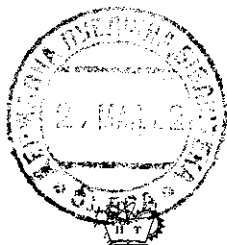


XIII 356954

Н. И. ЖУКОВ

ИНФОРМАЦИЯ

(философский анализ
центрального понятия кибернетики)
издание 2-е,
переработанное и дополненное



МИНСК 1971

со-
ма-
ние
ние
нее
ких
за-
йся
оим
лее
вии
аю-

аль-
на
ния.
оря-
яв-
рак-
стно
дея-
ониз-
ма к

рне-
рне-
ости
ской

тех-
роко
ного
сфе-
науч-

Редактор
доктор философских наук,
профессор, член-корреспондент АН БССР
В. И. СТЕПАНОВ

ВВЕДЕНИЕ

Наш век — век научно-технической революции. Особенности этой революции — все более широкая автоматизация физического и умственного труда, освоение космического пространства, дальнейшее проникновение в микромир живых и неживых систем, многостороннее использование атомной энергии и таких синтетических материалов, создание которых одной природе оказалось не по плечу. Как продукт и часть развивающейся природной и социальной среды человек благодаря своим научным знаниям и техническим достижениям все более и во многом превосходит самую природу, в соответствии со своими целями переделывая, по Марксу, окружающий мир и «свою собственную природу».

Могуче и ветвисто древо познания. По мере дальнейшего проникновения человека в тайны природы на нем появляются все новые отрасли научного знания. Одной из таких отраслей, в значительной мере ускоряющей современный научно-технический прогресс, является кибернетика. Рожденная потребностями практики, она, несмотря на свою молодость, властно вторгается в самые различные сферы человеческой деятельности, все более становясь непосредственной производительной силой в условиях перехода от социализма к коммунизму.

Различают два направления использования кибернетики в современном обществе: применение *кибернетической техники* в области практической деятельности и использование понятийного аппарата *теоретической кибернетики* в различных отраслях науки.

Электронно-вычислительная техника составляет техническую базу кибернетики. Она уже сегодня широко используется почти во всех отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства, а также в сфере управления и организации производственной и науч-

ной деятельностью, знаменуя собой высший этап автоматизации.

Кибернетическая техника постепенно входит и в сферу обслуживания, в быт. В недалеком будущем коммунальные ЦЭВМ можно будет использовать для получения и использования самой разнообразной информации. Настанет время, когда люди научатся сами составлять программы для ЦЭВМ так же легко, как и водить автомашину. Широкому использованию информационной техники во многом будет способствовать «удешевление вычислительной техники на основе применения интегральных схем на пластинках кремния и т. п. усовершенствований»¹.

Основой эффективности управления различными сферами общественной жизни является своевременный сбор, переработка и использование информации самого различного характера (не только научно-технической, поток которой весьма значителен, но и информации политической, экономической, военной, медицинской и т. д.). В век достижений кибернетики, атомной физики, генетики, освоения космического пространства *вопросы использования информации* приобретают не меньшее значение, чем энергетические и сырьевые проблемы, так что темпы прогресса сегодняшнего, а тем более завтрашнего дня в значительной мере зависят от постановки дела в области информационного обслуживания важнейших сфер человеческой деятельности — науки, техники, производства и управления².

Особенно актуальна проблема использования экономической информации в сфере управления экономикой страны, где рост потока информации находится в квадратичной зависимости от промышленного потенциала³. Директивами XXIV съезда КПСС предусмотрено «...создать общегосударственную автоматизированную систему сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством на базе государственной сети вычислительных центров и единой автоматизированной сети связи страны»⁴. Уже в насто-

¹ См.: Информация. М., 1968, стр. 6.

² К. И. Курбаков. Информационно-логические системы. М., 1967, стр. 8.

³ «Коммунист», 1962, № 17, стр. 94.

⁴ Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, стр. 298.

ящее время АСУ широко внедряются в различных звеньях народного хозяйства. В девятой пятилетке предполагается создать более 1600 АСУ с использованием примерно 10000 электронных машин. (Первые очереди АСУ в Минске внедрены уже, например, на тракторном, автомобильном, часовом заводах, на заводе автоматических линий. В девятой пятилетке в Белоруссии планируется создать 56 АСУП и 14 отраслевых АСУ) ⁵.

Кибернетика имеет не только практическое, но и большое теоретическое значение. Это имеется в виду прежде всего, когда кибернетику называют важнейшей характерной чертой современной научно-технической революции ⁶. Данная область применения кибернетики весьма перспективна: использование понятийного аппарата кибернетики для анализа и объяснения биологических, технических и даже некоторых философских проблем оказывается в высшей степени плодотворным.

Теоретическая кибернетика предполагает функциональный (информационно-регулятивный) подход к изучению систем организованной природы, который уже ныне — немногим более чем через два десятка лет после официальной даты рождения кибернетики — становится не менее значительным, чем господствовавший до того в науке энергетический подход. В связи с этим методология науки становится все более многозаточной, многослойной, предполагая, в частности, наряду со всеобщим, универсальным, ведущим методом материалистической диалектики менее широкий системно-структурный, а также кибернетический (функциональный) методы.

Методологическое и мировоззренческое значение кибернетики теперь уже ни у кого не вызывает сомнений. Достаточно сказать, что свое дальнейшее развитие, конкретизацию (а зачастую и новое звучание) получают такие, казалось бы, далеко стоящие от кибернетики проблемы, как возникновение и сущность органической жизни и психики, структура поведения высшего животного и многие другие. В связи с этим возрастает значение разработки методологических вопросов кибернетики.

⁵ П. М. Машеров. Речь на республиканском активе в Минске 15 апреля 1971 г. «Советская Белоруссия», 1971, 16 апреля.

⁶ М. Келдыш. Естественные науки и их значение для развития мировоззрения и технического прогресса. «Коммунист», 1966, № 17, стр. 34.

Классики марксизма-ленинизма, как известно, постоянно обращали внимание на необходимость разработки философских вопросов естествознания. В работе «О значении воинствующего материализма», специально посвященной союзу естествознания и марксистской философии, В. И. Ленин указывал на то, что «в нашу эпоху без философских выводов естествознанию не обойтись ни в коем случае»⁷. Ленинское положение о необходимости тесной связи естествознания и философии подтверждено всем ходом развития научных знаний и получило свое дальнейшее развитие в Программе КПСС, решениях XXIV съезда КПСС, соответствующих пленумов ЦК КПСС. Например, в постановлении Пленума ЦК КПСС (1967 г.) «О мерах по дальнейшему развитию общественных наук и повышению их роли в коммунистическом строительстве» прямо говорится о необходимости дальнейшей глубокой разработки «методологических проблем общественных, естественных и технических наук». При этом особое внимание обращается на «качество и глубину философских обобщений новейших достижений естествознания»⁸.

В большей мере, чем к другим наукам, это относится к кибернетике, ибо здесь сложилось такое положение, что решение ряда проблем теоретической кибернетики продолжает еще отставать от ее практических успехов и потребностей, что тормозит дальнейшее развитие не только кибернетической техники, но и различных отделов самой теории. Кроме того, кибернетика тесно связана с теорией познания, психологией, логикой; она приводит к изменению естественнонаучной картины мира, к формированию нового стиля мышления.

Круг философской проблематики в кибернетике весьма обширен. Сюда относятся вопросы о предмете кибернетики и ее месте в системе научного знания, о соотношении работы электронно-вычислительной машины и деятельности человеческого мозга, о социальных последствиях применения кибернетики и, наконец, проблема анализа объективного содержания основных понятий кибернетики. Необходимость решения последней проблемы диктуется тем, что терминология кибернетики разработана явно недостаточно. На это в свое время обращали

⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 31.

⁸ «Коммунист», 1967, № 13, стр. 5.

внимание многие ученые⁹. Очерчивая круг философских проблем кибернетики, председатель Научного совета по кибернетике при Президиуме АН СССР академик А. И. Берг особо отмечал актуальность анализа таких фундаментальных понятий, как «управляющая система», «информация» и др.¹⁰ Осмысление их с позиций диалектического материализма будет способствовать быстрейшему развитию кибернетики, правильному планированию теоретических и практических работ в этой области, создаст лучшие условия для эффективной идейной борьбы с теми «наростами» враждебной нам буржуазной идеологии, которыми иногда обрастают в странах капитала новейшие открытия и теоретические достижения в области современного естествознания. К тому же без такого логического анализа понятий любая наука, по общему выражению Г. В. Поварова, «живет в кредит»¹¹.

Нерешенность этой проблемы неоднократно подчеркивалась и в зарубежной печати. Р. Эшби, например, во «Введении в кибернетику» наряду с утверждением: «...кибернетика предлагает единый комплекс понятий», которые «должны быть широкими и прочными», говорит в то же время о неудовлетворительности и запутанности современной терминологии в науке. (Косвенным признанием заслуг советской школы кибернетики служит высказывание Н. Винера о том, что «...русские, отказавшись принять эту теорию в том виде, в каком мы ее представили, по-видимому, улучшили ее в некоторых важных отношениях»¹²). Основные причины той путаницы в терминологии, которая привнесена в кибернетику ее основоположниками, кроются в отсутствии в странах капитала научного и целостного мировоззрения, в том, что на достижениях кибернетики, а также нерешенности ряда ее вопросов паразитируют различные позитивистские школки и течения.

⁹ См.: А. Г. Спиркин, Б. В. Бирюков. Философские проблемы кибернетики. «Вопросы философии», 1964, № 9, стр. 111; Б. В. Бирюков и др. Философские вопросы кибернетики; Сб. «Кибернетику на службу коммунизму», т. 5, 1967; В. В. Парин и др. Проблемы кибернетики. М., 1970, стр. 18; П. Н. Федосеев. XXII съезд КПСС и задачи научно-исследовательской работы в области философии. «Вопросы философии», 1962, № 3, стр. 27.

¹⁰ «Вопросы философии», 1960, № 5, стр. 55.

¹¹ См. Предисловие в кн.: Н. Винер. Кибернетика. М., 1968, стр. 22.

¹² Н. Винер. Кибернетика и общество. М., 1959, стр. 186.

Неоднозначность понятий кибернетики в значительной мере перенесена в нашу литературу. В переживающей юношеский возраст кибернетике все еще происходит процесс выяснения принципов и методов этой науки, выработка основных понятий. Образно говоря, кибернетика претерпевает «ломку голоса», при этом голос часто срывается на фальшивую ноту — имеют место вредные по своим последствиям крайности в трактовке целого ряда ее теоретических проблем. Особенно это касается проблемы информации, которая в кибернетике занимает центральное место.

Проблема информации оказалась и наиболее трудной. В философской литературе до сих пор продолжается дискуссия между приверженцами двух противоположных точек зрения — «атрибутивной» и «функциональной»¹³. В значительной степени взаимоисключающие трактовки центрального понятия кибернетики, свидетельствуя о болезнях роста этой науки, вместе с тем дают повод нашим идеологическим противникам утверждать, будто понятие «информация» доставляет философам-материалистам «мучения» (К. Штейнбух), «опровергает» основной вопрос марксистской философии (Г. Гюнтер) и т. д.

В последние годы советские и зарубежные ученые проделали значительную работу по анализу понятия «информация»: И. А. Акчурина, В. М. Адров, Н. М. Амосов, Б. В. Ахлибинский, Л. Б. Баженов, Б. В. Бирюков, Е. К. Войшвилло, В. М. Глушков, И. И. Гришкин, Д. А. Гушин, С. Г. Иванов, П. В. Копнин, А. М. Коршунов, К. Е. Морозов, В. Д. Моисеев, И. С. Нарский, И. Б. Новик, Е. А. Седов, Э. П. Семенюк, М. С. Слуцкий, Н. С. Скоробогатов, Л. А. Петрушенко, Ф. Т. Тарасенко, К. С. Тригчер, В. С. Тютин, Б. С. Украинцев, А. Д. Урсул, А. И. Уемов, В. М. Шароградский, Ю. А. Шрейдер, В. В. Шкода, Д. И. Юргеленас, Г. Клаус, Т. Павлов, Л. Бриллюэн, И. Земаи и др. Достигнуты определенные позитивные результаты. Однако считать решенной проблему еще нельзя. При анализе понятия «информация» необходимо, на наш взгляд, выполнение двух условий.

¹³ См.: Н. Г. Алексеев, Э. Г. Юдин. Проблемы диалектического материализма в работах советских философов. «Вопросы философии», 1964, № 12, стр. 157; «Вопросы философии», 1968, № 10, стр. 140.

Первое: исследование и последующее определение понятия информации должно осуществляться после анализа *всех известных видов информации*, без чего ученый уподобляется человеку, который хочет научиться плавать, не входя в воду.

Второе: содержание и объем этого понятия следует выяснять *во взаимосвязи с другими важнейшими понятиями* кибернетики с тем, чтобы можно было четко определить место категории информации в общей концептуальной системе кибернетических абстракций (систематизированное изложение теоретических основ кибернетики нами предпринято в учебном пособии «Философские основы кибернетики». Минск, 1970).

Следует отметить еще одно немаловажное обстоятельство—особенность категории «информация» по сравнению со всеми понятиями, известными науке ранее. Эта особенность заключается в том, что объем понятия «информация» оказывается иным, чем тот, с которым связано употребление его в научной практике. В этом, на наш взгляд, кроется главная трудность анализа, равно как и причина продолжающегося спора по поводу природы информации.

Нельзя согласиться с пессимистическими суждениями о возможности определения категории «информация», которые встречаются в работах некоторых зарубежных авторов. Известный западногерманский специалист в области кибернетики К. Штейнбух утверждает, например, что «мы не можем дать исчерпывающего и достаточного определения» таким понятиям, как «материя», «энергия», «информация»¹⁴.

Представляется, что подобная установка неверна в своей основе. К тому же она разоружает исследователя.

В изложении проблемы автор стремился придерживаться принципа единства системно-структурного и исторического методов исследования. В результате проблемный план часто дополняется историческим, что позволяет лучше выяснить генезис явлений, а следовательно, и их сущность. А поскольку все это усложняет работу, пришлось несколько злоупотребить выводами и повторами.

Предпринимая попытку решить столь сложную проблему, какой является проблема информации в современ-

¹⁴ К. Штейнбух. Автомат и человек. М., 1966, стр. 419.

ной науке, автор ни в коей мере не претендует на истину в последней инстанции и законченность формулировок, ясно отдавая себе отчет в том, что сколько-нибудь полно исчерпать проблему можно лишь усилиями целого творческого коллектива.

Автор выражает признательность членам кафедры марксистско-ленинской философии Белгосуниверситета им. В. И. Ленина (зав. кафедрой профессор В. И. Степанов) доктору биологических наук академику П. Ф. Рокицкому, кандидату технических наук А. И. Добролюбову, кандидатам биологических наук А. В. Константинову, В. Т. Шалатонину, кандидату физико-математических наук Н. Н. Поснову и кандидату технических наук А. М. Оранскому за ценные замечания, позволившие улучшить работу.

**ЛЕНИНСКАЯ ТЕОРИЯ ОТРАЖЕНИЯ —
ВАЖНЕЙШАЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА АНАЛИЗА
ПОНЯТИЯ «ИНФОРМАЦИЯ»**

Любое философское исследование преследует одну цель — выяснить объективное содержание научных понятий, их объем, взаимосвязь. При этом используется весь понятийный аппарат философской науки, а также тех частных наук, понятия которых анализируются. В данном случае для разработки сравнительно еще молодого понятия «информация» должны быть использованы многие «старые» категории философии и естествознания, выполняющие роль орудия дальнейшего познания. В этом заключается их методологическая (и логическая) функция, позволяющая осуществлять рост «тела» науки.

**1. Два типа информации и взаимосвязь
онтологического, отражательного и гносеологического
аспектов в философии**

Исследование понятия «информация» следует вести с позиций марксистско-ленинской теории отражения, ее понятий, поскольку объем, а зачастую и наличие воспринимаемой информации зависят от *отражающей системы*, от ее «подготовки» к использованию получаемой информации. В этом легко убедиться на простых примерах.

Изучая глубины Вселенной, ученые с помощью современных радиоастрономических телескопов и других сложных приборов и устройств обнаружили определенную периодичность, упорядоченность принимаемых излучений. Если это действительно сигналы разумных существ — обитателей иных миров, то для расшифровки передаваемой ими информации от человека потребуются большой труд, много знаний: без значительной подготовки управляющей системы, в роли которой в данном слу-

чае выступает человек, вряд ли можно уяснить смысл передаваемых из Космоса сообщений¹⁵.

До выработки условного рефлекса индифферентный раздражитель не несет животному информации, тогда как после образования условной связи он приобретает сигнальный характер, несет организму соответствующую информацию (индифферентный раздражитель в лучшем случае вызовет у животного рефлекс «что такое»). При этом природа, характер, качество, модальность сигнала — материального носителя информации — не играют существенной роли: рефлекс может быть выработан на свет, звук или иные раздражители.

Аналогичная картина и в технике. Инфракрасное излучение может нести информацию только для такого технического устройства, в котором конструктором предусмотрено создание соответствующего датчика (прибор «ночного видения» в танке, например), выполняющего роль «рецептора» (Л. Б. Баженов и др.).

Таким образом, об информации можно говорить только с учетом всей системы управления, в которой она воспринимается и используется.

Однако в природе существуют два качественно разных типа информации, требующих для своего анализа принципиально различного подхода¹⁶.

