматриваются проблемы старения как главы механики развития, общие принципы формообразования на разных уровнях – речь идет и о формообразовательных реакциях у особей различного пола, возраста, вида. Разобран ряд классических проблем эмбриологии и механики развития: регенерация, рост, его причинный анализ; обсуждается большой круг проблем, связанных с генетикой: взаимоотношения между клетками зародышевого пути и соматическими клетками, элементы теории Менделя, хромосомной теории наследственности, разработанной Т. Г. Морганом. Особо выделена глава «Ген и его участие в осуществлении признаков». Естественно и обсуждение в специальной главе вопроса – передаются ли по наследству приобретенные признаки?

Надо помнить о том, что эта книга писалась в те годы, когда вновь возник интерес к идеям неоламаркизма, пропагандировавшегося австрийским биологом Паулем Каммерером. В 20-х годах дань неоламаркизму отдавали такие известные ученые, как Е. С. Смирнов, Е. М. Вермель, Б. С. Кузин. С позиций экспериментального зоолога, эмбриолога и генетика М. М. Завадовский совершенно определенно приходит к тому же выводу, к какому пришел и Феодосий Григорьевич Добржанский. В публикациях обоих авторов приводились убедительные факты, говорящие о том, что приобретенные признаки не передаются по наследству. Книга «Динамика развития ор-

ганизма» сыграла очень большую роль в становлении и развитии отечественной экспериментальной биологии.

В начале 30-х годов М. М. Завадовский возглавляет также лабораторию в Институте животноводства ВАСХНИЛ (эта лаборатория была передана из Московского зоопарка). В эти годы возникает тесная связь М. М. Завадовского с Николаем Ивановичем Вавиловым. Совершенно неслучайно то обстоятельство, что Вавилов как первый президент ВАСХНИЛ приглашает М. М. Завадовского на пост вице-президента этой академии. Сам Н. И. Вавилов был сосредоточен в основном на проблемах генетики, эволюции и происхождения домашних растений. Аналогичного внимания требовали и домашние животные. Поэтому выбор М. М. Завадовского в качестве вице-президента ВАСХНИЛ по животноводству со стороны Вавилова представляется закономерным.

В 30-е годы М. М. Завадовский, анализируя с формально-логических позиций результаты своих опытов по гормональному перераспределению пола, приходит к своему крупнейшему теоретическому открытию: он формулирует принцип «плюс-минус-взаимодействия» развивающегося организма. М. М. Завадовский впервые в мире описал явление прямой (плюс) и обратной (минус) связи в индивидуальном развитии организма. А. А. Ляпунов справедливо рассматривал М. М. Завадовского как одного из предшественников кибернетики. Работы Завадовского о принципе взаимопротиворечивых (плюс-минус) взаимодействий в индивидуальном развитии организма были опубликованы еще в начале 30-х годов (в 1933 году – на русском, в 1935 – на немецком языке), а в 1941 году, накануне войны, в издательстве Московского университета вышла монография М. М. Завадовского «Противоречивые взаимодействия между органами в теле развивающегося животного». Это и есть первая как в отечественной, так и в мировой литературе монография по биокибернетике, написанная почти за десять лет до «Кибернетики» Норберта Винера (1949).

В конце 30-х годов М. М. Завадовский вплотную подходит к практическим исследованиям по экспериментальному многоплодию сельскохозяйственных животных. Он исходил из того, что гонадотропные гормоны, которые могут находиться в крови, моче или иных системах беременных самок, если их выделить в чистом виде и инъектировать самкам перед овуляцией, смогут вызвать суперовуляцию дополнительных яйцеклеток. По рекомендации М. М. Завадовского в качестве агента, который мог бы вызвать суперовуляцию, использовалась сыворотка крови жеребых кобыл (СЖК). Инъекции препарата СЖК проводились перед случкой овцам, коровам и лошадям. Если в отношении коров, которые в норме рожают одного теленка, результаты могли бы еще казаться достаточно спорными (трудность выкармливания двойни), то в случае овец, и особенно каракульских овец, где ягнята забиваются на смушки сразу же после рождения, этот метод оказался весьма успешным и дал огромный экономический эффект. Уже в 1939 году с помощью разработанного им метода было получено от овцематок свыше 50 % дополнительных ягнят. Эти работы привлекали особое внимание М. М. Завадовского и во время Великой Отечественной войны и в послевоенные годы.

По его инициативе были созданы небольшие лаборатории или, если можно так сказать, крошечные биофабрики по производству в стерильных условиях крови жеребых кобыл.

Итоги работы по многоплодию вошли в монографию «Гормональный метод стимуляции многоплодия овец» (1941) (в тот же год он выпустил книгу по биокibernетике!), а впоследствии во вторую часть этой книги – «Гормональный метод стимуляции многоплодия и активации половой циклики овец в производстве».

В конце 30-х годов работы М. М. Завадовского по многоплодию были поддержаны Наркоматом совхозов и Управлением каракулеводства Наркомвнешторга. В 1940 году М. М. Завадовский был награжден Большой золотой медалью Всесоюзной сельскохозяйственной выставки – по тем временам очень почетной наградой.

Метод М. М. Завадовского успешно работал, давая стране дополнительные десятки тысяч овец. А в это время Т. Д. Лысенко, И. И. Презент, В. М. Юдин и им подобные упрекали пресловутых менделистов-морганистов в отрыве от практики. К ним же они относили и М. М. Завадовского. Травля М. М. Завадовского началась давно, значительно раньше 1948 года. Он был близок к генетике, близок к Н. И. Вавилову, принадлежал школе Н. К. Кольцова, вел себя независимо и бескомпромиссно в дискуссиях по биологии 1936 и 1939 годов, и естественно, что травля со стороны Т. Д. Лысенко и лысенковцев обрушилась и на него.

Известно, что волна преследований отечественной научной интеллигенции начинается в 1929–1930 годах. В Ленинградском университете ее первой жертвой стал Юрий Александрович Филипченко. В 1929 году в Москве был арестован С. С. Четвериков. Тучи сгущаются и вокруг Н. К. Кольцова. В 1930 году во время заграничной командировки Кольцова его кафедра экспериментальной зоологии в МГУ оказывается фактически закрытой. Она разделяется между пятью его учениками: кафедру гидробиологии возглавляет Сергей Николаевич Скадовский, кафедру генетики – А. С. Серебровский, кафедру динамики развития – М. М. Завадовский, кафедру гистологии и цитологии – Г. О. Роскин, кафедру физиологии животных – профессор И. Л. Кан. Кольцов, вернувшись из-за границы, оказывается вне университета и до начала 1939 года сосредоточивает свою деятельность в стенах основанного им в 1917 году Института экспериментальной биологии.

В 1936 году Н. И. Вавилов был отстранен с поста президента ВАСХНИЛ. Новым президентом стал государственный деятель Николай Иванович Муралов, репрессированный в 1937 году и затем расстрелянный. После Муралова обязанности президента ВАСХНИЛ нес некоторое время саратовский селекционер академик Г. К. Мейстер, но и он был арестован и погиб. В 1938 году на этот пост был назначен Т. Д. Лысенко. В ВАСХНИЛе возникла ненормальная ситуация, при которой ни Н. И. Вавилов, ни М. М. Завадовский не могли более работать.

В 1939 году в нашей биологии сложилась крайне сложная обстановка. Н. И. Вавилов понял, что его позиции в ВАСХНИЛе полностью потеряны: там воцарился Лысенко. Но оставалась еще «Большая академия» – Академия наук СССР, где были сильны академические традиции, несмотря на

внедрение в нее далеких от науки людей. Научный потенциал и общественный авторитет АН СССР (за исключением наук общественно-научного цикла) пока сохранялись. На 1939 год были назначены выборы по большому числу объявленных вакансий. Президентом академии с 1936 года был почтенный ботаник и путешественник В. Л. Комаров (1869–1945). Как и многие другие ботаники и зоологи, Комаров отдавал дань ламаркизму, т. е. допускал наследование приобретенных признаков, тогда как Н. И. Вавилов и Н. К. Кольцов были сторонниками менделевско-моргановской генетики. В области систематики Комаров придерживался узкой концепции вида (и с таких позиций писалась многотомная «Флора СССР» под его редакцией). Антиподом Комарова в этом отношении был Вавилов: под его редакцией издавалась с позиций широкой концепции вида «Флора культурных растений». Разногласия в научных позициях не повлияли на оценку ситуации внутри академии. Ламаркист Комаров понимал опасность появления в ней Лысенко и всего его окружения. Вот почему подготовка к выборам в АН СССР 1939 года стала ключевым моментом истории отечественной биологии. «Передовая» биология выдвигала кандидатуры Т. Д. Лысенко и Н. В. Цицина. Классическая биология была представлена следующими кандидатурами: ихтиолог, географ и эволюционист, член-корреспондент АН СССР с 1928 года Л. С. Берг (1878–1950); основатель отечественной школы экспериментальной зоологии, член-корреспондент Российской академии наук с 1916 года и академик ВАСХНИЛ с 1935 года Н. К. Кольцов; М. М. Завадовский – академик ВАСХНИЛ с 1935 года и ее вице-президент.

Кандидатуры двух противостоящих блоков были столь неравнозначны, что ни о каком сопоставлении их научных потенций не могло быть и речи. Предстоял розыгрыш темы о практическом значении каждого из направлений. За молодым селекционером-практиком из Омска Н. В. Цициным стояли обещающие опыты по получению пшенично-пырейных гибридов. Обещания же Лысенко о подъеме урожайности путем яровизации к 1938 году не оправдались, и Трофим Денисович был вынужден зарабатывать популярность «народного академика» на пропаганде нового метода борьбы с вредной черепашкой – путем выпаса кур на колхозных полях. Практические результаты вавиловской группы кандидатов выглядели предпочтительнее: по книгам Л. С. Берга учились поколения практиков ихтиологов и рыбодоводов, М. М. Завадовский получил уже значительные результаты в разработке методов экспериментального многоплодия сельскохозяйственных животных.

Лысенко и Презент пошли по пути политической компрометации соперников. Создав команду полубразованных «швондеров» от философии, «шариковых» от селекции и земледелия, они обрушились на Вавилова, Прянишникова, Лисицина, Шехурдина, Тулайкова и многих других талантливых ученых.

8 января 1939 года в «Правде» появилась статья «Лжеученым не место в Академии наук». Она была направлена против Л. С. Берга («идеалист»), Н. К. Кольцова («расист, евгеник») и М. М. Завадовского. То обстоятельство, что М. М. Завадовский работал в Аскании-Нова и в Таврическом университете, давало повод обвинить его в симпатиях белогвардейцам и баро-

ну Врангелю. Завадовский также был причислен к числу «лжеученых». Последствия этой статьи для судеб всей советской науки были пагубными: ни один из величайших отечественных биологов не был допущен к выборам в академию. Законопослушные академики избрали на эти места Т. Д. Лысенко и Н. В. Цицина. Вскоре вместо М. М. Завадовского и Н. И. Вавилова на должность президента и вице-президента ВАСХНИЛ были назначены другие люди. Н. К. Кольцов был снят с поста директора Института экспериментальной биологии, а Н. И. Вавилов – директора Института генетики АН СССР. До ареста Вавилова оставалось полтора года...

Следует назвать авторов этой позорной статьи: академики А. Н. Бах (1857–1946) и Б. А. Келлер (1874–1945), доктора наук физиолог Х. С. Кош-тоянц (1900–1961) и Н. И. Нуждин (1904–1979), комсомольско-партийный работник Р. Х. Дозорцева, «профессор-орденоносец» В. К. Милованов, вскоре после этого ставший директором Всесоюзного института животноводства, где работал М. М. Завадовский. Люди разной культуры, знаний и способностей навеки оказались связанными авторством позорнейшей статьи.

Традиции советской генетики в животноводстве, идущие от М. М. Завадовского, Ю. А. Филиппченко, Ф. Г. Добржанского, Я. Я. Луса (Лусиса), А. С. Серебровского, Б. Н. Васина, Я. Л. Глембоцкого, В. С. Кирпичникова, к рубежу 30–40-х годов оказались почти полностью разрушенными...

После избрания Т. Д. Лысенко в АН СССР нападки на генетику усилились. И вновь М. М. Завадовский оказался в первых рядах ее защитников. Весной 1939 г. ленинградские генетики Г. Д. Карпенченко, Г. А. Левитский (через год оба были арестованы вместе с Н. И. Вавиловым и погибли), М. А. Розанова, И. И. Канаев, а также биологи В. С. Кирпичников, Ю. И. Полянский, Ю. М. Оленов, М. Е. Лобашев и другие отправили письмо А. А. Жданову в ЦК ВКП(б).

Итогом этого письма стала вторая дискуссия, проводившаяся в редакции журнала «Под знаменем марксизма» под председательством академика М. Б. Митина – одного из авторов небезызвестной главы «Об историческом и диалектическом материализме» в «Кратком курсе истории ВКП(б)», избранного на тех же выборах 1939 года прямо в академики, минуя не только ступень члена-корреспондента, но и докторскую степень. Дискуссия проходила на Волхонке, 14. После вступительного слова Митина первым выступил М. М. Завадовский. В отличие от своего брата академика ВАСХНИЛ Б. М. Завадовского, выступавшего вторым и пытавшегося нащупать третью линию (между Вавиловым и Лысенко), Михаил Михайлович убедительно показал, где проходит водораздел между наукой и обскурантизмом. Его слова о том, что «правда фактов все-таки за той наукой, которая носит название генетика, правда методов за той наукой, которая носит название генетика» (Под знаменем марксизма, 1939, № 11, с. 89), задали тон последующим выступлениям генетиков. Стиль оппонентов отражало выступление уже известного читателю директора ВИЖа В. К. Милованова: «С Лысенко весь советский народ, тысячи специалистов и колхозников, которые под его руководством творят замечательные дела... Нет группы Лысенко, а есть оторвавшаяся от практической жизни небольшая отживающая группа

генетиков, которая совершенно себя дискредитировала в практике сельского хозяйства» (там же, с. 92).

В труднейших условиях травли со стороны научных кругов в течение нескольких лет М. М. Завадовский продолжает вести свои эксперименты по многоплодию сельскохозяйственных животных. Поддержка со стороны государственных органов, а потом Сталинская премия, казалось бы, обеспечивали неприкосновенность лауреату. Но после августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 года печально знаменитым приказом министра С. В. Кафтанова М. М. Завадовский был изгнан из МГУ, а кафедра динамики развития была закрыта, ликвидирована была и его лаборатория в ВИЖ'е. Тем же приказом из МГУ были уволены академик И. И. Шмальгаузен, профессора А. Н. Формозов, Д. А. Сабинин (вскоре покончил с собой), доценты и преподаватели кафедр генетики и дарвинизма С. А. Алиханян, С. Д. Юдинцев (в те годы декан биофака, впоследствии вместе с Г. Ф. Гаузе один из основателей Института по изысканию новых антибиотиков), А. Зеликман, Н. И. Шапиро, Р. Б. Хесин. Волна увольнений и репрессий прокатилась по всем университетам, педагогическим, сельскохозяйственным и медицинским институтам. В общей сложности было уволено около 3000 преподавателей вузов. Последствия этого разгрома остро ощущаются и поныне. Но лысенковцам нужно было еще и на практике доказать «бесплодность менделизма-морганизма». Десятки небольших биофабрик, готовивших препарат СЖК, были закрыты, а сам метод запрещен. М. М. Завадовский смог продолжить свои исследования лишь в 1954 году, но уже в крайне скромном масштабе.

Я познакомился с Михаилом Михайловичем осенью 1954 года. В 1953–1954 годах я как студент вел школьный кружок при кафедре зоологии позвоночных МГУ. На занятиях кружка, полевых экскурсиях помимо традиционной фаунистики, экологии, систематики обсуждались и общезволюционные проблемы, в их числе и «новое учение о виде», с которым выступил Т. Д. Лысенко в 1950–1951 годах. С конца 1952 года на страницах «Ботанического журнала» и «Бюллетеня Московского общества испытателей природы», редактировавшихся В. Н. Сукачевым, развернулась дискуссия по проблемам вида и видообразования, вскоре затронувшая и проблемы генетики. Значительная часть кружковцев – сестры Е. А. и Н. А. Ляпуновы, М. Ф. Шемякин, Ф. Я. Держинский, А. С. Северцов, Э. С. Каляева, О. Иванова – поступили в 1954 году на биофак МГУ, другие – Д. А. Берман, И. Лукьянова, А. Терехина – на кафедру биогеографии географического факультета МГУ. Вокруг поступивших на биофак кружковцев возникла группа первокурсников, активно интересовавшаяся общебиологическими проблемами. В нее вошли Л. Л. Киселев, А. С. Антонов, М. С. Крицкий, В. Б. Иванов, М. Ю. Пименов, Н. Д. Габриэлян, Л. Ломакина, Е. В. Раменский.

Алексей Андреевич Ляпунов (1911–1973) – профессор мехмата МГУ, сотрудничавший с генетиками вавиловской школы еще в предвоенное время, организовал для этой группы молодежи домашний кружок, где вел курс

теории вероятностей и статистики (после 1948 года преподавание математики на биофаках университетов было запрещено)¹. На конкретных примерах из работ лысенковской школы показывалась их безграмотность, происходившая, в частности, из-за незнания основ вариационной статистики. Вскоре начались отдельные лекции и по основам генетики. Первокурсники решили самостоятельно разбираться в правоте противостоящих сторон. Был приглашен Т. Д. Лысенко, затем была организована встреча с А. Р. Жебраком и В. В. Сахаровым, которым незадолго до этого удалось развернуть работы по химически индуцируемой полиплоидии на кафедре ботаники Московского фармацевтического института. Эта кафедра в середине 50-х годов стала местом подготовки генетиков нового поколения. Студенты этого института стали посещать занятия ляпуновского кружка. Вскоре на многих его заседаниях стал бывать и сам В. В. Сахаров.

Однажды О. И. Елифанова и Л. В. Крушинский организовали встречу членов кружка с М. М. Завадовским. Квартира на Можайском шоссе... Из полутемного кабинета выходит высокий, седой, худощавый человек в темных очках. Беседа шла в основном о работах в области многоплодия. К осени 1954 года, когда состоялась эта встреча, дискуссии со страниц «Ботанического журнала» и «Бюллетеня МОИП» перекинулись и на другие издания, во главе которых стояли лысенковцы. Из-за болезни глаз Михаил Михайлович не мог читать эти публикации, поэтому в разговоре не участвовал. Чувствовалось его одиночество.

Среди студентов я был единственным пятикурсником, и, вероятно, поэтому Михаил Михайлович пригласил меня посетить его. В 1954–1956 годах я неоднократно бывал у него, приносил с собой новые журналы, мы обсуждали ход дискуссий. Здесь я встретился с его верной сотрудницей Ж. Г. Шмерлинг. Михаил Михайлович много рассказывал о своей жизни и работе и в Аскании-Нова, и в Московском зоопарке, и в МГУ, и в ВИЖе. В те годы было принято решение об организации для Михаила Михайловича маленькой лаборатории по проблемам гормональной регуляции многоплодия. С горечью он рассказывал о ликвидации биофабрик по производству СЖК, о запрещении применения апробированного метода.

В эти трудные годы среди практиков нашелся один человек – главный зоотехник совхоза «Чим-Курган» Южно-Казахстанской области А. С. Месяцев, который, несмотря на запреты, не прервал работ по экспериментальному многоплодию овец. Он смог вновь наладить производство СЖК. Крошечная лаборатория, единственный пункт по производству и применению СЖК – все это плюс надежды эпохи оттепели позволяло ожидать лучшего. Как радовался Михаил Михайлович, когда на ВДНХ успехи «Чим-Кургана» были отмечены медалью! Вскоре Месяцев стал директором совхоза, а в конце 50-х годов, уже после кончины М. М. Завадовского, ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Хранились у Михаила Михайловича альбомы, в которые подклеивались газетные вырезки, посвященные его работам. Около 8-ми альбомов содер-

¹ Об этом кружке см. также в статье Б. А. Трахтенброта «Алексей Андреевич Ляпунов» в настоящем разделе сборника. – **Сост.**

жали позитивные статьи. В двух альбомах были собраны вырезки из статей, критикующих метод Завадовского, его позиции, его высказывания. Статья «Лжеученым не место в Академии наук» была, быть может, наиболее известной, но отнюдь не единственной из публикаций, шельмовавших крупнейшего ученого.

Наши встречи становились относительно регулярными, а беседы все более откровенными. 10 февраля 1955 года Михаил Михайлович подарил мне юбилейный десятый том «Трудов по динамике развития», опубликованный в 1935 году под редакцией Н. И. Вавилова, Е. Ф. Лискуна и ученика Михаила Михайловича Я. М. Кабака. Этот том был посвящен десятилетнему юбилею лаборатории М. М. Завадовского. В нем приняли участие крупнейшие ученые Э. Абдергальден, Э. Штейнах, Э. Штреземанн, Г. Пржибрам, Ф. Кроу, Д. П. Филатов, Н. И. Вавилов, Н. П. Дубинин, Н. И. Калабухов, К. Бриджес и другие. Сборник показывал и международную стоимость работ М. М. Завадовского и интернациональный характер науки. Михаил Михайлович рассказывал мне, что он послал этот сборник Сталину. По-видимому, именно интернационализм науки, продемонстрированный этим томом, в условиях воздвигавшегося с 1929 года железного занавеса вызвал раздражение вождя.

М. М. Завадовский не мог не быть на примете у властей. П. П. Смолин еще в 1948 году рассказывал мне об эпизоде, произошедшем в МГУ после завершения пресловутого «процесса Промпартии». Как известно, инженерно-техническая интеллигенция, привлеченная по этому «делу» (здесь начал делать свою прокурорскую карьеру А. Я. Вышинский, незадолго перед этим перешедший с должности заместителя А. В. Луначарского по Наркомпросу на пост ректора МГУ), была приговорена к расстрелу (впоследствии замененному тюремными заключениями). В стране опробовалась система всенародного осуждения: лес поднятых рук, выступления «обманутых», кликуш и карьеристов. Всюду и везде шли митинги по заранее отрепетированному сценарию. В Большой зоологической аудитории заседал ученый совет биологов МГУ. При голосовании за смертный приговор М. М. Завадовский, в отличие от других, не поднял руки. Председатель напомнил: «Михаил Михайлович, вы забыли поднять руку». «Нет, не забыл, — сказал Завадовский, — я слишком плохо знаком с обстоятельствами дела для того, чтобы позволить себе голосовать за смертную казнь».

Не могу забыть стопки вырезанных титульных листов книг знаменитейших биологов, подаренных Михаилу Михайловичу: автографы были вырезаны, а книги проданы. В таких условиях жил после 1948 года один из крупнейших биологов мира. В пятилетие 1948–1953 гг. казалось, что мракобесие вечно. Но началась оттепель, и с ней появились надежды. Несмотря на нездоровье, Завадовский активизирует свою научную деятельность как в ВИЖ'е, так и в других местах. Н. П. Дубинин организовал в 1955 году при МОИП'е знаменитый семинар «ликбез», где собирались генетики с реферативными докладами. Расширил свою деятельность с осени 1955 года и домашний кружок Ляпуновых. Здесь впервые в Москве после 1925 года выступил со своим докладом «Биофизический анализ мутационного процесса» Н. В. Тимофеев-Ресовский. В двадцатипятиметровой комнате в

Хавско-Шаболовском переулке в доме 18/2 в квартире № 3 собралось 67 человек. Наряду с молодежью здесь были М. М. Завадовский, Б. Л. Астауров, Н. П. Дубинин, Т. А. Торопанова, А. Р. Жебрак, В. В. Сахаров, В. П. Эфроимсон, А. А. Малиновский, Б. Н. Васин, Е. В. Попова-Васина. Здесь произошла встреча Михаила Михайловича со своей бывшей студенткой Е. А. Тимофеевой-Ресовской (Фидлер), которая работала с ним в годы гражданской войны в Аскании-Нова.

В этот период начинается восстановление прерванных научных связей. Проявляется интерес не только к практически важным исследованиям по экспериментальному многоплодию животных. В связи с возрождением интереса к генетике начинают и в нашей стране вспоминать о вошедших в учебники мира опытах М. М. Завадовского по соотношению генетических и гормональных факторов регуляции пола. А. А. Ляпунов ведет борьбу за реабилитацию и развитие кибернетики. На мехмате МГУ он организует кибернетический семинар, собиравший две–три сотни участников. Доклад М. М. Завадовского о принципе «плюс-минус-взаимодействия» произвел огромное впечатление. Эти работы, печатавшиеся еще в 30-е – начале 40-х годов (одна из них была опубликована на немецком языке в девятом томе «Трудов по динамике развития» в 1935 году), по сути дела, оставались непонятыми современниками-биологами и неизвестными творцу кибернетики Н. Винеру. А. А. Ляпунов неоднократно подчеркивал приоритет М. М. Завадовского как пионера биокибернетики.

В 1955–1956 годах мы достаточно часто встречались с Михаилом Михайловичем. Осенью 1956 года мы с Е. А. Ляпуновой переехали в Ленинград, это ограничивало возможности встреч. К Новому году мы послали поздравления Михаилу Михайловичу. В ответ получили телеграмму, которую бережно храним: «Ленинград, просп. Энгельса, 17, кв. 21. Воронцову, Ляпуновой. Молодой, здравомыслящей смене благодарность за память. Поздравление с Новым годом, пожелание успеха в науке и жизни. Академик Завадовский».

Последний научный доклад Михаил Михайлович сделал на Втором эмбриологическом совещании. В письме к своей дочери он писал: «Собралось с лишним 600 человек. Приняли доклад хорошо. Постановили добиваться напечатания моей монографии о многоплодии». Эта монография была написана еще в 1948 году.

В Ленинграде события в позитивном для биологии направлении разворачивались значительно быстрее, чем в Москве, где лысенковцы сохраняли все ключевые позиции до 1955 года. С осени 1956 года в ЛГУ М. Е. Лобашов начал читать впервые в стране после 1948 года курс генетики, Н. Л. Гербельский приступил к чтению курса общей биологии. В каждом из них, равно как в курсе кибернетики, читавшемся А. А. Ляпуновым на мехмате МГУ, значительное место занимали классические исследования М. М. Завадовского в области генетики пола, динамики развития, биокибернетики. В самом начале 1957 года в Ленинграде благодаря энергии Э. И. Слепяна начались лекции выдающихся ученых по общим проблемам биологии и генетики.

В конце марта в Большой исторической аудитории ЛГУ А. А. Прокофьева-Бельговская с характерным для нее блеском читала лекцию о митозе, мейозе и структуре хромосом. Председательствовал директор Ботанического института АН СССР П. А. Баранов, член-корреспондент АН СССР, представитель вавиловской школы, сделавший очень много для восстановления биологии в нашей стране. Он зачитал телеграмму о кончине Михаила Михайловича, последовавшей 28 марта 1957 года.

Написанные в черные годы нашей истории мемуары М. М. Завадовского интересны и личностью самого автора – одного из крупнейших экспериментальных биологов нашего века, и описаниями предреволюционного быта семьи, давшей двух известных исследователей, и страницами из жизни старого университета, и описаниями вольного духа университета им. Шанявского, и полной противоречий истории становления науки в советский период.

Проблемы истины в науке, чести ученого, взаимоотношения учителя и ученика, по сути дела, вечны. Они стояли во времена Сократа, Платона и Аристотеля, в эпохи средневековья и Возрождения, в золотом XIX веке они волновали Дарвина, Менделя, Пастера, Мечникова и многих других. В XX веке эти проблемы пришлось решать и в условиях демократии, и в условиях тоталитарных режимов. История советской генетики, ее блестящие и трагические страницы будут в течение долгих лет привлекать внимание не только историков науки, но и широких кругов читателей. Здесь нужны и новые документы, и новые исследования. Воспоминания М. М. Завадовского, несомненно, привлекут к себе внимание тех, кому дорога история отечественной науки и культуры.