Первый тип информации характеризует организованность, упорядоченность кибернетической системы и называется в философской, биологической и технической литературе начальной, *связанной*, «априорной» информацией. Информацию этого типа очень часто отождествляют со структурой. Так, например, Н. М. Амосов называет такую информацию «застывшей структурой». Другие ученые более осторожно именуют ее «структурной информацией», опять-таки подчеркивая органическую связь этого понятия с общенаучной категорией «структура». Впрочем, термин «структурная информация» не выражает специфики данного типа информации и употребляется не совсем обоснованно, если иметь в виду, что и свободная информация обладает определенной структурой.

¹⁵ И. С. Шкловский. Вселенная, жизнь, разум. М., 1965, стр. 41.

¹⁶ См.: Философский словарь. М., 1968, стр. 136.

Информация этого типа существует вполне объективно, является достоянием системы и предполагает для обнаружения и анализа самый обычный, естественнонаучный аспект. Характерно, что для количественной характеристики связанной информации не требуются статистические методы, на что обращают внимание многие ученые¹⁷. Элемент случайности фигурирует только при возникновении, образовании связанной информации, но не при ее количественной оценке.

Примером связанной информации служит информация генетического аппарата клетки, начальная информация технического устройства, которой конструктор наделяет механизмы в технике, и т. д. В отличие от свободной связанная информация в целом ряде случаев может быть в количественном отношении определена совершенно точно методами современной математики. Так, например, объем долговременной памяти мощной электронно-вычислительной машины исчисляется десятками и даже сотнями миллионов бит информации (один бит соответствует выбору одной из двух равновероятных альтернатив). 20 видов аминокислот, образующих все многообразие белков в живой природе, могут дать астрономическое число различных комбинаций.

Вторым, качественно отличным от первого типом информации является *свободная*, относительная информация, которую иногда именуют рабочей, оперативной, информацией-сообщением, информацией в собственном смысле этого слова. Она представляет наибольший интерес для науки. Эта информация требует совершенно иного подхода для изучения и даже обнаружения, поскольку, как уже отмечалось, наличие свободной (в частности, относительной) информации в каждой конкретной ситуации оказывается зависимым от подготовки управляющей системы к ее использованию. Иначе говоря, она представляет собой «сведения» отражающему об отражаемом, содержание, сторону отображаемых воздействий, используемую воспринимающей системой для соответствующего управления и регулирования, связь между объектами. По Винеру: «Информация — это обозначение содержания, полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему наших орга-

¹⁷ См.: А. Н. Колмогоров. Три подхода к определению понятия «количество информации». «Проблемы передачи информации», т. 1, вып. 1, М., 1965; А. Д. Урсул. Нестатистические подходы в теории информации. «Вопросы философии», № 2, 1967.

нов чувств»¹⁸. В этой формулировке определена только свободная информация социального вида.

Свободная информация должна рассматриваться как отношение между управляющей и управляемой системами, в несколько необычном для естественных наук отражательном аспекте. Ей органически присущи и вероятность (наличия) и вероятностность (некоторая случайность следования сигналов). Отсюда для количественной характеристики свободной информации приходится пользоваться математической теорией вероятностей, статистическими методами.

Теорию вероятностей, на наш взгляд, нельзя считать частью теории информации, как считает А. Н. Колмогоров и другие. При решении вопроса о соотношении этих двух теорий важно учитывать факт наличия в природе разных типов информации — связанной и свободной. Математическая теория вероятностей не имеет никакого отношения к связанной информации. Это во-первых. Во-вторых, ее математический аппарат используется не только для количественной оценки дискретной информации, передаваемой по техническим каналам связи, но и в неживой естественной природе, где наблюдаются массовые явления. Стало быть, нельзя ставить вопрос о соотношении объемов этих двух теорий, имеющих лишь некоторые точки соприкосновения. А. Н. Колмогоров прав, утверждая, что «информация по своей природе не специально вероятностное понятие»¹⁹. Однако из этого правильного самого по себе положения неправомерно было бы делать вывод, будто теория информации шире теории вероятностей.

С точки зрения кибернетики головной мозг (и человек в целом) представляет собой чрезвычайно сложную кибернетическую систему, в которой связанная информация — результат наследования и структурирования полученной внешней свободной информации. Причем научение, наращивание связанной информации мозга происходит, согласно павловской рефлекторной теории, путем образования условных нервных связей. Кроме связанной информации, в системе субъект — объект можно всегда видеть информацию иного типа, которая циркулирует между субъектом и объектом по каналам прямой и обратной связи. Это и есть несвязанная, свободная информация, предполагающая функциональное отношение между подсистемами указанной системы.

На первый взгляд оба эти типа информации настолько различны, что дать им общее определение кажется

¹⁸ Н. Винер. Кибернетика и общество. М., 1958, стр. 31.

¹⁹ А. Н. Колмогоров. Проблемы теории вероятностей и математической статистики. «Вестник АН СССР», 1965, № 5, стр. 95.

невозможно. Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что это не так уж безнадежно, поскольку между ними есть много общего.

Так, связанная информация в живой природе возникает в стохастической среде, где необходимость не существует в чистом виде, а дополняется и проявляется через случайность. Стало быть, возникновение первой саморегулируемой системы на Земле и соответствующей ей связанной информации происходило не без участия случая, которому ученые (В. Л. Рыжков, Н. Рашевский, Г. Кастлер и др.) придают здесь большое значение. «Случай» роднит оба типа информации.

Свободная информация не тождественна относительной, вернее, не исчерпывается последней: существует еще так называемая «мертвая» информация, не используемая в данный момент управляющей системой. Тем не менее мы употребляем здесь термин «свободная» информация, имея в виду, что, во-первых, свободная и связанная информация — предельно широкие типы информации в кибернетике, а, во-вторых, «мертвая» информация создается только человеком и, стало быть, до возникновения общества людей отсутствовала на Земле. Кстати, нет никакого противоречия и между утверждением об отсутствии информации в неживой естественной природе и общепринятым мнением о получении таковой кибернетической системой из внешнего мира. (На это мнимое противоречие обратил внимание В. Д. Ахлибининский)²⁰.

Свободная информация тоже обладает целесообразной упорядоченностью (звуки речи, например), причем структура информационных воздействий соответствует структуре источника этой информации. Наконец, свободная информация постепенно превращается в связанную, происходит процесс «научения» — повышение первоначальной организации системы, наращивание объема связанной информации.

Возникновение информации обоих типов в истории развития материального мира происходило одновременно, поскольку они взаимно предполагают друг друга, находятся в неразрывном единстве: без связанной информации не бывает относительной. И наоборот, без получения и использования свободной информации не может существовать связанная информация живой системы, так как в ней сразу нарушилась бы вся организация.

²⁰ В. Д. Ахлибининский. Ленинская теория отражения и кибернетика. Л., 1969.

Итак, *связанная и свободная информация предполагает различные аспекты их обнаружения и изучения*: для первой характерен обычный, естественнонаучный аспект, используемый при изучении объектов как таковых, тогда как информация второго типа проявляется в процессе отражения воздействий кибернетической системой и, следовательно, обнаруживается лишь в отражательной ситуации (что позволяет, кстати, учесть прагматический, ценностный моменты в случае получения информации социального вида).

Картина осложняется тем, что при изучении явлений окружающего мира во втором, отражательном аспекте происходит своеобразное отражение отражения, в результате которого субъектом вырабатывается социальная информация об отражательных процессах, развертывающихся независимо от сознания познающего субъекта. Иными словами, гносеологический, т. е. отражательный, аспект чисто человеческого плана предполагает адекватное отображение обоих типов информации внешнего мира, и семантическая информация, в которой конденсируется мыслительная деятельность субъекта, выступает высшим видом информации, является, так сказать, информацией об информации.

Как же взаимосвязаны и субординированы все эти аспекты в философии марксизма?

Как уже отмечалось, в теории познания марксистской философии правомерно различать прежде всего два подхода к анализу изучаемых объектов. Первый предполагает рассмотрение объектов как таковых, т. е. в обычном, естественнонаучном плане, второй же предполагает анализ данного объекта не таким, какой он есть, а в аспекте отражения им воздействий окружающих предметов, в плане определенного «противопоставления» этого объекта всем остальным и служит, по Энгельсу, для более глубокого изучения процессов. Причем отражательный аспект должен быть в итоге расширен до уровня взаимодействия изучаемых объектов. Указывая на это, Энгельс говорил: «Взаимодействие исключает всякое абсолютно первичное и абсолютно вторичное; но вместе с тем оно есть такой двусторонний процесс, который по своей природе может рассматриваться с двух различных точек зрения; чтобы его понять как целое, его даже необходимо исследовать в отдельности сперва с одной, затем с другой точки зрения, прежде чем можно будет подытожить совокупный результат»²¹. В ходе по-

²¹ Ф. Энгельс. Дialeктика природы. М., 1955, стр. 129.

2127960

знания человек всегда начинает с того, что охватывает взглядом системный объект в целом; затем поочередно мысленно выделяет каждый из элементов этой системы, переходя к изучению их в обычном и отражательном плане, и лишь после этого вновь возвращается к первоначальному подходу, но теперь уже на новом, более высоком уровне, с учетом знания взаимодействий, связей элементов системы. Процесс познания объекта осуществляется, таким образом, в условиях постоянного перехода от одного аспекта рассмотрения к другому, в условиях взаимопроникновения анализа и синтеза.

Отражательный аспект недопустимо смешивать с гносеологическим. Он более широк, чем гносеологический, ибо в последнем случае сфера отражения, восприятия действий ограничивается мозгом человека. С другой стороны, в гносеологических образах содержится в снятом виде не только собственно отражательный аспект, но и онтологический в целом.

Существенно, что речь идет не об особой науке онтологии — составной части некоторых философских систем домарковского периода, а именно об онтологическом аспекте, который при анализе того или иного объекта выделяется с целью противопоставления его гносеологическому. Онтологический подход предполагает взгляд на природу как на нечто целое, взаимосвязанное; взгляд на мир, где нет ничего, кроме движущейся материи с ее многообразными свойствами; взгляд, не противопоставляющий сознание материи, а рассматривающий его как функциональное свойство определенного рода материальных объектов. Онтологический и гносеологический планы взаимопроникают друг в друга и как всякие противоположности находятся в единстве. Наши знания есть сплав онтологического, гносеологического (и логического) компонентов.

Здесь важно замечание терминологического характера. Гносеологический аспект — это аспект противопоставления субъекта объекту в конкретной отражательной ситуации. В то же время гносеологический план однозначно связывается с познавательными, психическими моделями человека. Существует, естественно, неразрывная связь гносеологического аспекта с идеальной моделью, которая в результате отражения формируется в мозгу человека, однако отмеченные смысловые нюансы обычно обнаруживаются в контексте. Но главное состоит в том, что гносеологический аспект, противоположный онтологическому, не является еще теорией познания (которую часто называют гносеологией) — теорией о путях, средствах познания людьми окружающего мира. Точно

так же должно отличать логику от логического аспекта, теорию отражения — от отражательного, «онтологию» — от онтологического.

В последние годы в философской литературе высказывались различные мнения по поводу толкования терминов «онтологический» и «гносеологический». Некоторые ученые сомневались, имеет ли вообще право на существование в марксистской философии так называемый онтологический подход²². При этом обычно ссылались на то, что, во-первых, в рамках диалектического материализма выделение в самостоятельную часть онтологии как учения о бытии, как «первой философии» недопустимо (это было бы шагом назад²³); а, во-вторых, гносеологический аспект как бы в «снятом» виде содержит в себе онтологический. Оба эти положения, разумеется, не могут вызвать каких-либо возражений, однако они не являются свидетельством неправомерности различения онтологического и гносеологического аспектов в философии марксизма. (Следует, впрочем, возражать и против другой крайности — абсолютизации онтологического подхода и отрыва его от гносеологического).

С. Василев справедливо замечает, что «гносеологизация» философии (так же как и ее «онтологизация») ведет к очищению познавательного процесса от всего, что «идет» от субъекта. В результате получается довольно голая схема, из-за которой теорию познания и отражение в наше время некоторые начали рассматривать как «синонимы вульгаризации, упрощительства и элементарности»²⁴. «Трезвое,— продолжает эту мысль автор,— непредубежденное рассмотрение этого процесса показывает, что познание как результат взаимодействия человека с окружающей природной и общественной действительностью зависит как от объекта, так и от субъекта»²⁵.

²² Б. М. Кедров. Единство диалектики, логики и теории познания. М., 1963, стр. 117; Б. М. Кедров. Энгельс и диалектика естествознания. М., 1970, стр. 262.

²³ П. В. Коппин. Философские идеи В. И. Ленина и логика. М., 1969, стр. 37.

²⁴ С. Василев. Теория отражения и художественное творчество. М., 1970, стр. 262; Критику «онтологизма» и «гносеологизма» см. в кн.: В. П. Тугаринов. В. И. Ленин и некоторые проблемы теории сознания. Л., 1969; М. Н. Руткевич. Сближать научные точки зрения. «Философские науки», 1968, № 5, стр. 90.

²⁵ С. Василев. Теория отражения и художественное творчество, стр. 262—265.

К сожалению, из этих верных суждений автор делает вывод, суть которого сводится к тому, что понятие гносеологии шире понятия теории познания. Такое утверждение вряд ли правомерно, так как сравниваются разноплановые понятия.

Итак, в марксистской философии различаются несколько аспектов изучения объекта — *естественнонаучный, отражательный*, аспект взаимодействия. В совокупности эти аспекты позволяют глубже понять объекты внешнего мира. *Онтологический, отражательный и гносеологический* аспекты тоже находятся в сложной взаимосвязи, взаимопереплетаются друг с другом, так что ни один из них не включается без остатка в другой на манер вкладываемых друг в друга матрешек. Естественнонаучный аспект и аспект взаимодействия есть моменты онтологического, тогда как отражательный частично выходит за рамки онтологического, ибо гносеологический тоже является отражательным. Философии марксизма присуще единство всех этих аспектов, их синтез. Марксистско-ленинская философия рассматривает сознание в гносеологическом плане как идеальное отображение бытия, а в онтологическом — как функциональное свойство мозга, регулятор внешней предметной деятельности. Впрочем, этот случай являет нам единственный пример исключения, когда отражательный аспект совпадает с гносеологическим. Это совпадение и является, по-видимому, причиной недостаточной разработанности этих аспектов в философии марксизма.

Такой представляется нам сложная взаимосвязь аспектов, различение которых важно для характеристики двух типов информации.

Теория отражения занимает одно из центральных мест в марксистской философии, и ее значение для всей системы научного знания трудно переоценить. Подчеркивая значение отражения в естествознании, крупнейший физик С. И. Вавилов писал, что будущая физика включает в себя как важнейший элемент «способность, сходную с ощущением», и на ее основе будет объяснять многое другое²⁶. С возникновением кибернетики это предвидение великого ученого сбывается.

Столь важное значение теории отражения объясняется тем, что анализ изучаемого объекта, процесса в отра-

²⁶ «Под знаменем марксизма», 1935, № 1, стр. 125.

жательном аспекте позволяет глубже познать его сущность. Попытка некоторых югославских философов (Г. Петровича, М. Марковича, Д. Грлича и др.)²⁷ умалить значение теории отражения и даже полностью игнорировать ее на том основании, что отражение не выражает сущности сознания, поскольку, дескать, оно несовместимо с практикой, с творческой, активной деятельностью, явно несостоятельна. Конечно, для характеристики сознания отражательный аспект недостаточен и должен рассматриваться в единстве с другими аспектами. Однако совершенно очевидно, что принцип отражения — важнейший принцип теории познания, без которого нельзя рационально объяснить сущность психического образа и решить основной вопрос философии на всех его временных уровнях.

Теорию отражения, как уже отмечалось, не следует отождествлять с теорией познания. Теория познания, есть, конечно, теория отражения, вернее ее «часть», но теория отражения не исчерпывается теорией познания. Это вытекает из сущности понятия «отражение»²⁸.

Ранее в философской литературе это различие, к сожалению, не всегда оттенялось. Так, например, в 1960 г. Г. М. Вартанян писал: «Теория отражения и теория познания диалектического материализма тождественны и имеют один и тот же предмет»²⁹. В философском словаре 1963 г. уже появились указания на различие этих теорий: «Термины «теория отражения» и «теория познания» в марксистской философской литературе употребляются как синонимы, когда имеется в виду их сущность или круг вопросов, относящихся к специфике человеческого познания»³⁰. Еще более определенное высказывание на этот счет находим в словаре 1968 г. и Философской энциклопедии³¹.

После Маркса и Энгельса самый значительный вклад в теорию отражения сделал В. И. Ленин. Именно на основе дальнейшего обоснования и развития этой теории

²⁷ «Праксис», 1966, № 4—6, стр. 284. Развернутую критику «критиков» теории отражения см. в кн.: Ленинская теория отражения и современность. Москва—София, 1969; В. Румл. Ленинская теория отражения и современная идеологическая борьба. «Коммунист», 1970, № 10; Г. Гиргинов. Ленинский этап в развитии теории отражения. В сб.: Ленинизм и развитие марксистской философской мысли за рубежом. М., 1970, стр. 207.

²⁸ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 5.

²⁹ Г. М. Вартанян. Развитие В. И. Лениным марксистской теории отражения. Ереван, 1960, стр. 3.

³⁰ Философский словарь. М., 1963, стр. 453.

³¹ В. Тюттин, Я. Пономарев. Отражение. «Философская

в своей работе «Материализм и эмпириокритицизм» он решил сложнейшие вопросы теории познания, значительно обогатив марксистскую философию. Вклад этот настолько весом, что теорию отражения зачастую называют его именем.