А. А. Ляпунов

Памяти П. П. Лазарева

В наше время, когда физико-математические методы исследования победным образом шествуют по всей системе человеческих знаний, чрезвычайно своевременно вспомнить Петра Петровича Лазарева, который являлся в свое время одним из основоположников этого направления. Имея двойное – физико-математическое и медицинское образование, – чрезвычайно широкий круг интересов и огромный кругозор, П. П. Лазарев еще в начале текущего века понял, что широкое использование физико-математического подхода к изучению природы, как живой, так и неживой, сулит громадные перспективы.

Он всегда стремился к тому, чтобы развивать новые направления в науке, важные с точки зрения приложений, и закладывал основы новых направлений на стыке физико-математических и естественных наук.

Он был одним из основателей двух наук: биофизики и геофизики, которые в настоящее время получили колоссальное развитие и которые играют очень большую роль в жизни человечества.

Напомним, что П. П. Лазарев явился одним из первооткрывателей сейсмической разведки. Он был инициатором комплексного изучения Курской магнитной аномалии (КМА).

По поводу необходимости изучения КМА П. П. Лазарев обратился к В. И. Ленину, который сразу оценил большое значение предприятия. По инициативе В. И. Ленина была создана комиссия по изучению КМА, в которую, кроме П. П. Лазарева, вошли И. М. Губкин, А. Н. Крылов, О. Ю. Шмидт, А. Д. Архангельский, А. А. Михайлов, П. М. Никифоров и др. Ученым секретарем комиссии был близкий друг и соратник П. П. Лазарева А. Н. Ляпунов.

Несмотря на организационные¹ и технические трудности, работы были начаты еще во время Гражданской войны. Геофизической службы в нашей стране в то время не существовало. Основные работы по изучению КМА исполнялись кучкой молодых энтузиастов – учеников и сотрудников П. П. Лазарева. Это был первый случай, когда было проведено изучение крупного геологического объекта одновременно всеми доступными средствами, как геофизическими, так и геологическими. В начале 20-х годов была проведена магнитная съемка района аномалий и был издан первый в мире магнитный атлас, содержащий все результаты этой съемки. Одновременно бы-

¹ В оригинале – «организацию». Исправлено нами. – Сост.

Из архива А. А. Ляпунова.

ла открыта и изучена гравитационная аномалия, сопутствующая магнитной. Была проведена подробная геологическая съемка. Благодаря П. П. Лазареву для изучения этих аномалий были выработаны разумные методологические принципы производства геофизической съемки и были созданы приборы, которыми эту съемку производили, и методы, которыми обрабатывали результаты наблюдений.

В те времена для производства магнитной съемки употреблялись прецизионные приборы – магнитометры и магнитные вариометры, дающие высокую точность, но очень сложные в обращении. В то же время геодезическая основа магнитных съемочных работ была очень грубой (в частности, так работал проф. Лейст в дореволюционное время, который долго занимался изучением Курской магнитной аномалии, но не смог придти к сколько-нибудь ощутимым выводам естественнонаучного или методологического характера).

П. П. Лазарев очень скоро понял, что в районе КМА горизонтальные градиенты магнитного поля столь велики, что измерять это поле прецизионными средствами нет никакого смысла, однако совершенно обязательно точно привязывать магнитную съемку к топографии. При этом нужно требовать взаимной согласованности, точности топографических и магнитных измерений. (В наши дни этот принцип считается само собой разумеющимся для всех геофизических исследований. Думаю, что сейчас мало кто из геофизиков отдаст себе отчет в том, что в недалеком прошлом этот принцип не был сформулирован и что его создателем является П. П. Лазарев.)

Все это позволило П. П. Лазареву чрезвычайно усовершенствовать методику проведения геофизической разведки в районах КМА. В качестве основного магнитного прибора был выбран дешевый, простой в употреблении и достаточно точный для района КМА магнитный котелок Де Колонга. Зато все наблюдения строились на точной топографической основе.

Совершенно иначе обстояло дело с изучением гравитационной аномалии. Гравитационная аномалия в районе КМА невелика по абсолютной величине, но она сосредоточена на небольшой территории, поэтому она значительно более резко выражена *во вторых* производных потенциала, чем *в первых*. Это дало П. П. Лазареву основание отдать предпочтение гравитационной съемке посредством вариометров перед съемкой посредством маятников. Здесь возникли своеобразные трудности, связанные с тем, что вариометры весьма чувствительны к неровностям рельефа – *вторые* производные от потенциала силы тяжести изменяются особенно резко поблизости от массы, создающей гравитационное поле. На этой почве в коллективе, руководимом П. П. Лазаревым, были разработаны методы введения поправок за счет рельефа в наблюдения, полученные посредством вариометров. Там же был поставлен вопрос об интерпретации геофизических данных. Наконец, по инициативе П. П. Лазарева в районе КМА впервые в нашей стране была применена сейсмическая разведка. По его же инициативе было предпринято бурение в районе КМА.

Добиться средств для производства бурения в КМА было далеко не просто. Многие не верили в возможность существования железных руд в этом районе и высказывали предположение, что магнитная аномалия вызвана

подземными токами. Солидным подтверждением этого скептицизма явились результаты разбуривания магнитной аномалии, открытой в то время в Японии. Японцы провели в районе своей аномалии буровые работы большого масштаба, но никакой железной руды не нашли. Сопоставив результаты магнитных съемок в КМА с наблюдениями, проведенными в Японии, П. П. Лазарев заметил, что магнитное поле в районе КМА имеет строение, отвечающее сильно вытянутому подземному магнитному полюсу. Такое магнитное поле может быть вызвано намагниченным телом, но никак не током. В то же время японская съемка отвечает магнитному полю соленоидального строения. Такое магнитное поле может быть создано подземным током, но никак не магнитным телом. Так по одним только магнитным данным П. П. Лазарев сумел понять фундаментальное различие между Курской и Японской магнитными аномалиями.

В скором времени из недр КМА были извлечены железные кварциты. Таким образом, проведенное бурение подтвердило правоту П. П. Лазарева.

В Институте физики и биофизики, возглавляемом П. П. Лазаревым, было проведено изучение магнитных свойств этих образцов. В связи с этим сотрудник института Н. К. Щодро разработал новые для того времени методы лабораторных исследований магнитных свойств горных пород. Впоследствии эти методы нашли широкое применение.

На почве геофизических работ КМА и благодаря постоянному интересу П. П. Лазарева к этим работам сложилось основное ядро советской геофизической школы. В этих работах еще в качестве начинающих исследователей принимали участие Г. А. Гамбурцев, М. П. Поликарпов, М. А. Леонтович, Н. Н. Парийский, М. С. Молоденский, Б. А. Андреев, Г. Н. Петрова, А. Г. Иванов и др., которые в дальнейшем сыграли огромную роль в развитии геофизики в нашей стране.

В 30-х годах значение геофизических методов разведки было осознано повсеместно. С этого времени в нашей стране геофизические работы приобрели колоссальный размах. Не следует забывать, что колыбелью этих работ явились разведки, проведенные в КМА, и что инициатором и первым руководителем их был П. П. Лазарев.

П. П. Лазарев всегда интересовался вопросом о выяснении физико-химической основы процессов жизнедеятельности. Он стремился к выделению некоторых элементарных актов физико-химической природы, протекающих в организме, которые, с одной стороны, представляли бы собой основу жизнедеятельности, с другой стороны, могли бы быть расшифрованы с физико-химических позиций. Он искал такие элементарные акты в работе рецепторов органов чувств и в процессах передачи возбуждения в нервной системе.

Он стремился к тому, чтобы описать в точных терминах сущность этих актов, сформулировать те физико-химические законы, которым они подчиняются, и построить математическую модель течения этих актов. Он ставил эксперименты, в основе которых лежало измерение определенных величин, и сопоставлял результаты измерений с математической моделью. В наиболее полном виде эта программа была выполнена им в ионной теории

возбуждения при изучении функционирования зрительных рецепторов – палочек – и в теории адаптации центральной нервной системы.

Разумеется, в то время, когда П. П. Лазарев занимался этим вопросом (1915–1940), возможности эксперимента были несравненно меньшими, чем в наше время, однако в методологическом отношении его работы в области биофизики не утратили своего значения и в наше время, хотя за последние 20 лет биофизика, молекулярная биология и биохимия сделали колоссальные успехи. Эти области представляют из себя едва ли не наиболее интенсивно развивающиеся направления естествознания.

П. П. Лазарев был одним из тех, кто содействовал привлечению внимания физиков к проблемам биологии и тем самым в значительной мере подготовил проникновение физико-математических методов в биологию, которое столь интенсивно развивается сейчас.

Пожалуй, наиболее интересное с современной точки зрения направление работ П. П. Лазарева связано с изучением порожной чувствительности нервной системы. В качестве индикатора порожной чувствительности зрительных центров им было введено измерение минимального изменения яркости освещенного поля, которое мог зафиксировать испытуемый, находящийся в заданном состоянии. Важно то, что этот подход дает возможность точного измерения чувствительности некоторой подсистемы нервной системы.

Аналогичные методы изучения порожной чувствительности некоторых разделов нервной системы проводились и многими его сотрудниками. Изучалась порожная чувствительность органов слуха, органов осязания, вкуса, а также порожная способность органов зрения к различению двух близко расположенных пятен на однородном иначе освещенном поле. Изучалось изменение порожной чувствительности различных разделов нервной системы в зависимости от состояния испытуемого, а также тех или иных внешних воздействий на него. В частности, была изучена порожная чувствительность нервной системы в зависимости от возраста испытуемого, от времени суток, времени года, при тех или других патологических состояниях, при воздействии тех или других биологически активных веществ, в частности, лекарственных. Многие результаты этих работ нашли применение в медицинской диагностике и фармакологии.

П. П. Лазарев всегда стремился к тому, чтобы пользоваться в физиологии и биофизике числом и мерой в отличие от того, что в те времена подавляющее большинство экспериментальных работ биологов носило качественный характер.

Осенью 1929 года из-за случайности я оказался объектом одной из биофизических работ П. П. Лазарева. У меня случилось сотрясение мозга. После того, что видимые последствия этого сотрясения прошли, настало удивительное состояние – занятие наукой не доставляло мне удовольствия. Когда П. П. Лазарев узнал о случившемся, он предложил измерить чувствительность моей центральной нервной системы. Она оказалась сниженной более чем вдвое по сравнению с возрастной нормой, определенной П. П. Лазаревым. П. П. Лазарев пришел к заключению, что последствия сотрясения мозга не ликвидированы и что мне необходим длительный отдых. В те

чение нескольких месяцев я не работал, но время от времени в лаборатории измеряли чувствительность моих нервных центров. Только после того, как она достигла возрастной нормы и перестала изменяться, Петр Петрович разрешил мне вернуться к работе. Работа по-прежнему стала доставлять мне огромное удовольствие.

Я познакомился с П. П. Лазаревым в самом начале революции, будучи еще мальчишкой. В то время Петр Петрович был директором Института физики и биофизики НКЗ, в котором работал мой отец. У нас часто бывал сам Петр Петрович и другие сослуживцы моего отца. Уже тогда П. П. Лазарев был академиком и крупным, широко известным ученым.

Петр Петрович жил в Москве на Миусской площади, а читал лекции в Московском высшем техническом училище, ныне МВТУ им. Баумана. В те времена городской транспорт в Москве почти не работал, и Петр Петрович добирался до МВТУ либо пешком, либо на единственном транспорте, который был в его распоряжении – в санках на Сером. Мои родители жили на Солянке в том доме, где в настоящее время находится Рентгеновский институт. Это было на полпути между Миусской и МВТУ. Нередко, возвращаясь из МВТУ с лекции, Петр Петрович заезжал к нам отдохнуть и согреться. Для нас, детворы (нас было 9 человек Ляпуновых и Наметкиных), появление Петра Петровича было всегда огромной радостью. Мы его обступали с самыми разнообразными «делами». Я был старшим, и мне всегда было интересно послушать рассказы Петра Петровича о научных проблемах, о его поездках за границу, о его встречах с разными интересными людьми. Интересы младших братьев и сестер были другими. Малыши залезали к нему на колени, а то и на плечи и требовали: «Дядя Петя, нарисуй мотоциклиста, нарисуй лошадку, нарисуй автомобиль» и т. д. Петр Петрович мгновенно исполнял все «заказы». Он это делал легко, быстро, с веселыми прибаутками и вызывал неизменное восхищение всей детворы. Когда ребятишкам говорили, что Петр Петрович устал, что ему надо отдохнуть и что нельзя к нему приставать, Петр Петрович сам протестовал и говорил, что дети доставляют ему большое удовольствие. Иногда он тут же рассказывал какие-нибудь истории, которые ребятишкам были очень интересны. Помню, мне было нередко досадно, что Петр Петрович уделяет много внимания малышам, а мне не удается расспросить его о том, что мне было интересно. Я в те времена мог без зазрения совести попросить Петра Петровича рассказать мне, в чем состоит теория относительности или чем замечательна Курская аномалия. В тех случаях, когда доходила очередь до меня, Петр Петрович с полным вниманием выслушивал меня и всегда рассказывал что-нибудь интересное. Какова же была моя радость, когда весной 1928 года, незадолго до того, как я окончил среднюю школу, П. П. Лазарев предложил мне с осени, независимо от того, поступлю я в университет или нет, посещать руководимый им институт и попробовать поставить эксперименты по моделированию образования лунных кратеров при падении метеоритов.

Эта точка зрения была выдвинута немецким геофизиком Вегенером в первом десятилетии 20 века. Были известны его эксперименты, выполненные с порошкообразными телами, в которых внешний вид искусственных

кратеров сильно напоминал лунные. Однако сопоставление результатов промеров настоящих и искусственных кратеров давало не очень благоприятные результаты. Отношение диаметра к глубине у лунных кратеров на несколько порядков больше, чем у экспериментальных кратеров Вегенера. Лунные кратеры интересовали меня в связи с моим участием в работе школьного астрономического кружка и Коллектива наблюдателей Московского общества любителей астрономии. Вопрос, который Петр Петрович предложил мне выяснить экспериментально состоял в следующем: что, если тело, на которое падает метеорит, является не вполне твердым, а обладает свойствами, напоминающими жидкость, т. е. по его поверхности могут распространяться волны вроде тех, которые распространяются по поверхности воды? Не может ли быть, что в таком случае вал возникающего кратера, подобно волне, может «распространяться и растекаться»? Эти процессы должны были бы привести к резкому увеличению отношения диаметра кратера к его глубине. Этот вопрос возник в нашем школьном кружке. П. П. Лазарев предложил мне исследовать его в экспериментальной лаборатории института.

С осени, уже в качестве студента университета, я стал регулярно бывать в институте на Миусской и пытался ставить соответствующие эксперименты. Однако с предложенной задачей я не справился. Впоследствии Петр Петрович предложил мне другую задачу – продолжить работу по моделированию морских течений, которую он начинал вместе с Б. В. Дерягиным. Его идея состояла в том, что наличие течений обязано своим возникновением вращению Земли, в частности, пассатам, а их конфигурация определяется конфигурацией материков. В свою очередь, океанические течения оказывают определяющее воздействие на климат, в особенности в высоких широтах. В те эпохи истории Земли, когда имеется мощное течение от экватора к полюсу (типа Гольфстрима), климат приполярных районов оказывается относительно теплым. В периоды, когда такого течения нет (например, нынешняя Антарктида), климат гораздо более суровый. Однако и с этой экспериментальной задачей я не справился. Экспериментатора из меня не получилось, но то, что я получил от самого П. П. Лазарева и его окружения, имело для меня колоссальное значение.

В Институте физики и биофизики, кроме самого П. П., работало много ярких и интересных людей: ныне покойные С. И. Вавилов, Г. А. Гамбурцев, Н. К. Щодро, П. Н. Беликов, С. В. Кравков, Н. Т. и В. К. Федоровы, П. П. Павлов, М. И. Поликарпов, А. Н. Цветков, Б. Б. Кудрявцев, В. Л. Лёвшин, а также ныне здравствующие П. Л. Ребиндер, В. В. Шулейкин, Б. В. Дерягин, Э. В. Шпольский, С. А. Ахманов, М. П. Воларович, С. А. Толстой, П. О. Макаров, Г. П. Снякин, В. П. Лазарев, В. В. Васильев, Г. Г. Яуре и др.

П. П. Лазарев стремился прежде всего к тому, чтобы собрать людей, живо интересующихся наукой и стремящихся работать в науке, он создавал исключительные условия для работы, вдохновлял и поддерживал своих сотрудников и создавал своеобразную обстановку служения науке. Стар и мал, физик, биолог, медик, слесарь и стеклодув, заслуженный профессор и начинающий студент – все чувствовали себя членами одной семьи, участниками общего дела, всех объединяли интерес к науке и стремление к ра-

боте. В то время техника эксперимента сильно отличалась от современной. В институте были первоклассные по тем временам мастерские, однако значительная часть установок монтировалась силами самих экспериментаторов. Нередко в одной и той же или в соседних комнатах в тесноте, но не в обиде велись эксперименты над лягушками, эксперименты по физиологии зрения или слуха у человека и разработка геофизических приборов. Лаборантов и технических сотрудников почти не было. Все научные сотрудники выполняли эксперименты собственными силами. Конечно, почти все преподавали в высших, а то и в средних школах, но часы, свободные от преподавания, сотрудники проводили в институте. Различия между вечерними и утренними часами практически не было. Работа в лабораториях не прекращалась до 10, а то и 12 часов ночи.

У Петра Петровича была очень своеобразная система руководства работой сотрудников. Он придавал огромное значение подбору людей и руководствовался при этом двумя обстоятельствами. Он подбирал молодых людей, обладающих четко выраженным интересом к науке и стремящихся работать под действием интереса к науке. Свою обязанность он видел в том, чтобы на первых порах помочь начинающему выбрать задачу и содействовать тому, чтобы он наметил подходы к ее решению. В этот период Петр Петрович проводил несколько бесед с новым сотрудником, рассказывал ему кое-что из своих личных замыслов, обращал его внимание на некоторые научные факты, связанные с обсуждаемыми проблемами, показывал научные перспективы проблематики, словом, старался побудить человека к научному поиску. В начальном периоде работы он никогда не рекомендовал обращаться к литературе. Он всегда говорил, что знакомиться с литературой нужно тогда, когда свой путь намечен и исследователь знает, что ему нужно. В противном случае чужие мысли слишком легко подавляют еще не проснувшуюся собственную мысль. В то же время, он всячески призывал начинающего человека к получению фундаментальных знаний путем самообразования, независимо от того, каково было образование нового сотрудника. В итоге этих встреч подопечный должен был представить П. П. Лазареву формулировку задачи, которой он решил заниматься, и принципы подхода к ней. Если Петр Петрович находил возможным одобрить этот проект, то он предоставлял сотруднику рабочее место, знакомил его с его соседями по комнате, а также с М. П. Воларовичем и Н. М. Масловым, которые «по совместительству» заведовали всем научным оборудованием института, и автоматически включал в институтскую семью. С этого момента человек на равных началах получал доступ ко всему институтскому оборудованию и мастерским, и он на значительное время оказывался предоставленным самому себе. Далее очень многое зависело от устойчивости его научных интересов и от умения работать. Основной формой работы П. П. Лазарева с продвинутыми сотрудниками были обходы. Время от времени (иногда это было раз в неделю, иногда два-три раза) Петр Петрович обходил лаборатории, главным образом тех сотрудников, которые работали в непосредственном контакте с ним, и обсуждал с ними ход работы, смотрел эксперименты и высказывал свои соображения по поводу дальнейшего, конечно, за раз он обходил немногих, так как каждому уделял порядочно времени. Поразительно было то, как быстро он схватывал

все новые обстоятельства, связанные с работой. Нередко он тут же давал советы и показывал, как преодолеть возникшее затруднение. В его поле зрения постоянно шли десятки разных работ. С некоторыми из них он соприкасался очень редко, несмотря на это, даже при сравнительно краткой встрече, он успевал схватить все новое, что в работе произошло, и дать полезный совет. Особенно интересны были те беседы, которые сопровождали обход. Нередко случалось, что во время обсуждения той или иной работы Петр Петрович отвлекался и начинал развивать идеи по поводу тех или других научных проблем, или свои точки зрения научно-философского характера, или, наконец, он рассказывал какие-либо эпизоды, относящиеся к истории науки, которых он знал бесчисленное количество. Эти беседы имели огромное значение для молодых сотрудников. Такими беседами П. П. Лазарев оказывал огромное влияние на научное мировоззрение своих сотрудников. Он особенно любил проводить сопоставления ситуаций, складывающихся в разное время в разных областях науки, и показывать, как точная мысль и точно поставленный эксперимент в конечном итоге торжествовали.

Раз в неделю в 7 часов вечера (по четвергам) лаборатории пустели. Сотрудники собирались на институтский коллоквиум, которым руководил П. П. Лазарев. Для начинающих это был всегда научный праздник. Доклады бывали очень разнообразными и интересными. Они касались самых разнообразных вопросов теоретической и экспериментальной физики, биофизики и физиологии, геофизики. С докладами выступали как сотрудники института, так и ученые, работающие в других московских учреждениях или в других городах, а также иностранцы. На этих коллоквиумах, кроме сотрудников института, бывали А. Н. Крылов, С. А. Чаплыгин, Л. И. Мандельштам, А. Ф. Иоффе, Н. К. Кольцов, С. Л. Лейбензон, М. А. Велikanов, Н. Т. Повало-Швейковский, Н. М. Шатерников, В. С. Гулевич, Л. А. Орбели, Н. А. Бернштейн, Г. С. Ландсберг и многие другие.

На этом коллоквиуме происходили оживленные обсуждения докладов, там бывала острая критика, делались сопоставления доложенных данных со многими другими научными результатами, нередко здесь же формулировались задачи, решения которых докладывались на последующих заседаниях коллоквиума. Особенно интересны были выступления самого Петра Петровича. Эти выступления, в частности, были особенно ценны для меня. Уровень моей научной подготовки был, конечно, намного ниже, чем у основных участников коллоквиума. Выступая по любому докладу, П. П. Лазарев умел выявить основную мысль доклада и изложить ее в доступной и рельефной форме, при этом он постоянно проводил интересные и далеко идущие параллели, а если в дискуссии выяснялось, что в доложенной работе имелись промахи, то Петр Петрович выявлял ошибку докладчика и очень часто предлагал пути ее устранения. Много интересных и разнообразных докладов на коллоквиуме сделал сам П. П. Лазарев.

Петр Петрович любил подчеркнуть роль русских ученых в развитии науки, особенно в тех случаях, когда они оказывались в каком-то смысле предшественниками докладчика. Он часто подсмеивался над тем, что у нас много лучше знают работы иностранных ученых, чем русских, и что нередко случалось, что наши исследователи узнавали о работах соотечественни-

ков от иностранцев. Он всегда подчеркивал, что это обстоятельство является следствием того, что в дореволюционной России ученые работали в одиночку, научные публикации были из рук вон плохо налажены, основные работы русских ученых публиковались за границей.

После коллоквиума за чашкой чая устраивались постколлоквиумы. Это были восхитительные вечера самого разнообразного характера. Здесь бывали доклады об интересных экспедициях, о поездках за границу, рассказы о разных занятиях, эпизодах или просто обмен шутками и остротами. Все это было ярко, интересно и совершенно по-семейному. Это сближало людей и способствовало установлению дружной и радостной атмосферы в институте.

Впоследствии П. П. Лазарев развернул биофизические работы в ВИЭМе. К нему снова стекалось много молодежи. Закипела экспериментальная работа, и возродился коллоквиум. К этому времени у меня стали преобладать математические интересы, а в своих возможностях экспериментатора я вынужден был разочароваться. В этот период я нередко встречался с Петром Петровичем. Мне всегда были очень интересны его работы, а также работы его ближайших сотрудников, однако мои собственные научные интересы ушли в другую область.

VI. ПРИЛОЖЕНИЯ

Кибернетика [статья из Краткого философского словаря]

КИБЕРНЕТИКА (от др. греч. слова, означающего рулевой, управляющий) – реакционная лженаука, возникшая в США после второй мировой войны и получившая широкое распространение и в других капиталистических странах; форма современного механицизма. Приверженцы кибернетики определяют её как универсальную науку о связях и коммуникациях в технике, в живых существах и общественной жизни, о «всеобщей организации» и управлении всеми процессами в природе и обществе. Тем самым кибернетика отождествляет механические, биологические и социальные взаимосвязи и закономерности. Как всякая механистическая теория, кибернетика отрицает качественное своеобразие закономерностей различных форм существования и развития материи, сводя их к механическим закономерностям. Кибернетика возникла на основе современного развития электроники, в особенности новейших скоростных счётных машин, автоматики и телемеханики. В отличие от старого механицизма XVII–XVIII вв. кибернетика рассматривает психофизиологические и социальные явления по аналогии не с простейшими механизмами, а с электронными машинами и приборами, отождествляя работу головного мозга с работой счётной машины, а общественную жизнь – с системой электро- и радиокommunikаций. По существу своему кибернетика направлена против материалистической диалектики, современной научной физиологии, обоснованной И. П. Павловым (см.), и марксистского, научного понимания законов общественной жизни. Эта механистическая метафизическая лженаука отлично уживается с идеализмом в философии, психологии, социологии.

Кибернетика ярко выражает одну из основных черт буржуазного мировоззрения – его бесчеловечность, стремление превратить трудящихся в придаток машины, в орудие производства и орудие войны. Вместе с тем для кибернетики характерна империалистическая утопия – заменить живого, мыслящего, борющегося за свои интересы человека машиной, как в производстве, так и на войне. Поджигатели новой мировой войны используют кибернетику в своих грязных практических делах. Под прикрытием пропаганды кибернетики в странах империализма происходит привлечение учёных самых различных специальностей для разработки новых приёмов массового истребления людей – электронного, телемеханического, автоматического оружия, конструирование и производство которого превратилось в крупную отрасль военной промышленности капиталистических стран. Кибернетика является, таким образом, не только идеологическим оружием империалистической реакции, но и средством осуществления её агрессивных военных планов.

Краткий философский словарь / Под редакцией М. Розенталя и П. Юдина. Издание четвертое, дополненное и исправленное. М.: Государственное издательство политической литературы, 1954, с. 236–237. Подписано в печать 26.01.1954 г. Тираж 1500 тыс. экз.

Кому служит кибернетика

Среди современных буржуазных социологических теорий, направленных на защиту капитализма, не последнее место занимают «теории», фетишизирующие технику, пытающиеся изобразить ее основным двигателем общественного развития. Некоторые буржуазные ученые склонны все общественные противоречия, существующие в капиталистическом обществе, все беды и несчастья отнести за счет техники. В «мистической силе» техники они видят причины войн, безработицы, кризисов. Эти «социологи» призывают к разрушению техники и возвращению к идиллическим временам первобытной жизни, когда не было ни машин, ни социальных конфликтов. Другие «социологи» из того же лагеря фетишизируют технику как силу положительную, способную якобы устранить все противоречия капиталистического строя.

Все эти измышления ученых лакеев империализма ничего общего не имеют с наукой и свидетельствуют лишь о вырождении современной буржуазной науки.

Развитие техники зависит от характера экономического строя и определяется потребностями общественного производства. Социалистические общественные отношения открывают безграничный простор для развития производительных сил, для максимального совершенствования техники производства.

Только при социалистическом общественном строе оказалась осуществимой та грандиозная техническая революция во всех областях народного хозяйства, благодаря которой Советский Союз за короткий срок во многом превзошел передовые капиталистические страны.

Колоссальные успехи, достигнутые в индустриализации нашей страны, неуклонное прогрессивное развитие техники производства, небывалый в истории рост творческой активности и инициативы миллионов трудящихся, проявляющийся в изобретательстве и рационализаторских предложениях, исчисляемых миллионами, свидетельствуют о том, что социализм, как высший общественный строй, создал все условия, благоприятствующие расцвету техники. Все это целиком обусловлено действием основного экономического закона социализма, направленного на обеспечение максимального удовлетворения постоянно растущих материальных и культурных потребностей всего общества путем непрерывного роста и совершенствования социалистического производства на базе высшей техники.

Совершенствование социалистического производства целиком отвечает назревшим потребностям социалистического общества. Прогресс науки и техники находится в полном соответствии с производственными отношениями в социалистическом обществе.