Философское понятие «отражение» широко используется в мировой научной литературе³², хотя сплошь и рядом противники марксизма пытаются игнорировать это достижение философской мысли, выступают против марксистско-ленинской теории отражения. По мнению Пола, например, к которому присоединяется и специализирующийся в области теории познания американский профессор Хилл, ленинская теория отражения якобы не в состоянии объяснить процесс человеческого восприятия³³. Здесь сказывается не только классовая принадлежность буржуазного философа, но и его, мягко говоря, поверхностное знакомство с трудами классиков марксизма-ленинизма, в частности с произведением «Материализм и эмпириокритицизм», в котором В. И. Ленин при анализе проблемы сознания вовсе не абсолютизировал гносеологический аспект.

Особую активность в попытке представить теорию отражения в качестве «механистической» проявляют некоторые философы и идеологи западноевропейских стран³⁴.

Важная часть философской науки — теория отражения, — несмотря на все то большое внимание, которое уделяется ее дальнейшему развитию в последние годы, все еще разработана недостаточно и не занимает того места в философской литературе, которое она по праву должна занимать в связи с современной научно-технической революцией³⁵. До сих пор в марксистской литературе нет единого мнения по таким вопросам теории отражения, как специфика и сущность отражения³⁶, соотношение отражения и взаимодействия, взаимосвязи, по целому ряду других вопросов. Следовательно, необхо-

энциклопедия», т. 4. М., 1967, стр. 184.

³² См.: В. Вайскопф. Наука и удивительное. М., 1965, стр. 227.

³³ Т. И. Хилл. Современные теории познания. М., 1965, стр. 504.

³⁴ G. A. Welter. Der dialektische Materialismus, seine Geschichte und seine System in der Sowjetunion. Frankfurt a/M, 1962.

³⁵ В работах Т. Павлова, В. Познера, Д. Резникова, Ф. И. Георгиева, С. Василева, А. Киселинчева, А. Н. Брудного, Н. П. Антонова, В. Н. Борисова, В. С. Страшникова, Г. М. Варганяна, А. Н. Илиади, А. М. Коршунова, В. В. Орлова, Е. В. Петушковой, Н. В. Медведова, Б. С. Украинцева, В. И. Мальцева, М. И. Сушенцева, С. В. Петрушевского, Г. Г. Вдовиченко, В. С. Тюхтина, В. И. Кремянского, Н. В. Тимофеевой и др.

³⁶ С. Василев. Теория отражения и художественное творчество, стр. 21.

димо освещение наиболее важных вопросов теории отражения и в первую очередь выяснение сущности отражения как свойства всей материи.

2. В. И. Ленин об атрибутивности отражения

Классики марксизма-ленинизма дали, как известно, основные исходные посылки теории отражения, показав, что раздражимость, а тем более ощущения присущи лишь живому организму и являются результатом длительного развития неорганической природы и последующей эволюции животного мира.

Развивая марксистскую теорию отражения и вскрывая тесную генетическую связь сознания и материи, В. И. Ленин на основе новейших достижений естествознания сделал вывод о необходимости существования в фундаменте самого здания материи способности, сходной с ощущением. «...Логично предположить,— писал он,— что вся материя обладает свойством, по существу родственным с ощущением, свойством отражения»³⁷. Естественнoисторическое развитие этого свойства и привело к возникновению психического.

Если рассматривать ленинскую формулировку не изолированно, а в контексте, то станет понятной причина заблуждений сторонников понимания отражения как свойства регионального, не всеобщего. Очевидно, что Ленин употребил выражение «логично предположить» не потому, что сомневался относительно всеобщности отражения, а возражая английскому махисту Пирсону, который использовал это выражение в своей «Грамматике науки». Тем не менее в философской литературе нет-нет да и проскользнет сомнение относительно всеобщности отражения³⁸. Думается, что формальное отношение к основополагающим идеям классиков марксизма-ленинизма не способствует установлению истины и дальнейшей разработке научной теории отражения.

Каковы же важнейшие особенности отражения, специфика этого всеобщего свойства материи?

Каждый материальный объект, связанный хотя бы как-то опосредованно со всеми остальными, испытывает со стороны целого ряда окружающих его объектов воздействия, в результате которых он соответствующим образом *изменяется*, что и является одной из важных черт отражения. Например, если направить поток радио-

³⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 91.

³⁸ А. Подкаров. Материя и сознание. София, БАН, 1961, стр. 157—162.

активного излучения перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, то луч, состоящий из альфа-частиц (ядра атомов гелия), будет под действием магнитного поля отклоняться в одну сторону, а состоящий из бета-частиц (электронов) — в другую (электрически нейтральные гамма-лучи отклоняться не будут). Находясь в одинаковом положении относительно магнитного поля, частицы, как видим, по-разному отражают его воздействие, по-разному изменяют направление своего первоначального движения.

Поскольку движение в самом общем смысле этого слова «...обнимает собою все происходящие во вселенной изменения и процессы, начиная от простого перемещения и кончая мышлением»³⁹, постольку отражение тоже является движением. Однако отражение — это не просто движение, в противном случае эти термины употреблялись бы как синонимы. В чем же различие отражения и движения?

Согласно диалектической концепции развития, движение есть прежде всего результат борьбы свойственных всякой вещи внутренних противоположностей, обуславливающих движение как спонтанное, как самодвижение⁴⁰. С другой стороны, изменение объекта вызывается воздействиями окружающих явлений. Проиллюстрируем это на примере возбуждения атома под действием некоторых летящих мимо частиц. Возбуждая атом, частица сообщает электрону атома порцию энергии в виде квантов. Электрон переходит в связи с этим на орбиту с более высоким энергетическим уровнем, после чего через промежутки времени порядка 10^{-8} сек., возвращаясь на прежнюю орбиту, отдает полученную энергию в окружающую среду в виде электромагнитного излучения определенной частоты. Но известно, что подобное изменение состояния электрона может иметь место и под влиянием происходящих в нем внутренних процессов, в этом смысле спонтанно.

Изменение объекта, таким образом, происходит под действием как внешних, так и внутренних сил. И это справедливо для всех явлений. Любой объект не существует вне взаимодействия с другими и является в этом отношении частью «единого природного целого». Движе-

³⁹ Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 44.

⁴⁰ См.: В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 317.

ние можно, следовательно, мысленно разделить на две составляющие — «самодвижение» и «сообщенное движение», обусловленные соответственно борьбой внутренних противоположностей, внутренними процессами, с одной стороны, и воздействиями окружающей среды, внешними процессами — с другой. При этом изменение объекта как результат борьбы внутренних противоположностей ведет к последующему изменению воздействий его на окружающие объекты, к изменению этих объектов. Последнее в свою очередь — к изменению ответных действий на наш объект, а тем самым к дальнейшему становлению его внутренних противоречий, последующим изменениям отражающего объекта в результате внутренних процессов и так далее без конца. Постоянное «возникновение и одновременное разрешение этих противоречий и есть именно движение»⁴¹, — говорил Энгельс. Следовательно, постоянное становление внутренних противоречий тесно связано с отражением воздействий объектов внешнего мира. Отражение, стало быть, логически вытекает из взаимодействия, а не наоборот, как ошибочно полагает Л. Живкович, считающий отражение «условием развития природы»⁴². Взаимодействие является основой, базой и необходимой предпосылкой отражения.

В свою очередь взаимодействие тесно связано с движением. «В том обстоятельстве, — писал Ф. Энгельс, — что эти (взаимодействующие — Н. Ж.) тела находятся во взаимной связи, уже заключено то, что они воздействуют друг на друга, и это их взаимное воздействие друг на друга и есть именно движение»⁴³. Можно сказать, что движение представляет собой результат взаимодействия и одновременно ту «часть» взаимодействия, которая составляет изменение. Такова органическая связь понятий взаимодействия и движения, генетическая связь принципа универсального взаимодействия и принципа развития в диалектике.

Отражение не сводимо ни к взаимодействию, ни к движению. Как уже отмечалось, движение является следствием не только внешнего воздействия отражаемых объектов, но в обязательном порядке и результатом внутреннего взаимодействия, так что внешние воздействия всегда преломляются через призму внутренних особенностей объекта⁴⁴. «Сообщенное движение»

⁴¹ Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. М., 1953, стр. 113.

⁴² Л. Живкович. Теория социального отражения. М., 1970, стр. 8 и 85.

⁴³ Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 45.

⁴⁴ С. Л. Рубинштейн. Бытие и сознание. М., 1957, стр. 10.

(В. И. Страшников) уже на стадии отображения фактически переплетается, сливается с «самодвижением». И вообще грань между ними диалектически подвижна: сообщенное движение для большей системы оказывается моментом самодвижения и наоборот (проблема внутреннего и внешнего). В любом случае движение в целом есть результат и внутреннего, и внешнего взаимодействия. Иначе говоря, движение, изменение объекта является интеграцией обеих составляющих — сообщенного движения и самодвижения, в то время как отражение, грубо говоря, представляет собой сообщенное движение, ту часть движения, которая обусловлена действием внешних сил ⁴⁵.

Естественно, что мысленное вычленение отображения как момента движения, который обусловлен действием внешних сил, представляет значительные трудности, в абсолютной степени практически невозможно. На это обращает внимание Б. С. Украинцев. «При любом процессе отображения,— пишет он,— включая отображение внешнего мира в сознании человека, никогда не происходит полное выделение отображения из суммарного результата взаимодействия объектов, в том числе и взаимодействия человека с внешним миром» ⁴⁶. Отсюда абсолютная адекватность отображения недостижима.

Интересные соображения по поводу адекватности отражения высказывает С. Василев. Он считает, что следует говорить об адекватности не только отображения отображаемому, но и отображения отражающему. В этом положении есть рациональный смысл: выступая в роли отражающего, человек вместе с тем адекватно выражает свое мировоззрение, а не просто отражает мир. Поскольку отображение есть всегда результат действий внешних сил, о самоотражении говорить неправомерно. Даже рефлексно нельзя истолковывать как самоотражение в сознании человека, в противном случае специфика понятия отображения будет утрачена.

Тем не менее такое вычленение отображения из всего суммарного результата иногда приобретает большое практическое значение. В области измерений, например, важно добиться, чтобы собственные материальные процессы измерительного прибора как можно меньше влия-

⁴⁵ Г. Г. Вдовиченко. Ленинская теория отражения и информация. Киев, 1969, стр. 12.

⁴⁶ Б. С. Украинцев. Отображение в неживой природе, стр. 77. Сб. «Теория познания и современная наука». М., 1968, стр. 106.

ли на измеряемый объект, процесс. История приборостроения полна примерами усилий конструкторов и приборостроителей, направленных на ликвидацию, точнее, на максимальное уменьшение искажающих влияний самого прибора. Так, при создании электротехнической измерительной аппаратуры всегда добивались, чтобы собственное сопротивление вольтметра сделать максимальным и в процессе измерения напряжения электрической сети существенно не искажать вольтаж, а амперметра — наименьшим с тем, чтобы потеря напряжения в нем была минимальной (в отличие от вольтметра амперметр в цепь включается последовательно). В области макромира тоже сталкиваешься со своеобразным «принципом дополнительности», которым, впрочем, здесь можно практически пренебречь.

Если при действии измерительной аппаратуры сходство отображения с отражаемым не вызывает сомнений (хотя оно качественно отлично от того сходства, которое наблюдается в случае психических форм отражения)⁴⁷, то при разрушении отражающего под действием отображаемого объекта о сходстве, пожалуй, говорить не имеет смысла. Тем не менее некоторые философы и в данном случае усматривают процесс отражения. Правильную, диалектическую, на наш взгляд, позицию в этом вопросе занимает С. Василев. Учитывая диалектический характер развития материального мира (отрицания, в частности), С. Василев справедливо отмечает, что и в случае разрушения отражающего его элементы не теряют тех следов, которые они накопили, будучи частями целого. «...Разрушение объекта, — говорит он, — приводит к исчезновению его отражательной способности и накопленных отражений-следов в системе как целом, но не приводит к разрушению отражений-следов, накопленных в его частях»⁴⁸. Проблема, как видим, истолковывается диалектично и убедительно. Неубедительным представляется другое — мнение, будто в тех случаях, когда вызываемые внешними воздействиями изменения несущественны, об отражении говорить нельзя. Думается, что Б. С. Украинцев справедливо считает это положение противоречащим основополагающему тезису о всеобщности отражения в природе⁴⁹.

Поскольку любой объект, процесс развивается под влиянием как внутренних, так и внешних факторов, постольку абсолютно инертных материальных объектов, которые бы как-то не изменялись под действием других, окружающих предметов и процессов, нет, отражение

⁴⁷ Н. Г. Пехтерев. Адекватность образа и адекватность сигнала. «Вестник МГУ», 1965, серия «Философия», № 6, стр. 63.

⁴⁸ С. Василев. Теория отражения и художественное творчество, стр. 150.

⁴⁹ Б. С. Украинцев. Отображение в неживой природе, стр. 85.

имеет всеобщий, *атрибутивный* характер. Отражение, стало быть, органически связано с причиной и следствием. При этом по отношению к отражательным внешним воздействиям оно фактически выступает следствием. «Рассмотрение отражения под углом зрения причинно-следственных связей,— справедливо замечает Б. В. Ахлибининский,—позволяет включить его (отражение.—Н. Ж.) в единую систему категорий материалистической диалектики. Этим обеспечивается надежная логическая база при его теоретическом анализе»⁵⁰.

Вопрос о соотношении отражения с категориями «причина» и «следствие» неоднократно обсуждался в нашей философской литературе, хотя и не получил однозначного решения. Причина тому — неоднозначность толкования термина «отражение». С точки зрения излагаемой концепции отражение не тождественно следствию, потому что изменение, движение объекта происходит не только под действием внешних воздействий, но и сил внутренних, есть результат двух групп причин — экзогенных и эндогенных. Можно сказать, что всякое отражение есть следствие, но было бы неверным любое следствие считать отражением.

Отражению присуща черта, которая делает его «сходным с ощущением», выражает важнейшую особенность этого свойства материи. При изменении состояния отражающего объекта даже в неорганической природе имеет место определенное *воспроизведение* в отражающем внешних воздействий в смысле формы, интенсивности, направленности, величины последних. Так, в примере с радиоактивным излучением напряженность воздействующего магнитного поля воспроизводится величиной угла отклонения лучей. При возбуждении атома степень воздействия на него пролетающей мимо элементарной частицы определяет, на какой более высокий энергетический уровень перейдет получивший порцию энергии электрон. Конечно, характер и форма изменений отражающего зависит от «принадлежности» отражаемого и отражающего к той или иной форме движения, от способа их взаимодействия, пространственно-временной структуры того и другого, но в любом случае отражения имеется определенное соответствие, сходство отображения с отражаемым объектом.

В последние годы в связи с кибернетизацией науки, с процессом проникновения, экспансией ряда понятий математики и техни-

⁵⁰ Б. В. Ахлибининский. Ленинская теория отражения и кибернетика. Л., 1969, стр. 6.

ческих наук в сферу смежных дисциплин часто в качестве синонимов термина «сходство» используются термины «изоморфизм» и «гомоморфизм». При этом под изоморфизмом понимается однозначное соответствие сравниваемых объектов, а под гомоморфизмом — лишь некоторое (например, изображение на фото и оригинал — в первом случае, топографическая карта и местность, которая не может быть изоморфно отражена на двумерной плоскости по причине кривизны Земли, — во втором). Мы разделяем точку зрения тех философов⁵¹, которые не считают адекватной и правомерной замену широко употребляемого Лениным для характеристики отражения термина «сходство» заимствованными из математики терминами «изоморфизм» и «гомоморфизм». Сходство отображения с оригиналом не может быть, как правильно считает Б. С. Украинцев, исчерпано понятиями изоморфизма и гомоморфизма (особенно в случае деятельности систем управления). Еще более убедительно показывает несостоятельность такой замены Г. А. Левин, справедливо замечая, что в психическом образе отображаются не только структура, но и элементы⁵². Употребление математических терминов «изоморфизм» и «гомоморфизм» влечет за собой абсолютизацию элемента дискретности природных процессов⁵³. И это, по-видимому, самое главное обстоятельство, вызывающее чувство настороженности при употреблении их в «неточных», «описательных» науках.

Итак, опираясь на исходные положения марксизма, Ленин сделал единственно правильный вывод о том, что всей материи присуще «свойство отражения», сходное с ощущением. Это *свойство* заключается в способности любого объекта *воспроизводить некоторые особенности воздействующих на него иных объектов, определенным образом реагируя на последние*. При этом происходит своеобразный «перенос» пространственно-временной структуры от отражаемого к отражающему.

Однако отражение — это не только способность, возможность, свойство всей материи, но и проходящий в пространстве и времени сложный реальный процесс, более подробное рассмотрение структуры которого составит содержание следующего раздела.

3. Структура процесса отражения

В философской литературе отражение часто ограничивают отображением (Б. С. Украинцев, В. С. Тютин

⁵¹ Б. Украинцев. Отображение в неживой природе, стр. 128—130.

⁵² Г. А. Левин. В. И. Ленин и современные проблемы теории познания. Минск, 1970; Н. В. Тимофеева. Сущность и основные черты отображения в неорганической природе. Сб. «Проблемы отражения». М., 1969, стр. 52.

⁵³ А. В. Шугайлин. О возможности описания отражения в матричной форме. «Философские науки», 1965, № 1.

и др.), которое, на наш взгляд, — суть центральная часть отражения. Отражение — это не только отображение, воспроизведение пространственно-временной структуры отражаемых объектов, но и восприятие действия, а также ответное действие отражающего.