В капиталистических странах, где развитие науки и техники подчиняется действию основного экономического закона современного капитализма, техника развивается в тех областях производства, которые приносят наивысшую прибыль. В доимпериалистический период капитализм способствовал развитию техники почти во всех областях. Правда, и тогда в силу коренных противоречий, присущих капиталистическому строю, тормозились те технические изобретения и научные открытия, которые не сулили капиталистам немедленной прибыли. Эта реакционная тенденция капитализма с особенной силой проявляется на современном этапе его развития, обуславливая уродливое, одностороннее направление развития техники. В

Опубликовано в журнале «Вопросы философии», 1953, № 5, с. 210–219 под рубрикой «Критика буржуазной идеологии».

капиталистических странах не жалеют затрат на совершенствование техники только в тех отраслях производства, которые обслуживают интересы войны – самого выгодного бизнеса капиталистов.

Развитие техники в военной промышленности капиталистических стран некоторые буржуазные социологи пытаются объяснить мистическими силами самой техники, якобы диктующей сферы своего приложения, а не империалистической политикой.

Так, изобретение атомной бомбы было объявлено учеными лакеями империализма началом «атомного века», требующего и новой, «атомной социологии». Согласно этой «социологии», миром правит «мировой диктатор» – атомная бомба, и люди бессильны противиться этому. Она определяет направление развития общества, стимулирует развитие одних областей производства – военных – и требует сокращения других. Таким образом, с капиталистов снимается ответственность за войны, безработицу, дороговизну средств существования, жилищный кризис и т. д.

Примером того, как односторонне, в военных целях, используются новейшие достижения техники, может служить положение в США новой отрасли производства – индустрии вычислительных машин и других сложных автоматических приборов, имеющих специальное назначение.

Опираясь на новейшие открытия в области радиотехники и телетехники, американские конструкторы создали сложные вычислительные машины, решающие задачи автоматически, при помощи системы передаточных механизмов и сигнализаций, использующих законы обратной связи. Эти машины способны изменить направление математических операций в зависимости от промежуточных результатов.

Конструирование вычислительных машин имеет свою длительную историю. Начиная от первого арифмометра, изобретенного Лейбницем, идет целая серия разнообразных вычислительных приборов, каждый из которых производил все более сложные математические операции. За последние десятилетия производство вычислительных машин подверглось новой реконструкции. Она выразилась в достижении полной автоматизации вычислительных операций. Электронные машины представляют собой огромные агрегаты, в которых благодаря применению радио и телетехники вычислительные операции совершаются с исключительной быстротой. Арифметические действия выполняются ими в тысячные доли секунды. Более сложные, интегральные и дифференциальные вычисления, требующие от высококвалифицированных математиков затраты недельного труда, производятся в минуты и секунды.

Применение подобных вычислительных машин имеет огромное значение для самых различных областей хозяйственного строительства. Проектирование промышленных предприятий, жилых высотных зданий, железнодорожных и пешеходных мостов и множества других сооружений нуждается в сложных математических расчетах, требующих затраты высококвалифицированного труда в течение многих месяцев. Вычислительные машины облегчают и сокращают этот труд до минимума. С таким же успехом эти машины используются и во всех сложных экономических и статистических вычислениях.

Огромным преимуществом этих машин является полная безошибочность их действий и получаемых результатов, тогда как в сложные расчеты, производимые математиками, неизбежно вкрадываются ошибки.

Благодаря вычислительным машинам современная математика может решать в короткие сроки задачи, считавшиеся раньше из-за большого числа необходимых вычислений неразрешимыми. Это привело к созданию нового раздела прикладной математики, так называемой **м а ш и н н о й м а т е м а т и к и**.

В последнее время создано немало и других сложных, саморегулирующихся машин, используемых в различных отраслях производства.

Как вычислительные машины, так и другие автоматические приборы, построенные с применением электроники, получили распространение во многих странах. Они успешно используются и в Советском Союзе, в котором осуществляется огромное строительство.

В США вычислительные машины и другие приборы, снабженные сервомеханизмами, получили одностороннее применение.

Вычислительные машины, производящие сложнейшие математические вычисления в предельно короткие сроки, применяются для управления снарядами дальнего действия или летательными аппаратами. Возможность военного использования этого изобретения обеспечила ему в США широкую практику.

В статье «Гигантские мозги, или думающие машины» Эдмунд Беркли сообщает, что лаборатория вычислительных машин Гарвардского университета обслуживает военно-морской флот; лаборатория Пенсильванского университета работает по заданиям армии; сконструированная ею машина находится в баллистической лаборатории министерства обороны в Эбердине (штат Мерилэнд); машины, изобретенные лабораторией телефонной компании Белла, куплены комитетом авиации и баллистической лабораторией министерства обороны.

Можно не сомневаться в том, что в действительности масштабы использования вычислительных машин в военной промышленности США значительно шире того, что дает скупая, но достаточно красноречивая информация, которая дана в статье Беркли.

Вокруг этого нового изобретения, получившего такое широкое применение в военной промышленности США, американские ученые подняли невообразимую шумиху. Профессор математики Массачусетского университета Норберт Винер увидел в нем очередной «этап» в развитии человечества, новую «промышленную революцию», чреватую огромными социальными последствиями.

По мнению Винера, деятельность вычислительных машин даст ключ к познанию самых разнообразных природных и общественных явлений. Эта в корне порочная идея послужила Винеру основанием для создания новой «науки» – кибернетики.

За короткий срок своего существования кибернетика приобрела немало сторонников среди буржуазных деятелей науки, работающих в разных областях знаний. Это симптоматично для ученых, которые вынуждены цепляться за обветшалые лохмотья идеалистической философии и даже за такие «новинки» научной фантастики, как кибернетика.

Газета «Нью-Йорк уорлд телеграмм» разрекламировала домыслы Винера как научный подвиг: «Доктор Винер сделал для познания человеческого мозга то, что Эйнштейн сделал для познания вселенной».

Пропаганда кибернетики получила в капиталистических странах большой размах. Десятки книг, сотни журнальных и газетных статей распространяют ложные представления о «новой науке». Начиная с 1944 года в Нью-Йорке ежегодно происходят конференции кибернетиков, в которых активно участвуют научные работники самых различных специальностей. Конференции кибернетиков состоялись также во Франции и Англии. Даже в Индию американские экспортеры завезли этот гнилой идеологический товар.

Апологеты кибернетики считают, что область ее применения безгранична. Они утверждают, что кибернетика имеет большое значение не только для решения вопросов, относящихся к телемеханике, саморегулирующимся приспособлениям, реактивным механизмам и сервомеханизмам, но даже к таким областям знания, как биология, физиология, психология и психопатология. Энтузиасты кибернетики допускают, что социология и политэкономия также должны использовать ее теорию и методы.

Что же представляет собой эта новая наука – кибернетика? По-древнегречески слово «кибернетос» означает кормчий, а «кибернетикос» – способный быть кормчим, то есть способный управлять. Определяя содержание кибернетики, Норберт Винер без излишней скромности заявил: «Мы решили назвать кибернетикой всю теоретическую область контроля и коммуникаций, как в машине, так и в живом организме».

Итак, прежде всего кибернетика ставит перед собой задачу доказать отсутствие принципиальной разницы между машиной и живым организмом. Задача, мягко говоря, неблагодарная в XX веке. Но, тем не менее, проводя аналогию между работой сложных вычислительных агрегатов, содержащих до 23 тысяч радиоламп, автоматически переключающихся, кибернетики утверждают, что разница между работой такой «умной» машины и человеческим мозгом только количественная. Профессор Лондонского университета Джон Янг с восторгом оповестил мир о том, что «мозг – это гигантская вычислительная машина, содержащая 15 миллиардов клеток вместо 23 тысяч радиоламп, имеющихся в самой крупной из донныне сконструированных вычислительных машин». И это отнюдь не метафора, а утверждение, претендующее на научность!

Более осмотрительный профессор Гарвардского университета Луис Раденауэр высказался на этот счет осторожнее: «Самая сложная современная вычислительная машина соответствует уровню нервной системы... плоского червя».

Существенно в этих высказываниях не то, что в них отмечается разница между количеством «реагирующих клеток», а в том, что в них игнорируется качественная разница между живым организмом и машиной.

Основоположников кибернетики приводит в восхищение способность вычислительных машин к саморегулированию, хотя весь этот процесс, совершающийся в вычислительных машинах, происходит по законам той связи, с помощью той автоматической сигнализации и тех механических приспособлений, которые все до мельчайшего винтика сконструированы человеком и способны действовать лишь по его установкам.

Отбросив это коренное качественное различие между механизмом и организмом как якобы несущественное, теоретики новой науки определяют счетные машины как саморегулирующиеся механизмы, как «мыслящие машины», как «гигантские мозги» и утверждают, что деятельность вычислительных машин дает ключ к познанию как биологических, так и социальных явлений, чем и надлежит заняться кибернетике.

Нетрудно установить, что эти претензии кибернетиков отбрасывают науку на двести лет назад, к взглядам французского материалиста XVIII века Ламеттри. В своем произведении «Человек – машина» Ламеттри проводил аналогию между человеком и машиной. Организм животных – человека, – по Ламеттри, подчиняется таким же материальным закономерностям, как и механизм машин, и приводится в движение воздействием внешних условий, которые через посредство органов чувств и мозга действуют на конечности животного и человека и приводят в действие весь организм. Машина также приводится в действие внешней силой, передающейся с помощью системы механизмов.

Аналогия, проведенная Ламеттри, между человеком и машиной, несмотря на ее механистический характер, имела прогрессивную тенденцию. Она была направлена против представлений об особых божественных силах, якобы управляющих организмом, и доказывала обусловленность его жизнедеятельности действием материальных сил. В противоположность французскому мыслителю XVIII столетия современные кибернетики исходят из стремления принизить человека, показать, что человека вполне можно и нужно заменить машиной, но не любого человека, а только лишнего, такого, который считается «беспокойным элементом». Таким людям ки-

бернетики отказывают в способности суждения, в сознании и сводят всю деятельность их мозга к механической связи и сигнализации. Конечно, до таких социологических измышлений дошли не все кибернетики, но так или иначе все они служат одной цели – разделить людей на «мыслящую администрацию», деятельность которой не сводится к механизму сигнализации, а признается творческой, и «рабочих со средними способностями», которые приравниваются к механизмам. В этом отношении кибернетика оказывается лишь разновидностью распространенной в странах империализма технократической теории, возникшей еще в конце XIX века, вместе с империализмом.

Современные технократы – кибернетики – навели густой наукообразный туман вокруг своей архиреакционной теории. Они проводят «сравнительное изучение функционирования вычислительных машин и человеческой мысли», нервной системы и передаточных механизмов и приходят к выводу, что «сверхскоростная вычислительная машина является почти идеальной моделью для понимания проблем, возникающих при изучении нервной системы».

Профессор анатомии Глазговского университета Джордж Уиберн в статье, опубликованной в 1952 году, пишет: «Кибернетики подходят к проблеме нервной деятельности с чисто функциональной точки зрения и рассматривают деятельность мозга в целом как электронные устройства современной системы коммуникаций и сервомеханизмов, стараясь использовать их в терминах теории информации и статистики».

Подобные механистические представления о мозге высказываются в то время, когда наука в лице русских ученых И. М. Сеченова и И. П. Павлова создала учение о физиологии высшей нервной деятельности животных и человека, освещающее деятельность мозга с последовательно материалистических позиций, дающее действительное решение вопроса об отношении мышления к бытию, сознания к материи.

Самое прогрессивное учение современного естествознания встречает бешеное сопротивление со стороны реакционеров от науки. Так как они не в состоянии найти научные аргументы против учения И. П. Павлова, то им остается стать на путь фальсификации и извращения этого учения. Ничтоже сумняшеся, они наделяют вычислительную машину свойствами центральной нервной системы. «Ничто не препятствует вычислительной машине демонстрировать условные рефлексy», – утверждает Винер, имея при этом в виду изобретенную Грегом Уолтером саморегулирующуюся машину, которая может быть приведена в движение свистком. Эта машина приближается к цели, если последняя излучает слабый свет, и отталкивается от нее, если цель дает сильное излучение, она способна обходить препятствия. И, тем не менее, это всего лишь механизм, управляемый звуковыми, световыми и механическими сигналами и ничего общего не имеющий с рефлексами человека.

По учению И. П. Павлова, мозг регулирует все функции организма, всю его жизнедеятельность. Мозг – орган познавательной и созидательной деятельности человека, материальный субстрат его психики. По определению И. П. Павлова, «нервная система на нашей планете есть невыразимо сложный и тончайший инструмент сношений, связи многочисленных частей организма между собой и организма как сложнейшей системы с бесконечным числом внешних влияний» (И. П. Павлов. Соч. Т. III, стр. 559).

Кора больших полушарий головного мозга представляет собой систему анализаторов, то есть тех сложных приборов, которые воспринимают все явления действительности, анализируют и синтезируют их. Вся функциональная деятельность коры соотнесена с ее анатомической структурой. Сама же деятельность мозга обусловлена воздействием на него через воспринимающие приборы анализаторов – глаз, ухо, кожа и др. – многочисленных раздражителей внешнего мира и внутренней среды

организма. Вся эта деятельность строго детерминирована воздействиями на мозг извне и является рефлексом, то есть ответом на эти воздействия.

Бессмертной заслугой И. П. Павлова является созданное им стройное учение о рефлекторной деятельности мозга, установление существенных различий между врожденными, безусловными, рефlekсами, образовавшимися в процессе длительной эволюции вида, и приобретенными в индивидуальной жизни животного, условными, рефlekсами, образующимися в тех случаях, когда действие внешнего раздражителя совпадает по времени с безусловным рефлексом или непосредственно предшествует ему.

Каждое раздражение, воспринятое периферическими нервными приборами и центральным концом анализатора, вызывает в нем возбуждение, которое распространяется на соседние участки коры, а затем вновь концентрируется в исходном участке. Разные раздражители в зависимости от их биологического значения для организма могут вызвать в коре различные процессы – возбуждение или торможение с одинаковой тенденцией любого из этих процессов к распространению по всей коре и последующему сосредоточению в исходном участке. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения, их чередование и взаимная индукция являются объективными законами высшей нервной деятельности.

Одним из важнейших открытий И. П. Павлова является установление того факта, что у человека к деятельности обычных многочисленных раздражителей внешней среды, воздействующих непосредственно на органы зрения, слуха и другие анализаторы первой сигнальной системы, присоединяется в т о р а я сигнальная система действительности – речь, которая вносит новый принцип в высшую нервную деятельность человека. Слово для человека является раздражителем особого рода, многообъемлющим по своему значению, не идущим в сравнение ни с какими другими раздражителями первой сигнальной системы, общей для человека и животных. Благодаря речи, дающей человеку возможность отвлечения и вместе с тем обобщения сигналов предшествующей системы, мысль человека облекается в наиболее гибкую и выразительную форму. Этим в высшую нервную деятельность человека вносится принцип, «обуславливающий безграничную ориентировку в окружающем мире и создающий высшее приспособление человека – науку, как в виде общечеловеческого эмпиризма, так и в ее специализированной форме» (И. П. Павлов. Соч. Т. III, стр. 476).

Учение И. П. Павлова о высшей нервной деятельности является естественно-научной основой материалистической психологии. Оно ставит человеческую психику на твердую почву объективных законов природы, тогда как идеалистическая психология окутывает ее мистическим покровом. Опираясь на законы высшей нервной деятельности, открытые великим физиологом, материалистическая психология дает подлинно научное объяснение психической деятельности человека, показывает, как работа мозга обуславливает целенаправленную деятельность человека, сумевшего приспособиться к природе, создать ту искусственную среду, ту материальную и духовную культуру, которая неизмеримо высоко подняла его над остальным животным миром. Человек благодаря работе мозга, достигшего сложнейшего строения, смог проникнуть в тайны природы, сформулировать ее законы, создать промышленность на основе высокой техники.

Это относится, в частности, и к вычислительным машинам, которые также созданы человеческим мозгом – этим совершеннейшим творением природы.

Нам понадобилось некоторое отступление в область физиологии высшей нервной деятельности для того, чтобы показать всю несостоятельность аналогий, проводимых кибернетиками между вычислительной машиной и мозгом.

Ученым лакеям капитализма трудно отрицать величайшее достижение павловской физиологии, но так как она является серьезным препятствием в создании ими

научной фантазмагории, они спешат объявить учение И. П. Павлова... превзойденным. В статье «Гипотеза кибернетики», помещенной в № 5 «Британского журнала философии науки» за 1951 год, Джон Уисдом пишет: «Кибернетика – это наука об обратной связи у животных... Неврология может теперь сделать новый шаг вперед по сравнению с капитальной работой Павлова».

В чем же заключается этот шаг вперед? «Все, что нам известно, – пишет тот же автор, – это то, что мозг меньше похож на систему рычагов и шестерен, чем на радиолокационную установку или термостат...» При помощи таких софистических фокусов Уисдом попросту увиливает от подтверждения своего невежественного заявления.

В заключение статьи автор задумывается над тем, не перехватил ли он в оценке кибернетики, и с прискорбием заявляет: «Правда, кибернетика упускает из виду духовный аспект действия... Она не разрешает проблемы соотношения духа и тела, поскольку она отбрасывает один из соотносящихся элементов и страдает односторонностью своих предшественников (бихевиористов и др.)».

Итак, кибернетика «упускает из виду» всего-навсего сознание. Уисдом туманно называет его «одним из соотносящихся элементов». Американские бихевиористы за столетие до кибернетиков создали уже такую абсурдную концепцию. Выбросив сознание из психологии, они рассматривают животных и человека как машины, реагирующие на внешние раздражители.

В то время как И. П. Павлов применил открытый им метод объективного изучения высшей нервной деятельности для естественно-научного обоснования происхождения и деятельности сознания как функции мозга, кибернетики вслед за бихевиористами отбросили сознание – «один из соотносящихся элементов», – потому что его при всем желании нельзя приписать машине.

Известный французский ученый физик Луи де Бройль трезво заключает: «Поскольку невозможно приписать этим машинам сознание, аналогичное нашему, деятельность вычислительных машин, как бы они ни были совершенны, нельзя отождествлять с деятельностью нашего мышления. Нельзя ожидать, что кибернетика даст нам ключ ко всей совокупности биологических явлений».

И другие буржуазные ученые, даже соблазненные перспективами кибернетики, высказывают сомнение насчет всеобъемлющего значения этой псевдонауки. В начале прошлого года сессия индийского научного института в Бенгалоре специально обсуждала вопрос о кибернетике. К чести индийских ученых, следует отметить, что на этой сессии раздавались и трезвые голоса ученых (Говендасвами, Чанди), подвергших критике лженаучные претензии кибернетиков.

Непримиримую позицию по отношению к лженаучной кибернетике занимают ученые-марксисты. В апрельском номере теоретического органа французских марксистов «Ла пансе» за текущий год (№ 47) напечатана статья Андре Лянтэна, разоблачающая кибернетические мистификации. Автор статьи намечает основные линии научной критики кибернетических измышлений.

Правильно отмечая положительное техническое и научное значение развития нового типа машин, основанных на электронике, Лянтэн разъясняет, что «вне области технологии кибернетика является лишь затеянной в огромных масштабах мистификацией», основанной на легковесных, ненаучных аналогиях. По мнению Лянтэна, кибернетика тщетно пытается перенести формы движения, свойственные одним видам материи, на качественно отличные формы материи, где действуют иные, высшие закономерности.

С этой точки зрения Лянтэн раскрывает несостоятельность антинаучных механистических построений кибернетиков, пытающихся «превзойти» научную физиологи, разработанную И. П. Павловым. Кибернетика, по словам Лянтэна, – это «орудие холодной войны против Павлова». Журнал передовой научной мысли «Лапансе» предостерегает против кибернетических мистификаций и призывает французских ученых разных специальностей принять участие во всесторонней критике этой лженауки, пропагандируемой американским империализмом, старающейся проникнуть в самые различные отрасли знания.

Кибернетики стремятся приписать универсальное значение принципу действия вычислительных машин, они распространяют его не только на живые организмы, но и на все общество.

«Один из уроков этой книги, – пишет Винер, – состоит в том, что всякий организм сохраняется в своей деятельности как единое целое благодаря тому, что он обладает средствами приобретения, использования, сохранения и передачи информации. В обществе... такими средствами служат: печать, радио, телефон, телеграф, почта, театр, кино, школы и церковь» (Н. В и н е р «Кибернетика или контроль и коммуникации в животном и в машине» – Wiener Norbert «Cybernetics or Control and communication in the animal and the machine». 1949).

Суждения Винера об общественных явлениях необычайно примитивны. Он пропагандирует неверие в возможность познания их и в достоверность тех данных, которыми располагают общественные науки: «В общественных науках мы не можем быть уверены, что значительная часть наблюдаемых нами явлений не есть наше собственное измышление... Эти науки никогда не могут обеспечить нас надежной, проверенной информацией... Не следует возлагать преувеличенные ожидания на возможности этих наук».

Нет необходимости оспаривать это утверждение в отношении общественных наук в капиталистических странах, где действительно субъективные измышления деятелей этих наук служат критерием истины. Не будем возражать также против того, что общественные науки в странах капитализма не могут обеспечить надежной, проверенной информацией. Бесполезно ждать этого от наук, основная задача которых состоит в том, чтобы скрывать правду, затушевывать вопиющие противоречия капитализма, отравлять ядом лжи и обмана трудящиеся массы.

Но кибернетики объективно выступают против всякой общественной науки. Винер отрицает объективный характер законов общественного развития, не зависящих от воли и сознания людей. «Основоположник» кибернетики выражает неверие в общественные науки и уповает на деятельность вычислительных машин новейших конструкций, которым якобы суждено внести существенные коррективы в общественную жизнь.

Винер уверяет, что обществу предстоит пережить новую революцию, на которую он возлагает большие надежды. «Нынешний промышленный переворот, – вещает он, – ведет к обесцениванию человеческого мозга, по крайней мере, в его простейших и более рутинных функциях... Квалифицированный ученый и квалифицированный администратор могут пережить эту промышленную революцию. Но коль скоро она совершится, рядовому человеку со средними способностями или со способностями ниже среднего нечего будет продавать, за что стоило бы что-либо платить».

Такова мрачная перспектива, которую кибернетика открывает перед трудящимися, зачисляющимися в разряд людей «средних способностей». Останутся вычислительные машины совершенной технической конструкции, «гигантские мозги», которые будут управлять всеми остальными машинами благодаря круговым процес-

сам типа обратной связи. Необходимость в рабочих отпадет, ибо регулированием деятельности самих вычислительных машин займутся квалифицированные администраторы и ученые, та самая «технически квалифицированная интеллигенция», которой технократы предсказывали господство в будущем обществе.

Кибернетики не задумываются над тем, куда же денется вся масса рабочих «со средними способностями или со способностями ниже среднего». Если им не за что будет платить, то кто же будет покупать то, что произведут промышленность и сельское хозяйство, управляемые механическими мозгами?

Винеру, очевидно, невдомек, что, рисуя подобную перспективу, он подрубает тот сук на дереве жизни, на котором еще продолжает держаться капитализм, ибо нельзя уничтожить рабочий класс, не уничтожив капитализма.

Но не только рабочие будут, по мнению кибернетиков, вытеснены вычислительными машинами. Эта участь угрожает даже... дипломатам. Снискавший печальную известность на дипломатическом поприще, бывший глава американской делегации на переговорах в Кэсоне и Паньмыньчжоне, контр-адмирал Джой в речи, произнесенной в Гарвардском университете, заявил: «Пожалуй, не будет фантазией предсказать, что будущее развитие производства механических мозгов может привести к созданию такого механизма, который будет содействовать анализу проблем международных отношений».

В представлении контр-адмирала Джоя, в будущих международных конференциях и дипломатических переговорах со стороны США будут принимать участие за круглым столом вместо живых представителей машины. Джой возлагает больше надежд на механические мозги, чем на мозги ныне действующих американских дипломатов. Хотя это только фантазия, притом весьма нелестная для коллег Джоя на дипломатическом фронте, она все же свидетельствует о неверии американских политиков и идеологов в продуктивную деятельность человеческого мозга. В противном случае они не договорились бы до такой беспрецедентной глупости.

Но эта глупость вполне закономерна. Она является логическим выводом из «теоретического» предвидения «основоположника» кибернетики, увидевшего суть грядущей промышленной революции в замене рабочих роботами, снабженными механическими мозгами.

К счастью для человечества, эта опасность ему не угрожает. Кибернетика – одна из тех л ж е н а у к , которые порождены современным империализмом и обречены на гибель еще до гибели империализма.

Теория кибернетики, пытающаяся распространить принципы действия вычислительных машин новейшей конструкции на самые различные природные и общественные явления без учета их качественного своеобразия, является механицизмом, превращающимся в идеализм. Это пустоцвет на древе познания, возникший в результате одностороннего и чрезмерного раздувания одной из черт познания.

Не следует закрывать глаза на те глубоко реакционные, человеконенавистнические выводы, которые делают кибернетики, пытаясь решать общественные проблемы.

Перепуганные рабочим движением, империалисты мечтают о таком положении, когда никто не будет угрожать их господству. Роботы, только роботы их устраивают; все остальное человечество пусть гибнет, лишь бы остались они и машины, их обслуживающие. Научнообразные бредни кибернетиков отражают этот страх перед трудящимися массами.

Автор уже цитированной нами статьи Эдмунд Беркли пишет: «Сомнительно, чтобы машины-роботы сами по себе были опасны для людей. Но когда враждебные

обществу люди получают возможность контроля над машинами-роботами, опасность для общества будет велика...» Опасными для общества людьми Беркли считает отнюдь не своих империалистических хозяев, а коммунистов и идущих вместе с ними трудящихся, которые могут так же овладеть техникой управления саморегулирующимися машинами, как они овладели ею в Советском Союзе.

Между тем вычислительные машины, или «гигантские мозги», тесно связаны по меньшей мере с двумя родами оружия – с атомными взрывами и управляемыми снарядами. В этом, по мнению Беркли, таится опасность, и поэтому «было бы благоразумно, если бы в США вся деятельность в этой области находилась под контролем министерства обороны».

Вот какому богу служит кибернетика! Все свои бесспорные практические достижения в конструировании вычислительных машин вместе с глубоко реакционными теориями она несет на алтарь войны. В этом отношении кибернетики проявляют большую активность.

Империалисты бессильны разрешить те противоречия, которые раздирают капиталистический мир. Они не в состоянии предотвратить неумолимо надвигающийся на них экономический кризис. Они не могут избавиться от страха, который внушает им победоносное развитие Советского Союза и стран народной демократии. Безрезультатными оказываются их попытки сломить нарастающее национально-освободительное движение в колониальных и зависимых странах. В дикий ужас повергает их рост революционного сознания и сопротивления рабочего класса и могучее массовое движение прогрессивного человечества в борьбе за мир.

Они ищут спасения не только в бешеной гонке вооружений, но также в идеологическом оружии. В отчаянии они прибегают к лженаукам, которые дают им хотя бы тень надежды на продление существования.

Процесс производства, осуществляемый без рабочих, одними только машинами, управляемыми гигантским мозгом вычислительной машины! Ни забастовок, ни стачек, ни тем более революционных восстаний! Машины вместо мозга, машины без людей! Какая заманчивая перспектива для капитализма!

Великий основоположник марксизма гениально предвидел возможность подобной деградации мышления ученых слуг господствующих классов, порождаемой антагонизмом между производительными силами и производственными отношениями капиталистического общества. «Даже чистый свет науки не может... сиять иначе, как только на темном фоне невежества. Результат всех наших открытий и всего нашего прогресса, очевидно, тот, что материальные силы наделяются духовной жизнью, а человеческая жизнь отупляется до степени материальной силы» (К. М а р к с. Соч. Т. XI, ч. 1, стр. 5-6).

Панический страх идеологов империализма перед активной творческой деятельностью человеческого мышления, перед человеком, сознающим свою роль и место в обществе, заставляет их измышлять человеконенавистнические лжетеории, подобные кибернетике.