В такой более полной трактовке намечается переход к внешнему взаимодействию отражающего с отражаемыми объектами, что очень важно, если учесть аналитическую особенность человеческого ума, мысленно препарирующего находящиеся в универсальной взаимосвязи и взаимодействии объекты окружающего нас мира. Рассматривая объект в качестве отражающего, в его, если позволительно будет так выразиться, страдательном и в известной мере пассивном положении⁵⁴, исследователь должен помнить об *огрублении изучаемого процесса мыслью*, о том, что анализ всегда должен быть дополнен последующим синтезом. В противном случае трудно надеяться на адекватное представление об изучаемом фрагменте действительности. В этом — требование материалистической диалектики с ее важнейшими принципами универсальной взаимосвязи и развития. В этом же заключается общеметодологический путь познания объекта, который охарактеризован Марксом как метод восхождения от абстрактного к конкретному.

Это справедливо не только по отношению к процессу познания объекта индивидуумом, субъектом, но и к *истории познания*, где наблюдаются аналогичные явления. Энгельс указывает на эту связь совершенно определенно, говоря, что такой «... способ изучения оставил нам вместе с тем и привычку рассматривать вещи и процессы природы в их обособленности, вне их великой общей связи, и в силу этого — не в движении, а в неподвижном состоянии, не как существенно изменчивые, а как вечно неизменные, не живыми, а мертвыми. Перенесенный Бэконом и Локком из естествознания в философию, этот способ понимания создал специфическую ограниченность последних столетий — метафизический способ мышления»⁵⁵.

Однако Энгельс не ограничился констатацией этого важного самого по себе факта, но и вскрыл глубинные

⁵⁴ М. Б. Митин. Предисловие к кн.: Современные проблемы теории познания диалектического материализма, т. I. М., 1970, стр. 9.

⁵⁵ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. т. 20.

причины возникновения метафизического способа мышления, которые он видит в «собирательном» характере науки того времени, в том, что наука XVIII в. была знанием о законченных вещах и предметах (с этим органически связано явное господство тенденции дифференциации научного знания). В XIX же веке наука становится «упорядочивающей», наукой о происхождении, развитии и взаимосвязи всех процессов, которые образовывали одно великое целое⁵⁶. Тем самым, продолжает эту мысль Энгельс, «мы снова вернулись к взгляду великих основателей греческой философии о том, что вся природа, начиная от мельчайших частиц ее до величайших тел, начиная от песчинок и кончая солнцами, начиная от протистов и кончая человеком, находится в вечном возникновении и исчезновении, в непрерывном течении, в неустанном движении и изменении. С той только существенной разницей, что то, что у греков было гениальной догадкой, является у нас результатом строго научного исследования, основанного на опыте, и поэтому имеет гораздо более определенную и ясную форму»⁵⁷.

Таким образом, в истории науки тоже прослеживаются три стадии познания окружающего мира: по закону отрицания отрицания человечество возвращается к первоначальному, но в общем-то правильному воззрению на мир, который был характерен для древних. Как в мышлении человека анализ неизменно предполагает синтез, так и в истории науки метафизический способ мышления на определенном этапе развития общества сменяется диалектическим. В этом мы видим *совпадение логического с историческим*⁵⁸.

Картина будет неполной, если эти два временных плана не связать с третьим — с онтогенезом человеческого сознания. В произведениях Энгельса есть указания и на эту связь. Так, исходя из подмеченного еще Гегелем совпадения, соответствия онтогенеза духа филогенезу духа, Энгельс в «Диалектике природы» писал: «Развитие какого-нибудь понятия или отношения понятий... в исто-

⁵⁶ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 21, стр. 303.

⁵⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 354—355.

⁵⁸ В связи с этим имеет смысл говорить о *совпадении диалектики, истории познания и логики*, что соответствует ленинским положениям, высказанным им в «Философских тетрадях» (В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 312).

рии мышления так относится к развитию его в голове отдельного диалектика, как развитие какого-нибудь организма в палеонтологии — к развитию его в эмбриологии (или, лучше сказать, в истории и в отдельном зародыше). Что это так, было открыто по отношению к понятиям впервые Гегелем»⁵⁹. Несколько позже ту же мысль Энгельс высказывает при ссылке на «Феноменологию духа» Гегеля, «... которую можно было бы назвать параллелью эмбриологии и палеонтологии духа, отображением индивидуального сознания на различных ступенях его развития, рассматриваемых как сокращенное воспроизведение ступеней, исторически пройденных человеческим сознанием»⁶⁰.

Соответствующий закон в живой природе открыли Э. Геккель и Ф. Мюллер во второй половине XIX в. Согласно этому биогенетическому закону, уточненному впоследствии русскими учеными, индивидуальное развитие особи на стадии эмбриона сокращенно воспроизводит историю вида.

Итак, перед нами три важнейших временных плана отражения — в филогенезе (история общественного сознания), в онтогенезе (история индивидуального сознания) и в конкретной ситуации. Налицо все та же трехплановость отражения⁶¹.

Какова же структура процесса отражения, важнейшей частью которого является отображение?

Процесс отражения не является чисто зеркальным, абсолютно пассивным актом и имеет сложную структуру. В ходе взаимодействия с окружающими объектами отражающее оказывает на них *внутреннее и внешнее ответное действие*⁶². При механическом воздействии одного предмета на другой последний в полном соответствии с законом единства и борьбы противоположностей обязательно противодействует первому. Подобное явление, на которое обратил внимание В. И. Ленин во фрагменте «К вопросу о диалектике», нашло свое выражение в классической механике в третьем законе Ньютона. Так, при ударе сталкивающихся шаров и воздействие, и «восприятие»

⁵⁹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 537.

⁶⁰ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 21, стр. 278.

⁶¹ С. Василев. Теория отражения и художественное творчество, стр. 40; Д. Н. Меницкий, Н. Н. Василевский, Г. А. Вартаган. Моделирование высшей нервной деятельности. Сб. «Моделирование в биологии и медицине». М., 1969, стр. 79.

⁶² Теория отражения и современная наука. М., 1967, стр. 18.

- действия оказываются обоюдными. При этом и форма, и содержание отображения в каждом из шаров будут зависеть от обоих соударяющихся тел, их свойств, внешней формы и т. п.

Внутреннее противодействие, вообще говоря, имеет место в любых случаях непосредственного взаимодействия. Чем больше скорость полета космического корабля при сближении с землей и круче его траектория в плотных слоях атмосферы, чем больше воздействие корабля на встречные слои воздуха, тем сильнее действие атмосферы на корабль, а стало быть, и нагрев корабля. При превышении определенного предела температуры корабль может даже сгореть. Постоянный электрический ток, протекающий по проводнику, встречает со стороны молекул, атомов, ионов проводника соответствующее сопротивление, величина которого находится в линейной зависимости от температуры проводника.

Внутренняя реакция происходит и при отражении организмом окружающих воздействий, поскольку в нем совершаются физические и химические процессы. Однако она не сводится к противодействию, а имеет сложную *информационную природу*, находя свое выражение в упорядоченном внешнем ответном действии организма. Правда, при опосредованном отражении (через промежуточную среду) внешнее ответное действие может и не коснуться отражаемого объекта, но и тогда тело воздействует на ряд окружающих объектов, на саму промежуточную среду. Если солнечный луч падает на отражающую поверхность, то атомы поверхности, возбуждаясь под действием фотонов света, будут взаимодействовать с ними, становиться сами источниками тепловой и электрической энергии и практически воздействовать не на источник света (Солнце), а на фотоны и соприкасающиеся с этой поверхностью объекты. Пока не так важно, что воздействие объектов в каждом конкретном случае зависит от природы взаимодействующих тел, условий отражения, что, как правило, один из объектов оказывает большее по величине воздействие, а количественная зависимость силы ответного действия от величины прямого воздействия является в большинстве случаев нелинейной. Существенно, что в процессе отражения воздействие одного объекта на другой вызывает как внутреннее, так и внешнее ответное действие отражающего на окружающие объекты, в числе которых данного отражаемого может и не быть (см. схему 1).

Внешнее ответное действие можно рассматривать в качестве прямого, тогда отражающее выступит в роли

отражаемого. Иначе говоря, *взаимоотражение* предполагает взаимодействие, а не одностороннее действие на отражающее (см. схему 2). При этом только та взаимосвязь ведет к отражению, а тем более к взаимоотражению, которая имеет причинно-следственный характер, является взаимодействием и сопровождается, как показал И. В. Кузнецов, переносом материи и движения в направлении от причины к следствию ⁶³.

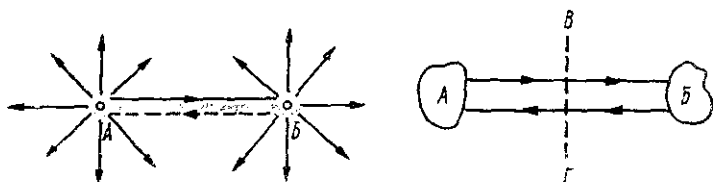


Схема 1

Возможное внешнее ответное действие отражающего объекта показано пунктиром

Схема 2

Случай обоюдного взаимного действия (взаимоотражения)

Итак, в любом процессе отражения можно выделить три момента: внешние воздействия на отражающее; соответствующие изменения, происходящие в результате этого в отражающем, — отображение и внешнее ответное действие отражающего.

Процесс отражения мысленно расчлениют и так: отражаемое, отражающее и отражение; отражаемое, воздействие отражаемого и отражающее; отображение («запечатление») и ответное действие; отражение-восприятие, отражение-изменение, отражение-след, отражение-ответная реакция, отражение-воздействие (по С. Василеву).

Понимание отражения как дуги, а не только как отображения внутреннего состояния отражаемого в результате его взаимодействия с окружающими объектами (по Т. Павлову) дает преимущество, предполагая большую активность отображающего. Кроме того, «отображение» чаще связывают с результатом, чем с процессом.

На наш взгляд, отражение, грубо говоря, представляет собой относящуюся к отражающему дугу, сторону, часть, «полюс» внешнего взаимодействия (на схеме 2 дуги *ВВГ* и *ГAB*), что как нельзя лучше согласуется с рефлекторной теорией Сеченова — Павлова, в которой рефлекс

⁶³ Проблема причинности в современной физике. М., 1960, гл. 1.

рассматривается как разомкнутая дуга. Здесь снова встает проблема внутреннего и внешнего. Так, если на уровне организма животного отражательная дуга включает в себя воздействие на органы чувств, отображение в ЦНС и внешнее ответное действие организма, то на уровне отдельного органа, когда в качестве отражающего объекта рассматривается головной мозг, — соответственно афферентные пути, отображение в мозгу и ответное действие мозга (эфферентная часть ЦНС).

Внешнее ответное действие иногда бывает настолько малым, незначительным, что нет практической возможности или необходимости его учитывать. Однако это не дает оснований вообще игнорировать его в процессе отражения. При измерении, например, температуры воды в море термометром никому и в голову не придет учитывать ответное воздействие термометра на воду (до измерения он имеет обычно иную, чем у воды, температуру), поскольку теплоемкость термометра по сравнению с теплоемкостью моря ничтожна. Подобные случаи отражения, как уже отмечалось, важны для достижения адекватного отображения явлений с помощью измерительной аппаратуры.

Что понимали под отображением классики марксизма-ленинизма и каково соотношение понятий отражения в философии и физике? ⁶⁴

Энгельс и Ленин, как известно, в своих работах использовали и термин «отображение» и термин «отражение». Термин «отображение», как это следует из контекста, они обычно применяли в качестве синонима термина «изображение» (*Gedanken-Abbilder*) ⁶⁵, акцентируя тем самым внимание на главном моменте процесса отражения. В случае высших форм отражения это тем более оправдано, что отображение конкретного явления не всегда сразу ведет к внешним ответным действиям: сведения, информация об окружающей обстановке могут до определенного момента накапливаться.

Что касается второй части вопроса, то в оптической физике термин «отражение» действительно иногда употребляется для обозначения направления такого луча, который противоположен падающему (в физиологии этот термин тоже иногда употребляется для характеристики внешнего ответного действия организма, его реакции).

⁶⁴ Б. С. Украинцев. О сущности элементарного отображения. «Вопросы философии», 1962, стр. 64—66.

⁶⁵ См.: В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 34; Ф. Энгельс. Анти-Дюринг, стр. 21.

Изменение отражающего есть суммарный результат взаимодействия в отражающем двух противоположных сил, тенденций, обусловленных соответственно действием отражаемого и отражающего (даже в случае отражения через промежуточную среду). И не только результат, но и процесс, поскольку всякое движение есть единство прерывного и непрерывного, есть устойчивость и изменение.

Как уже отмечалось, отображение не тождественно движению; оно есть результат воздействий отражаемых объектов. В. С. Тютин, например, определяя понятие «отражение», вполне справедливо исключает из отображения как продукта взаимодействия противоположных сил, тенденций в отражающем то, что обуславливается последним, учитывая лишь результат действия отражаемого на том основании, что «... на уровне психического отражения... субъекту дано не содержание физиологического состояния его рецепторов, нервов и мозга (эта сторона для него «снята»), а содержание воздействий на него объектов»⁶⁶.

Впрочем, из данного факта нельзя делать обобщающего вывода, что при всех формах отражения эта сторона отсутствует, «снята»; чем ниже спускаться по эволюционной лестнице живой природы (а в неорганической природе особенно), тем действие, обуславливаемое отражающим, в отображении имеет больший удельный вес, вносит большие «искажения». И наоборот, чем выше животное по своей организации, чем совершеннее его нервная система, тем точнее, адекватнее становится отображение. Нельзя не учитывать и того, что даже в психических формах отражения имеет место элемент субъективности, который выражается, например, в неполноте образа, в его зависимости от опыта субъекта. Короче говоря, «снятие» и в данном случае происходит лишь с физико-химической, точнее энергетической, но не информационной стороны процесса.

Деление процесса отражения на три элемента в значительной степени огрубляет действительный процесс, подчеркивает только одну его сторону, а именно последовательность этих моментов отражения, прерывность, совершенно не учитывая того, что по времени они обычно перекрывают друг друга. Нельзя представлять себе все так, будто вначале полностью заканчивается прямое воздействие, после этого начинаются и заканчиваются соответствующие изменения в отражающем

⁶⁶ В. Т. Тютин. О сущности отражения. «Вопросы философии», 1962, № 5, стр. 60.

(отображение) и только потом происходит ответное действие. Все обстоит гораздо сложнее; процесс взаимодействия обычно происходит *непрерывно*, так сказать, циклически. Взаимодействующие объекты воздействуют друг на друга не поочередно; каждый из них выступает одновременно и отражающим, и отражаемым. Представление об отражении как об искусственно разомкнутой «дуге» предполагает известное упрощение, мысленное огрубление взаимодействия и движения, прерыв непрерывного. Это огрубление снимается, если процесс рассматривается в его целостности, т. е. в плане взаимодействия с другими объектами.

Если при наличии промежуточных звеньев внешнее ответное воздействие на отражаемое представляет собой регулирующее, управляющее воздействие, то перед нами *система с обратной связью*. Такое упорядоченное, целесообразное ответное действие происходит, как уже отмечалось, всегда по иным, чем прямое воздействие отражаемого (и, конечно, информационным), каналам в количестве, зависящем от действия причины, и служит основой направленного изменения ее.

Несколько иная картина наблюдается при таком взаимодействии, когда действия отражаемого и внешнее ответное действие отражающего не перекрываются во времени. Это хорошо видно на работе теплового реле. Спаянные вместе две пластинки различного металла под действием проходящего по ним электрического тока в разной мере и оказывают внутреннее сопротивление проходящему току, и изменяют свою внешнюю форму. При достижении определенной силы тока биметаллическая пластинка изгибается в целом и размыкает электрическую цепь. Таким образом, возрастание силы тока приводит к отключению генератора. В этом случае не наблюдается такого положения, при котором, по Энгельсу, «причины и следствия постоянно меняются местами»; такая перемена здесь происходит однажды: срабатывание реле выступает причиной ликвидации тока в цепи вообще (регулирование способом компенсации).

В неживой природе (за исключением техники) подобные целесообразные процессы, обратные связи и соответствующие контуры регулирования отсутствуют, а есть лишь действия обычного силового характера: ответное действие, например, нагреваемого тела на расположенный поблизости от него источник тепла, усиление обоюдного воздействия сближающихся небесных тел и т. д.

Несколько слов о проблеме первичного и вторичного. При решении этой проблемы следует исходить из ленинской формулировки, в которой содержится исходная посылка для правильного ответа на этот вопрос. В. И. Ленин писал: «Отображение не может существовать без отображаемого, но отображаемое существует независимо от отображающего»⁶⁷. Отсюда следует только то, что

⁶⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 66.

отображение вторично, так как оно не может существовать без того оригинала, который отображается. Не может отображение существовать и без отображающего. Что касается вторичности отображающего по отношению к отображаемому как первичному, то такое толкование правомерно лишь в определенном смысле⁶⁸. Вторичным является не отображающее, а отображение в нем (даже в случае психических форм отражения).

До сих пор учитывалось воздействие на отражающее только одного интересующего нас объекта, взаимодействие двух объектов. Отражающий предмет по существу вырывался из его общей связи «со всем мировым целым». Такой прием в познании неизбежен и вполне правомерен, если помнить о его ограниченности, о необходимости изучать любой предмет в его универсальной взаимосвязи с другими предметами, вещами, объектами.

Как протекает этот процесс *в условиях одновременного воздействия* на отражающее целого ряда других окружающих тел, предметов?

В современной физике опытами установлено, что в границах температур, близких к абсолютным, ряд металлов по-иному реагирует на проходящий по ним электрический ток; сопротивление току практически исчезает. Это явление сверхпроводимости, наблюдаемое, к примеру, у свинца при температуре менее — 265,8 °С, объясняется тем, что в значительной мере уменьшается тепловое движение частиц проводника, в результате чего вероятность столкновения с ними движущихся по проводнику электронов резко снижается. Подобные примеры зависимости характера процесса отражения от его условий можно наблюдать в технике буквально на каждом шагу, что еще раз подтверждает правильность и практическую ценность высказываний академика С. И. Вавилова о возможности и необходимости объяснения физических явлений с учетом свойства отражения. Важно, что для каждого конкретного процесса отражения существует оптимальный вариант этого процесса с точки зрения, разумеется, его практического использования в данных конкретных условиях технологии.