В такой безнадежный тупик загнаны дипломированные холопы империализма, обязанные в угоду своим хозяевам поставлять новейшие технические изобретения на службу массовому истреблению людей и разрушению величайших достижений материальной и духовной культуры человечества.

МАТЕРИАЛИСТ

Кибернетика
[статья из дополнительного тома
второго издания
Большой советской энциклопедии]

КИБЕРНЕТИКА [от греч. κυβερνήτις (τεχνη) искусство управления, от κυβερνῶ – правлю рулём, управляю] – научное направление, задачи к-рого были сформулированы в работах амер. учёного Н. Винера, опубликованных в 1948: по Винеру и его последователям, К. есть наука о «связи», «управлении» и «контроле» в машинах и живых организмах. Не исключаются из рассмотрения и случаи, когда указанные функции (связи, управления и контроля) осуществляются коллективами людей или людьми при помощи машин. Для уточнения и ограничения приведённого определения следует указать более отчётливо, что именно К. понимает под связью, управлением и контролем. К. изучает машины, живые организмы и их объединения исключительно с точки зрения их способности воспринимать определённую «информацию», сохранять эту информацию в «памяти», передавать её по «каналам связи» и перерабатывать её в «сигналы», направляющие их деятельность в соответствующую сторону. Процессы восприятия информации, её хранения и передачи называются в К. с в я з ь ю, переработка воспринятой информации в сигналы, направляющие деятельность машин и организмов, – у п р а в л е н и е м. Если машина или организм способны воспринимать и использовать информацию о результатах своей деятельности, то говорят, что они обладают органами *обратной связи* (см.); переработка такого рода информации в сигналы, корректирующие деятельность машины или организма, называется в К. к о н т р о л е м, или р е г у л и р о в а н и е м. Поэтому К. определяют также как науку о способах восприятия, хранения, переработки и использования информации в машинах, живых организмах и их объединениях.

Второе определение более отчётливо подчёркивает своеобразие К. и центральное значение для К. понятия *информации* (см., 51 т.). В литературе по К. обычно подчёркивается, что осуществляющие связь, управление или контроль искусственные устройства или естественные органы рассматриваются в К. исключительно как носители или преобразователи информации. Большое значение в К. имеет понятие «количества информации», введённое в явной форме амер. учёным К. Шенноном (1948). Роль этого понятия в К. сравнивают иногда с ролью понятия энергии в физике. Наоборот, конкретная материальная природа хранящих, передающих или перерабатывающих информацию устройств и органов, как и количество затрачиваемой на их работу энергии, являются с точки зрения К. подчинёнными обстоятельствами. В процессе эволюции живых организмов возникли тончайшие механизмы хранения огромного количества информации в ничтожных объёмах (напр., механизм наследственности, сохраняющий в одной клетке весь запас видовых призна-

Большая советская энциклопедия, 2-е изд., т. 51. М.: Большая советская энциклопедия, 1958, с. 149–151.

ков взрослого организма), а также механизмы, способные воспринимать и перерабатывать огромное количество новой информации с ничтожной затратой энергии (напр., механизмы памяти и мышления в коре головного мозга). В этом же направлении идёт и развитие техники при сооружении средств связи, управляющих и регулирующих автоматич. устройств и вычислительных машин.

Много дискутировавшийся вопрос о праве К. на существование в качестве самостоятельной научной дисциплины сводится к вопросу о том, насколько существенны общие черты всех процессов связи, управления и контроля, т. е. могут ли общие свойства этих процессов в машинах, живых организмах и их объединениях быть предметом достаточно содержательной единой теории. На этот вопрос следует ответить с полной определённой утвердительно, хотя в направлении систематич. построения К. сделаны лишь первые шаги.

Наиболее сложившимся разделом К. является теория информации (см. статью *Информации теория*, 51 т.), посвящённая способам вычисления и оценки количества информации и исследованию на этой основе процессов хранения и передачи информации. Преобразование информации рассматривается здесь лишь в той мере, в какой оно необходимо для приспособления информации к хранению в данном запоминающем устройстве или для передачи по данному каналу связи (в терминологии теории информации – «кодирование» на входе канала связи и «декодирование» на выходе). Вводимые в теории информации понятия «ёмкости» запоминающего устройства и «пропускной способности» канала связи и общие выводы теории информации, относящиеся к способам осуществления надёжного хранения и передачи информации при наличии «помех» (или в акустической терминологии – «шумов»), имеют весьма разнообразные применения как в технике, так и для понимания устройства органов чувств, нервной системы и аппарата фиксации наследственных свойств живых организмов.

Другие отделы К. посвящены различным видам более глубокого преобразования информации. Контуры общей теории, охватывающей все разнообразные применения, здесь пока менее ясны, но уже сейчас несомненна плодотворность с р а в - н и т е л ь н о г о изучения процессов преобразования информации в нервной системе (при рефлекторной, условно-рефлекторной её деятельности и в процессах мышления), в процессе эволюции видов (при накоплении полезных в борьбе за существование наследственных признаков), в приборах автоматич. управления и регулирования, в современных вычислительных машинах и т. п. Автоматические управляющие, регулирующие и вычислительные устройства, впрочем, и возникли из стремления переложить на них нек-рые функции, выполнявшиеся ранее человеком; поэтому вполне естественно, что процессы преобразования информации в этих устройствах имитируют процессы преобразования информации в нервной системе человека, в простейших случаях – процессы рефлекторной деятельности, а в более сложных – работу мышления. Новейшее развитие автоматов и вычислительных машин зашло так далеко, что приобретённый при их проектировании и эксплуатации опыт часто теперь способен давать руководящие указания при попытках рационального объяснения работы нервной системы.

Из имеющих общий интерес выводов К. отметим всё более укрепляющееся убеждение в существенных преимуществах: 1) фиксации больших количеств информации в дискретной форме, т. е. в виде большого числа отдельных знаков, каждый из к-рых способен принимать лишь малое число значений – лучше всего только два, 2) разложения любых сложных преобразований информации на отдельные шаги, каждый из к-рых затрагивает только небольшое число знаков. Одним из преимуществ дискретной записи информации является её устойчивость по отношению к «помехам» и возможность сохранять её даже при значительных помехах практически неограниченно долго. Простые и гибкие способы разложения любого преоб-

разования информации, записанной в форме большого числа двоичных знаков, на простейшие операции разработаны *логикой математической* (см.). На этих принципах построены все современные большие универсальные вычислительные машины. В процессе естественной эволюции живых организмов устройство наследственного аппарата животных и растений и нервной системы животных и человека, по-видимому, тоже пришло если не к полному осуществлению этих принципов в наиболее чистом виде, то к широкому их использованию.

Из других общих идей кибернетических исследований отметим разработку представлений об «ультраустойчивости», или «мультиустойчивости». Дело идёт здесь о регулирующих механизмах второго порядка, к-рые, накапливая информацию о результатах деятельности того или иного управляющего или регулирующего механизма первого порядка, способны использовать эту информацию для целесообразного изменения устройства и способа действий этого механизма первого порядка. Классическим образом такого регулирования второго порядка является механизм выработки *условных рефлексов* (см.). Над системой уже установившихся, выработанных рефлексов, т. е. связей между внешними раздражителями и реакциями организма, здесь господствует механизм выработки новых рефлексов. Входными сигналами для этого механизма являются «подкрепления», получаемые в случае соответствия реакции нуждам организма, и «торможения» – в случае несоответствия. В недавнее время были построены экспериментальные «самообучающиеся» машины, работа которых имитирует процессы выработки условных рефлексов, так что в подобном регулировании второго порядка нельзя усматривать какой-либо специфической особенности живых организмов.

К. использует большой и часто своеобразный математич. аппарат, к-рый может быть назван «математической К.» (по аналогии с «математической физикой»). Работа управляющих и регулирующих систем поддается схематич. изучению, при к-ром конкретная природа «множества возможных состояний системы», «множества возможных воздействий» и «множества возможных реакций» оказывается несущественной. Излагаемая таким абстрактным образом теория автоматов превращается в теорию чисто математического характера. В случае автоматов дискретного действия она очень близка к теории конечных *алгоритмов* (см.). В К. входит, однако, также сравнительное изучение конкретных систем хранения, передачи и переработки информации и обсуждение особенностей и возможностей различных принципов осуществления (механических, электромагнитных, химических и т. п.), к-рые существенно опираются на данные механики, физики, химии и биологии. Совокупность этих вопросов можно объединить под названием «технической К.»

Материальной основой возникновения К. и возрастающего к ней интереса является создание и распространение машин и всевозможных технич. устройств, специально предназначенных для переработки (или хранения и передачи) информации. К. возникла, когда приборы автоматического. управления и регулирования стали включать в себя специальные счётно-решающие устройства и управляться кодированными сигналами, когда при конструировании вычислительных машин остро встали вопросы об объёме их «памяти» или о доступных им логических операциях и т. д. Не следует, однако, считать всю теорию автоматич. управления и регулирования частью К.; напр., изучение конкретного устройства исполнительных органов автоматов или их расчёт с точки зрения минимальных затрат энергии при воздействии на регулируемую систему не являются вопросами К. Аналогично отношение К. к исследованию операций и теории игр (см. статьи *Операций исследование* и *Игр теория*, 51 т.): экстремальные задачи выбора рациональной с той или иной точки зрения «стратегии» не являются сами по себе задачами К., но К. находит применение при исследовании операций и в теории игр в вопросах оценки, необходимой

для решения задач из этих областей информации и выбора рациональных способов преобразования информации.

Наиболее дискуссионным вопросом К. является вопрос о пределах возможной замены функций человеческого мышления работой машин. Уже созданные машины, играющие в шахматы (пока на уровне не сильного игрока), или машины для автоматического перевода с одного языка на другой, разработанные методы автоматич. составления программ для универсальных вычислительных машин, включающие выполнение сложных рядов разнообразных логич. операций, показывают, что возможности современной техники в этом отношении очень велики. В принципе следует считать, что любая строго ограниченная и формально описанная область мыслительной деятельности может быть передана машинам. Принципиальное отличие работы машины от человеческого мышления состоит не в существовании каких-либо особенно тонких и сложных отдельных операций, выполняемых человеческим мозгом и не могущих быть автоматизированными и переданными машинам, а в том, что машины выполняют лишь **вспомогательные** операции в соответствии с **целями**, поставленными человеком.

Лит.: W i e n e r N., Cybernetics or control and communication in the animal and the machine, [6 print], N. Y.-P., [1949]; е г о ж е, The human use of human beings. Cybernetics and society, 2 ed., N. Y., 1956; С о б о л е в С. Л., К и т о в А. И. и Л я п у н о в А. А., Основные черты кибернетики, «Вопросы философии», 1955, № 4; Ц я н ь С ю э - с э н ь, Техническая кибернетика, пер. с англ., М., 1956; La cybernétique. Théorie du signal et de l'information. Réunions d'études et de mises au point tenues sous la présidence de Louis de Broglie, P., 1951; B u s h R. R. and M o s t e l l e r F., Stochastic models for learning, N. Y.-L., 1955; A s h b y W. R., An introduction to cybernetics, L., 1956; е г о ж е, Design for a brain, Reprint, N. Y., 1954.

Вяч. Вс. Ивáнов, М. К. Поливанов, В. А. Успенский

Винер
[статья из дополнительного тома
второго издания
Большой советской энциклопедии]

ВИНЕР (Wiener), Норберт (р. 1894) – американский учёный. В 14 лет получил высшее математическое образование, в 18 лет – доктор философии Гарвардского ун-та (по математич. логике). В 1913–15 продолжал своё образование в Кембридже (Англия) и Гёттингене (Германия). В 1915–17 преподавал логику и математику в ряде американских ун-тов. В 1917–19 занимался журналистской деятельностью. С 1919 – преподаватель (с 1932 – профессор) Массачусетского технологич. ин-та.

Большая советская энциклопедия, 2-е изд., т. 51. М.: Большая советская энциклопедия, 1958, с. 59.

Ранние работы В. относятся гл. обр. к основаниям математики. В конце 1920-х гг. занимался теоретич. физикой (квантовая теория и теория относительности). Наибольшую известность В. как математику принесли его исследования по анализу (теория потенциала и гармонич. функции, почти периодич. функции, тауберовы теоремы, ряды и преобразования Фурье) и по теории вероятностей (стационарные случайные процессы). В области анализа В. в 1930-х гг. создал общую теорию тауберовых теорем, связав её с теорией преобразования Фурье, и развил (совместно с англ. учёным Р. Пэли) гармонич. анализ на комплексной плоскости. В области теории вероятностей В. изучал важный класс случайных процессов, названных впоследствии его именем, и построил (в 1940-х гг.) теорию интерполяции и экстраполяции (независимо от советского учёного А. Н. Колмогорова), а также теорию фильтрации стационарных случайных процессов. Для математич. творчества В. характерно внимание к запросам естествознания и техники (изучение броуновского движения и др.).

Во время второй мировой войны 1939–45 В. занимался электр. сетями и вычислительной техникой. В 1945–47 сотрудничал с мексиканским учёным А. Розенблэтом в Национальном кардиологич. ин-те в Мехико (Мексика). Изучение глубоких аналогий между процессами, протекающими в электрических и электронных системах и в живых организмах, привело В. к созданию *кибернетики* (см., 51 т.). Выпущенная им в 1948 книга «Кибернетика» оказала сильное влияние на развитие мировой науки.

В. принадлежит ряд высказываний в печати о моральной ответственности учёных за использование их идей для создания оружия массового уничтожения.

С о ч. В.: *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, 7 print, N. Y.-P., 1949; *Human use of human beings. Cybernetics and Society*, Boston, 1950; *I am a mathematician... An autobiographical account of the mature years and career of Norbert Wiener*, N. Y., 1956.

А. Н. Колмогоров

Предисловие к русскому изданию книги У. Росс Эшби «Введение в кибернетику»

С давних пор известны аналогии между:

- а) сознательной целесообразной деятельностью человека;
- б) работой созданных человеком машин;
- в) различнейшими видами деятельности живых организмов, которые воспринимаются как целесообразные, несмотря на отсутствие управляющего ими сознания.

У. Росс Эшби. Введение в кибернетику / Под ред. В. А. Успенского. М.: Издательство иностранной литературы, 1959, с. 5–8. При перепечатке сохранены как редакционные примечания этого издания («Прим. ред.»), так и примечания А. Н. Колмогорова.

Человеческая мысль искала веками объяснения этих аналогий, как на путях положительного знания, так и на путях религиозных и философских спекуляций. Твердая основа для научного их изучения и рационального философского уяснения была создана, когда:

1) Дарвин предложил последовательно разработанную теорию естественного происхождения целесообразного устройства живых организмов и, в частности, происхождения сложного аппарата, позволяющего живым организмам передавать свое целесообразное устройство по наследству потомкам;

2) Павлов установил возможность объективного изучения поведения животных и человека и регулирующих это поведение мозговых процессов без всяких субъективных гипотез, выраженных в психологических терминах.

В течение последних десятилетий быстрое развитие техники связи (радио, телевидение), автоматики и вычислительной техники привело к значительному расширению самого фактического материала для сопоставлений работы машин с деятельностью живых организмов и с сознательной деятельностью человека. При этом в мышление инженеров все более стало проникать использование аналогий между работой создаваемых ими машин и работой человеческого сознания. Например, средства связи воспринимают «информацию» и передают ее точно или с «ошибками»; на автоматы возлагается задача следовать той или иной «стратегии» или «тактике» и даже «обучаться» у противника усвоенной им тактике, с тем, чтобы выработать целесообразную ответную тактику; вычислительные машины имеют «запоминающие устройства» («память»); программирующие машины сами «разрабатывают программу» сложных вычислений, пользуясь более или менее совершенной «логикой», и т. д. В этой практике инженеров трудно усмотреть какую-либо философски окрашенную преднамеренность: просто указанные аналогии слишком естественны и явным образом помогают инженерам думать и изобретать.

Вполне понятно, что «целесообразная» работа машин не имеет никакой самостоятельности и является лишь техническим придатком к целесообразной деятельности человека. Однако богатый опыт, накопленный при конструировании автоматов и вычислительных машин, в настоящее время уже представляет большой интерес в качестве запаса моделей, помогающих представить себе возможные естественные управляющие и регулирующие механизмы. Процессы формирования условных рефлексов успешно изучаются при помощи моделирующих эти процессы машин¹. Существенно опираются на аналогии со сложными электронными машинами современные работы, анализирующие деятельность мозга². В современных работах по теории наследственности значительное применение находят представления о способах «кодирования» информации, разработанные в технической теории связи.

Для понимания причин возникновения новой науки – кибернетики – более существенно другое следствие новейшего развития указанных выше разделов техники. Их развитие не только дает новый материал для философского анализа понятий «управления», «регулирования», «целесообразности» в применении к машинам и живым организмам, но, кроме того, привело к возникновению некоторых вспомогательных специальных дисциплин нефилософского характера.

¹ См. переводимую на русский язык книгу Р. Р. Буша и Ф. Мостеллера «Стохастическая модель обучения». [См. также опубликованную в журнале «Успехи математических наук» статью Вычислительной лаборатории Гарвардского университета «Обучение цифровой вычислительной машины». – Прим. ред.]

² См. специальную книгу У. Р. Эшби «Устройство мозга».

Эти дисциплины возникли непосредственно из практических потребностей под названиями «теория информации»³, «теория алгоритмов»⁴, «теория автоматов»⁵. Конкретные результаты, полученные в их пределах, сейчас уже довольно многочисленны. Например, они позволяют: 1) оценить «количество информации», которое может быть надежно передано данным передающим устройством или сохранено данным запоминающим устройством; 2) оценить наименьшее количество простых звеньев с заданной схемой действия, которое необходимо, чтобы из них могло быть составлено управляющее устройство, выполняющее те или иные заданные функции. В обоих примерах результаты выражаются некоторыми математическими формулами, применимы же эти результаты совершенно одинаково и при конструировании машин, и при анализе деятельности живых организмов.

Заслугой Н. Винера является установление того факта, что совокупность этих дисциплин (в создании некоторых из них Винер принимал значительное участие) естественно объединяется в новую науку с достаточно определенным собственным предметом исследования. Сейчас уже поздно спорить о степени удачи Винера, когда он в своей известной книге в 1948 году выбрал для новой науки название «кибернетика». Это название достаточно установилось и воспринимается как новый термин, мало связанный со своей греческой этимологией. Кибернетика занимается изучением систем любой природы, способных воспринимать, хранить и перерабатывать информацию и использовать ее для управления и регулирования. При этом кибернетика широко пользуется математическим методом и стремится к получению конкретных специальных результатов, позволяющих как анализировать такого рода системы (восстанавливать их устройство на основании опыта обращения с ними), так и синтезировать их (рассчитывать схемы систем, способных осуществлять заданные действия). Благодаря этому своему конкретному характеру кибернетика ни в какой мере не сводится к философскому обсуждению природы «целесообразности» в машинах и в живых организмах, не заменяя также собой общего философского анализа изучаемого ею круга явлений⁶.

Положение автора книги – У. Р. Эшби – как биолога, достаточно основательно изучившего отвлеченную, математическую сторону дела, весьма выигрышно для популяризации общих идей кибернетики среди лиц, для которых математический аппарат представляет большие трудности, а чрезмерно детальное вхождение в вопросы технической кибернетики тоже было бы затруднительно. При этом У. Р. Эшби достаточно осторожен в своих выводах и далек от нередко встречающегося рекламного стиля прославления кибернетики. Однако читатель должен критически относиться к высказываниям автора методологического и философского характера. Следует также иметь в виду, что некоторые выводы автора являются дискуссионными.

³ См. доклад А. Н. Колмогорова «Теория передачи информации», сделанный 16 октября 1956 г. на пленарном заседании сессии Академии наук СССР по научным проблемам автоматизации производства, и доклад Р. Л. Добрушина «Теория передачи информации», сделанный 22 апреля 1958 г. на конференции в Московском доме научно-технической пропаганды. – **Прим. ред.**

⁴ См. 26-й выпуск серии «Популярные лекции по математике»: Трахтенброт Б. А., «Алгоритмы и машинное решение задач»; в предисловии к этому выпуску приведена дальнейшая библиография. – **Прим. ред.**

⁵ См. выпущенный Издательством иностранной литературы сборник «Автоматы». – **Прим. ред.**

⁶ В этом ее отличие, например, от всеобщей организационной науки «тектологии», которую пытался в свое время создать А. А. Богданов.

Автоматы и жизнь

Мой доклад «Автоматы и жизнь», подготовленный для семинара научных работников и аспирантов механико-математического факультета Московского государственного университета, вызвал интерес у самых широких кругов слушателей. Популярное изложение доклада подготовлено моей сотрудницей по лаборатории вероятностных и статистических методов МГУ Н. Г. Рычковой. Изложение это во всех существенных чертах правильно, хотя иногда словесное оформление мысли, а следовательно, и некоторые ее оттенки принадлежат Н. Г. Рычковой.

Подчеркну основные идеи доклада, имеющие наиболее широкий интерес.

I. Определение жизни как «особой формы существования белковых тел» (Энгельс) было прогрессивно и правильно, пока мы имели дело только с конкретными формами жизни, развившимися на Земле. В век космонавтики возникает реальная возможность встречи с «формами движения материи» (см. статью «Жизнь» в Большой Советской Энциклопедии), обладающими основными практически важными для нас свойствами живых и даже мыслящих существ, устроенных иначе. Поэтому приобретает вполне реальное значение задача более общего определения понятия жизни.

II. Современная электронная техника открывает весьма широкие возможности моделирования жизни и мышления. Дискретный (арифметический) характер современных вычислительных машин и автоматов не создает в этом отношении существенных ограничений. Системы из очень большого числа элементов, каждый из которых действует чисто «арифметически», могут приобретать качественно новые свойства.

III. Если свойство той или иной материальной системы «быть живой» или обладать способностью «мыслить» будет определено чисто функциональным образом (например, любая материальная система, с которой можно разумно обсуждать проблемы современной науки или литературы, будет признаваться мыслящей), то придется признать в принципе вполне осуществимым искусственное создание живых и мыслящих существ.

IV. При этом, однако, следует помнить, что реальные успехи кибернетики и автоматистики на этом пути значительно более скромны, чем иногда изображается в популярных книгах и статьях. Например, при описании «самообучающихся» автоматов или автоматов, способных «сочинять» музыку или писать стихи, иногда исходят из крайне упрощенного представления о действительном характере высшей нервной деятельности человека и, в частности, творческой деятельности.

© Издательство «Наука», 1988. Печатается по изданию: А. Н. Колмогоров. Математика — наука и профессия. (Библиотечка «Квант», вып. 64.) М.: Наука, 1988, с. 43–62. Об истории этого доклада см. в очерках В. А. Успенского «Фрагменты из воспоминаний...» и «Два параграфа...» в первом разделе настоящего сборника и в параграфе IX его статьи «Андрей Николаевич Колмогоров — великий ученый России» в разделе «Биографические материалы».

V. Реальное продвижение в направлении понимания механизма высшей нервной деятельности, включая и высшие проявления человеческого творчества, естественно, не может ничего убавить в ценности и красоте творческих достижений человека. Я думаю, что это и хотела сказать редакция журнала «Техника — молодежи», сделав лозунг «Материализм — это прекрасно!» одним из подзаголовков в изложении моего доклада.

25 августа 1961 г.

* * *

Я принадлежу к тем крайне отчаянным кибернетикам, которые не видят никаких принципиальных ограничений в кибернетическом подходе к проблеме жизни и полагают, что можно анализировать жизнь во всей ее полноте, в том числе и человеческое сознание со всей его сложностью, методами кибернетики.

Очень часто задают такие вопросы:

— Могут ли машины воспроизводить себе подобных и может ли в процессе самовоспроизведения происходить прогрессивная эволюция, приводящая к созданию машин, существенно более совершенных, чем исходные?

— Могут ли машины испытывать эмоции: радоваться, грустить, быть недовольными чем-нибудь, чего-нибудь хотеть?

— Могут ли, наконец, машины сами ставить перед собой задачи, не поставленные перед ними их конструкторами?

Иногда пытаются отделаться от этих вопросов или обосновать отрицательные ответы на них, предлагая, например, определить понятие «машина» как нечто, каждый раз искусственно создаваемое человеком. При таком определении часть вопросов, скажем первый, автоматически отпадает. Но вряд ли можно считать разумным упорное нежелание разобраться в вопросах, действительно интересных и сложных, прикрываясь насильственно ограниченным пониманием терминов.

Вопрос о том, можно ли на пути кибернетического подхода к анализу жизненных явлений создать подлинную, настоящую жизнь, которая будет самостоятельно продолжаться и развиваться, остается насущной проблемой современности. Уже сейчас он актуален, годен для серьезного обсуждения, ибо изучение аналогий между искусственными автоматами и настоящей живой системой уже сейчас служит принципом исследования самих явлений жизни, с одной стороны, и способом, помогающим изыскивать пути создания новых автоматов — с другой.

Есть и другой способ сразу ответить на все эти вопросы. Он заключается в ссылке на математическую теорию алгоритмов. Математикам хорошо известно, что в пределах каждой формальной системы, достаточно богатой математически, можно сформулировать вопросы, которые кажутся содержательными, осмысленными и должны предполагать наличие определенного ответа, хотя в пределах данной системы такого ответа найти нельзя. Вот поэтому-то и провозглашается, что развитие самой формальной системы есть задача машины, а обдумывание правильного ответа на вопрос — это уже дело человека, преимущественное свойство человеческого мышления.

Такая аргументация, однако, использует идеализированное толкование понятия «мышление», с помощью которого можно легко доказать, что не только машина, но и сам человек мыслить не могут. Здесь предполагается, что человек может давать правильные ответы на любые вопросы, в том числе и на поставленные неформально, а мозг человека способен производить неограниченно сложные формальные выкладки. Между тем нет никаких оснований представлять себе человека столь идеа-

лизированным образом — как бесконечной сложности организм, в котором умещается бесконечное количество истин. Чтобы достичь такого положения, заметим в шутку, пришлось бы расселить человечество по звездным мирам чтобы, пользуясь бесконечностью мира, организовать формальные логические выкладки в бесконечном пространстве и даже передавать их по наследству. Тогда можно было бы считать, что любой математический алгоритм человечество может развить до бесконечности.

Но вряд ли эта аргументация имеет отношение к реальному вопросу. И уж во всяком случае это не возражение против постановки вопроса о том, возможно ли создание искусственных живых существ, способных к размножению и прогрессивной эволюции, в высших формах обладающих эмоцией, волей и мышлением.

Этот же вопрос поставлен изящно, но формально математиком Тьюрингом в его книге «Может ли машина мыслить?». Можно ли построить машину, которую нельзя было бы отличить от человека? Такая постановка как будто ничуть не хуже нашей и к тому же проще и короче. На самом же деле она не вполне отражает суть дела. Ведь, по существу, интересен не вопрос о том, можно ли создать автоматы, воспроизводящие известные нам свойства человека; хочется знать, можно ли создать новую жизнь, столь же высокоорганизованную, хотя, может быть, очень своеобразную и совсем непохожую на нашу. В современной научной фантастике сейчас появляются произведения, затрагивающие эти темы. Интересен и остроумен рассказ «Друг» в сборнике Станислава Лема «Вторжение с Альдебарана» о машине, пожелавшей управлять человечеством. Однако фантазия романистов не отличается особой изобретательностью. И. А. Ефремов, например, выдвигает концепцию, что «все совершенное похоже друг на друга». Стало быть, у высокоорганизованного существа должны быть, по его мнению, два глаза и нос, хотя, может быть, и несколько измененной формы. В век космонавтики не праздну предположение, что нам, возможно, придется столкнуться с другими живыми существами, весьма высокоорганизованными и в то же время совершенно на нас непохожими. Сможем ли мы установить, каков внутренний мир этих существ, способны ли они к мышлению, присущи ли им эстетические переживания, идеалы красоты или чужды и т. п. Почему бы, например, высокоорганизованному существу не иметь вид тонкой пленки — плесени, распластанной на камнях?

1. Что такое жизнь? Возможно ли искусственное разумное существо?