Характер отражения зависит от *предшествующего состояния* отражающего, а также от того, *как действуют*

⁶⁸ Б. С. Украинцев. Отображение в неживой природе, стр. 58.

на него объекты, в частности от силы, длительности, частоты, последовательности, пространственно-временного суммирования этих воздействий. Это положение очевидно. Один пример из области медицины.

В лечебной практике часто применяется ультразвук. Направленный на опухоль больного, он благодаря своей энергии вызывает в тканях опухоли колебания большой частоты и разрушает клеточные структуры. Звуковые колебания различной частоты отражаются организмом совсем не одинаково: звук с частотой до 20 кгц отражается физиологически, воспринимается с помощью органов слуха, а с частотой в 600—800 кгц — лишь в чисто физическом плане. Здесь налицо связанная с различием форм движения материи *многосторонность* отражения.

В неорганической природе отражение имеет особенность, которая помогает понять возникновение биологических форм отражения. Поскольку абсолютно упругих тел в природе не бывает, то после прекращения воздействия в отражающем имеют место *остаточные деформации*, названные Т. Павловым «след-отражением»⁶⁹. В технике это явление встречается на каждом шагу: остаточное напряжение в металле, остаточный магнетизм полюсов электромашины, ведущий к гистерезисным явлениям, и т. д.

Применительно к живой природе «след-отражение» есть результат отражения в филогенезе и онтогенезе, тогда как «актуальное отражение» (по терминологии Т. Павлова), «динамическое отражение» (по С. Василеву) является органическим *сплавом прошлого и настоящего*. Как говорит само за себя название, актуальное отражение (процесс отражения) в известном смысле можно противопоставить отражению-след, которое формируется *post factum*. Однако в процессе актуального отражения след всегда содержится как момент. Кроме того, было бы упрощением представлять себе все таким образом, что актуальное отражение есть просто актуализация отражения-след: актуальное отражение — это и дальнейшее накопление следов отражения. При этом чем пластичнее предмет, тем значительнее в отражении момент, связанный с прошлой историей объекта, т. е. отражение-след. По мере усложнения взаимодействий

⁶⁹ Т. Павлов. Избранные философские произведения, т. 3. М., 1962.

в природе и соответствующих форм отражения тела, как известно, становятся пластичнее, что особенно характерно для живого белка.

По мере повторения воздействий одного и того же рода происходит накопление следов отражения, иначе говоря, они как бы аккумулируются телом. В зависимости от конкретных условий такая *аккумуляция следов отражения* может привести в конце концов либо к разрушению тела, нарушению его качественной определенности, либо (путем последующих качественных скачков) к возникновению сложных систем, которые способны уравниваться со средой, т. е. к возникновению жизни. Что же касается первого случая, то примеры разрушения сооружений в технике (объясняемые, например, «усталостью» металла) повсеместны и достаточно хорошо всем известны.

Наличие следов отражения, как и отражения вообще, связано с *избирательностью* восприятия действий, с тем, что не каждое воздействие вызывает соответствующие изменения в отражающем; в противном случае был бы какой-то хаос взаимодействий, что равносильно отсутствию всякого закономерного поступательного развития в окружающем нас мире. Железные предметы, к примеру, отражают воздействие магнита, намагничиваются, в то время как предметы из цветного металла практически не отражают воздействий магнита. Орган слуха животного чувствителен лишь к определенному спектру частот звуковых колебаний; человек способен различать звуки с верхней границей 20 кГц, летучие мыши — с верхней границей 70 кГц, а мухи вовсе не воспринимают звука.

Как уже отмечалось, отражение объектами происходит во вполне определенных отношениях. Подобная многосторонность отражения есть результат качественного своеобразия предметов и вещей материального мира, выражение его многокачественности. Отражение, таким образом, предполагает известную общность материальных структур взаимодействующих объектов, которая и обуславливает его избирательность. А. Илиади справедливо отмечает, что по мере усложнения форм отражения аккумулятивная способность становится предпосылкой для дальнейшего усложнения избирательности отражения (особенно в живой природе).

Итак, отражение — это относящаяся к отражающему *сторона внешнего взаимодействия объектов*⁷⁰. В этой отражательной «дуге» можно видеть три момента: воздействие на отражающее, соответствующие изменения в нем — *отображение* и *внешнее ответное действие* на ряд окружающих объектов, так что отражающее оказывается «зеркалом и эхом Вселенной» (А. С. Рубинштейн). Если отражение представляет собой дугу, то процесс взаимодействия, взаимоотражения совершается циклически.

Как и движение, отражение — это и *процесс*, и *результат*, итог, прерыв непрерывного.

Главной частью процесса отражения является *отображение*, представляющее собой, строго говоря, тот момент внутреннего взаимодействия в отражающем противоположных сил и тенденций, который обусловлен воздействием внешних отражаемых объектов. Естественно, что по отношению к оригиналу отображение вторично, зависимо от него.

Внешнее ответное действие есть итог, *суммарный результат* внутреннего воздействия отражающего и отражаемых объектов даже в случае информационных (в том числе психических) форм отражения, есть единство внутреннего и внешнего. Поскольку воздействия окружающих объектов всегда преломляются через внутреннюю природу отображающего, постольку в изменении отображающего есть что-то и от него самого, так что собственно отображение трудно мысленно вычленишь из этого суммарного результата. В силу этого отображение часто практически приходится отождествлять с этим суммарным результатом (особенно на уровне психического). В силу избирательности восприятия действий отражающее реагирует лишь на некоторые окружающие объекты во *вполне определенных отношениях* (*многосторонность* отражения), определяемых пространственно-временной структурой, качественной особенностью взаимодействующих объектов. Характер отражения, в частности его раз-

⁷⁰ Подобной точки зрения придерживаются многие философы (см.: учебное пособие «Марксистско-ленинская философия». М., 1965, стр. 118; Ленинская теория отражения и современность. Свердловск, 1967, стр. 5; Б. В. Ахлибинский. Ленинская теория отражения и кибернетика, стр. 5; Современные проблемы теории познания диалектического материализма, т. 1. М., 1970, стр. 249).

решающая способность⁷¹, во многом зависит от условий отражения. Периодическое повторение взаимодействий одного и того же рода ведет обычно к аккумулярованию следов отражения, что имеет большое значение для дальнейшего усложнения и развития избирательности отражения в природе.

Предполагаемая интерпретация структуры отражательного процесса согласуется с ленинской формулой общего пути познания (от живого созерцания к абстрактному мышлению, а от него — к практике). Структура отражательного процесса при этом полностью соответствует структуре процесса познания. Преодолевается и трудность согласования с марксистско-ленинской теорией отражения рефлекторной теории Сеченова — Павлова, в которой рефлекс рассматривается как трехчленная дуга. Естественна научное обоснование теории отражения (как и анализ информации на различных стадиях отражательного процесса) осуществимо, на наш взгляд, лишь на путях представления об изменении отражающего, как результате взаимодействия внешних и внутренних моментов, как следствии действия внутренних и внешних причин. Поэтому нельзя согласиться с теми, кто содержание изменений в отражающем относит только за счет действия отображаемых объектов, а форму считает в любом случае зависимой лишь от отражающего⁷² (при непосредственном взаимодействии во всяком случае этого нет).

И, наконец, главное. В последние годы много пишут о судьбах теории отражения, справедливо критикуя ревизионизм за нигилистическое отношение к этой теории, за игнорирование ее эвристической ценности в философии и естествознании. Однако обычно при этом не касаются одного очень важного момента, который нельзя не учитывать.

Дело в том, что анализ объектов в плане отражения ими внешних воздействий еще не дает полной картины того, что происходит в действительности. Как уже отмечалось, полную картину исследователь может получить

⁷¹ В. И. Кремянский. Типы отражения как свойства материи. «Вопросы философии», 1963, № 8, стр. 135.

⁷² М. Корнфорт. Диалектический материализм. М., 1956, стр. 318—319.

только в результате последующего синтетического рассмотрения всех сторон взаимодействия объектов друг с другом, на что в свое время указывал Ф. Энгельс.

В чем же в таком случае эвристическая ценность теории отражения? Во-первых, обращение к анализу изучаемого объекта в плане отражения является необходимым условием углубленного познания: последующий синтез всегда предполагает предшествующий анализ. Это очевидно. Во-вторых, позитивный ответ на этот вопрос дает обращение к идее трехплановости отражения. Так, в живой природе индивидуальный и видовой опыт животного нельзя рассматривать иначе как результат многократного отражения определенных повторяющихся воздействий обитаемой среды как самим животным (в течение всей его предшествующей жизни), так и его предками (в филогенезе).

В силу этих двух обстоятельств теория отражения имеет огромное познавательное значение, а понятие отражения является важнейшей категорией философии, которая стоит в одном ряду с такими всеобщими категориями, как движение, взаимосвязь, развитие.

4. Информация — сторона процесса отражения в живой природе, обществе, технике

Каково соотношение информации и отражения, если понимать под свободной информацией те «сведения», которые используются отражающей системой для управления?

Некоторые философы склонны отождествлять информацию с отражением⁷³. Подобное отождествление ошибочно уже потому, что процесс отражения не исчерпывается передачей информации. К тому же отражение свойственно всем без исключения объектам, чего нельзя сказать об информации. Значит, информация может быть лишь моментом, стороной определенных видов отражения.

Если выяснение основных черт и условий, присущих всякому процессу отражения, играет решающую роль для

⁷³ В. В. Орлов. Особенности чувственного познания. Пермь, 1962, стр. 13; А. Г. Лебедев. О содержании понятия «информация» (Тезисы докладов научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава. Секция социально-экономических наук. Л., 1966, стр. 15).

последующего, более полного определения понятия информации, то анализ особенностей различных форм и видов отражения, обусловленных спецификой закономерностей соответствующих форм движения материи, позволит выяснить, как и на какой ступени развития материального мира возникли информационные явления. При этом виды отражения, этапы эволюции этого атрибутивного свойства материи следует рассматривать в *естественноисторическом* плане.

В отличие от общепринятого, когда вначале производится анализ форм отражения во всей неживой природе, естественноисторический план предполагает их рассмотрение сначала в неорганической (естественной неживой) природе, а затем в живой природе и обществе и только потом в так называемой «искусственной природе» (в технике). Для последующего анализа понятия информации такой план предпочтительнее общепринятого, поскольку опосредованные человеком информационные процессы и формы отражения в технике имеют свои специфические особенности. Анализ существующих видов отражения поможет избежать односторонности при выявлении сущности информации, при характеристике ее общих черт независимо от конкретных видов.

При анализе общности и специфики различных форм отражения разумно, по-видимому, руководствоваться обоими «противоположными» приемами, которые сформулировал в свое время К. Маркс. Первый известен как метод, позволяющий по некоторым чертам высших форм развития судить об аналогичных у низших («ключ к анатомии обезьяны — в анатомии человека»). Противоположный подход связан с учетом в низших формах «намёка»⁷⁴, зачатков того, что наблюдается на высших стадиях развития. Думается, что использовать их следует вместе, поскольку они по сути дела представляют собой две стороны одной медали.

I. Исторически наиболее ранними и простыми формами отражения являются процессы отражения в *неорганической природе*.

Процессы отражения в неорганической природе имеют три основные особенности.

Различают механические, физические и химические формы отражения. Первая особенность заключается в том, что одному и тому же телу при взаимодействии его с другими окружающими объектами обычно присущи

⁷⁴ К. Маркс. К критике политической экономии. М., 1952, стр. 219.

все эти формы отражения. Например, при падении солнечного луча на поверхность предмета, покрытого бромистым серебром, мы имеем не только химическую реакцию, но и механическое воздействие на поверхность предмета — давление света; здесь же проявляются физические формы отражения — усиление молекулярного движения в объекте и его нагрев, возбуждение атомов под воздействием квантов света различной энергии, отражение лучей света под определенным углом от поверхности.

Таким образом, в неживой природе в полном соответствии с многоуровневым характером объектов, тел, предметов отражение тоже имеет многосторонний характер: каждому структурному уровню присущ свой тип взаимодействий, свои формы отражения.

Другой важной чертой отражения является относительная пассивность объектов в процессе взаимодействия⁷⁵. Хотя отражающий объект и оказывает на окружающие объекты ответное воздействие, последнее не носит активного характера, как это наблюдается в живой природе, не ведет к сохранению системой своей качественной определенности. Здесь нет восприятия информации, происходит лишь перераспределение энергии, импульса и других величин от отображаемого к отражающему (Б. С. Украинцев, Г. В. Платонов)⁷⁶. Больше того, тела неорганической природы под действием окружающих явлений обычно разрушаются (по мысли Ф. Энгельса, «в надмеханических областях движения, во всяком случае»). Так, в результате отрыва электрона от атома под действием сил электрического поля образуется положительно заряженный ион с совершенно другими свойствами, т. е. частица иного качества. «Скала, которая подверглась выветриванию, уже больше не скала; металл в результате окисления превращается в ржавчину»⁷⁷.

Особенностью отражения в неживой естественной природе можно считать и отсутствие той направленности, которая наблюдается в деятельности систем организованной природы. Оно, замечает С. Василев, здесь «неорганизовано». Это объясняется тем, что даже системные объекты неживой естественной природы не обладают

⁷⁵ Теория познания и современная наука. М., 1967, стр. 118.

⁷⁶ Ленинская теория отражения и современная наука. М., 1966, стр. 202.

⁷⁷ Ф. Энгельс. Анти-Дюринг, стр. 77.

целесообразной структурой, а отображение не используется в функции регулирования и управления. По той же причине действия отображающих внешние воздействия объектов не носят активного характера. Активность предполагает такое взаимодействие, когда в одном из взаимодействующих объектов «малые» причины порождают «большие следствия»⁷⁸, когда имеет место целенаправленность⁷⁹.

II. В живой природе формы отражения имеют качественно иной характер. Любой организм обладает способностью в результате активного взаимодействия с окружающей средой сохранять свою качественную определенность на протяжении всей жизни, обладает особой силой реагирования⁸⁰. В чем же выражается эта активность и на чем она основана?

Чтобы выжить, любой организм вынужден приспособливаться, изменяться в соответствии с окружающей средой. Характеризуя приспособляемость как единственную возможность любого организма выжить, Ф. Энгельс писал: «Раздражение протоплазмы и реакция протоплазмы имеются налицо всюду, где есть живая протоплазма. А так как протоплазма благодаря действию медленно изменяющихся раздражений подвергается таким же изменениям, — иначе она бы погибла, — то ко всем органическим телам необходимо применить одно и то же выражение, а именно приспособление»⁸¹.

Активность отражения в живой природе осуществляется благодаря энергии и связанной информации организма, вызвана необходимостью уравнивания организма с обитаемой средой, а не основана на какой-то мистической «жизненной силе», «энтелехии», как утверждают виталисты.

Павловский принцип активного уравнивания не следует понимать упрощенно, механистически, в духе метафизической теории равновесия Ферворна, Спенсера, Богданова. Это не принцип Лешателье и даже не принцип сохранения инварианта. Например, утоление голода хищником путем уничтожения травоядного — тоже своеобразное уравнивание хищника со средой (в терминологии Бауэра и Бергаланфи — соответственно принцип «устойчивой не-

⁷⁸ Я. П. Терлецкий. Динамическое и статистическое. М., 1950, стр. 85.

⁷⁹ Н. Т. Абрамова. Сфера деятельности и уровень активности. «Вопросы философии», 1970, № 9, стр. 84.

⁸⁰ Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 238.

⁸¹ Ф. Энгельс. Анти-Дюринг, стр. 321.

равновесности» и «подвижного равновесия»). В разных временных интервалах он имеет различные оттенки⁸².

Внешне эта активность выражается в более или менее адекватном окружающей обстановке поведении организма, в его целесообразной деятельности. «Планомерный образ действий» существует в зародыше везде, где имеется протоплазма, где живой белок существует и реагирует, т. е. совершает определенные, хотя бы самые простые движения, как следствие определенных раздражений извне⁸³.

Живому свойственна связанная с аккумуляцией следов отражения *мнемическая способность* и *избирательность* отражения. Как мнемическая способность, выражающая зависимость последующей реакции на данное воздействие от результатов предшествующих, так и избирательность отражения в живой природе не только гораздо более четко выражены, но и имеют качественно иной характер, так как в результате действия закона естественного отбора приобретают оттенок *биологической целесообразности*, наличие которой так упорно и столь же безнадежно отрицал в свое время Т. Д. Лысенко. Кроме того, для организма характерны минимальный и максимальный пороги раздражимости, за пределами которых биологического реагирования не наблюдается.

Всем организмам присуща *раздражимость*, которую обычно определяют как реагирование живого на изменение воздействий внешней среды. Являясь результатом длительного развития доклеточных структур в их единстве со средой, это свойство имеет в своей основе обмен веществ.

У простейших растений и животных, находящихся в жидкой среде, отражение происходит в форме различного рода *таксисов*. На воздействия определенных раздражителей они реагируют всем телом в направлении или против действия раздражителя, избегая неблагоприятных, губительных для них условий, находя пищу, в известной степени ориентируясь в пространстве. Так, при воздействии на амёбу кислотой можно наблюдать ее своеобразное поведение: амёба втягивает ложноножки внутрь, принимает шарообразную форму. Подобные отри-

⁸² Н. В. Медведев. Теория отражения и ее естественнонаучное обоснование. М., 1963, стр. 20.