Поставленный нами вопрос тесно связан с другими: а что такое жизнь, что такое мышление, что такое эмоциональная жизнь, эстетические переживания? В чем, скажем, состоит отличие последних от простых элементарных удовольствий — от пирога, например, или еще чего-нибудь в этом роде? Если говорить в более серьезном тоне, то можно сказать следующее: точное определение таких понятий, как *воля*, *мышление*, *эмоции*, еще не удалось сформулировать. Но на естественнонаучном уровне строгости такое определение возможно. Если мы не признаем эту возможность, мы окажемся безоружными против аргументов солипсизма.

Хотелось бы научиться на основании фактов поведения, например, делать выводы о внутреннем состоянии живого высокоорганизованного существа.

Как изучать высшую нервную деятельность, используя кибернетический подход? Здесь открываются следующие пути: во-первых, можно детально изучать само поведение животных или человека; во-вторых, изучать устройство их мозга; можно, наконец, иногда довольствоваться и так называемым симпатическим пониманием. Если, скажем, просто внимательно наблюдать кошку или собаку, то, и не зная науки о поведении и условных рефлексах, можно прекрасно понять, что они дума-

ют и чего хотят. Несколько труднее достигнуть такого понимания с птицами или, например, с рыбами, но вряд ли и это невозможно. Это вопрос не новый, частично он уже решен, частично легко решаем, частично — трудно. Опыт индуктивного развития науки говорит нам, что все вопросы, долго не находившие решения, постепенно разрешаются, и вряд ли нужно думать, что именно здесь существуют заранее установленные пределы, дальше которых продвинуться нельзя.

Если считать, что анализ любой высокоорганизованной системы естественно входит в состав кибернетики, придется отказаться от распространенного мнения, что основы кибернетики включают в себя лишь изучение систем, имеющих заранее назначенные цели. Часто кибернетику определяют как науку, занимающуюся изучением управляющих систем. Считается, что все такие системы обладают общими свойствами и свойство номер один у них — наличие цели. Это верно лишь до тех пор, пока все, что мы выделяем в качестве организованных систем, управляющих собственной деятельностью, похоже на нас самих. Однако если мы хотим методами кибернетики изучать происхождение таких систем, их естественную эволюцию, то такое определение становится узким. Вряд ли кибернетика поручит какой-либо другой науке выяснять, каким образом обычная причинная связь в сложных системах путем естественного развития приводит к возможности рассматривать всю систему как действующую целесообразно.

Обычно понятие «действовать целесообразно» включает умение охранять себя от разрушающих внешних воздействий или, скажем, способность содействовать своему размножению. Спрашивается: кристаллы действуют целесообразно или нет? Если «зародыш» кристалла поместить в некристаллическую среду, будет ли он развиваться? Ведь никаких отдельных органов у кристалла различить невозможно, стало быть, это есть некая промежуточная форма. И существование таковых неизбежно.

По-видимому, частные задачи, подобные этой, будут решать науки, непосредственно с ними связанные. Опыт частных наук никак нельзя пренебрегать. Но исключить из содержания кибернетики общие представления о причинных связях в целесообразно действующих системах, ставящих себе цели, так же нельзя, как нельзя, например, уже при имитации жизни автоматами не считаться, скажем, с тем, что и сами эти цели меняются в процессе эволюции, а вместе с этим изменяется и представление о них.

Когда говорят, что организация механизма наследственности, позволяющего живым организмам передавать свое целесообразное устройство потомкам, имеет целью воссоздать данный вид, придать ему определенные свойства, а также возможности изменчивости, прогрессивной эволюции, то кто же ставит эту цель? Или если рассматривать систему в целом, то кто же, как не она сама, ставит перед собой цель развития путем отсеивания негодных экземпляров и размножения совершенных?

Подводя итоги, можно сказать, что изучение в общей форме возникновения систем, в которых применимо понятие целесообразности, есть одна из главных задач кибернетики. При этом изучение в общей форме естественно предполагает знание, отвлеченное от деталей физического осуществления, от энергетики, химии, возможностей техники и т. п. Нас здесь интересует только, как возникает возможность сохранять и накапливать информацию.

Такая широкая постановка задачи содержит в себе много трудностей, но отказаться от нее на современном этапе развития науки уже невозможно.

Если признавать важность задачи определения в объективных обобщенных терминах существенных свойств внутренней жизни (высшей нервной деятельности) какой-то незнакомой нам и непохожей на нас высокоорганизованной системы, то нельзя ли тот же путь предложить и в применении к нашей системе — человеческому обществу? Хотелось бы на общем языке, одном и том же для всех высокоор-

ганизованных систем, уметь описывать и все явления жизни человеческого общества. Представим себе воображаемого постороннего наблюдателя нашей жизни, который совершенно не обладает ни симпатиями к нам, ни умением понять, что мы думаем и переживаем. Он просто наблюдает большое скопление организованных существ и желает понять, как оно устроено. Совершенно так же, как, скажем, мы наблюдаем муравейник. Через некоторое время он, пожалуй, без особого труда сможет понять, какую роль играет информация, содержащаяся, например, в железнодорожных справочниках (человек теряет такой справочник и не может попасть на нужный поезд). Правда, наблюдателю пришлось бы столкнуться с большими трудностями. Как, например, понять ему следующую картину: множество людей приходит вечером в большое помещение, несколько человек поднимаются на возвышение и начинают делать беспорядочные движения, а остальные сидят при этом спокойно; по окончании люди расходятся без всякого обсуждения. Один из молодых математиков, может быть в шутку, приводит и другой пример необъяснимого поведения: люди заходят в помещение, там получают бутылки с некоей жидкостью, после чего начинают бессмысленно жестикулировать. Постороннему наблюдателю будет трудно установить, что же это такое — просто разлад в машине, какая-то пауза в ее непрерывной осмысленной работе, или же можно описать, что происходит в этих двух случаях, и установить разницу между ними.

Оставив шутливый тон, сформулируем серьезно возникающую здесь проблему: нужно научиться в терминах поведения осуществлять объективное описание самого механизма, это поведение обуславливающего, уметь различать отдельные виды деятельности высокоорганизованной системы. Впервые в нашей стране И. П. Павлов установил возможность объективного изучения поведения животных и человека, а также регулирующих это поведение мозговых процессов без всяких субъективных гипотез, выраженных в психологических терминах. Глубокое изучение предложенной проблемы есть не что иное, как павловская программа анализа высшей нервной деятельности в ее дальнейшем развитии.

Создание высокоорганизованных живых существ превосходит возможности техники наших дней. Но всякие ограничительные тенденции, всякое неверие или даже утверждение невозможности на рациональных путях достичь объективного описания человеческого сознания во всей его полноте сейчас явились бы тормозом в развитии науки. Разрешение этой проблемы необходимо, ибо уже истолкование разных видов деятельности может служить толчком для развития машинной техники и автоматики. С другой стороны, возможности объективного анализа нервной системы сейчас столь велики, что не хочется заранее останавливаться перед задачами любой трудности.

Если технические трудности будут преодолены, то вопрос о практической целесообразности осуществления соответствующей программы работ останется по меньшей мере спорным.

Однако в рамках материалистического мировоззрения не существует никаких состоятельных принципиальных аргументов против положительного ответа на наш вопрос. Более того, этот положительный ответ является сейчас современной формой убеждений о естественном возникновении жизни и материальной основе сознания.

2. Дискретна или непрерывна мысль?

В кибернетике и теории автоматов сейчас наиболее разработана теория работы дискретных устройств, т. е. таких устройств, которые состоят из большого числа отдельных элементов и работают отдельными тактами. Каждый элемент может находиться в небольшом числе состояний, и изменение состояния отдельного элемен-

та зависит от предыдущих состояний сравнительно небольшого числа элементов. Так устроены электронные машины, так, предположительно, устроен и человеческий мозг. Считается, что мозг имеет таких отдельных элементов — нервных клеток 10^{10} , а может быть, и еще больше. Несколько проще, но еще более грандиозно в смысле объема устроен аппарат наследственности.

Иногда делают вывод, что кибернетика должна заниматься лишь дискретными устройствами. Против такого подхода есть два возражения. Во-первых, реальные сложные системы — как многие машины, так и все живые существа — действительно имеют определенные устройства, основанные на принципе непрерывного действия. Что касается машин, то таким примером может служить, скажем, руль автомобиля и т. п. Если мы обратимся к человеческой деятельности — сознательной, но не подчиненной законам формальной логики, т. е. деятельности интуитивной или полунтуитивной, например к двигательным реакциям, то мы обнаружим, что большое совершенство и отточенность механизма непрерывного движения построены на движениях непрерывно-геометрического характера. Если человек совершает тройной прыжок или прыжок с шестом или, например, готовится к дистанции слалома, его движение должно быть заранее намечено как непрерывное (для математиков: путь слаломиста оказывается даже аналитической кривой). Можно полагать, однако, что это не есть радикальное возражение против дискретных механизмов. Скорее всего интуиция непрерывной линии в мозге осуществляется на базе дискретного механизма.

Второе возражение против дискретного подхода заключается в следующем: заведомо человеческий мозг и даже, к сожалению, часто вычислительные машины, отнюдь не всегда действуют детерминированно — полностью закономерным образом. Результат их действия в некоторый момент (в данной ячейке) нередко зависит от случая. Желая обойти эти возражения, можно сказать, что и в автоматы можно «ввести случайность». Вряд ли имитирование случайности (т. е. замена случая какими-то закономерностями, не имеющими отношения к делу) может принести сколько-нибудь серьезный вред при моделировании жизни. Правда, вмешательство случайности часто рассматривается несколько примитивно: заготавливается достаточно длинная лента случайных чисел, которая затем используется для имитации случая в различных задачах. Но при частом употреблении эта заготовленная «случайность» в конце концов перестает быть случайностью. Исходя из этих соображений, к вопросу имитации случая на автоматах следует подходить с большой осторожностью. Однако принципиально это вещь во всяком случае возможная.

Только что изложенная аргументация приводит нас к следующему основному выводу.

Несомненно, что переработка информации и процессы управления в живых организмах построены на сложном переплетении дискретных (цифровых) и непрерывных механизмов, с одной стороны, детерминированного и вероятностного принципов действия — с другой.

Однако дискретные механизмы являются ведущими в процессах переработки информации и управления в живых организмах. Не существует состоятельных аргументов в пользу принципиальной ограниченности возможностей дискретных механизмов по сравнению с непрерывными.

3. Что такое «очень много»?

Часто, сомневаясь в возможности моделировать человеческое сознание на автоматах, говорят, что количество функций высшей нервной деятельности человека необъятно велико и никакая машина не может стать моделью сознательной человеческой деятельности в полном ее объеме. Одних только нервных клеток в коре го-

ловного мозга 10^{10} . Каково же должно быть число элементов в машине, имитирующей всю сложную высшую нервную деятельность человека?

Эта деятельность, однако, связана не с разрозненными нервными клетками, а с довольно большими агрегатами их. Невозможно представить себе, чтобы, скажем, какая-нибудь математическая теорема «сидела» в одной-единственной, специально для нее заготовленной нервной клетке или даже в каком-то определенном числе их. По-видимому, дело обстоит совершенно иначе. Наше сознание оперирует небольшими количествами информации. Количество единиц информации, которое человек воспринимает и перерабатывает в секунду, совсем невелико. Вот один несколько парадоксальный пример: слаломист, преодолевая дистанцию, в течение десяти секунд воспринимает и перерабатывает значительно большую информацию, чем при других, казалось бы, более интеллектуальных видах деятельности, во всяком случае больше, чем математик пропускает через свою голову за сорок секунд напряженной работы мысли. Вообще, вся сознательная жизнь человека устроена как-то очень своеобразно и сложно, но когда закономерности ее будут изучены, для моделирования ее потребуется гораздо меньше элементарных ячеек, чем для моделирования всего мозга, как это ни удивительно.

Какие же объемы информации могут создавать уже качественное своеобразие сложных явлений, подобных жизни, сознанию и т. п.?

Можно разделить все числа на малые, средние, большие и сверхбольшие. Эта классификация нестрога, в рамках ее нельзя будет сказать, что такое-то число, например, среднее, а следующее за ним — уже большое. Здесь числа делятся на категории с точностью до порядка величин. Но большая строгость нам здесь и не нужна. Каковы же эти категории? Начнем с определений, понятных лишь математикам.

I. Число А назовем малым, если практически возможно перебрать все схемы из А элементов с двумя входами и выходами или выписать для них все функции алгебры логики с А аргументами.

II. Число Б называется средним, если мы оказываемся не в состоянии перебрать практически все схемы из Б элементов, а можем перебрать лишь сами эти элементы или (что чуть-чуть сложнее) выработать систему обозначений для любой системы из Б элементов.

III. И, наконец, число В — большое, если мы не в состоянии практически перебрать такое число элементов, а можем лишь установить систему обозначений для этих элементов.

IV. Числа будут сверхбольшими, если практически и этого нельзя сделать; они нам, как мы увидим дальше, и не понадобятся.

Поясним теперь эти определения на доступных примерах.

Пусть к одной электрической лампочке подсоединено три выключателя, каждый из которых может находиться в левом (Л) или правом (П) положении. Тогда, очевидно, возможных совместных положений трех выключателей будет $2^3 = 8$. Перечислим их для наглядности:

- | | | | |
|--------|--------|--------|---------|
| 1) ЛЛЛ | 3) ЛПП | 5) ПЛЛ | 7) ПЛП |
| 2) ЛПЛ | 4) ЛПЛ | 6) ППЛ | 8) ППП. |

Проводку к нашим выключателям можно сделать таким образом, что в каждом из выписанных положений лампочка может как гореть, так и не гореть. Если произвести подсчет, то окажется, что различных положений выключателей, сопровождаемых такими отметками, будет 2^{2^3} , т. е. $2^8 = 256$. Справедливость этого последнего утверждения читатель без труда может проверить самостоятельно, дополняя выписанные положения выключателей знаками «горит», «не горит».

Тот факт, что такое упражнение под силу читателю и не займет у него слишком много времени, и убеждает нас в том, что число 3 (число выключателей) относится к малым. Если бы выключателей было не 3, а, скажем, 5, то пришлось бы выписать $2^{25} = 4\,294\,967\,296$ различных совместных положений выключателей, сопровождаемых отметками «горит», «не горит». Вряд ли можно за какое-нибудь разумное время практически проделать все это не сбившись. Поэтому число 5 уже нельзя считать малым.

Чтобы стал понятен термин «среднее число», приведем другой пример. Представьте себе, что вас ввели в помещение, где находится 1000 человек, и предложили с каждым из них поздороваться за руку. Правда, ваша рука после таких упражнений будет чувствовать себя неважно, но практически (по времени) проделать такое упражнение вполне возможно. Вы вполне сумеете, не сбившись, подойти к каждому из тысячи и протянуть ему руку. А если бы последовало предложение всей тысяче присутствующих обменяться друг с другом рукопожатиями, да еще каждой компании из трех человек внутри своего кружка дополнительно обменяться рукопожатиями и т. д., то это оказалось бы невыносимым. Число 1000 и есть среднее. Можно сказать, что мы «перебрали» тысячу элементов, отметив при этом каждого (рукопожатием).

Совсем простым примером большого числа является число видимых звезд на небосклоне. Каждый знает, что невозможно пересчитать звезды пальцем, а тем не менее существует каталог звездного неба (т. е. выработана система обозначений), пользуясь которым мы в любой момент можем получить справку о нужной нам звезде.

Естественно, что вычислительная машина может, во-первых, дольше работать не сбываясь, а во-вторых, она составляет различные схемы во много раз быстрее, чем человек. Поэтому в каждой категории соответствующие числа для машины будут больше, чем для человека.

Числа	Человек	Машина
Малые	3	10
Средние	1000	10^{10}
Большие	10^{100}	$10^{10^{10}}$

Что поучительного в этой таблице? Из нее видно, что хотя соответственные числа для машины гораздо больше, чем для человека, но остаются близкого порядка с ними. Между же числами разных категорий существует непроходимая грань: числа, средние для человека, не становятся малыми для машины, так же как числа, большие для человека, не становятся средними для машины. 10^3 несравненно больше, чем 10, а 10^{100} безнадежно больше, чем 10^{10} . Заметим, что объем памяти живого существа и даже машины характеризуется средними числами, а многие проблемы, решаемые путем так называемого простого перебора, — большими.

Здесь мы сразу выходим за пределы возможностей сравнения путем простого перебора. Проблемы, которые не могут быть решены без большого перебора, останутся за пределами возможностей машины на сколь угодно высокой ступени развития техники и культуры.

К этому выводу мы пришли, не обращаясь к понятию бесконечности. Оно нам не понадобилось и вряд ли понадобится при решении реальных проблем, возникающих на пути кибернетического анализа жизни.

Зато важным становится другой вопрос: существуют ли проблемы, которые ставятся и решаются без необходимости большого перебора? Такие проблемы должны прежде всего интересовать кибернетиков, ибо они реально разрешимы.

Принципиальная возможность создания полноценных живых существ, построенных полностью на дискретных (цифровых) механизмах переработки информации и управления, не противоречит принципам материалистической диалектики. Противоположное мнение может возникнуть лишь потому, что некоторые привыкли видеть диалектику лишь там, где появляется бесконечность. При анализе явлений жизни существенна, однако, не диалектика бесконечного, а диалектика большого числа.

4. Осторожно, увлекаемся!

В настоящее время для кибернетики, пожалуй, больше, чем для всякой другой науки, важно, что о ней пишут. Я не принадлежу к большим энтузиастам всей той литературы по кибернетике, которая сейчас так широко издается, и вижу в ней большое количество, с одной стороны, преувеличений, а с другой — упрощенчества.

Нельзя, конечно, сказать, что в этой литературе утверждается то, что на самом деле недостижимо, но в ней часто встречаются восторженные статьи, сами заглавия которых уже кричат об успехах в моделировании различных сложных видов человеческой деятельности, которые в действительности моделируются пока совсем плохо. Например, в американской кибернетической литературе и у нас, порой даже в совсем серьезных научных журналах, можно встретить работы о так называемом машинном сочинении музыки (это не относится к работам Р. Х. Зарипова). Под этим обычно подразумевается следующее: в память машины «закладывается» нотная запись большого числа (скажем, 70) ковбойских песен или, например, церковных гимнов; затем машина по первым четырем нотам одной из этих песен отыскивает все те песни, где эти четыре ноты встречаются в том же порядке и, случайным образом выбрав одну из них, берет из нее следующую, пятую ноту. Теперь перед машиной вновь четыре ноты (2, 3, 4 и 5), и она снова таким же способом осуществляет поиски и выбор. Так машина как бы на ощупь «создает» некую новую мелодию. При этом утверждается, что если в памяти машины были ковбойские песни, то и в ее творении слышится нечто «ковбойское», а если это были церковные гимны, — то нечто «божественное». Спрашивается, а что произойдет, если машина будет производить поиск не по четырем, а по семи идущим подряд нотам? Поскольку в действительности двух произведений, содержащих семь одинаковых нот подряд, почти не встретишь, то, очевидно, «запев» семь нот из какой-нибудь песни, машина вынуждена будет пропеть ее до конца. Если же, наоборот, машине для собственного творчества достаточно знать только две ноты (а произведений с двумя одинаковыми нотами сколько угодно), то здесь ей представится бы такой широкий выбор, что вместо мелодии из машины послышалась бы какофония звуков.

Вся эта несложная схема преподносится в литературе как «машинное сочинение музыки», причем всерьез заявляется, что с увеличением числа нот, нужных «для заправки», машина начинает создавать музыку более серьезного, классического характера, а с уменьшением этого числа переходит на современную, джазовую.

На сегодня мы еще очень далеки от осуществления анализа и описания высших форм человеческой деятельности, мы даже еще не научились в объективных терминах давать определения многих встречающихся здесь категорий и понятий, а не только моделировать такие сложные виды этой деятельности, к каким относится создание музыки. Если мы не умеем понять, чем отличаются живые существа, нуждающиеся в музыке, от существ, в ней не нуждающихся, то, приступая сразу к ма-

шинному сочинению музыки, мы окажемся в состоянии моделировать лишь чисто внешние факторы.

«Машинное сочинение музыки» — это только пример упрощенного подхода к проблемам кибернетики. Другой распространенный недостаток заключается в том, что сторонники кибернетики настолько увлеклись возможностями кибернетического подхода к решению любых самых сложных задач, что позволяют себе пренебрегать опытом, накопленным другими науками за долгие века их существования. Часто забывают о том, что анализ высших форм человеческой деятельности был начат давно и продвинулся довольно далеко. И хотя он и ведется в других, не кибернетических, терминах, но по существу объективен, и его необходимо изучать и использовать. А то, что сумели сделать кибернетики «голыми руками» и вокруг чего понимают такую шумиху, зачастую не выходит за рамки исследования самых примитивных явлений. Однажды на вечере в московском Доме литераторов один из участников вел с трибуны разговор о том, что наше время должно было создать и уже создало новую медицину. Эта новая медицина есть достояние и предмет изучения не медиков, а специалистов по теории автоматического регулирования! Самое главное в медицине, по мнению выступавшего, — это циклические процессы, происходящие в человеческом организме. А такие процессы как раз и описываются дифференциальными уравнениями, изучаемыми в теории автоматического регулирования. Так что изучать медицину в медицинских институтах теперь вроде как устарело — ее надо передать в ведение вузов и математических факультетов. Может быть, и верно, что специалисты по теории автоматического регулирования могут сказать свое слово в разрешении отдельных проблем, стоящих перед медициной. Но если они захотят принять участие в этой работе, то прежде всего им потребуется колоссальная доквалификация, ибо опыт, накопленный медициной, этой старейшей из наук, огромен, и для того чтобы сделать в ней что-то серьезное, надо сначала овладеть им.

5. Почему только крайности?

Вообще анализ высшей нервной деятельности в кибернетике сосредоточен пока на двух крайних полюсах. С одной стороны, кибернетики активно занимаются изучением условных рефлексов, т. е. простейшего типа высшей нервной деятельности. Всем, вероятно, известно, что такое условный рефлекс. Если два каких-нибудь раздражителя многократно осуществляются одновременно друг с другом (например, одновременно с подачей пищи включается звонок), то через некоторое время уже один из этих раздражителей (звонок) вызывает ответную реакцию организма (слюноотделение) на другой раздражитель (подачу пищи). Это сцепление является временным и, если его не подкреплять, постепенно исчезает. Значительная часть кибернетических проблем, которые известны сейчас под названием математической теории обучения, охватывает такие очень простые схемы, которые не исчерпывают и малой доли всей сложной высшей нервной деятельности человека и в анализе самой условно-рефлекторной деятельности представляют собой лишь начальную ее ступень.

Другой полюс — это теория формально-логических решений. Эта сторона высшей нервной деятельности человека хорошо поддается изучению математическими методами, и с созданием вычислительной техники и вычислительной математики исследования такого рода быстро двинулись вперед. И здесь кибернетики во многом преуспели.

А все огромное пространство между этими двумя полюсами — самыми примитивными и самыми сложными психическими актами (даже такие простые формы синтетической деятельности, как, скажем, механизм точно рассчитанного геометри-

ческого движения, о котором говорилось выше, пока плохо поддаются кибернетическому анализу) — изучается крайне мало, чтобы не сказать вовсе не изучается.

6. Кибернетика и язык

Особое положение сейчас занимает математическая лингвистика. Эта наука только еще создается и развивается по мере накопления кибернетических проблем, связанных с языком. Она имеет дело с анализом высших форм человеческой деятельности скорее интуитивного, нежели формально-логического характера, ибо эта деятельность плохо поддается точному описанию. Каждый знает, что такое грамотно построенная фраза, правильное согласование слов и т. п., но никто пока не может адекватно передать это знание машине. Точный, логически и грамматически безукоризненный машинный перевод сейчас возможен был бы, пожалуй, только с латинского и на латинский язык, грамматические правила которого достаточно полны и однозначны. Грамматические же правила новых, живых языков, по-видимому, еще недостаточны для осуществления с их помощью машинного перевода. Необходимым здесь анализом занимаются уже давно, и в настоящее время машинный перевод стал предметом широко и серьезно поставленной деятельности. Можно, пожалуй, сказать, что именно на нем сосредоточено сейчас основное внимание математических лингвистов. Однако в теоретических работах по математической лингвистике мало учитывается одно обстоятельство, а именно тот факт, что язык возник значительно раньше формально-логического мышления. Быть может, для теоретической науки одно из самых интересных исследований (в котором могут естественно сочетаться идеи кибернетики, новый математический аппарат и современная логика) есть исследование процесса образования слов как второй сигнальной системы. Первоначально, при полном еще отсутствии понятий, слова выступают в роли сигналов, вызывающих определенную реализацию. Возникновение логики обычно относят к сравнительно недавнему времени: по-видимому, только в Древней Греции было ясно понято и сформулировано, что слова не просто являются обозначениями неких непосредственных представлений и образов, но что от слова можно отделить понятие. До настоящего, формально-логического, мышления мысли возникали не формализованные в понятия, а как комбинирование слов, которые ведут за собой другие слова, как попытки непосредственно зафиксировать проходящий перед нашим сознанием поток образов и т. д. Проследить этот механизм выкристаллизовывания слов как сигналов, несущих в себе комплекс образов, и создания на этой базе ранней логики — крайне благодарная область исследования, для математика в частности, что, впрочем, неоднократно отмечалось в кибернетической литературе.

Интересным может показаться и следующий вопрос: как формулируется логическая мысль у человека? Попробуем проследить этапы этого процесса на примере работы математика над какой-нибудь проблемой. Сначала, по-видимому, возникает желание исследовать тот или иной вопрос, затем какое-то приблизительное, неведомо откуда возникшее представление о том, что мы надеемся получить в результате наших поисков и какими путями нам, может быть, удастся этого достичь, и уже на следующем этапе мы пускаем в ход свой внутренний «арифмометр» формально-логического рассуждения. Таков, по-видимому, путь формирования логической мысли, такова схема процесса творчества. Может, вероятно, представиться интересным не только исследовать первую, интуитивную стадию этого процесса, но и задаться целью создать машину, способную помочь человеку в процессе творчества на стадии оформления мысли (математику, например, на стадии оформления вычислений), поручить, скажем, такой машине понимать и фиксировать в полном виде какие-то неясные, вспомогательные наброски чертежей и формул, которые всякий математик рисует на бумаге в процессе творческих поисков, или, например, воссозда-

вать по наброскам изображения фигур в многомерных пространствах и т. п. Иными словами, интересно подумать о создании машин, которые, не подменяя человека, уже сейчас помогали бы ему в сложных процессах творчества. Пока еще трудно даже представить себе, каким образом и на каких путях такую машину можно было бы осуществить. Но хотя пока еще эта задача и далека от своего разрешения, разговор обо всех таких вопросах уже возник в кибернетической литературе, что, по-видимому, можно только приветствовать.

Как можно уже увидеть из нескольких приведенных здесь примеров, различных проблем, связанных с пониманием объективного устройства самых тонких разделов высшей нервной деятельности человека, очень много. И все они заслуживают должного внимания кибернетиков.

7. Материализм — это прекрасно!

В заключение следует остановиться на вопросах, касающихся, если можно так сказать, этической стороны идей кибернетики. Встречающиеся часто отрицание и неприятие этих идей проистекают из нежелания признать, что человек является действительно сложной материальной системой, но системой конечной сложности и весьма ограниченного совершенства и поэтому доступной имитации. Это обстоятельство многим кажется унижительным и страшным. Даже воспринимая эту идею, люди не хотят мириться с ней: такая картина всеобъемлющего проникновения в тайны человека, вплоть до возможности, так сказать, «закодировать» его и «передать по телеграфу» в другое место, кажется им отталкивающей и пугающей. Встречаются опасения и другого рода: а допускает ли вообще наше внутреннее устройство исчерпывающее объективное описание? Предлагалось, например, поставить перед кибернетикой задачу научиться отличать по объективным признакам существа, нуждающиеся в сюжетной музыке, от существ, в ней не нуждающихся. А вдруг по-анализируем, поанализируем — и окажется, что и в самом деле нет никакого разумного основания выделять такую музыку как благородную по сравнению с другими созвучиями.