⁸³ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 495.

цательные хемо- и фототаксисы, как правило, помогают организму избегать вредных влияний среды, двигаться по направлению к пище и т. д.

У прикрепленных к неподвижной основе многоклеточных растений отражение происходит в форме *тропизмов*, связанных с некоторым перемещением в пространстве отдельных частей под действием раздражителя. Это более сложная форма отражения; в отличие от простейших клетки растений реагируют не как самостоятельный организм, а как составные компоненты единого целого: реакция каждой клетки обусловлена не только действием внешнего раздражителя, но и внутренним состоянием организма, деятельностью соседних клеток.

Тропизмы растений выполняются иными, чем нервная система животных, механизмами, но по своей роли и значению сходны с рефлексам. Под действием сил земного притяжения корни растений всегда оказываются направленными вниз (положительный геотропизм), а листья и стебли — вверх (отрицательный геотропизм) независимо от того, в каком положении находились семена и клубни при посадке в землю.

Несколько иной механизм обеспечивает поворот соцветия подсолнечника (тургорные явления). Он осуществляется под воздействием лучей перемещающегося по небосводу Солнца, в результате чего создаются условия для более интенсивного использования растением солнечного света.

Если простейшие реагируют всей протоплазмой (хотя и у них имеется определенная внутриклеточная специализация: светочувствительные органоиды у эвглены, например), то в многоклеточных организмах необходимо развивается специализация клеточных структур. Клетки, расположенные снаружи, оказываются в иных условиях, чем находящиеся глубоко внутри организма: первые непосредственно отражают воздействия внешней среды, тогда как вторые — опосредованно. Последнее ярко выражено у высших растений, где отображение сопровождается двигательными реакциями не обязательно в направлении или против действия раздражителя, как это происходит у низших растений и простейших животных. Например, при соприкосновении насекомого с листом веныриной мухоловки створки листа в точке раздражения в результате соответствующего изменения обмена веществ и передачи каких-то продуктов обмена по сосудистым пучкам растения быстро захлопываются, и насекомое переваривается. Такого рода *насти* наблюдаются у росянки, стыдливой мимозы, индий-

ского кустарника, десмозиума, ряда цветков, закрывающих свои венчики на ночь, и т. д.

Механизм передачи возбуждений при настьях еще недостаточно изучен. Однако совершенно очевидно, что в этом случае отсутствует нервная система с присущими ей ощущениями как простейшим проявлением психического и можно говорить лишь о зачатках ощущений.

Формы отражения, сходные с настьями растений, имеют целый ряд многоклеточных животных, у которых отсутствует центральная нервная система. К ним относятся, например, губки, не имеющие дифференцированной нервной системы и осуществляющие передачу возбуждений по протоплазматическим путям.

Необходимая для более адекватного отражения дальнейшая специализация тканей многоклеточных выразилась в образовании специальных нервных клеток и соединении их с помощью отростков в единую нервную систему, что свойственно следующему типу животных — кишечнополостным.

Диффузная нервная система, соединяясь как с чувствительными, так и с эпителиально-мышечными клетками, обеспечивает в процессе отражения деятельность организма как единого целого гораздо лучше, чем в предыдущих случаях.

Анализ деятельности живых существ в аспекте отражения ими конкретной ситуации недостаточен, поскольку несколько упрощает, огрубляет картину, предполагая известную абсолютизацию момента дискретности в на самом деле весьма сложных инстинктивных формах поведения (когда, например, конец одного акта служит началом другого и т. д.). Это особенно заметно при исследовании высших уровней биологической эволюции. Так, психическую деятельность невозможно понять без обращения к аспекту взаимодействия и принципу обратной связи, использование которого является необходимым условием тонкой регуляции поведения животного в конкретной ситуации.

Если на допсихических уровнях «лестницы существ» формы поведения довольно жестко запрограммированы генетически, то обладающее психикой животное способно путем выработки условных нервных связей накапливать значительный индивидуальный «опыт» и использовать его в самых различных ситуациях. Дело здесь не

ограничивается чувствительностью, которая характерна, например, для насекомых. При чувствительности как переходной к психике форме отражения ассоциативные нервные связи в мозгу еще не вырабатываются. Иначе говоря, небольшой и кратковременный личный опыт насекомого, например, не используется для формирования биологической цели (этолог Л. В. Крушинский не совсем точно называет целевой поведенческий акт экстраполяционным рефлексом), которая предполагает интеграцию дифференцированных ощущений различной модальности, формирование психического образа, необходимого для регуляции поведения в условиях быстрого изменения отображаемой конкретной ситуации⁸⁴. (Мы не разделяем точку зрения Г. А. Мазохина-Поршнякова, утверждающего, будто уже пчелам свойственны экстраполяционные рефлексy и «рассудок»).

На первый взгляд, следует отказаться от «старой» традиции рассматривать эволюцию живой природы как эволюцию форм отражения и ограничиться этологическим подходом, хорошо описывающим формы деятельности живых существ. Однако диалектика требует не противопоставления, а взаимодополнения, сочетания этих двух подходов. Если этологи рассматривают сложные формы поведения организма в конкретной ситуации (или на конкретной стадии развития особи), то теория отражения дает возможность понять, как формируются эти навыки и формы поведения, как происходит научение в филогенезе и онтогенезе в результате многократного отражения сходных ситуаций. Кроме того, при описании любых форм поведения необходимо учитывать отражательный аспект, что позволяет объяснить очень многое в поведении живых существ. Так, действия самца и самки птиц и рыб во время ритуальных брачных танцев «включаются» часто только в результате отображения соответствующих элементов движения особи противоположного пола.

Психическая деятельность мозга — ценнейшее приобретение животного, обеспечившее своевременное реагирование на приближающуюся опасность, быстрое отыскание пищи, словом, практически неограниченные возможности приспособления организма к окружающей действительности⁸⁵.

Самой элементарной клеточкой деятельности животного является рефлекс. Рефлекс — это ответное действие организма на воздействие внешней среды при

⁸⁴ «Природа», 1970, № 5, стр. 61.

⁸⁵ А. Н. Леонтьев. Проблемы развития психики. М., 1965.

участии нервной системы. Слово «рефлекс» латинского происхождения (*reflexum*) и в переводе на русский язык означает «отражение». И это не случайно: рефлекторной по сути дела является отражательная деятельность всего живого, рефлекс есть частный случай отражения. Кстати, несмотря на качественное различие допсихических и психических форм отражения, у них очень много общего. Как показали опыты, «прообраз» условного рефлекса может быть выработан в онтогенезе даже у простейших.

Передаваемое с помощью органов чувств — продукта не только биологического, но и социального развития — нервное возбуждение воздействует на имеющий определенную структуру нервных связей мозг с зафиксированной в нем в онто- и филогенезе связанной информацией. В результате возникают имеющие материальную основу в соответствующих физиологических процессах мозга ощущения, восприятия, понятия, а затем и соответствующая ответная реакция мозга и организма в целом. Одновременно происходит и дальнейшее научение.

В отличие от высших животных, у которых зафиксированный в мозгу «личный опыт» образует первую сигнальную систему, человеку свойственна еще и связанная с речью и *мышлением* вторая сигнальная система. Благодаря ей он может отображать в мозгу не только непосредственно воздействующие на него раздражители, но и их заместители в виде слов, знаков. Эта качественно иная, высшая форма отражения обусловлена социальными условиями жизни людей, общественным трудом.

Если животные оказывают внешнее ответное действие на природу «без всяких намерений с их стороны», просто в силу своего присутствия, не отличают себя от своей жизнедеятельности, то человек сознательно, целенаправленно изменяет облик планеты, глубоко проникая в сущность явлений, вскрывая и используя в своих целях законы развития объективного мира, господствуя, в энгельсовском смысле, над природой и одновременно переделывая свою собственную природу⁸⁶. При этом опережающий характер отражения человеком в наиболее

⁸⁶ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 495; К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М., 1956, стр. 565.

полной мере находит свое выражение в научном предвидении. Так возрастает роль мозга как органа отражения у человека, осуществляющего регулирование, управление его деятельностью.

Результатом отражения окружающей действительности, в том числе и общественного бытия, является индивидуальное и общественное сознание. Подробное рассмотрение форм общественного сознания выходит за рамки этой работы⁸⁷. Заметим лишь, что диалектический материализм как результат отражения в широком смысле, итог, квинтэссенция всей предшествующей истории познания, одна из форм общественного сознания есть верное и в известном смысле наиболее полное отображение развивающегося объективного мира, аналог действительности.

Всему живому присуща *активность* отражения, обеспечивающая необходимое для выживания приспособление организма к среде. Она возрастает как в филогенезе, так и в онтогенезе (в результате научения). Человеку свойственно уже не столько приспособление к среде, сколько ее целенаправленное изменение. По мере эволюции живой природы увеличивается разграничение между отображаемым и отражающим. Наоборот, чем ниже мы спустимся по ступеням эволюции, тем труднее отличить, отграничить внешние ответные реакции тела от его внутреннего состояния.

Отражение в живой природе оказывается *трехплано-вым* в том смысле, что родовой опыт является итогом отражения в широком смысле, результатом филогенетического развития, индивидуальный опыт — итогом онтогенетического развития, а отражение в узком смысле соответствует взаимодействию организма с конкретной ситуацией обитаемой среды.

По мере развития живой природы отражение усложняется и все более приобретает *относительную самостоятельность*. Вместе с тем в связи с усложнением строения организмов возрастают *многоуровневость, избирательность и адекватность* отражения, его *опережающий* и *целесообразный* характер, выражающийся на уровне осознанных форм отражения в научном предвидении. Отражение становится все более опосредованным, особенно у человека, который реагирует и на знаки явлений. Человек способен широко и главное осознанно

⁸⁷ Л. Живкович. Теория социального отражения. М., 1969, стр. 27.

отображать связи и отношения и даже сами процессы отражения в природе (двойное отражение).

Чем выше по своей организации живой организм, тем быстрее изменяются и совершенствуются формы отражения, на что обратил внимание еще Ф. Энгельс⁸⁸. Особенно большое значение для лучшего приспособления организма к обитаемой среде имеют условные нервные связи. При чем рефлекс есть частный случай отражения, а рефлекторная теория — естественнонаучная основа теории отражения.

Поскольку ВНД суть единство физиологического и психического, постольку идеальное есть сторона процесса отражения: отражательный процесс в мозгу не исчерпывается психическим. Отсюда безоговорочное отождествление психического с отображением ведет к отрицанию допсихических форм отражения. Но так как в психическом физиологическое оказывается «снятым», элиминированным, то в литературе утвердилось формула, согласно которой сознание, например, трактуется как высшая форма отражения, а не его сторона.

III. Формы отражения *в искусственной природе*, в созданных человеком технических устройствах исторически наиболее поздние, но отнюдь не самые сложные. Они имеют не только признаки, черты отражения в неорганической природе, которые тут находятся в подчиненном виде. Им в какой-то мере присущи также некоторые черты отражения живыми организмами, что превращает формы отражения в технике в особый вид отражения. Игнорирование качественного своеобразия отражения в искусственной природе, особенно в сложных кибернетических устройствах, ведет обычно к нигилистическим взглядам на возможности современной техники, забывая же качественных различий отражения в живой и искусственной природе всегда приводит к механицизму и неоправданным притязаниям некоторых кибернетиков относительно возможностей машин будущего. Как всегда, крайности сходятся: обе точки зрения, дезориентируя специалистов, наносят известный ущерб делу технического и научного прогресса.

Важнейшей чертой форм отражения в искусственной природе является *целесообразность*. Так, в электронно-

⁸⁸ Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 247.

лучевой трубке обычного телевизора в результате воздействия принимаемых антенной электромагнитных волн изменяется потенциал анода, что в свою очередь ведет к соответствующему изменению интенсивности проходящего через анодное отверстие электронного луча и отображению его быстрого движения на экране в виде определенного изображения. Подобного целесообразного реагирования на воздействие извне в неорганической природе нет.

Однако если в живой природе эта целесообразность возникла под действием закона естественного отбора, то в технических системах она в итоге опосредована деятельностью человека, который их создал, и потому тоже относительна.

Что касается более сложных устройств, то в их работе обнаруживаются черты и особенности, каких нет в простых, хотя эти машины и смонтированы из триодов, электроннолучевых трубок и других деталей. Например, смонтированное из парных триодов (точнее, триггеров) арифметическое устройство при согласованной работе всех других блоков ЭВМ способно моделировать арифметические действия, простейшие логические операции. Налицо переход количественных изменений в качественные, но, разумеется, совершенно иного плана, чем переход от неживого к живому, от процессов неорганических к системам живой природы.

Очевидна нетождественность, качественное отличие и остальных, общих для форм отражения в живой и искусственной природе черт: *активный, целесообразный, и опережающий характер отражения, его избирательность, многосторонность, наличие процессов информации и управления*. Например, в результате отражения определенных воздействий (и несомой ими информации) специальными датчиками, обеспечивающими избирательность отражения, в устройствах может осуществляться моделирование условных рефлексов («мышь» К. Шеннона, «черепашка» Г. Уолтера и пр.). Эти процессы опять-таки сходны, но не тождественны моделируемым. В работе этих устройств хорошо видна и присущая им многосторонность отражения внешних воздействий, напоминающая многосторонность отражения у животных. Если, к примеру, нарушить коммуникации в машине, то свойственные сложным кибернетическим устройствам формы отражения исчезнут, останутся только те, которые присущи отдельным элементам машины и телам неорганической природы (ржавление металла и т. п.).

Итак, формам отражения в искусственной природе свойственны как находящиеся здесь в подчиненном виде черты отражения, имеющиеся в неорганической природе, так и некоторые черты, сходные, но не тождественные соответствующим в живой природе.

Качественные различия между разными формами отражения дают основу для научной классификации существующих *форм и видов отражения*. Целесообразно различать четыре предельно широких, имеющих наибольшую качественную специфику вида отражения: в неживой естественной природе, живой природе, обществе, технике. При этом формы отражения в неорганической природе соответствуют механической, физической и химической формам движения материи, во втором виде важно выделять психические, а в четвертом — формы отражения в энергетических и информационных устройствах.

Субординация и корреляция форм отражения в одном и том же объекте соответствует, естественно, субординации и корреляции форм движения материи.

Результаты анализа отражения в историческом и процессуальном планах, выяснение особенностей существующих в природе видов и форм отражения позволяют в общем плане выяснить *соотношение информации и отражения*.

Поскольку только кибернетические системы обладают способностью активно противостоять изменениям окружающей среды, сохраняя свою качественную определенность, постольку информацию приходится связывать с видами и формами отражения в организованной природе⁸⁹, где эти системы целесообразны как по своей структуре, так и по функциональной деятельности. Информация — это «функциональное»⁹⁰, «упорядоченное»⁹¹ отражение (точнее сторона этих видов отражения, поскольку, как и движение, отражение всегда содержит в себе энергетический момент).

Процесс отражения включает в себя три момента — воздействие на отражающее, отображение и ответное

⁸⁹ А. М. Коршунов. Специфика функционального отражения. «Проблема отражения и современная наука». М., Изд. МГУ, 1967.

⁹⁰ Т. Павлов. Отражение, информация, творчество. М., 1967, стр. 19.

⁹¹ И. Б. Новик. Кибернетика. М., 1963.

действие на окружающие объекты. Информация, рассматриваемая как упорядоченное отражение, присуща всем трем моментам этого процесса и включает не только свободную информацию первой и третьей стадий отражения, но и связанную информацию, которая является результатом отражения в фило- и онтогенезе (отражение-след в терминологии болгарских философов). Однако, как было показано выше, связанная информация требует иного (естественнонаучного), чем собственно отражательный, аспекта рассмотрения. Выход из этого кажущегося тупика прост: в определении речь идет не о всей связанной информации, а лишь о считываемой части ее. (Впрочем, в мозгу даже «неактуализированная» часть связанной информации так или иначе используется, поскольку ему свойствен не столько адресный, сколько ассоциативный способ «выборки» информации).

После такого рода уточнений информацию в общем плане можно определить как момент отражения, используемый системой для управления. Эта формулировка подчеркивает функциональную природу информации, тесную связь информации с отражением, а также принцип единства информации и управления.

В данном определении фигурирует *актуальная информация* как динамическое единство свободной и связанной информации, как информационный процесс, как явление сугубо функциональное. Что же касается свободной и связанной информации, то отдельно друг от друга они не существуют (за исключением «мертвой» информации). Однако изучение их необходимо как ступенька для более глубокого последующего познания актуальной информации. Подобно тому как ранее мысленно анатомировалось взаимодействие и рассматривалась одна его сторона — отражение (а в нем в свою очередь три момента), так теперь мы говорим о двух структурных элементах актуальной информации.

Итак, информация — это *сторона отражения в живой природе, обществе, технике, момент движения, упорядоченное изменение, используемое для управления*. Информация сопоставляется с движением вообще и отражением. В этой довольно «тощей» дефиниции фигурирует актуальная информация как момент актуального отражения (процесса отражения).

ИНФОРМАЦИЯ В ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Каким же объектам свойственны информационные явления, как, почему и на какой стадии закономерного развития природы возникают информационные процессы?

В научной литературе на этот счет существует несколько мнений и в понятие «информация» вкладывается разное содержание. История науки, пожалуй, не знала столь разноречивых толкований, какие приходится на долю этой категории.