Мне представляется важным понимание того, что ничего унижительного и страшного нет в этом стремлении постичь себя до конца. Такие настроения могут возникать лишь из полужнания: реальное понимание всей грандиозности наших возможностей, ощущение присутствия вековой человеческой культуры, которая придет нам на помощь, должно производить огромное впечатление, должно вызывать восхищение! Все наше устройство в самих себе понятно, но понятно и то, что это устройство содержит в себе колоссальные, ничем не ограниченные возможности.

На самом деле нужно стремиться этот глупый и бессмысленный страх перед имитирующими нас автоматами заменить огромным удовлетворением тем фактом, что такие сложные и прекрасные вещи могут быть созданы человеком, который еще совсем недавно находил простую арифметику чем-то непонятным и возвышенным.

Сведения об авторах

Глеб Павлович АКИЛОВ (24 января 1921 — 2 сентября 1986)

Математик, специалист в области функционального анализа. Ученик Л. В. Канторовича. Окончил Ленинградский университет в 1941 г. В 1959 г. вышла монография Л. В. Канторовича и Г. П. Акилова «Функциональный анализ в нормированных пространствах», которая быстро приобрела мировую известность.

Аксель Иванович БЕРГ (10 ноября 1893, н. с. — 9 июля 1979)

Доктор технических наук (с 1936 г.), академик (с 1946 г.), адмирал-инженер. Работал в области радиотехники, радиолокации, теории надёжности, кибернетики. В 30-е и 40-е гг. преподавал в ленинградских вузах. Организатор ряда новых направлений в отечественной радиоэлектронной промышленности. Создатель и первый директор Института радиотехники и электроники АН СССР (1955). С 1959 г. до конца жизни — председатель Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР.

Марина Акселевна БЕРГ

Дочь А. И. Берга. Окончила физический факультет МГУ, защитила кандидатскую диссертацию по техническим наукам, работала в Институте радиотехники и электроники АН СССР. Воспоминания об отце она писала, будучи тяжело больной. Марина Акселевна умерла в 1984 г. Рукопись её воспоминаний сохранила С. С. Масчан и предоставила для сборника «Академик Аксель Иванович Берг (К столетию со дня рождения)».

Михаил Моисеевич БОТВИННИК (17 августа 1911 — 5 мая 1985)

Специалист в области электротехники. Доктор технических наук. Пятикратный чемпион мира по шахматам (1948–1957, 1958–1960, 1961–1963 гг.). Активно занимался созданием алгоритмов шахматного мастера для ЭВМ.

Николай Николаевич ВОРОНЦОВ. Родился в 1932 г.

Профессор, доктор биологических наук. Академик и вице-президент РАЕН. В 1955 г. окончил биофак МГУ. Работал в Зоологическом институте АН СССР (Ленинград) и во 2-м Московском медицинском институте. В 1962 г. переехал в Новосибирск, где был учёным секретарём Президиума СО АН СССР по биологическим наукам, а также старшим научным сотрудником и (с 1968 по 1971 год) заведующим лабораторией популяционной генетики Института цитологии и генетики СО АН СССР. В 70-е годы директор Биолого-почвенного института Дальневосточного научного центра. В настоящее время главный научный сотрудник Института биологии развития РАН (Москва). В конце 80-х — начале 90-х годов Н. Н. Воронцов — депутат Верховного Совета СССР и министр экологии СССР.

Израиль Моисеевич ГЕЛЬФАНД. Родился в 1913 г.

Математик. Специалист по функциональному анализу. Основоположник теории нормированных колец («банаховых алгебр»). Интересовался теоретической физикой и занимался математическими задачами биологии. В настоящее время работает в США.

Модест Георгиевич ГААЗЕ-РАПОПОРТ (2 июня 1919 — 10 марта 1996)

В 1941 г. закончил Артиллерийскую академию. Специалист в области систем противовоздушной обороны, вычислительной техники и программирования. С начала 50-х годов — активный участник кибернетического движения. Автор одной из первых отечественных книг по кибернетике — «Автоматы и живые организмы» (1961).

Виктор Михайлович ГЛУШКОВ (24 августа 1923 — 30 января 1982)

Академик (с 1964 г.). Специалист в области абстрактной и топологической алгебры, теории цифровых автоматов, теоретических и прикладных вопросов кибернетики. С 1956 г. работал в Академии наук УССР. С 1962 г. и до конца своей жизни — директор созданного им в Киеве Института кибернетики АН УССР.

Андрей Петрович ЕРШОВ (19 апреля 1931 — 8 декабря 1988)

Специалист в области теоретического и системного программирования. Окончил мехмат МГУ в 1954 г. В 1954–1957 гг. аспирант А. А. Ляпунова и сотрудник ВЦ АН СССР. Доктор физико-математических наук (с 1968 г.). Академик (с 1984 г.). В 1957 г. по предложению С. Л. Соболева перешел на работу в Сибирское отделение АН СССР. С этого времени и до конца жизни руководил созданным им отделом программирования Вычислительного центра СО АН СССР. В 1987–88 гг. — председатель Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика».

Александр Константинович ЖОЛКОВСКИЙ. Родился в 1937 г.

Окончил филологический факультет МГУ; ученик Вяч. Вс. Иванова. Занимался машинным переводом и структурной семантикой. Эмигрировал в 1979 г. С 1983 г. — профессор Университета Южной Калифорнии.

Виктор Абрамович ЗАЛГАЛЛЕР. Родился в 1920 г.

С 1941 по 1945 гг. — на фронте. Окончил Ленинградский университет в 1948 г. Доктор физико-математических наук (с 1948 г.) Специалист в области геометрии. В течение многих лет занимался, вместе с Л. В. Канторовичем, разработкой математических методов оптимального планирования. В настоящее время ведущий научный сотрудник Санкт-Петербургского отделения МИ РАН и профессор Санкт-Петербургского университета.

Вячеслав Всеволодович ИВАНОВ. Родился 21 августа 1929.

Доктор филологических наук, директор Института мировой культуры Московского университета. Автор книг и статей по лингвистике, семиотике, истории мифологии. Член Британской Академии наук, Американской Академии наук и искусств и других иностранных академий. Читает лекции в Университете Калифорнии (Лос-Анджелес).

Леонид Витальевич КАНТОРОВИЧ (19 января 1912 — 7 апреля 1986)

Математик. Окончил Ленинградский университет в 1930 г. Академик с 1964 г. Работал во многих областях математики, особенно в функциональном анализе. Занимался рядом задач прикладной математики и экономики. Был первооткрывателем линейного программирования (1939, Нобелевская премия по экономике 1975 года). С 1960 по 1970 г. руководил математико-экономическим отделением Института математики Сибирского отделения АН СССР.

Анатолий Иванович КИТОВ. Родился в 1920 г.

Доктор технических наук. Специалист в области вычислительной техники и программирования. Профессор кафедры информационных технологий Российской экономической академии им. Г. В. Плеханова.

Ольга Сергеевна КУЛАГИНА

Окончила мехмат МГУ в 1954 г. Ещё в ноябре 1953 г. поступила на работу в ИПМ в качестве лаборанта. Недавно созданный (в апреле 1953) Институт прикладной математики нуждался в кадрах, и его директор М. В. Келдыш получил специальное разрешение принять на работу будущих выпускников университета (вместе с Ольгой Сергеевной, в ИПМ пришли таким образом Э. З. Любимский, В. С. Штаркман, И. Б. Задыхайло и др.). Это были первые выпускники вновь организованной кафедры вычислительной математики, первые слушатели лекций А. А. Ляпунова по программированию, а затем — участники его Большого семинара. В настоящее время Ольга Сергеевна — ведущий научный сотрудник ИПМ РАН, доктор физико-математических наук, специалист в области машинного перевода текстов и машинного анализа естественных языков.

Андрей Георгиевич МАЛЕНКОВ. Родился в 1937 г. в Москве.

Доктор биологических наук, профессор. Академик РАЕН. Специалист в области биофизики тканей, биофизики развития, экспериментальной онкологии. Окончил физфак МГУ (кафедра биофизики) в 1961 г. Во время дрозophilной практики у Н. В. Тимофеева-Ресовского в Миассово (1957 г.) познакомился с А. А. Ляпуновым, который предложил помочь ему изложить генетику в терминах, понятных для математиков. Эта работа началась в 1958–1959 гг., когда А. Г. Маленков был ещё студентом.

Елена Владимировна МАРКОВА

С 1943 по 1953 г. — каторжанка на Воркуте. В 1960 г. окончила Всесоюзный заочный политехнический институт. Специалист по планированию многофакторных экспериментов. Доктор технических наук (с 1971 г.). Автор 15 монографий. С 1961 по 1981 г. работала в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика»: учёным секретарём секции «Химическая кибернетика», заместителем председателя секции «Математическая теория эксперимента». В настоящее время — главный специалист Российского центра сертификации Госстандарта.

Сусанна Степановна МАСЧАН

Окончила филологический факультет МГУ, кандидат наук, с 1961 по 1992 г. работала учёным секретарём Научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика». В настоящее время — старший научный сотрудник этого Совета.

Альберт Макарьевич МОЛЧАНОВ

Доктор физико-математических наук, профессор. Специалист в области дифференциальных уравнений и математического моделирования в биологии. Директор Института математических проблем биологии РАН (Пущинский научный центр).

Людмила Трофимовна ПЕТРОВА

Окончила математико-механический факультет Ленинградского университета в 1953 г. В 1950 г., будучи студенткой, познакомилась с Л. В. Канторовичем, который в это время читал в ЛГУ курс функционального анализа. Выполнила под его руководством дипломную работу. По окончании университета Л. В. Канторович

приглашает Людмилу Трофимовну в свой отдел ЛОМИ АН СССР, где она работала до 1960 г., занимаясь вычислениями и крупноблочным программированием. С 1960 по 1971 гг. работала под руководством Л. В. Канторовича в математико-экономическом отделении Института математики СО АН СССР.

Иван Борисович ПОГОЖЕВ. Родился в 1923 году.

Окончил в 1953 г. Артиллерийскую академию им. Дзержинского. Доктор технических наук (1967 г.) профессор (1981 г.) В 1974–1982 гг. — сотрудник Вычислительного центра СО АН СССР (Новосибирск). С 1982 г. работает в Институте вычислительной математики АН СССР (Москва).

Римма Ивановна ПОДЛОВЧЕНКО

Профессор, доктор физико-математических наук. Окончила МГУ в 1953 г. по кафедре вычислительной математики. Ещё в 1952 году, после прохождения практики в ИТМиВТ, была приглашена на работу в этот институт, в отдел И. С. Мухина. Участвовала в разработке программ для БЭСМ-1. С 1953 по 1956 г. — в аспирантуре МГУ у А. А. Ляпунова. С 1954 по 1957 г. работает, по рекомендации А. А. Ляпунова, в ФИАНе. С 1957 по 1992 г. — в Ереване, зав. кафедрой вычислительной математики Ереванского госуниверситета, затем — доцент, профессор, зав. кафедрой алгоритмических языков этого университета. С 1993 г. — ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ и одновременно преподаватель кафедры математической кибернетики.

Андрей Игоревич ПОЛЕТАЕВ. Родился в 1945 г.

Окончил физфак МГУ в 1968 г. Специальность — молекулярная биофизика. Основные интересы: исследование генома человека, создание молекулярных технологий.

Игорь Андреевич ПОЛЕТАЕВ (2 февраля 1915 — 20 июля 1983)

Инженер-электрик. Занимался математическим моделированием сложных экономических и биологических систем. Окончил в 1938 г. Московский энергетический институт. С 1938 г. по 1941 г. — аспирант Всесоюзного энергетического института. С 1941 по 1945 — в действующей армии. Заведующий лабораторией НИИ-5 Главного артиллерийского управления (1948–1959). Старший научный сотрудник ВЦ-2 Министерства обороны (1959–1961). С ноября 1961 г. и до конца своей жизни — заведующий лабораторией Института математики СО АН СССР.

Михаил Константинович ПОЛИВАНОВ (19 сентября 1930 — 23 января 1992)

Ученик академика Н. Н. Боголюбова. Окончил физический факультет Московского университета в 1954 г. Доктор физико-математических наук (с 31 мая 1968 г.), профессор (с 7 апреля 1972 г.). С 1 июля 1969 г. до конца жизни был заведующим отделом квантовой теории поля Математического института им. Стеклова (Москва).

Дмитрий Александрович ПОСПЕЛОВ. Родился в 1932 г. в Москве.

Доктор технических наук, профессор, академик РАЕН. Окончил механико-математический факультет МГУ по специальности «Вычислительная математика». Специалист в области искусственного интеллекта и интеллектуальных систем. В настоящее время заведует отделом «Проблемы искусственного интеллекта» в Вычислительном центре РАН.

Вадим Александрович РАТНЕР. Родился в 1932 году.

Профессор, доктор биологических наук. Академик РАЕН. В 1955 окончил физфак Ленинградского университета. С 1960 г. работает в Институте цитологии и генетики СО АН СССР (РАН) в Академгородке г. Новосибирска. Специалист в области математической генетики, теории молекулярно-генетических систем, теории молекулярной эволюции. В 60-е годы активный участник семинаров и школ, руководимых А. А. Ляпуновым и Н. В. Тимофеевым-Ресовским. Считает себя их учеником.

Сергей Львович СОБОЛЕВ. (23 сентября 1908, н. с.— 3 января 1989)

Математик. Работал в области уравнений в частных производных. Один из первооткрывателей обобщённых функций, автор первых «теорем вложения». В 1929 г. окончил физико-математический факультет Ленинградского университета. Академик (с 1939 г.). С 1934 г. заведовал отделом дифференциальных уравнений с частными производными Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР. С 1957 по 1983 гг. — директор Института математики Сибирского отделения АН СССР. Придавая важное значение кибернетике, был одним из первых её пропагандистов в СССР.

Николай Владимирович ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ (7 сентября 1900, ст. с.— 28 марта 1981)

Выдающийся русский генетик, эволюционист, биофизик, радиобиолог. Профессор, член нескольких иностранных академий. Окончил биологическое отделение МГУ в 1922 г. Ученик Н. К. Кольцова. В 1925–1945 гг. руководил отделом генетики и биофизики Института кайзера Вильгельма в г. Берлине. С 1955 по 1963 г. заведовал отделом радиобиологии и биофизики Института биологии Уральского филиала АН СССР (Свердловск). С 1964 по 1969 г.— зав. отделом радиобиологии и генетики Института медицинской радиологии АМН СССР в г. Обнинске. С 1969 по 1980 г.— профессор-консультант Института медико-биологических проблем в г. Москве. Пользовался непререкаемым научным авторитетом как на родине, так и за рубежом. Совместно с Л. А. Блюменфельдом руководил летними школами по генетике и биофизике в Миассово (Урал) с 1957 по 1963 гг. и на Можайском море под Москвой с 1965 по 1968 гг.

Аргента Антониновна ТИТЛЯНОВА

Закончила в 1952 г. Ленинградский университет как радиохимик. Работала на закрытом объекте, где и познакомилась с Н. В. Тимофеевым-Ресовским. С 1954 по 1964 гг. работала в лаборатории биофизики Уральского филиала АН СССР и постепенно переквалифицировалась в эколога. С 1964 г. живёт в Академгородке и с 1972 г. работает в Институте почвоведения и агрохимии. Доктор биологических наук, профессор, автор нескольких монографий. Специалист в области биологического круговорота и экосистемной экологии.

Борис Авраамович ТРАХТЕНБРОТ. Родился в 1921 г.

Математик, специалист в области математической логики, теории алгоритмов, теоретической кибернетики. В 60–70-е гг. работал в Новосибирском Академгородке. В настоящее время — профессор Тель-Авивского университета (Израиль).

Владислав М. ТУРСКИЙ

Специалист в области теоретического программирования. Профессор Варшавского университета. В 1977–1982 гг.— директор Института информатики Польской

академии наук. Президент (1981–1987) и вице-президент (1987–1993) Польского общества информатики.

Владимир Андреевич УСПЕНСКИЙ. Родился 27 ноября 1930.

Ученик А. Н. Колмогорова. Окончил механико-математический факультет Московского университета в 1952 г. Доктор физико-математических наук (1964 г.), профессор (1967 г.). С 1965 г.— зав. кафедрой математической логики и теории алгоритмов Московского университета.

Абрам Ильич ФЕТ. Родился в 1924 г.

Математик, специалист по топологии и её приложениям к геометрии и анализу. В последнее время занимается теоретической физикой. Познакомился с А. А. Ляпуновым в 1961 году и преподавал на кафедре математического анализа Новосибирского университета, которой заведовал А. А. Ляпунов.

Геннадий Шмерельевич ФРИДМАН. Родился в 1946 г.

Кандидат физико-математических наук, член-корреспондент МАИ. Специалист в области дискретной математики. Президент ЗАО «Сибирская сотовая связь» (г. Омск). В 1964 г. окончил в г. Новосибирске физматшколу, а в 1969 г.— университет. С 1969 г. по 1973 г. работал в лаборатории А. А. Ляпунова. С 1988 г. по 1992 г.— заведующий кафедрой математики Омского государственного университета.

Юлиус Анатольевич ШРЕЙДЕР. Родился в 1927 г.

Профессор, академик РАЕН. В 1946 окончил мехмат МГУ. В 1950 защитил кандидатскую диссертацию по функциональному анализу, а в 1981 — докторскую по философии науки. Работал в СКБ-245, Московском институте стали, в Институте электронных машин, в ВИНТИ. В настоящее время (с 1989 г.) — главный научный сотрудник Института проблем передачи информации РАН. Занимается проблемами сознания.

Именной указатель

- Абдергальден Э. 591
Абрамов А. М. 495
Абрамова 115, 117
Абрахам Р. 486
Абросов Н. А. 382
Аванесов Р. И. 295
Аверинцев С. С. 337
Аганбегян А. Г. 511
Агафонов В. Н. 523
Агейкин Д. И. 236
Адамар Ж. С. 506
Адельсон-Вельский Г. М. 11
Айдукевич К. 339
Айзерман М. А. 13, 226, 240, 244, 249
Акилов Г. П. 456, 457, 508
Аккерман В. В. 10
Аксёнов И. Я. 242, 247, 248
Акушский И. Я. 230
Александр Дж. У. 487
Александр Невский 373, 463
Александров А. Д. 451, 452
Александров А. П. 38
Александров Г. Ф. 437
Александров П. С. 312, 322, 492, 493, 506
Алиханян С. А. 589
Аллен В. 351
Алпатов В. В. 583
Алпатов М. В. 334
Амбарцумян В. А. 180
Амосов Н. М. 30
Ампер А. М. 225, 538
Амусин И. Д. 337
Анджапаридзе Г. 306
Андреев Б. А. 596
Андреев Н. Д. 23, 162, 270, 281, 287, 289, 297, 298, 301, 303, 307, 336
Андреев Н. Н. 289, 326
Андронов А. А. 226, 539
Анисимов 129
Анохин П. К. 234, 235, 243
Антонов А. С. 589
Аппель П. Э. 450
Апресян Ю. Д. 281, 282, 295, 302, 320, 328
Арбузов А. Е. 180, 373, 464
Аринь Э. И. 248
Аристотель 593
Арнольд В. И. 491, 493
Арсенин В. Я. 465, 470
Арсентьева Н. Г. 281
Артёмов В. А. 293
Артоболевский И. И. 128
Архангельский А. Д. 594
Архимед 486
Асмус В. Ф. 313
Асратян Э. А. 413
Астауров Б. Л. 219, 583, 592
Атанасов Дж. В. 9, 480
Атлас З. В. 423
Ахманова О. С. 275, 276, 303–305
Ахманов С. А. 599
Ахматова А. А. 329
Ахутин В. М. 540
Бабицкий К. И. 280, 288
Багриновская Г. П. 53, 245, 350
Базилевский Ю. Я. 17, 23, 162, 242, 248
Байрон Дж. Н. Г. 232
Балакирев М. А. 373, 463
Баландин А. А. 472, 554
Баландина Н. А. 523
Балонов Л. В. 338
Балуев А. Н. 457
Баранов П. А. 593
Бардин И. П. 442

- Бари Н. К. 240, 465
 Бар-Хиллел И. 139, 323, 360
 Барт Р. 339
 Баршай Р. Б. 276
 Бауэр Ф. Л. 534
 Бах А. Н. 554, 588
 Бах И. С. 356, 403
 Бахметьев М. М. 84, 116, 159
 Бахрушин С. В. 486
 Бахтин М. М. 337, 339
 Безродный И. С. 122
 Бейссанс Э. Ж. Л. 325
 Беликов П. Н. 599
 Белкин В. Д. 455
 Беллман Р. Э. 510
 Белов Н. А. 234
 Белоцерковский О. М. 293
 Бельская И. К. 274, 275, 284, 342
 Белый А. (Бугаев Б. Н.) 330, 331
 Беляев Д. К. 379, 381, 385, 390
 Беляев С. Т. 381
 Беляев Ю. К. 249
 Бём-Баверк Э. (О.) фон 113
 Бенвенист Э. 320, 324
 Берг А. И. 3, 4, 15, 21–28, 131, 162–164, 186, 213, 224, 243–245, 257–273, 293, 294, 296, 297, 299, 301, 327, 328, 335, 336, 453, 466, 517–519, 536–546, 548–553, 571
 Берг Е. К. 548
 Берг Л. С. 587
 Берг М. А. 544–550
 Берг М. И. 544
 Берг Р. Л. 240, 383
 Березин 210
 Берестов В. Д. 326
 Берж К. 248
 Берия Л. П. 275, 550
 Беркли Э. 606, 612, 613
 Берлас В. Я. 246
 Берман Д. А. 589
 Бернал Дж. 78
 Бернштейн А. Н. 406
 Бернштейн Н. А. 161, 234–236, 240, 247, 315, 316, 405–416, 557, 558, 570, 575, 601
 Бернштейн Н. О. 406
 Бернштейн С. Б. 301, 303
 Бернштейн С. Н. 406, 506
 Берри К. 9
 Берталанфи Л. фон 235
 Бесчастнов М. С. 551
 Бётлинг Н. А. 544, 545
 Бетховен Л. ван 139
 Бехтерев В. М. 220, 521
 Биркгоф Г. 507
 Бирюков Б. В. 225
 Бицадзе А. В. 452
 Благонравов А. А. 180
 Блекуэлл Д. 244, 246
 Блинков С. М. 240, 248
 Блок А. А. 403, 566
 Блох З. Ш. 229
 Блохинцев Д. И. 205
 Блумфилд Л. 311
 Блюменфельд Л. А. 240, 248, 383, 388
 Бляшке В. 506
 Бобров С. П. 331
 Богатырёв П. Г. 318, 338
 Богданов А. А. 235, 620
 Боголюбов Н. Н. 422, 427
 Богораз Л. И. 280
 Богуславский А. 339
 Боднарчук В. Г. 19
 Бодуэн де Куртенэ И. А. 320
 Бокарев Е. А. 284
 Бонгард М. М. 31, 36, 223, 248
 Бор Н. 192, 333, 338, 402, 522
 Борель Ф. Э. Ж. Э. 203, 475
 Борковский В. И. 301
 Борн М. 192

Ботвинник М. М. 481, 482
 Бочвар Д. А. 179, 292, 322
 Браге Т. 399
 Брайнес С. Н. 159, 161, 240, 247
 Братчиков И. Л. 333
 Брежнев Л. И. 368
 Бренев И. В. 543
 Бриджес К. 591
 Бриджман П. У. 313
 Бринк Т. 228
 Бройль Л. де 77, 355, 610
 Бролье Л. В. 355
 Бругман К. 311
 Бруевич Н. Г. 128, 229, 230, 539
 Бруевич П. Г. 229
 Брук И. С. 5, 10, 55, 66, 69, 78, 80, 82, 83, 201, 238
 Будагов Р. А. 294, 303
 Булавский В. А. 427, 511
 Булгаков Б. В. 539
 Булгакова Т. И. 464, 467
 Булыгина Т. В. 311
 Бурбаки Н. 125, 313, 316
 Бусленко Н. П. 200, 210, 242, 246, 523
 Бутенко В. И. 482
 Бутлеров А. М. 373
 Бухарин Н. И. 453
 Буш Р. Р. 201, 244, 619
 Быховский М. Л.
 Бэббидж Ч. 230
 Бэр Р. Л. 475
 Бюлер И. Г. 327
 Вавилов Н. И. 197, 241, 325, 335, 384, 585–588, 591
 Вавилов С. И. 599
 Вагнер Е. Е. 373, 464
 Ван Дайн Дж. М. 396, 398
 Вараксин Я. Г. 551
 Варшавский Л. А. 289
 Василевский П. 203
 Васильев 548
 Васильев В. В. 599
 Васильев Л. Л. 520, 521
 Васильев Р. Р. 246, 247
 Васин Б. Н. 588, 592
 Вегенер А. Л. 598
 Вейль А. 315
 Вейсберг В. Г. 320, 334
 Великанов М. А. 601
 Велихов Е. П. 38, 293
 Венда В. Ф. 236
 Вентцель Т. Д. 242, 245, 275, 359
 Вентцель А. Д. 306, 307
 Вентрис М. Дж. Ф. 324
 Вержбицкая А. 329
 Вермель Е. М. 584
 Вернадский В. И. 314, 384, 523, 554, 581, 583
 Веселовский А. Н. 318, 330
 Ветухновский Ф. Н. 248
 Визбор Ю. И. 387
 Виленкин С. Я. 242
 Вильямс Дж. Д. 244
 Винер Н. 3, 10, 12, 17, 18, 21, 22, 23, 28, 57–64, 79, 98, 102, 106–109, 111, 131, 139–141, 145, 146, 185, 199, 200, 224, 229, 233, 235, 238, 241, 243, 333, 360, 408, 415, 481, 517, 521, 539, 567, 568, 573, 585, 592, 606, 607, 611, 614, 617, 618, 620
 Виноградов В. В. 269, 270, 277, 297, 298, 301, 317, 335
 Виноградова О. С. 284
 Виноградова Ю. 285, 286
 Вирт Н. Э. 480
 Вирченко М. И. 452, 511
 Вислобоков 129
 Витгенштейн Л. 314
 Витушкин А. Г. 179
 Влэдуц Г. М. (Г. Э.) 179, 291, 299, 553
 Вознесенский А. А. 417, 423
 Войтишек В. В. 245

Волярович М. П. 599, 600
 Воловой Д. И. 247
 Волкова О. 337
 Волькенштейн М. В. 522
 Вонсовский 162
 Воробьев Н. Н. 179
 Воронцов-Вельяминов Б. А. 472
 Воронцов Н. Н. 470, 580, 589, 590, 592
 Ворошилов К. Е. 352, 550
 Ворошильский В. 562
 Врангель П. Н. 588
 Вулих Б. З. 507
 Выготский Л. С. 270, 315, 330, 337
 Высоцкий В. С. 387
 Вышинский А. Я. 591
 Вышнеградский И. А. 226, 539
 Гаазе-Рапопорт М. Г. 3, 4, 13, 84, 114, 121, 160, 162, 167, 169, 173, 179, 222, 225, 247, 249, 520
 Габриэлян Н. Д. 589
 Габриэлян Р. 529
 Гаврилов М. А. 13, 15, 35, 124, 233, 540
 Гавурин М. К. 236, 421, 424, 427, 428, 450
 Галилей Г. 404
 Галич А. А. 387
 Галкина-Федорук Е. М. 303
 Гамбург-Цетлина Е. М. 559
 Гамбурцев Г. А. 473, 596, 599
 Гамильтон У. Р. 400
 Гамкрелидзе Т. В. 282, 312, 323
 Гамов Г. А. 324, 394
 Ганшина К. А. 311
 Гарвинс П. 360
 Гарвин П. Л. 325
 Гармаш В. А. 288
 Гаспаров М. Л. 331, 485
 Гастев А. К. 236, 408
 Гатовский Л. М. 437, 452
 Гаузе Г. Ф. 583, 589
 Гашек Я. 561
 Гегель Г. В. Ф. 225
 Гёдель К. 258, 323
 Гейне Г. 561
 Геллерштейн С. Г. 236
 Гельмгольц Г. Л. Ф. 416, 582
 Гельфанд И. М. 134, 240, 244, 248, 264, 268, 413, 460, 461, 493, 564, 565, 568–572, 575, 576, 578
 Гельфонд А. О. 506
 Гербильский Н. Л. 592
 Гёте И. В. 354, 561, 562
 Гилл С. 436
 Гильберт Д. 10, 258, 491, 492
 Гильман А. М. 247
 Гиляревский Р. С. 292
 Гиндин С. И. 283
 Гинзбург Е. Л. 357
 Герт В. П. 428
 Гиршфельд Л. Я. 307
 Гиршик М. 244, 246
 Гитлер А. 549
 Глаголева О. И. 560
 Гладкий А. В. 207, 282, 307, 333
 Глебов Н. И. 381
 Глембоцкий Я. Л. 588
 Гливенко Е. В. 179, 248
 Глушков В. М. 3, 16, 19, 21, 23, 25, 36, 37, 150, 158, 162, 179, 242, 243, 290, 292, 300, 481, 483, 484, 539
 Гнеденко Б. В. 158, 179, 243, 537, 538
 Говендасвами 610
 Гоголь Н. В. 484
 Гойя Ф. 384
 Голлерит Г. 230
 Голод Е. С. 307
 Гольдшмидт Р. 582
 Гольштейн Е. Г. 242, 248
 Горбатов В. А. 35
 Горбачёв М. С. 534
 Горский И. А. 298

- Горушкин В. И. 55, 83
 Горький М. 527
 Гофман Э. Т. А. 576
 Грабарь И. Э. 386
 Гранин Д. А. 551
 Грановский В. Л. 517
 Грассман Г. Г. 312
 Григорьев В. П. 300, 301
 Гриневский Г. 240, 249
 Гринцер П. А. 311
 Гротендик А. 461
 Губкин И. М. 594
 Гулевич В. С. 601
 Гульд Г. 356
 Гуляев П. И. 86, 105, 518, 520, 521
 Гумилёв Л. Н. 326
 Гурвич А. Г. 582, 583
 Гурфинкель В. С. 160, 161, 246, 248, 249, 410, 414, 415, 566, 568, 570
 Гутенмахер Л. И. 228, 290–293, 321
 Гутчин И. Б. 224
 Гухман М. М. 301
 Гюнтер Н. М. 419
 Дагерменжи А. Н. 382
 Данин Д. С. 355
 Данте Алигьери 529
 Данциг Д. 419, 420, 427, 508
 Дарвин Ч. Р. 593
 Дворкин Г. А. 249
 Делоне Б. Н. 506
 Дельбрюк М. 192
 Демидов В. Е. 405
 Денисов В. И. 555
 Дерягин Б. В. 599
 Джилберт 408
 Джой 612
 Дзержинский Ф. Я. 589
 Диккенс Ч. 561
 Диковский А. Я. 368
 Долгопольский А. Б. 280, 329, 356
 Дорофеев Г. В. 307
 Добржанский Ф. Г. 588
 Доброгурскии С. О. 229
 Добрушин Р. Л. 24, 164, 166, 179, 261, 278, 284, 286, 303, 304, 207, 320, 620
 Дозорцева Р. Х. 588
 Домбровский 117
 Дородницын А. А. 21, 196, 539
 Достоевский Ф. М. 576
 Дубинин Н. П. 473, 591, 592
 Дубнов Я. С. 478
 Дыбо В. А. 312
 Дьяконов 210
 Дюрренматт Ф. 494
 Евтушенко Е. А. 387, 535
 Ежова Л. Н. 555
 Екатерина II 281
 Елизаренкова Т. Л. 311, 318, 324, 337
 Ельмслев Л. 311, 319, 324, 334
 Елютин В. П. 286
 Емельянов-Ярославский Л. Б. 246
 Епифанова О. И. 590
 Ермоген (Гермоген; патриарх) 373
 Ермолаева Н. М. 291, 292
 Ершов А. П. 20, 38, 119, 121, 193, 240, 242, 245, 247, 248, 293, 296, 380, 476, 531–535
 Ершов В. А. 534
 Есенин-Вольпин А. С. 128, 313
 Ефремов И. А. 623
 Жаккард Ж. М. 230
 Жданов А. А. 329, 588
 Жебрак А. Р. 473, 590, 592
 Железнов Н. А. 125
 Жинкин Н. И. 160, 161, 240, 246, 289, 317, 540
 Жирмунский В. М. 317, 318, 330, 339, 485
 Жирков Л. И. 316
 Жолковский А. К. 282, 283, 329, 336, 351, 356, 363, 370

- Журавлёв Ю. И. 31, 32, 36, 381
 Жулкевский 339, 340
 Завадовский Б. М. 588
 Завадовский М. М. 234, 473, 580–593
 Завидельский О. 246
 Заде Л. 229
 Зайгарник Б. В. 30
 Зайцев А. М. 373, 464, 471
 Зайцев К. М. 373, 464
 Зайцев М. М. 373, 464
 Зайцева Н. В. 373
 Залгаллер В. А. 236, 449, 450, 453, 512
 Зализняк А. А. 277, 287, 302, 308, 319, 320, 329
 Залыгин С. П. 454
 Зарипов Р. Х. 34, 248
 Зарубина Е. 369
 Засядько А. Ф. 455
 Захаров А. Н. 542
 Захарченко В. Д. 128
 Звегинцев В. А. 303–307
 Звягина Р. А. 427
 Зеликман А. 589
 Зелинский Н. Д. 472, 554, 581
 Земская Е. А. 312
 Зиндер Л. Р. 259–261, 289, 301, 307, 325, 326
 Зиновьев А. А. 284, 313
 Зинченко В. П. 30
 Золотарёв В. М. 280
 Зубков П. И. 72
 Зыков А. А. 127
 Зыонг Дьен Фу 329
 Иванов А. Г. 596
 Иванов В. Б. 589
 Иванов В. П. 555
 Ива́нов Вяч. Вс. 4, 21, 23, 24, 124, 125, 131, 133, 135, 137, 162, 164, 166, 167, 179, 257, 259, 260, 263–265, 267–269, 271–273, 275–278, 280, 284, 286–289, 291, 292, 296, 298, 300–302, 304, 307, 310–331, 333–340, 353, 366, 410, 540, 556, 617
 Иванов К. 306
 Иванов П. Д. 554
 Иванова З. Ф. 547
 Иванова О. 589
 Иллич-Свитыч В. М. 312, 316
 Ильин В. П. 422, 427
 Ильичёв Л. Ф. 297, 335
 Ильф И. А. 561
 Иомдин Л. 368
 Иорданская Л. Н. 282, 362
 Иоффе А. Ф. 601
 Кабак Я. М. 591
 Калабухов Н. И. 583, 591
 Калбертсон Дж. Т. 246
 Калинин А. Д. 305
 Калужнин Л. А. 156, 262, 307
 Каляева Э. С. 589
 Каммари М. Д. 107
 Каммерер П. 584
 Кан И. Л. 586
 Канаев И. И. 588
 Канторович В. Л. 4, 417, 506
 Канторович Л. В. 3, 4, 16, 19, 21, 23, 162, 236, 240, 245, 247, 287, 417, 419, 424, 427–429, 446–462, 506–514
 Канторович Н. 508
 Канторович П. (Закс) 506
 Капитонова Ю. В. 19
 Капица П. Л. 180, 241, 471, 464
 Карамзин Н. М. 373
 Караулов Ю. П. 296
 Кардаш В. А. 511
 Карев Г. П. 208
 Карелин А. А. 553
 Карлеман Т. Й. Т. 507
 Карнап Р. 139, 296
 Карпенченко Г. Д. 588
 Карцев М. А. 69, 75

- Кассо Н. А. 581
 Кафка Ф. 576
 Кафтанов С. В. 589
 Келдыш Л. В. 465
 Келдыш М. В. 18, 180, 181, 196, 203, 268, 269, 275, 297, 335, 341, 349, 374, 466, 539
 Келлер Б. А. 588
 Кеннон У. Б. 234
 Кеплер И. 399
 Керкис Ю. Я. 188, 375, 379, 383, 384, 465, 467
 Кибрик А. Е. 283, 306
 Кикоин И. К. 495
 Кимбелл Д. Е. 243, 246, 518
 Кимура М. 389
 Киплинг Дж. Р. 535
 Киров С. М. 353
 Кирпичников В. С. 588
 Кисилев Л. Л. 589
 Китов А. И. 13, 14, 84, 106, 108, 109, 111, 112, 114, 123, 131, 160, 161, 179, 185, 208, 210, 223, 238, 242, 245, 249, 374, 436, 466, 523
 Кларк У. А. 245
 Клярфельд Б. Н. 516, 525
 Кнорозов Ю. В. 261, 262, 326–329
 Кнорре Д. Г. 381
 Кобринская О. Я. 247
 Кобринский Н. Е. 240, 247
 Кобозев Н. И. 246
 Кодд Э. Ф. 480
 Кодзасов С. В. 283
 Кожевников 326
 Козинский И. Ш. 326
 Колмогоров А. Н. 3, 4, 17, 20, 22, 29, 121–129, 130–136, 142, 143, 147, 240, 241, 244, 248, 267, 268, 277, 303, 304, 307, 314, 316, 320, 322, 323, 330–334, 339, 375, 384, 421, 438, 460, 465, 473, 475, 484–503, 506, 512, 517, 614, 618, 621
 Колмогорова А. Д. 498
 Колшанский Г. В. 280
 Кольман А. (Э. Я.) 14, 28, 104–107, 112–114, 129, 239
 Кольцов Н. К. 241, 580–583, 586–588, 601
 Комаров В. Л. 587
 Кондратов А. М. 330
 Конёнков С. Т. 529
 Конрад Н. И. 335
 Константин Галицкий 373, 463
 Копнин П. В. 111, 112
 Корельская Т. Д. 282
 Корибут-Дашкевич В. М. 555
 Корибут-Дашкевич М. В. 554
 Королёв Г. 564
 Королёв Л. Н. 275, 342
 Короткевич Г. В. 480
 Косарев В. В. 291
 Костенко М. П. 180
 Костюченко А. Г. 461
 Косыгин А. Н. 294, 442
 Косяченко Г. П. 423
 Котарбинский Т. 339
 Котельников В. А. 63, 234, 517, 539
 Кох Р. 220
 Коштойац Х. С. 588
 Коэн П. Дж. 208
 Кравков С. В. 599
 Крайзмер Л. П. 19
 Красильников В. А. 303, 305
 Крик Ф. 385
 Криницкий Н. А. 13, 24, 164, 179, 481, 482
 Крицкий М. С. 589
 Кричевский Р. Е. 248
 Крон Г. 228
 Кронрод Я. А. 453
 Кроу Ф. 591
 Крупская Н. К. 547
 Крупский М. А. 547, 549, 551, 552
 Крушевский Н. В. 320

- Крушинский Л. В. 13, 84, 114–120, 202, 240, 241, 244, 245, 247, 249, 518, 590
- Крылов А. Н. 241, 373, 464, 471, 481, 594, 601
- Крылов В. И. 427, 507, 513
- Крылов Н. М. 422
- Крысин Л. П. 282
- Кудрявцев Б. Б. 599
- Кузин Б. С. 584
- Кузнецов А. В. 292
- Кузнецов П. С. 258, 259, 261, 262, 275, 277, 278, 302–305, 307, 311, 316, 317, 341, 349, 486
- Кузьмин И. И. 442
- Кузьмин Р. О. 419
- Кулагина О. С. 4, 179, 188, 203, 242, 247, 248, 258, 261–263, 271, 275, 278, 280–282, 284, 291, 296, 307, 316, 317, 322, 341, 346, 349, 350, 359, 360, 362, 467
- Кулаев Б. С. 415, 416
- Кулакова З. В. 294
- Кулешов П. Н. 210, 211
- Кулибин И. П. 227
- Купманс Т. Ч. 454, 508, 510, 514
- Курилович Е. 324, 325
- Курсанов 162
- Куффиньяль Л. 22, 137
- Кэмпбелл Ф. 451
- Кюни А. 316
- Лавлейс А. А. 232
- Лаврентьев М. А. 196, 206, 212, 241, 380, 384, 465
- Лагранж Ж. Л. 457
- Лазарев В. Г. 233
- Лазарев В. П. 599
- Лазарев И. П. 560
- Лазарев П. П. 241, 372, 373, 375, 376, 464, 471, 473, 594–602
- Ламеттри Ж. О. 607
- Ландсберг Г. С. 601
- Лаунзберри 326
- Лахути Д. Г. 24, 164, 262, 292, 299, 321
- Лебег А. Л. 203, 475
- Лебедев Д. С. 288
- Лебедев Н. Г. 247
- Лебедев П. Н. 581, 582
- Лебедев С. А. 9, 17, 158, 195, 196, 232, 374, 436, 466, 480, 532
- Леви П. П. 78
- Левин М. Л. 313, 321, 577
- Левин Ю. И. 337
- Леви-Стросс К. 318
- Левитский Г. А. 588
- Лёвшин В. Л. 599
- Лейбензон С. Л. 601
- Лейбниц Г. В. 329
- Лейст 595
- Лекомцев Ю. К. 319, 324, 329
- Лекомцева М. И. 337
- Лем С. 205, 529, 623
- Ленин В. И. 28, 53, 60, 78, 409, 594
- Ленов Н. Н. 66, 71
- Леонтович М. А. 596
- Леонтьев В. В. 236, 455, 529
- Леонтьева Н. Н. 283
- Лессинг Г. Э. 561
- Лесскис Г. А. 330
- Летичевский А. А. 19
- Ле-Шателье А. 399, 400
- Либих Ю. 388, 400, 530
- Ливанов М. Н. 407
- Ливенсон Е. М. 418
- Лившиц А. Л. 229
- Линник Ю. В. 452
- Лисицын 587
- Лискун Е. Ф. 591
- Лобачевский Н. И. 463
- Лобашев М. Е. 379, 588, 592
- Локк 323

- Ломидзе Г. И. 353
 Ломинадзе В. В. 353
 Ломов Б. Ф. 236, 540
 Ломоносов М. В. 503
 Ломтев Т. П. 303–305
 Лоренц К. 118, 207
 Лотар-Шевченко В. А. 384
 Лотман Ю. М. 283, 319, 324, 336, 339
 Лузин Н. Н. 208, 212, 241, 312, 316, 373, 465, 471, 473, 474, 502, 506
 Лукирский П. И. 552
 Лукьянова И. 589
 Луначарский А. В. 591
 Лупанов О. Б. 16, 19, 35, 36, 84, 160, 185, 233, 240, 244, 347, 466, 476
 Лурия А. Р. 133, 262, 284, 289, 315, 327, 330
 Лус Я. Я. (Лусис) 588
 Лучник Н. В. 523
 Лысенко Т. Д. 517, 586–590
 Лысенков А. Н. 555
 Любимский Э. З. 20, 53, 160, 242, 245
 Люстерник Л. А. 15, 179, 196, 200, 423, 465, 523
 Лянтэн А. 610, 611
 Ляпунов А. А. 3, 4, 13–16, 18–21, 23, 24, 35, 36, 45, 52, 57, 61, 63, 65, 67, 69, 70, 75, 81, 84, 103, 107, 109–121, 123, 131, 154, 159–167, 169, 173, 179, 183–189, 192, 193–212, 223, 224, 232, 238–249, 257–259, 262, 263, 267, 275, 284, 290, 291, 299, 301, 303, 307, 316, 317, 321, 322, 327, 329, 335, 341–345, 347, 349, 350, 358–363, 365, 368, 371–385, 387, 388, 390, 392–398, 436, 463–483, 517, 518, 522, 532, 539, 560, 566, 585, 589, 592, 594, 597, 598
 Ляпунов А. М. 237, 240, 373, 463, 471, 539
 Ляпунов А. Н. 240, 464, 471, 594
 Ляпунов Б. М. 240, 373, 463, 471
 Ляпунов В. А. 471
 Ляпунов В. В. 471
 Ляпунов Г. 373, 463
 Ляпунов З. 373, 463
 Ляпунов М. В. 240, 373, 463, 471
 Ляпунов П. 209, 373, 463
 Ляпунов Рязанский 373
 Ляпунов С. М. 240, 373, 463
 Ляпунова А. С. 159, 468
 Ляпунова Е. А. 589, 592
 Ляпунова Е. В. 471, 472
 Ляпунова Н. А. 4, 52, 103, 373, 589
 Ляпунова Н. В. 373, 464, 471
 Ляшук С. Р. 553
 Майбридж 408
 Мазинг У. 319
 Майоров Ф. В. 436
 Майенова М. Р. 339, 340
 Макаров В. Л. 511
 Макаров П. О. 599
 Мак-Каллок (Мак-Каллох) У. С. 567, 569
 МакКарти Дж. 243, 480, 533
 МакКей М. 139
 Максвелл Дж. К. 226
 Малек 384
 Маленков А. Г. 189, 248, 371, 382, 394, 467, 470
 Малиновский А. А. 141, 159, 161, 179, 246, 248, 518, 592
 Малиновский Р. Я. 520
 Мамардашвили М. К. 337
 Мандельштам Л. И. 601
 Мануйлов 581
 Марков А. А. (ст.) 273
 Марков А. А. (мл.) 13, 19, 21, 24, 63, 131, 164, 167, 179, 237, 267, 287, 296, 298–300, 303–305, 307, 329, 335
 Маркова Е. В. 540, 544, 547, 548, 551
 Марков Д. 335
 Маркс К. Г. 304, 449, 452, 453
 Маркушевич А. И. 478
 Марр Н. Я. 575

Марсден Дж. Э. 486
 Мартине А. 320
 Мартемьянов Ю. С. 280, 281, 283, 307
 Мартынов Л. 386
 Марчук Г. И. 532
 Маслов Н. М. 600
 Масчан С. С. 4, 25, 296, 298, 552
 Матюхин Н. Я. 73
 Маяковский В. В. 330
 Махароблидзе Г. 354
 Медведев Ю. Т. 246
 Меерович Э. А. 61, 82
 Межеевская 340
 Мейстер Г. К. 586
 Мелетинский Е. М. 330
 Мельников В. А. 300
 Мельчук И. А. 4, 24, 164, 166, 179, 275, 278, 280–284, 287, 288, 291, 295, 296, 302, 311, 317, 327, 328, 333, 341, 349–357, 358
 Менделеев Д. И. 503
 Мендель Г. 375, 384, 584, 593
 Мензбир М. А. 580, 581
 Меньшов Д. Е. 465
 Мергелян С. Н. 539
 Мережковский Д. С. 563
 Месяцев А. С. 590
 Мечников И. И. 220, 593
 Мизес Р. фон 121
 Милованов В. К. 588
 Минаков 581
 Мински М. 480
 Мирза Д. Г. 520
 Митин М. Б. 444, 588
 Михайлов А. А. 472, 594
 Михайлов А. В. 226
 Михайлова Е. М. 560
 Михлин С. Г. 506
 Михайлов Г. А. 159
 Мицкевич М. С. 584
 Мичурин И. В. 220
 Мозер Ю. 491
 Мойсил Г. 35
 Молоденский М. С. 596
 Молошная Т. Н. 247, 275, 277, 278, 280, 291, 304, 341, 349, 350, 361, 366
 Молчанов А. М. 399, 519
 Монж Г. 450
 Монин А. С. 502
 Монтан И. 529
 Монтель П. 506
 Морган Т. Х. (Т. Г.) 584
 Моргенштерне Г. 325
 Моргенстерн О. 112, 113
 Морз Ф. М. 243, 246, 518
 Морзе С. 234
 Морозов И. Д. 551
 Мостеллер Ф. 201, 244, 619
 Мостепаненко М. В. 453
 Мур Э. Ф. 156
 Муравьёва И. А. 283
 Муралов Н. И. 586
 Мурзин 80
 Мухачёва Э. А. 450
 Мухин И. С. 349
 Мухина В. И. 529
 Навье А. 234
 Нагорный Н. М. 24, 164, 167, 267
 Найквист Г. 226
 Налимов В. В. 249, 553, 554
 Намёткин С. С. 373, 464, 472, 581
 Напалков А. В. 30
 Натансон И. П. 506
 Наумов Н. П. 240, 249
 Неизвестный Э. 335
 Нейфах А. А. 383
 Нейман Дж. (Я.) фон 9, 112, 113, 155, 199, 231, 246, 360, 426, 461, 507
 Нейшуллер Л. Я. 230
 Немчинов В. С. 180, 236, 444, 445, 453, 510, 511, 514, 539

Немыцкий В. В. 240
 Неслуховский С. К. 230
 Несмеянов А. Н. 180, 275, 301, 343, 442
 Нетушил А. В. 554
 Никифоров П. М. 594
 Николаева Т. М. 261, 262, 277, 280, 287, 300, 304, 337
 Никоро З. С. 208
 Ницше Ф. 529
 Новиков П. С. 124, 212, 241, 301, 465, 474, 475
 Новиков С. П. 487
 Новинский И. И. 108, 109
 Новожилов В. В. 236, 421, 422, 453, 510, 511, 514
 Ноткин А. И. 423
 Нуждин Н. И. 588
 Ньюберг Н. Д. 179, 247
 Ньютон И. 494
 Образцов В. Н. 421
 Обухов А. М. 502
 Овчинников Н. Ф. 75, 81, 83
 Одрикур А. Ж. 325
 Огибенин Б. 337
 Окуджава Б. Ш. 387
 Оленов Ю. М. 588
 Орбели Л. А. 601
 Оствальд В. 76
 Островитянов К. В. 423, 443
 Отрепьев Г. 197
 Павленко П. 407
 Павлов И. П. 11, 49, 64, 98, 100, 119, 219, 234, 503, 608–611, 625
 Павлов П. П. 599, 603
 Павлова С. А. 576
 Павловский Н. Н. 439
 Падучева Е. В. 280, 282, 288, 292, 304, 321–323, 333
 Пайк К. Л. 325
 Палиевский П. 353
 Панов Д. Ю. 11, 109, 274, 275, 342, 349, 436
 Панфилов В. З. 270, 298
 Пап А. 296
 Папернов А. А. 229
 Паренаго П. П. 472
 Парийский Н. Н. 392, 596
 Парин В. В. 240, 539, 552, 553
 Пархоменко П. П. 233
 Паскаль Б. 140
 Пастёр Л. 220, 582, 593
 Пастернак Б. Л. 314, 488, 489, 496, 573, 575
 Пауэрс Г. 533
 Пельц 339
 Первин Ю. А. 198
 Перцов Н. В. 283
 Песталоцци Г. Д. 563
 Петерсон М. Н. 311, 312, 316
 Петров Б. Н. 128, 226, 293, 539
 Петров Г. И. 228
 Петров Е. П. 561
 Петров Ю. П. 428
 Петрова Г. Н. 596
 Петрова Л. Т. 427, 428, 446, 448
 Петровский А. М. 159, 242, 247
 Петровский И. Г. 303
 Пимен 197
 Пименов М. Ю. 589
 Пименов Р. И. 335
 Пинскер А. Г. 507
 Пирс (Пёрс) Ч. С. 268, 281
 Питтс У. 569
 Пифагор 47
 Платон 593
 Плугнян В. А. 283
 По Э. А. 234
 Повало-Швейковский Н. Т. 601
 Поваров Г. Н. 18
 Погожев И. Б. 209, 382
 Подловченко Р. И. 4, 184, 463
 Полетаев А. И. 4, 515

- Полетаев И. А. 3, 4, 13, 17, 23, 29, 84, 115, 119, 131, 160–162, 164, 166, 173, 178, 197, 210, 223, 224, 238, 243, 244, 246, 247, 380, 383, 386–388, 390, 399–403, 515–530
- Полетаева И. А. 555
- Полетаева И. И. 516
- Ползуновы 354
- Поливанов М. К. 22, 124, 125, 133–135, 137, 278, 281, 312–315, 320, 322, 617
- Поликарпов М. П. 596, 599
- Полисар Г. Л. 228
- Полляк Г. Л. 67, 69
- Поляков Г. И. 240
- Полянский Ю. И. 588
- Поморска К. 338
- Пономарёв В. В. 555
- Понтрягин Л. С. 216
- Попков В. И. 52
- Попов В. 564
- Попова Т. С. 416
- Поржезинский В. К. 311
- Попова-Васина Е. В. 592
- Поснов Н. Н. 428
- Поспелов Д. А. 4, 7, 244
- Пост Э. Л. 237
- Потебня А. А. 318
- Презент И. И. 586, 587
- Пресман А. С. 518, 520
- Преснухин Л. Н. 229, 236
- Пржибрам Г. 591
- Пригожин И. Р. 339
- Пробст М. А. 326
- Прокофьева-Бельговская А. А. 593
- Пропп В. Я. 270, 314, 318
- Прянишников Д. Н. 220, 587
- Пуанкаре Ж. А. 493
- Пурто В. А. 278
- Пушкин А. С. 273, 336, 484, 535
- Пушкин В. Н. 30, 32
- Пчельников Н. И. 229
- Пшибыльский Р. 340
- Пэли Р. 618
- Пятигорский А. М. 326, 337
- Рагазини Д. 229
- Раденауэр Л. 607
- Радунская И. Л. 537, 544, 552
- Разумовский С. М. 401
- Райт С. 192, 384
- Рамеев Б. И. 10
- Раменский Е. В. 589
- Ратнер В. А. 4, 379–391
- Рашевский Н. П. 114, 240, 249
- Ребиндер П. Л. 599
- Ревзин И. И. 261, 262, 278–280, 284, 286, 288, 290, 291, 307, 318, 333, 337, 341
- Рейснер Л. М. 543
- Рейхельт Х. Р. 323
- Ремарк Э. М. 561
- Ремез Е. Я. 158
- Реформатский А. А. 258, 259, 261, 262, 275, 279, 290, 300, 301, 317, 328, 341, 349, 357, 361
- Реформатский А. Н. 373, 464
- Реформатский С. Н. 373, 464
- Ржевкин С. Н. 303, 305
- Риге Ж. 240, 249
- Рикко Н. Н. 245, 275, 358, 359
- Рогинский В. Н. 233
- Родин С. Н. 389
- Рождественский Ю. В. 308
- Розанова М. А. 588
- Розенблюм А. 141, 569, 618
- Розенталь М. М. 103–114, 603
- Розенцвейг В. Ю. 262, 264, 271, 272, 274, 275, 278–284, 286–288, 290, 295, 296, 298, 302, 307, 308, 318, 327, 329, 336, 341, 368–370
- Розоноэр Л. И. 244
- Рокоссовский К. К. 552

Роллан Р. 560
 Роскин Г. О. 582, 586
 Рубинштейн Г. Ш. 179, 450, 511
 Рузвельт Ф. Д. 516
 Румер Е. 234
 Рыбакова Д. С. 353
 Рычкова Н. Г. 127, 132, 497, 621
 Сабинин Д. А. 589
 Саввина Е. Н. 282
 Савинов Г. В. 247
 Сакриер И. Ф. 229
 Салганик Р. И. 381
 Салтыков-Щедрин М. Е. 560
 Самарин Р. М. 302–305
 Самойлов Д. С. 338
 Санников В. З. 281
 Сахаров В. В. 473, 590, 592
 Сахаров А. Д. 353
 Сводеш М. 312
 Свирежев Ю. М. 385
 Северный А. Б. 472
 Северцов А. Н. 581
 Северцов А. С. 589
 Северцов Н. А. 581
 Сегал Д. М. 337
 Семенихин В. С. 229
 Семёнов 104
 Семёнов Н. Н. 180
 Серебренников Б. А. 301
 Серебровский А. С. 580, 582, 586, 588
 Серпинский В. В. 291
 Сеченов И. М. 220, 234, 241, 373, 416, 471, 608
 Сеченов Р. М. 373
 Сеченова Е. В. 373
 Сидоров В. Н. 275
 Сидоров М. И. 105–107, 110
 Симонова О. П. 535
 Синягин А. А. 553
 Сисакян М. П. 180
 Сифоров В. И. 540
 Скибко Н. Е. 183
 Скадовский С. Н. 582, 586
 Слепян Э. И. 592
 Слоним А. Д. 381
 Слуцкий Б. А. 387, 525
 Смирнов А. Д. 248
 Смирнов В. И. 418, 419, 506, 507
 Смирнов Е. С. 584
 Смирнов Н. В. 438
 Смирницкий А. И. 311
 Смолин П. П. 591
 Сноу Ч. П. 527
 Снякин Г. П. 599
 Соболев И. В. 450
 Соболев С. Л. 13–15, 84, 103, 104, 123, 131, 185, 193, 196, 208, 224, 239, 287, 327, 374, 380, 384, 423, 436, 452, 465, 466, 506, 511, 524, 532
 Соболев В. А. 442
 Соколянский И. А. 262, 284–286, 328
 Сократ 593
 Соловьёв И. В. 18
 Соловьёв Ю. И. 554
 Солодовников В. В. 23, 162
 Солженицын А. И. 133
 Солонович А. А. 553
 Солонович Агния 553
 Соммерфельт А. 324
 Соссюр Ф. М. 268, 312, 313, 319
 Сотсков Б. С. 540
 Спивак М. А. 19
 Спиридонова М. А. 417
 Спиркин А. Г. 540
 Сталин И. В. 11, 59, 275, 318, 542, 549, 550, 554, 591
 Станг К. 325
 Станиславский Б. И. 229
 Старовский В. Н. 423, 437
 Старостин С. А. 283, 312, 320
 Стеблин-Каменский М. И. 284, 327