До возникновения кибернетики считалось, что информация свойственна лишь человеку, поскольку только он обладает сознанием, благодаря чему и способен вырабатывать соответствующую информацию об окружающем его мире. Такое антропоморфное понимание информации 15—20 лет тому назад было господствующим. Чтобы убедиться в этом, достаточно заглянуть в справочники. Например, в изданном в 1953 г. XVIII томе Большой Советской Энциклопедии значится: «Информация (от латинского *informatio* — разъяснение, изложение) — осведомление, сообщение о каком-либо событии, о чьей-либо деятельности и т. д.»

С появлением кибернетики понятие информации стало истолковываться значительно шире.

По мнению авторов некоторых работ по кибернетике⁹², существует человеческая и используемая в технических устройствах — «машинная» информация.

Иной точки зрения придерживался много сделавший в области количественного анализа информации в технической теории связи К. Шеннон. Он был склонен истолковывать понятие «информация» как относящееся лишь

⁹² С. Иванов. Некоторые философские вопросы кибернетики. Л., 1963, стр. 33; И. И. Блох. Основные понятия теории информации. Л., 1959; МСЭ, т. 4, 1959.

к техническим средствам связи⁹³. Чисто количественным планом пытается ограничить трактовку понятия «информация» Ф. П. Тарасенко. По его мнению, «... для развития теории информации в ее современном виде вообще не требуется определения понятия информации как такового; необходимым и достаточным для построения теории является понятие «количество информации»⁹⁴.

Иногда информационные процессы в живой природе связывают с условнорефлекторной деятельностью, имея в виду, что лишь психическим формам отражения присуща сигнальность и в павловском смысле этого слова⁹⁵.

В противоположность этому мнению, неоправданно сужающему понятие «информация», некоторые ученые, наоборот, считают, что информация свойственна всей материи⁹⁶. В таком понимании информация выступает атрибутивным свойством всей материи, чем-то субстанциональным, совершенно не зависящим от возможности использования ее той или иной отражающей системой. Подобное расширительное толкование в итоге может привести к ошибочной трактовке кибернетики как науки об отражении⁹⁷, к возведению информации в ранг философской категории, к фактическому отождествлению информации с философским понятием «различие» и математической категорией «разнообразие» (А. Д. Урсул, И. Земан и др.). «Информация,— пишет, например, Б. В. Ахлибининский,— столь же универсальное свойство, что и отражение»⁹⁸.

Некоторые сторонники подобной точки зрения склонны во всем видеть информацию. Так, характеризуя известную формулу Эйнштейна $E=mc^2$, Ю. Г. Шрейдер заявляет, что она связывает не только массу и энергию, но и информацию⁹⁹. При этом не приводится никакой научной аргументации.

⁹³ К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963; «Кибернетику на службу коммунизму», т. 3. М.—Л., 1966.

⁹⁴ Ф. Тарасенко. К определению понятия «информация» в кибернетике. «Вопросы философии», 1963, № 4.

⁹⁵ Н. В. Медведев. Теория отражения и ее естественнонаучное обоснование. М., 1963, стр. 73.

⁹⁶ В. Ю. А. Методологические проблемы теории информации. «Вопросы философии», 1968, № 10, стр. 140.

⁹⁷ И. Б. Новик. Кибернетика, философские и социологические проблемы. М., 1963, стр. 168.

⁹⁸ Б. В. Ахлибининский. Ленинская теория отражения и кибернетика. Л., 1969, стр. 9.

⁹⁹ Информация и кибернетика. М., 1967, стр. 18.

Более правильное, на наш взгляд, толкование информации дали академик А. Н. Колмогоров¹⁰⁰, а также болгарский философ Т. Павлов¹⁰¹. Наличие информации они связывают с деятельностью сложных систем живой и искусственной природы, хотя тоже фактически не дают ее определения. Впрочем, обоснованного и однозначного определения понятия информации в литературе еще нет и в качестве рабочей гипотезы впредь будет использоваться представление об информации как моменте движения, используемом для управления, как стороне функционального отражения.

Таковы основные точки зрения на информацию. Очевидно, что неоднозначность понимания этой важнейшей категории кибернетики наносит известный ущерб науке и практике. Думается, что особенности информационных процессов в различных системах не должны заслонять общности этих явлений; вместе с тем нельзя согласиться и с расширительным толкованием этого понятия, с распространением его на процессы неживой естественной природы вне связи их с деятельностью организмов и работой машин. Есть, следовательно, острая необходимость в более подробном и глубоком выяснении сущности информации, в уточнении объема и содержания этого понятия, в его однозначном определении.

Уяснить содержание и определить понятие можно лишь на основе рассмотрения изучаемого явления в его возникновении, становлении и развитии, на основе анализа всех его видов. Иначе говоря, системно-структурный (синхронный) аспект анализа должен дополняться историческим (временным, диахронным). Этого требует материалистическая диалектика, основные принципы которой проявляются в данном случае совершенно четко.

К сожалению, глава французского структурализма антрополог Леви-Стросс и его многочисленные последователи¹⁰² не использовали достижений диалектико-материалистической науки, не поняли, что есть более широкий и общий метод познания явлений действительности, который представляет собой квинтэссенцию более чем двухтысячелетней истории философской науки. Всеобщие принципы диалектики являются методологической основой любых частных приемов исследования. Нетрудно видеть, что в данном случае диа-

¹⁰⁰ БСЭ, т. 51, 1959, стр. 29.

¹⁰¹ Т. Павлов. Информация, отражение, творчество, стр. 19; см. также: А. Н. Кочергин. Моделирование мышления. М., 1969, стр. 109; С. Е. Чернов. Философские проблемы кибернетики. Куйбышев, 1969, стр. 52; Б. С. Украинцев. Отображение в неживой природе, стр. 233.

¹⁰² Леви-Стросс. Структура мифов. «Вопросы философии», 1970, № 7.

хронный и синхронный методы можно рассматривать как проявление двух важнейших принципов ее. Причем, если системно-структурный подход вместе с более узким — функциональным (кибернетическим) подходом имеют значительную методологическую ценность, то структурализм как математический метод (Бурбаки, например, под структурой понимает «множество элементов») есть результат проявления «дискретного» стиля мышления, предпочитающего статику динамике.

Отмечая необходимость сочетания исторического и процессуального подходов к выяснению таких сложных явлений, как жизнь, Ф. Энгельс писал: «Чтобы дать действительно исчерпывающее представление о жизни, нам пришлось бы проследить все формы ее проявления, от самой низшей до наивысшей»¹⁰³. Вот почему нельзя считать правомерной попытку без предварительного анализа отдельных видов информации вскрыть сущность этого сложного понятия и дать его определение. Подобные попытки вряд ли могут привести к достижению цели. К тому же дело не только в дефиниции, где указывается лишь на некоторые, наиболее существенные моменты определяемого понятия. Важно как можно более всесторонне проанализировать изучаемое понятие.

При этом сталкиваемся с таким вопросом: что подлежит анализу и определению — информация как таковая или понятие информации? На наш взгляд, верны оба выражения, поскольку во втором имеется в виду содержание логического понятия. Первое высказывание импонирует своим явно выраженным онтологическим характером, а второе — учетом уровня научного знания на данном этапе и подчеркиванием общего в отдельных явлениях данного рода.

Какова же сущность информационных процессов в качественно различных системах природы?

1. Возникновение биологической организации

Природа имеет стохастический характер, необходимость здесь дополняется случайностью и проявляется через нее; наступление любого события происходит с определенной долей вероятности. В этих условиях организму для своевременной организации адекватного поведения, а тем самым приспособления к окружающей среде необходимо своевременно получать информацию извне. В этом и заключается роль и значение биологической информации для живых существ. Если бы в естест-

¹⁰³ Ф. Энгельс. Анти-Дюринг, стр. 78.

венной природе действовали только законы однозначной детерминации, все было бы заранее предопределено и ничего нового не возникало, то, очевидно, отсутствовала бы какая-либо необходимость в постоянном получении информации, да и сам организм не мог бы возникнуть без участия творца. И наоборот, при отсутствии закономерностей (периодического повторения сходных климатических факторов и т. п.) получение информации опять-таки потеряло бы смысл. Возможность и необходимость получения информации предполагает наличие в природных процессах как необходимости, так и случайности.

Из этого следует, что при решении вопроса о том, на каком этапе развития материи возникают информационные явления, необходимо исходить из достаточно широко распространенного в научной литературе положения о парности категорий «информация» и «управление». Без получения и использования информации не может осуществляться управление, а без управления (или регулирования) «нет смысла говорить об информации»¹⁰⁴, поскольку необходимое условие наличия свободной информации — ее использование управляющей системой. Если подобного использования воздействий не происходит, то, как уже отмечалось, никакой информации для данной системы они не несут, представляя собой обычное энергетическое, силовое действие.

Используя получаемую через органы чувств внешнюю информацию об изменениях обитаемой среды, мозг животного вырабатывает информацию для внутреннего управления своими органами тела и в итоге строит как бы «планомерный образ действий»¹⁰⁵. Как уже отмечалось, при отсутствии ранее выработанного на данное воздействие среды рефлекса последнее практически не несет животному соответствующей информации и не выполняет сигнальной функции. Животное не может использовать это воздействие для осуществления адекватного поведения. Значит, оно (равно как человек и машина) способно в данный момент «извлекать» только

¹⁰⁴ Философские вопросы кибернетики. М., 1961, стр. 115; А. И. Кнотов. Программирование информационно-логических задач. М., 1967, «Советское радио», стр. 10; Г. Г. Вдовиченко. Методологическое значение категорий «структура» и «отражение» для современного естествознания. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора философских наук. Киев, 1967, стр. 20.

¹⁰⁵ См.: Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 140.

ту информацию, к использованию которой оказалось подготовленным в процессе филогенетического развития (путем накопления связанной информации). Вот почему информация рассматривается как явление не субстанциональное, а функциональное. Она свойственна не всей материи, а лишь системам управления. Без начальной информации система не может воспринимать и свободную информацию. *Актуальная информация — это свойство и связь управляющего объекта с управляемым.* Подобно тому, как сознания не бывает без мозга, актуальной информации нет без управляющих систем.

Функциональное свойство кибернетических систем, каким является актуальная информация в системе управления (куда входят управляющая, т. е. кибернетическая система, управляемый объект, а также каналы прямой и обратной связи) оказывается внутренним, в то время как по отношению к управляющему устройству — внешним. Своеобразие этого свойства позволяет понять, почему под функциональной системой часто разумеют саму кибернетическую систему, под организацией — материальную систему как таковую (учреждение, предприятие, например), под свободной информацией — ее материальный носитель — сигнал. Такое смешение понятий происходит в силу инерции человеческого мышления, тысячелетиями ориентированного на изучение вещественно-структурной стороны объекта, а не его поведения.

Отражение воздействий внешней среды телами неорганической природы (технику мы пока оставляем в стороне) исключает получение какой-либо информации, ибо управления и регулирования, которые предполагают сохранение качественной определенности тела в условиях изменяющейся окружающей среды, здесь нет, а есть лишь слепая необходимость, «безразличие к изменениям среды» (Л. Н. Плющ).

Регулирование, т. е. поддержание определенных параметров более или менее постоянными, предполагает упорядоченный характер воздействий со стороны регулятора. Этот вид управления осуществляется на основе использования обратной связи и возникает вместе с появлением первых систем саморегуляции — живых существ. Никакой целесообразности процессов, никакого управления в природе до возникновения жизни на Земле не было. Если и говорится, что «Солнце регулирует» движение Земли по орбите, а законы природы «управляют» развитием неорганического мира, то это скорее дань метафоре, чем строго научная констатация факта:

подобные явления следует рассматривать лишь как предпосылку управления. Расширительное толкование понятия управления, распространение его на неорганическую природу ошибочно и ведет, как уже отмечалось в печати, к телеологии (А. И. Берг, Б. С. Украинцев, Э. Кольман и др.).

Итак, до возникновения жизни на Земле информационных процессов не было, они появились вместе с жизнью на планете. Этот вывод заставляет нас затронуть в кибернетическом плане вопрос о происхождении жизни.

Наиболее распространенная гипотеза происхождения жизни на Земле изложена академиком А. И. Опаринным в его многочисленных трудах. Возникновение жизни явилось результатом развития природы, неотъемлемой частью общего мирового развития. В абиогенный период на нашей планете чисто химическим путем создавались и накапливались метан и другие разнообразные углеводороды, послужившие дальнейшей основой живого, хотя теоретически можно представить себе и иные «очень сложные формы организации движения материи, которые должны были бы возникнуть на всем других основаниях и иными путями, чем жизнь»¹⁰⁶. Эти углеводороды взаимодействовали на поверхности Земли — в условиях действия ультрафиолетовой части спектра солнечного света — с парами воды, аммиаком, сероводородом и другими газами восстановительной атмосферы, образуя аминокислоты — важнейшие компоненты белковой молекулы. Возможность такого рода химических реакций подтверждена лабораторными исследованиями как у нас (Т. Павловский и А. Пасынский), так и за рубежом (опыты С. Миллера).

По мере усложнения, потери своего газообразного состояния масса органических веществ все больше переходила в первородные моря и океаны, где развернулся процесс образования высокомолекулярных соединений и превращения их в исходные для синтеза живого сложные системы.

Такие органические соединения имеются в нынешних морях и океанах. Однако возникновение жизни в современных условиях, как бы парадоксально это ни звучало, невозможно именно вслед-

¹⁰⁶ А. И. Опарин. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. М., 1960, стр. 53.

ствие ее наличия, в силу отсутствия стерильности: в короткий срок появляющиеся органические вещества уничтожаются, поедаются уже существующими и обитающими на земле, в воде и в воздухе живыми организмами.

О путях возникновения исходных для образования жизни систем существует много различных мнений. А. И. Опарин, например, полагает, что наиболее вероятной формой такой системы могли быть коацерваты, которые нетрудно получить лабораторным путем при смешивании, например, разнородных белков, нуклеиновых кислот, различного рода ферментов и других органических соединений. Другие ученые считают, что появлению живых существ предшествовала длительная и сложная биохимическая эволюция (Дж. Бернал, Линденберг, Миллер), в результате которой усложнялись структуры нуклеиновых кислот, выполнявших роль мостика от неживого к живому.

Необходимым для дальнейшей эволюции свойством коацерватов была их способность взаимодействовать с окружающей средой, увеличивая свою массу. Но эти коацерваты еще нельзя считать живыми, поскольку их устойчивость в отличие от устойчивости и способности к длительному существованию живой протоплазмы основывалась на совсем иных принципах. Устойчивость таких систем статична, тогда как устойчивость живого существа носит динамический характер. Живое существует благодаря непрерывно совершающемуся обмену веществ, происходящим в нем с большой скоростью и вполне упорядоченным образом биохимическим процессам. Непрерывное самообновление, *изменение* выступают необходимым дополнением *устойчивости* системы, ее противоположностью, условием существования организма. Живое в этом смысле можно сравнить с вращающимся волчком, который только благодаря движению сохраняет динамическую устойчивость. По удачному выражению Л. Берталанфи, «организм напоминает скорее пламя, чем кристалл или атом»¹⁰⁷.

Поточность доклеточного живого вещества тоже принципиально отлична от поточности систем неорганической природы. В горном озере, например, где есть выход и вход, вода при ее поступлении может и «обновляться», и находиться на одном и том же уровне. Однако в этом случае отсутствует обратная связь, а стало быть,

¹⁰⁷ L. Bertalanfie. Biofysik des Fließgleichgewichts. Braunschweig, 1953, s. I.

и регулирование в строгом смысле этого слова. Другое дело живой организм. Окружающие его условия непрерывно изменяются, и в этой обстановке для достижения устойчивого равновесия требуется соответствующее регулирование процессами в живой системе на основе использования получаемой извне информации. Без подобного целесообразно упорядоченного и согласованного изменения скорости и направленности реакций была бы невозможна и сама жизнь. Возникновение жизни, таким образом, следует связывать с появлением возможности такой саморегуляции, которая обеспечивала бы в итоге его выживание. Сущность жизни ученые справедливо видят в специфике биорегуляции, которая является необходимым условием и основой жизни, важнейшим и специфическим моментом обмена веществ.

Будучи «открытыми», живые системы способны как к получению *вещества, энергии и информации* извне, так и к последующему выделению ненужных веществ. При этом энергия нужна не только для обеспечения внутренних антиэнтропийных процессов, но и для перемещения системы в обитаемой среде, возникновение способности к которому можно объяснить недостатком пищи в данном месте и необходимостью избегать неблагоприятных воздействий быстро изменяющейся среды.

Наконец, чрезвычайно важным признаком живого является рост и размножение, что связано с дальнейшим усложнением работы и увеличением количества ферментативных групп, с усложнением всей сетки обмена веществ и действием биологического закона естественного отбора, сыгравшего в эволюции организмов ведущую роль.

Со времени появления живого существа до формирования клетки той сложности, которая имеется сегодня, прошло, по мнению А. И. Опарина, примерно столько же времени, сколько с момента ее формирования до наших дней. Самым существенным здесь для нас является то, что регуляция в организме невозможна без использования информации, потому-то появление информации приходится связывать с возникновением жизни. Прекращение поступления информации в живую систему приводит организм к гибели. Вместе с тем само возникновение жизни есть антиэнтропийный процесс, движение к целесообразной упорядоченности, организации, процесс, диалектически противоположный тенденции возрастания энтропии в системах неживой природы. Даже старение и смерть организма можно рассматривать как

цену, которая платится за прогресс и продолжение рода. По остроумному выражению Д. Уолда, эволюция—«дело не Великого Автора, а Великого Редактора».

Значительный интерес представляет вопрос о том, на основании каких воздействий внешней среды выполняют свою регулирующую роль внутриклеточные системы.