Стефенсон Дж. 227, 354
 Стецюра Г. Г. 291
 Стечкин С. Б. 200
 Стодола А. 226
 Стокс Дж. Г. 234
 Строгович М. С. 11
 Струмилин С. Г. 422, 449
 Струнников В. А. 583
 Стырикович М. А. 452
 Стяжкин Н. И. 553
 Сукачёв В. Н. 523, 589
 Суслов М. А. 452
 Сухотин Б. В. 281, 283
 Сушкин П. П. 581
 Сыроежин И. М. 453
 Сэлинджер Дж. Д. 314
 Таккер А. 507
 Тамм И. Е. 265
 Тарг С. М. 210
 Тарле Е. В. 506
 Тарлинская М. 331
 Тарский А. 11
 Тарасов О. В. 428
 Тартаковский В. А. 419
 Тасаки И. 247
 Тафт В. А. 57, 64, 77, 83
 Теньер Л. 311
 Теодорчик К. Ф. 565
 Терехина А. 589
 Течер Л. 245
 Тимирязев К. А. 559, 581
 Тимофеев К. А. 367, 368
 Тимофеева-Ресовская Е. А. 592
 Тимофеев-Ресовский Н. В. 159–161, 187, 189, 201, 240, 241, 246–249, 317, 371, 380, 383, 384, 388, 392, 393, 401, 402, 467, 470, 473, 522, 523, 551, 591
 Титлянова А. А. 4, 381, 382, 392–398, 523
 Тихомиров В. М. 135
 Толстой А. Н. 421, 427
 Толстой А. С. 508
 Толстой Л. Н. 204, 527
 Толстой С. А. 599
 Томашевский Б. В. 330, 331
 Топорнин Б. Н. 298
 Топоров В. Н. 268, 284, 300, 301, 311, 322, 327, 328, 330, 334–337, 339
 Топчиев А. В. 299, 301, 437
 Торопанова Т. А. 592
 Трапезников В. А. 23, 162, 539
 Трауберг Н. Л. 278
 Трахтенброт Б. А. 470, 620
 Тревитик Р. 227
 Трене Ш. 529
 Трентовский Ф. Б. 225, 235
 Трифонов Н. П. 275
 Трофимов К. Н. 243, 517, 518
 Троцкий Л. Д. 314
 Трошин Д. М. 49
 Трубачёв О. Н. 328, 336
 Трубецкой Н. С. 311, 316
 Тувим Ю. 562
 Тулайков Н. М. 587
 Тумаркин Л. А. 210
 Туммерман Л. А. 240
 Туполев А. Н. 541, 552
 Турский В. М. 531
 Тьюринг А. М. 147, 150, 156, 237
 Тюльпанов С. И. 451
 Уатт Дж. 227, 354
 Уваров Н. И. 560
 Удальцов 335
 Уиберн Дж. 608
 Уисдом Дж. 610
 Улюкаев А. 454
 Уолтер В. 141
 Уоткинс К. 325
 Урнов Д. М. 358, 359
 Успенский Б. А. 278, 280, 321, 334, 337

- Успенский В. А. 4, 22, 24, 114, 118, 121–125, 127, 129–131, 133–137, 142, 143, 159, 164–167, 179, 244, 261, 262, 269, 270, 273, 276–278, 284, 286–308, 314–316, 320–323, 327–330, 333, 338, 342, 343, 366, 369, 484, 485, 490, 617, 618, 621
- Успенский С. Н. 472
- Ухтомский А. А. 108
- Ушаков В. Б. 228
- Ушинский К. Д. 403
- Фабрикант В. А. 516
- Фаддеев Д. К. 506
- Фаддеева В. Н. 424, 506
- Файн В. С. 34
- Фальк Р. 529
- Фант Г. 315
- Федоренко Н. П. 511
- Фёдоров В. К. 599
- Фёдоров Е. К. 181
- Фёдоров Н. Т. 599
- Федорович В. Н. 289
- Федоровский 117
- Федосеев П. Н. 297
- Федынский В. В. 472
- Фейгенберг И. М. 246, 249, 415
- Фельдбаум А. А. 13, 84, 216, 226, 228
- Ферсман А. Е. 581
- Ферли Б. Дж. 245
- Фет А. И. 206
- Фет Я. И. 4, 159, 358
- Филатов В. П. 471
- Филатов Д. П. 591
- Филатова А. П. 543
- Филиппов В. А. 180
- Филин Ф. П. 295
- Филипченко Ю. А. 586, 588
- Финкель 280
- Финн В. К. 262, 281, 291, 292, 321, 339
- Фитиалов С. Я. 307
- Фихтенгольц Г. М. 423, 456, 457, 506
- Фишер Р. А. 192, 384
- Фишер 408
- Фогт 325
- Фомин С. В. 244
- Форд 419, 427
- Формозов А. Н. 589
- Фортунов Ф. Ф. 258, 311, 317
- Франк Г. М. 520
- Франк С. Л. 355
- Франк Ф. 313, 321
- Франс А. 529, 560, 561
- Фреше М. 507
- Фриш К. фон 315
- Фридман Г. Ш. 211
- Фролов Ю. П. 162
- Фрумкин А. Н. 554
- Фрумкина Р. М. 282, 283, 287, 369
- Фулкерсон 419, 427
- Фурье Ж. Б. Ж. 68, 399
- Хайдеггер М. 335
- Харкевич А. А. 163, 259, 539
- Халле М. 315
- Харрик И. Ю. 422, 428
- Хартли Р. 234
- Хачатуров Т. С. 455
- Хейеноорт Й. ван 486
- Хейсин Г. М. 449
- Хемил К. 296
- Хемингуэй Э. М. 561
- Хемминг 200
- Хемп 324, 325
- Хердан Г. 324
- Хесин Р. Б. 589
- Хинчин А. Я. 90, 121, 315
- Хичкок 421, 508
- Хлебников В. В. 313
- Хмелевский Я. 340
- Холдэйн Дж. Б. С. 78, 192, 384, 389
- Холл Г. С. 201
- Холодович А. А. 300, 307, 328, 329

- Хомский Н. 258, 262
Хохлов 210
Храковский В. С. 300
Храпченко М. Б. 294
Хрущёв Н. С. 335, 368
Хургин Я. И. 24, 25, 179, 243, 244, 537
Цвейг С. 560
Цветаева М. И. 576
Цветков А. Н. 599
Цейтин Г. С. 262, 307, 322, 329, 333
Цетлин Б. Л. 160, 162, 556
Цетлин Л. С. 559
Цетлин М. Л. 19, 20, 23, 24, 36, 197, 198, 204, 223, 243, 246, 248, 260, 264, 328, 410, 413, 539, 556–578
Цивьян Т. В. 337
Цицин Н. В. 587, 588
Цуккерман А. М. 291
Цыпкин Я. З. 240, 540
Чавчанидзе В. В. 25, 240, 242
Чанди 610
Чапек К. 518, 529
Чаплыгин С. А. 601
Чебышёв П. Л. 124
Чедвиг Дж. 324
Чемоданов Н. С. 304
Черкасов Р. С. 495, 498, 501
Чернов Г. В. 284
Чернопятков К. Н. 180
Четвериков С. С. 241, 384, 580, 582, 586
Чикоидзе Г. 354
Чистович Л. А. 288, 325, 326
Чичинадзе В. К. 240, 242, 247, 248
Членов Л. Г. 159–161, 246
Чудаков Е. А. 293
Чураев Р. Н. 382, 389
Чхаидзе Л. В. 414
Чхаидзе Л. Г. 240, 248,
Шафф А. 339
Шанин Н. А. 179
Шапиро Н. И. 589
Шатерников Н. М. 601
Шаумян С. К. 24, 164, 166, 278, 279, 300, 301, 317, 322, 328, 339, 357
Шацкин Л. А. 353
Шварц Л. 461
Шеворошкин В. В. 284, 328
Шекспир У. 358, 535
Шелимова И. Н. 292
Шемякин М. Ф. 589
Шеннон К. Э. 17, 90, 124, 125, 139–141, 144, 145, 156, 200, 233, 234, 243, 244, 487, 517, 614
Шептунов И. М. 298
Шеридан П. 360
Шестаков В. И. 124, 232, 303
Шехтман Л. М. 247
Шехурдин А. П. 587
Шик Л. Л. 416
Шиллер Ф. 122
Ширков Д. В. 428
Широков О. С. 287
Шиханович Ю. А. 291, 292, 306, 307
Шкловский В. Б. 318, 329, 354
Шкловский И. С. 313
Шмальгаузен И. И. 240, 379, 380, 384, 523, 589
Шмерлинг Ж. Г. 590
Шмидт О. Ю. 499, 594
Шнирельман Л. Г. 208
Шноль С. Э. 189
Шор Я. Б. 249
Шоу Дж. Б. 529
Шпет Г. Г. 314
Шпильрайн Я. Н.
Шпольский Э. В. 599
Шрёдингер Э. 141, 313, 320, 355, 399
Шрейдер Ю. А. 159, 161, 197, 223, 224, 244, 246, 247, 248, 298, 338
Штайнбух К. 240, 248

Штаркман В. С. 53, 160, 242, 245
 Штейнах Э. 591
 Штерн Л. 351
 Штильман Б. 483
 Штокмар М. П. 331
 Штреземанн Э. 591
 Шулейкин В. В. 599
 Шульц М. М. 307
 Шумилин А. Л. 262
 Шумилина А. Л. 280, 292
 Шура-Бура М. Р. 18, 349
 Щеглов Ю. К. 282, 283, 329–331, 333, 336, 351, 353
 Щерба Л. В. 259, 284
 Щербаков Д. И. 180
 Щодро Н. К. 596, 599
 Щуцкий Ю. К. 553
 Эвклид 47, 110
 Эддингтон А. С. 313
 Эйзенштейн С. М. 270, 323, 330, 337
 Эйнштейн А. 62, 333
 Эккерман 354
 Эко У. 340
 Эмануэль Н. М. 240, 248
 Энгельс Ф. 621
 Эпштейн В. Л. 428
 Эрастов К. О. 282
 Эренбург И. Г. 387, 403, 524–528
 Эрзя (Нефёдов С. Д.) 529
 Эттингер А. 245
 Эфроимсон В. П. 179, 592
 Эффель Ж. 385
 Эшби У. Р. 132, 141, 235, 244, 246, 618–620
 Юдин В. М. 586
 Юдин Д. Б. 248
 Юдин П. Ф. 603
 Юдинцев С. Д. 589
 Юшкевич А. П.
 Яблонский С. В. 16, 23, 24, 35, 36, 84, 162, 179, 187, 210, 211, 233, 240, 243, 244, 246, 247, 350, 382, 467
 Явлинский Н. А. 159, 160
 Яглом А. И. 24
 Яглом А. М. 129, 164, 166
 Яглом И. М. 129, 179, 307, 333, 574
 Яковсон Р. О. 278, 280, 311, 314, 315, 318, 320, 321, 323, 324, 327, 338, 339, 351, 485
 Яковлева М. А. 448, 449
 Яковлева М. Я. 427, 428.
 Яковлев Н. Ф. 316
 Янг Дж. 607
 Яненко Н. Н. 482
 Янжул И. Н. 423
 Янин В. Л. 486
 Янов Ю. И. 20, 179, 187, 476
 Яншин А. Л. 180
 Яновская С. А. 11, 126, 237, 240, 314
 Ярцева В. Н. 294, 303
 Яуре Г. Г. 599

Contents

Preface (in Russian)	3
Preface (in English)	5
<i>D. A. Pospelov</i> . Development of computer science in Russia	7
I. EARLY HISTORY OF SOVIET CYBERNETICS	45
<i>A. A. Lyapunov</i> . On the use of mathematical machines in solving logical problems	45
Discussion of the lecture by Professor A. A. Lyapunov "On the use of mathematical machines in solving logical problems"	52
<i>S. L. Sobolev, A. A. Lyapunov, A. I. Kitov</i> . Essential aspects of cybernetics	84
Discussion of the article "Essential aspects of cybernetics" by S. L. Sobolev, A. A. Lyapunov, and A. I. Kitov with the editorial board of the "Problems of Philosophy" journal	103
Seminar on cybernetics, November 14, 1955	114
<i>V. A. Uspensky</i> . Fragments from reminiscences	121
<i>V. A. Uspensky</i> . Two paragraphs from the article "Preamble to the <i>Semiotic Messages</i> by Andrey Nikolaevich Kolmogorov for the readers of <i>New Literary Review</i> "	130
<i>V. V. Ivanov, M. K. Polivanov, V. A. Uspensky</i> . Theses on cybernetics with comments	137
<i>A. N. Kolmogorov</i> . Theses on cybernetics	142
<i>A. N. Kolmogorov</i> . Automata and life (synopsis of a report)	147
<i>V. M. Glushkov</i> . Some problems of computing and related mathematical problems	150
Discussion of cybernetics with A. A. Lyapunov, February 17, 1957	159
Resolution of the Presidium of the USSR Academy of Sciences (draft)	162
Minutes of the meeting on the establishment of an Institute of Cybernetics within the Physico-Mathematical Division of the USSR Academy of Sciences	164
A proposal on the establishment of the Institute of Cybernetics of the USSR Academy of Sciences	167
<i>A. A. Lyapunov</i> . Draft list of areas of research for the Institute of Cybernetics	169
<i>/ A. Poletaev</i> . Comments on the Draft list of areas of research for the Institute of Cybernetics by A. A. Lyapunov	173
The structure of the Institute of Cybernetics of the USSR Academy of Sciences	179
Resolution of the Presidium of USSR Academy of Sciences concerning the establishment of the Institute of Cybernetics	180

A letter by the Secretary of the Physico-Mathematical Division of the USSR Academy of Sciences to A. A. Lyapunov.....	183
<i>R. I. Podlovchenko.</i> A. A. Lyapunov's contribution to cybernetics	184
<i>N. V. Timofeev-Ressovsky.</i> A word to mathematicians.....	189
<i>A. P. Ershov.</i> The teacher.....	193
<i>Yu. A. Shreider.</i> A. A. Lyapunov, a leader of cybernetics as a scientific movement	197
<i>A. I. Fet.</i> Recollections of Alexey Andreevich Lyapunov	206
<i>/ B. Pogozhev.</i> Lyapunov had a gift to presentiment the future needs of science	209
<i>G. Sh. Fridman.</i> A few words about Alexey Andreevich	211
<i>A. I. Berg.</i> A science of unlimited potentialities.....	213
<i>M. G. Haase-Rapoport.</i> Opening address at the First Seminar on the History of Cybernetics, December 22, 1983	222
<i>M. G. Haase-Rapoport.</i> On the formation of cybernetics in the USSR	225
II. COMPUTER LINGUISTICS	257
<i>Vyach. Vs. Ivanov.</i> Academician A. I. Berg and the development of structural linguistics and semiotics in the USSR	257
<i>V. A. Uspensky.</i> The "silver age" of structural, applied, and mathematical linguistics in the USSR and V. Yu. Rosenzweig: how it all began (notes of an eyewitness)	273
<i>Vyach. Vs. Ivanov.</i> From the past of semiotics, structural linguistics, and poetics.....	310
<i>O. S. Kulagina.</i> A. A. Lyapunov and the machine translation	341
<i>A. K. Zholkovsky.</i> About Melchuk.....	351
<i>/ A. Melchuk.</i> How mathematical linguistics was born.....	358
III. CYBEMETICAL PROBLEMS OF BIOLOGY	371
<i>N. V. Timofeev-Ressovsky, A. G. Malenkov.</i> An inheritance waiting for heirs. 371	
<i>V. A. Ratner.</i> Alexey Andreevich Lyapunov.....	379
<i>V. A. Ratner.</i> Igor Andreevich Poletayev	386
<i>A. A. Titlyanova.</i> A systemic approach in ecology (the way A. A. Lyapunov did it)	392
<i>A. M. Molchanov.</i> Limiting factors (according to Poletayev) and the principle of Le Chatelier.....	399
<i>V. E. Demidov.</i> Nikolay Alexandrovich Bernstein and biocybernetics.....	405
IV CYBERNETICS IN ECONOMICS	417
<i>L. V. Kantorovich.</i> My road in science (fragments)	417
<i>L. V. Kantorovich.</i> The prospect of the development and application of electronic calculating machines.....	429
<i>L. V. Kantorovich.</i> Report at the Annual General Meeting of the USSR Academy of Sciences, March 27, 1959	437

<i>L. T. Petrova.</i> Commentary to the works by L. V. Kantorovich on large-scale programming	446
<i>V. A. Zalgaller.</i> Recollections of L. V. Kantorovich and of the emotions related to his works on economics.....	449
<i>G. P. Akilov.</i> He aimed at invisible targets.....	456
<i>/ M. Gelfand.</i> Leonid Kantorovich and a synthesis of two cultures	460
V. BIOGRAPHICAL MATERIALS	463
<i>R. I. Podlovchenko.</i> Reflections on the phenomenon of Alexey Andreevich Lyapunov	463
<i>B. A. Trakhtenbrot.</i> Alexey Andreevich Lyapunov.....	470
“Computer Pioneer” awards for Russian scientists	480
<i>M. M. Botvinnik.</i> From the series "Portraits and sketches"	481
<i>V. A. Uspensky.</i> Andrey Nikolaevich Kolmogorov — the great Russian scientist	484
<i>L. V. Kantorovich.</i> Autobiography.....	506
<i>A. I. Poletaev.</i> “Military cybernetics”, or A fragment of the history of a domestic “pseudo-science”	515
<i>W. M. Tursky.</i> Andrey Petrovich Ershov.....	531
<i>S. S. Maschan.</i> The last years of the life of academician A. I. Berg	536
<i>M. A. Berg.</i> Recollections of my father. Before the war	544
<i>E. V. Markova.</i> An echo of Gulag in the Academic Board on Cybernetics	551
<i>Vyach. Vs. Ivanox.</i> From the history of cybernetics in the USSR. An essay on the life and work of M. L. Tsetlin	556
<i>N. N. Vorontsov.</i> Afterwords to the “Pages of My Life” by M. M. Zavadovsky.....	580
<i>A. A. Lyapunov.</i> P. P. Lazarev: in memoriam.....	594
VI. SUPPLEMENTS	603
Cybernetics (an article from the "Concise Dictionary of Philosophy", 1954)..	603
In whose service is cybernetics?	604
A. N. Kolmogorov. Cybernetics (an article from the “Soviet Encyclopaedia”, 1958, Vol. 51).....	614
Vvach. Vs. Ivanov, M. K. Polivanov, V. A. Uspensky. Wiener (an article from the “Soviet Encyclopaedia”, 1958, Vol. 51).....	617
A. N. Kolmogorov. Foreword to the translation of the book “Introduction to Cybernetics” by W. R. Ashby	618
A. N. Kolmogorov. Automata and life (report).....	621
About the authors	633
Index.....	639
Contents (in English).....	656
Contents (in Russian)	659

Содержание

От составителей.....	3
Preface.....	5
Д. А. Поспелов. Становление информатики в России	7
 I. РАННЯЯ ИСТОРИЯ СОВЕТСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ	45
А. А. Ляпунов. Об использовании математических машин в логических целях	45
Обсуждение доклада профессора А. А. Ляпунова «Об использовании математических машин в логических целях»	52
С. Л. Соболев, А. И. Китов, А. А. Ляпунов. Основные черты кибернетики	84
Обсуждение статьи С. Л. Соболева, А. И. Китова и А. А. Ляпунова «Основные черты кибернетики» в редакции журнала «Вопросы философии»	103
Семинар по кибернетике 14 ноября 1955 г.	114
В. А. Успенский. Фрагменты из воспоминаний	121
В. А. Успенский. Два параграфа из статьи «Предварение для читателей „Нового литературного обозрения“ к Семиотическим посланиям Андрея Николаевича Колмогорова»	130
Вяч. Вс. Иванов, М. К. Поливанов, В. А. Успенский. Тезисы о кибернетике с комментариями	137
А. Н. Колмогоров. Тезисы о кибернетике.....	142
А. Н. Колмогоров. Автоматы и жизнь (тезисы доклада).....	147
В. М. Глушков. О некоторых задачах вычислительной техники и связанных с ними задачах математики	150
Совещание по кибернетике у А. А. Ляпунова 17.02.1957 г.	159
Постановление Президиума Академии наук СССР (проект).....	162
Протокол совещания по организации в составе Отделения физико-математических наук АН СССР института с кибернетической тематикой	164
Предложения по созданию Института кибернетики Академии наук СССР	167
А. А. Ляпунов. Проект тематики Института кибернетики	169
И. А. Полетаев. Отзыв на проект тематики Института кибернетики (А. А. Ляпунова)	173
Структура Института кибернетики АН СССР	179
Постановление Президиума АН СССР, касающееся создания Института кибернетики.....	180
Письмо учёного секретаря Отделения физико-математических наук АН СССР А. А. Ляпунову	183
Р. И. Подловченко. О вкладе А. А. Ляпунова в кибернетику	184
Н. В. Тимофеев-Ресовский. Слово к математикам	189

<i>А. П. Ершов. Учитель</i>	193
<i>Ю. А. Шрейдер. А. А. Ляпунов — лидер кибернетики как научного движения</i>	197
<i>А. И. Фет. Воспоминания об Алексее Андреевиче Ляпунове</i>	206
<i>И. Б. Погожев. Ляпунов обладал даром предчувствовать, что будет нужно науке в будущем</i>	209
<i>Г. Ш. Фридман. Несколько слов об Алексее Андреевиче</i>	211
<i>А. И. Берг. Наука величайших возможностей</i>	213
<i>М. Г. Гаазе-Рапопорт. Вступительное слово к первому Семинару по истории кибернетики 22 декабря 1983 г.</i>	222
<i>М. Г. Гаазе-Рапопорт. О становлении кибернетики в СССР</i>	225
 II. КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА	257
<i>Вяч. Вс. Ив́анов. Академик А. И. Берг и развитие работ по структурной лингвистике и семиотике в СССР</i>	257
<i>В. А. Успенский. Серебряный век структурной, прикладной и математической лингвистики в СССР и В. Ю. Розенцвейг: Как это начиналось (заметки очевидца)</i>	273
<i>Вяч. Вс. Ив́анов. Из прошлого семиотики, структурной лингвистики и поэтики</i>	310
<i>О. С. Кулагина. А. А. Ляпунов и машинный перевод</i>	341
<i>А. К. Жолковский. О Мельчуге</i>	351
<i>И. А. Мельчук. Как начиналась математическая лингвистика</i>	358
 III. КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ	371
<i>Н. В. Тимофеев-Ресовский, А. Г. Маленков. Наследие, ждущее наследников</i>	371
<i>В. А. Ратнер. Алексей Андреевич Ляпунов</i>	379
<i>В. А. Ратнер. Игорь Андреевич Полетаев</i>	386
<i>А. А. Титлянова. Системный подход в экологии (как это делал А. А. Ляпунов)</i>	392
<i>А. М. Молчанов. Лимитирующие факторы (по И. А. Полетаеву) и принцип Ле-Шателье</i>	399
<i>В. Е. Демидов. У истоков физиологии активности. Николай Александрович Бернштейн и биокибернетика</i>	405
 IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА	417
<i>Л. В. Канторович. Мой путь в науке (фрагменты)</i>	417
<i>Л. В. Канторович. Перспективы развития и использования электронных счетных машин</i>	429
<i>Л. В. Канторович. Выступление на общем годовом собрании Академии наук СССР 27 марта 1959 г.</i>	437

<i>Л. Т. Петрова.</i> Комментарий к работам Л. В. Канторовича по крупноблочному программированию.....	446
<i>В. А. Залгаллер.</i> Воспоминания о Л. В. Канторовиче и об эмоциях, связанных с его экономическими работами.....	449
<i>Г. П. Акилов.</i> Он стрелял по невидимым целям.....	456
<i>И. М. Гельфанд.</i> Леонид Канторович и синтез двух культур.....	460

V. БИОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....463

<i>Р. И. Подловченко.</i> Размышления о феномене Алексея Андреевича Ляпунова.....	463
<i>Б. А. Трахтенброт.</i> Алексей Андреевич Ляпунов.....	470
Медали “Computer Pioneer” — российским ученым.....	480
<i>М. М. Ботвинник.</i> Из цикла «Портреты и зарисовки».....	481
<i>В. А. Успенский.</i> Андрей Николаевич Колмогоров — великий ученый России.....	484
<i>Л. В. Канторович.</i> Автобиография.....	506
<i>А. Н. Колмогоров, В. А. Залгаллер.</i> Леонид Витальевич Канторович.....	512
<i>А. И. Полетаев.</i> «Военная» кибернетика, или Фрагмент истории отечественной «лженауки».....	515
<i>В. М. Турский.</i> Андрей Петрович Ершов.....	531
<i>С. С. Масчан.</i> Последние годы жизни академика А. И. Берга.....	536
<i>М. А. Берг.</i> Воспоминания об отце. Довоенная жизнь.....	544
<i>Е. В. Маркова.</i> Эхо ГУЛАГа в Научном совете по кибернетике.....	551
<i>Вяч. Вс. Ив́анов.</i> Из истории кибернетики в СССР. Очерк жизни и деятельности М. Л. Цетлина.....	556
<i>Н. Н. Воронцов.</i> Послесловие к книге М. М. Завадовского «Страницы жизни. История одного исследования».....	580
<i>А. А. Ляпунов.</i> Памяти П. П. Лазарева.....	594

VI. ПРИЛОЖЕНИЯ.....603

Кибернетика [статья из Краткого философского словаря, 1954].....	603
<i>Материалист.</i> Кому служит кибернетика.....	604
<i>А. Н. Колмогоров.</i> Кибернетика [статья из дополнительного, 51-го, тома второго издания Большой советской энциклопедии, 1958].....	614
<i>Вяч. Вс. Ив́анов, М. К. Поливанов, В. А. Успенский.</i> Винер [статья из дополнительного, 51-го, тома второго издания Большой советской энциклопедии, 1958].....	617
<i>А. Н. Колмогоров.</i> Предисловие к переводу книги У. Р. Эшби «Введение в кибернетику».....	618
<i>А. Н. Колмогоров.</i> Автоматы и жизнь (доклад).....	621

Сведения об авторах.....	633
--------------------------	-----

Именной указатель.....	639
Contents	656
Содержание.....	659

Научное издание

Очерки истории информатики в России

Редакторы-составители Д. А. Поспелов, Я. И. Фет

Редактор *С. В. Камышан*
Корректоры *Э. М. Малая, Н. Р. Тевс, М. Е. Иванова*

Подписано в печать 10.04. 1998. Формат 60×90 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 41,5. Уч.-изд. л. 46,58. Тираж 1000 экз.
Заказ № 140.

Научно-издательский центр
Объединённого института геологии, геофизики и минералогии СО РАН,
ЛР № 020909.
630090, Новосибирск, 90, проспект Академика Коптюга, 3.