Как уже отмечалось, в силу бесконечного числа связей каждого объекта с другими окружающие условия непрерывно изменяются, необходимость дополняется случайностью, время имеет односторонний характер. В этих условиях организм должен соответствующим образом приспосабливаться к среде. Здесь сталкиваемся с *«опережающим отражением действительности»*¹⁰⁸, сущность которого заключается в следующем.

Все биологически значимые воздействия внешней среды можно подразделить на периодически повторяющиеся (иначе говоря, необходимые) и не повторяющиеся (в этом смысле случайные). При отражении ряда последовательных воздействий первого рода (смена времен года, дня и ночи и т. п.) в филогенезе протояются соответствующие пути биохимических реакций, формируется биохимическая «память». В дальнейшем уже при восприятии начальных воздействий внутреннее состояние простейшего благодаря огромной скорости реакций предвосхищает закономерное наступление последующих событий. Информационные процессы одноклеточного, его состояние тем самым с *опережением моделирует процессы внешней среды*, обеспечивая формирование «модели потребного будущего» (Н. А. Бернштейн), осуществляя «вероятностный прогноз». Иначе говоря, начальные этапы этих раздражителей несут теперь организму информацию, используемую им для адекватного «поведения», своевременного приспособления к внешней среде.

Ученые обнаружили, например, что с наступлением осенних похолоданий (по первому холодовому сигналу) в куколке паразитической осы, зимующей на открытом воздухе, образуется глицерин, который позволяет ей переносить мороз до 40—47°C. До этого никак не удавалось понять, как эта куколка, содержащая в протоплаз-

¹⁰⁸ П. К. Анохин. *Опережающее отражение действительности*. «Вопросы философии», 1962, № 7.

ме значительное количество воды, может выжить в условиях жестоких зимних морозов¹⁰⁹.

Сложнее у птиц и животных в силу специфики экологических условий их существования. Грачонок, например, с первых дней своей жизни реагирует на три сигнала: звук «кар», сотрясение гнезда и ритмическое колебание воздуха. Для него это комплексный сигнал появления пищи, которую доставляют родители¹¹⁰.

Опережающий характер отражения может быть обусловлен и научением в онтогенезе. Собака, услышав шаги человека, который ее кормит в определенное время, заранее начинает выделять слюну: в мозгу ее активировалась выработанная в онтогенезе временная связь. Раздражитель (шаги) как бы «оповещает» собаку о предстоящем закономерном наступлении акта кормления. Опережающий характер отражения согласуется, таким образом, с павловским принципом сигнальности и сеченовской идеей «предуведомления».

Что касается неповторяющихся воздействий, то они практически не несут информации организму (хотя и могут иногда иметь огромное биологическое значение); организм к ним просто не приспособлен в фило- и онтогенезе. Биологическое значение опережающего отражения действительности не вызывает, как видим, никаких сомнений.

Все эти соображения дают возможность научно объяснить факт выработки «прообраза условного рефлекса» у простейших (освоение определенного маршрута передвижения, выработку назывков скопления в некоторых местах и пр.), т. е. реакции на раздражитель абнотического характера. Наличие в клетке только гуморальных путей передачи информации, носителями которой здесь выступают перемещающиеся частицы клеточного вещества, объясняет трудность формирования и чрезвычайную непрочность вырабатываемых в онтогенезе условных реакций. Однако совершенно ясно, что для любого организма раздражители, на которые он целесообразно реагирует, имеют сигнальный характер в широком смысле слова, несут внешнюю информацию.

Итак, возникновение информационных явлений — это по сути возникновение жизни на Земле. Вечно раз-

¹⁰⁹ П. К. Анохин. Теория отражения и современная наука о мозге. М., 1970, стр. 39—40.

¹¹⁰ Там же, стр. 44.

живающаяся материя обладает лишь неисчерпаемыми информационными возможностями в виде объективно существующего бесконечного числа свойств объектов и тех связей и отношений, в которых проявляются эти свойства. Появление первого живого организма означало возникновение первой самоуправляющейся системы на Земле и используемой ею для этого информации. Формирование связанной информации простейшего организма означало вместе с тем и возможность возникновения свободной информации, используемой биологической системой для организации целесообразного поведения в условиях стохастической среды. Как уже отмечалось, во взаимодействии оба эти типа образуют *актуальную информацию — свойство, сходное, но не тождественное сознанию.*

2. Информация в одноклеточном

Одноклеточный организм — первая саморегулируемая система на Земле. Простейшими элементами, способными в условиях изменения окружающих условий соответствующим образом регулировать скорость и порядок метаболических процессов в различных частях клетки, являются ферменты, вернее, наборы их. Согласованное действие ферментов в живой системе (насчитываемых более 700 видов, так что понадобилась специальная международная комиссия для их классификации)¹¹¹ в итоге обеспечивает достижение необходимого общего равновесия живой системы, самосохранение организма, приспособление его к среде.

С точки зрения кибернетики существенно, что работа ферментов, активность которых зависит от пространственной структуры их молекул в данный момент, состояния цитоплазмы, внешних условий, происходит на основе использования принципа отрицательной обратной связи. Выступая регулятором определенных биохимических реакций и взаимодействуя с «опекаемым» веществом по принципу «замка и ключа»¹¹², ферменты могут не только значительно ускорять синтез тех или иных необходимых клетке веществ, но при необходимости с удиви-

¹¹¹ Классификация и номенклатура ферментов. М., 1962, стр. 6.

¹¹² Д. Ж. Холум. Молекулярные основы жизни. М., 1965, стр. 349.

тельной быстротой и точностью замедлять их синтез, а в случае излишков — начать разложение на исходные составляющие компоненты. Если вне клетки (*in vitro*) ферментативное вещество обладает лишь физико-химическими свойствами, то *in vivo* ферменты обладают регулятивными свойствами. Это свидетельствует в пользу того, что и на субклеточном уровне существует определенная специфика, обусловленная биологической саморегуляцией.

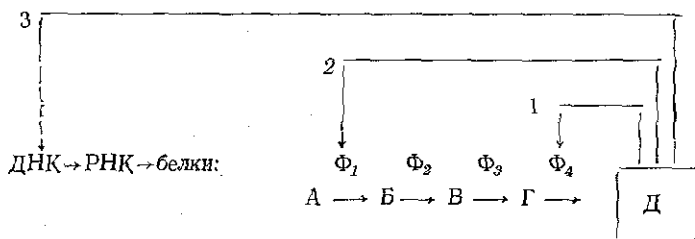


Схема 3
Обратные связи в регуляции ферментативного аппарата клетки (по К. А. Кафиани)

В клетке, по мнению биохимиков, имеется целая согласованная в своем действии сеть обратных связей (рис. 3).

Активность ферментативной системы (цепочка ферментов $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$), синтезирующей последовательно через ряд промежуточных стадий (A, B, V, Γ) конечный продукт D , может снижаться как на начальном этапе данной цепочки (линия 1) методом «продуктного угнетения», связанным с чисто энергетическим воздействием¹¹³, так и методом «ретроингибирования», предполагающим ответное действие продукта D не на конечные, а на первые этапы этого многоступенчатого процесса (линия 2). Суть такого аллостерического регулирования¹¹⁴ заключается в том, что путем присоединения ингибитора к молекулам фермента изменяется пространственная конфигурация последнего, а стало быть, и его каталитическая активность. Ответное действие на активность фермента-

¹¹³ Регуляция клеточного обмена. М., 1963, стр. 347.

¹¹⁴ В. А. Энгельгард. Проблема жизни в современном естествознании. В сб.: Ленин и современное естествознание. М., 1969, стр. 281.

тивных цепей воспринимается как осведомительная информация об объеме выполненной «работы». В результате использования этой информации и происходит регулирование синтезом веществ, достижение своеобразного гомеостазиса, сохранение определенных биологических веществ на данном участке клетки в нужных границах, а в итоге — активное приспособление организма к среде.

Внутриклеточные процессы в полном соответствии со стохастической внешней средой имеют вероятностный характер. Это обуславливает моделирование организмом внешних условий и его адекватное поведение. Следовательно, в организме значительно больше степеней свободы, чем в машинах, где все процессы (за исключением собственно информационных, осуществление которых в современных кибернетических машинах производится обычно с использованием статистической теории вероятностей) носят жестко детерминированный характер и имеют точно фиксированное число степеней свободы, наличие которых требует кибернетический принцип необходимого разнообразия. Ясно, что однозначно детерминированный характер внутриклеточных процессов исключил бы всякое адекватное приспособление к изменениям стохастической внешней среды.

Характерной особенностью регулятивных процессов в клетке является и то, что константы, постоянство которых призваны поддерживать ферменты-регуляторы, не неизменны. Организм обладает самоустановкой на наиболее выгоднейший режим работы, которая позволяет ему оптимизировать свои внутриклеточные процессы. При этом определяющая роль в последовательности осуществления функций клетки принадлежит цитоплазме¹¹⁵, а через нее — частично внешней среде (двойная детерминация). Важно, таким образом, учитывать сложную взаимосвязь внешней среды и внутренней организации особи.

Рассмотренная схема регулирования в одноклеточном организме во многом, по мнению специалистов, гипотетична и уж во всяком случае представляет собой лишь вырванный из общего метаболизма клетки фрагмент. Можно с уверенностью сказать, что ферментативные системы клетки действуют согласованно, обеспечивая слаженность всей сетки обмена веществ в данных условиях, всесторонние внутренние обратные связи; что каждая движущаяся частица вещества клетки, как уже отмечалось¹¹⁶, не может не нести соответствующей информации на физико-химическом уровне.

¹¹⁵ А. Рейвин. Эволюция генетики. М., 1967, стр. 39.

¹¹⁶ «Вопросы философии», 1963, № 1, стр. 158.

Наибольшей «регулирующей силой» в многоклеточном организме обладают гормоны. *Обмен веществ в клетке — это не только вещественный и энергетический, но и информационно-регулятивный процесс.* Процесс чрезвычайно сложный, поскольку в клетке сотни тысяч различных химических веществ, находящихся в непрерывном согласованном, упорядоченном движении — «метаболическом вихре». Сложная субмикроскопическая структура клетки позволяет по своеобразной «кровеносной системе» (по Г. М. Франку) быстро перекачивать порции веществ из одного участка в другой, причем по мере надобности соответствующие протоки на время перекрываются.

Что же управляет процессами клетки в целом? Где располагается главный регулятор, «управляющий аппарат» клетки?

Таким главным регулятором процессов является ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) ядра. Она выступает и своеобразной исходной «матрицей» для синтеза необходимых клетке белков, ферментов. Характерно, что этот «управляющий аппарат» сам в известном смысле оказывается управляемым (линия 3 на схеме 3): считывание информации ДНК в каждый момент времени происходит только на вполне определенных участках. Остановимся на информационных процессах клетки несколько подробнее, поскольку иногда, как справедливо отмечает В. А. Энгельгард¹¹⁷, канал связи «ДНК—РНК — белки» выдается по аналогии с телеграфной системой за единственный информационный канал в клетке.

По схеме Уотсона—Крика макромолекула ДНК состоит из двух левозакрученных вокруг общей оси спиралей, соединенных водородными связями. «Скелет» спирали составляют находящиеся снаружи фосфорная кислота и сахар Д-лентоза, соединенные фосфорноэфирными связями (см. схему 4). На внутренней стороне расположены азотистые основания: аденин, тимин, гуанин, цитозин (на схеме соответственно А, Т, Г, Ц). Причем водородные связи образуются только попарно между основаниями А—Т, Г—Ц. Такая структура обладает значительной жесткостью: ее изменение происходит под

¹¹⁷ См.: «Коммунист», 1969, № 3, стр. 92.

действием облучения или через метаболизм в очень небольшой степени (в обычных условиях мутации имеют величину порядка 1×10^{-6} за одно поколение на один ген).

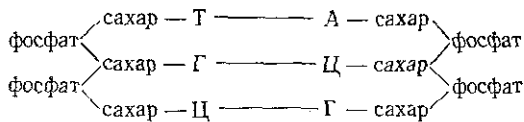


Схема 4

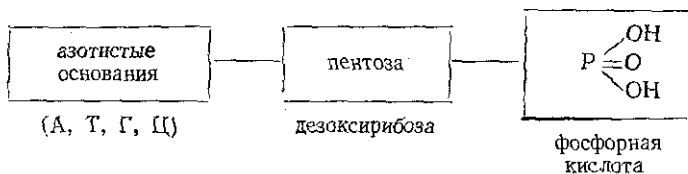


Схема 5
Строение нуклеотида

Ученые установили: каждой из 20 разновидностей аминокислот соответствует свой триплет (кодон), т. е. определенное сочетание трех нуклеотидов, вернее, несколько ¹¹⁸ триплетов («вырожденность» кода), поскольку количество возможных комбинаций триплетного алфавита характеризуется числом $4^3 = 64$, а не 20. Каждый нуклеотид (см. схему 5) принадлежит лишь одному триплету (код неперекрывающийся). Считывание кода возможно только с вполне определенной точки, никаких раздельных «знаков» между триплетами нет: код, как принято говорить, «без запятых». Работами Очоа в 1962 г. выявлены почти все возможные триплеты для каждой аминокислоты, но пока еще окончательно не выяснена последовательность расположения в них нуклеотидов.

Расшифровка генетического кода создала почву для возникновения своеобразного «биологического идеализма» у некоторых биологов, не стоящих на позициях диалектического материализма. Так, западногерманский биохимик Г. Шрамм пишет: «При описании этих молекулярных процессов применяют без колебаний такие выражения, заимствованные из духовной деятельности человека, как шифр, считывание, язык протеннов. Это показывает нам,— продолжает

¹¹⁸ Оригинальную трактовку этому дал Ж. А. Медведев. Он считает, что вырожденность кода позволяет уменьшить потери информации при возможных мутациях («Проблемы кибернетики», 1963, № 9, стр. 246).

Г. Шрамм, — что здесь в действие вступает нечто, ведущее в духовный мир, нечто трансцендентное, стоящее над материей»¹¹⁹. Тем не менее естественнонаучный материализм, все более овладевающий умами биологов, выступает, по выражению Ленина, тем идейным устоем, который «становится все шире и крепче и о который разбиваются все усилия и потуги тысяч и одной школки философского идеализма»¹²⁰.

О передаче структурной информации от ДНК к рибосоме цитоплазмы, где синтезируется белок, известно следующее.

На ДНК, как на матрице, синтезируется и-РНК (информационная рибонуклеиновая кислота), представляющая собой копию одной из цепей ДНК, но содержащая вместо тимина урацил, а вместо дезоксирибозы — рабозу. и-РНК следует из ядра клетки к рибосоме, где в свою очередь служит матрицей для полимеризации на ней полипептидной цепи (роль так называемой рибосомальной РНК в этом процессе пока еще не совсем ясна). Исходное для синтеза белков «сырье» — активированные кислоты — доставляется к рибосомам соответствующими «транспортными» РНК. Количество селективной информации, передаваемой в этом процессе от ДНК к белкам, выражается астрономическим числом.

Надо сказать, что использование математического аппарата в целях количественного определения связанной информации в живой природе оправдано лишь в случаях, когда имеет место равновероятность структурных элементов¹²¹. Ошибкой многих биологов является попытка применить комбинаторный, топологический, алгоритмический и даже вероятностный математические методы для определения количества связанной информации в иных случаях, чем этот. Так, согласно подсчетам неомиста Г. Веттера, возникновение молекулы белка из неорганического вещества потребовало бы массы в объеме шара радиусом 10^{83} световых лет или времени в 10^{243} миллиардов лет¹²². Отсюда Веттер делает вывод о практической невозможности зарождения жизни на Земле, о «чуде божественного творения».

При подобных расчетах допускается элементарная ошибка: игнорируются сложные физико-химические взаимодействия, которые

¹¹⁹ E. Schramm. *Idee und Materie in der modernen Biologie*. Вгемп, 1965, s. 6.

¹²⁰ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 372.

¹²¹ Л. А. Блюменфельд. В кн.: Г. Кастлер. Возникновение биологической организации. М., 1967, стр. 16; К. Х. Уолдингтон. Основные биологические концепции (в кн.: На пути к теоретической биологии. М., 1970, стр. 15—17).

¹²² См.: Г. Вессель. Вирусы — чудо — противоречия. М., 1970, стр. 70.

развиваются между близко расположенными атомами в молекулах и самими молекулами. «Дискретно-механистический стиль» мышления проявляется даже у некоторых увлекающихся биологов; абсолютизирующих момент дискретности молекулярных систем.

Очень важно, что и-РНК считывает всегда лишь определенные участки генетической информации, необходимые и достаточные для последующего синтеза бел-

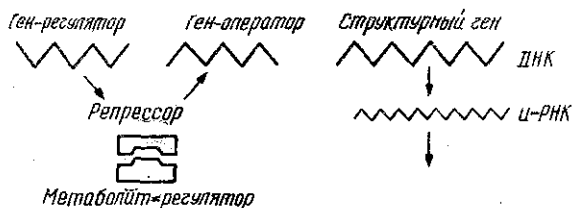


Схема 6
Регуляция генной активности (по Жакобу и Моно)

ков соответствующего химизма. Это достигается путем действия механизма регулирования, в значительной мере выясненного работами лауреатов Нобелевской премии французских ученых Жакоба и Моно. В принципе такое регулирование заключается в том, что в зависимости от потребности клетки в том или ином виде белка специфический репрессор, вырабатываемый некоторыми специальными участками ДНК (цистронами-регуляторами), связывает примыкающий к данному участку ДНК цистрон-оператор, в результате чего образования и-РНК на последующем структурном гене не происходит (см. схему 6). Репрессор может «нейтрализоваться» некоторыми метаболитами клетки, а также проникающими в клетку многоклеточного организма гормонами, которые влияют на активность ДНК клетки, обеспечивая согласованность в деятельности всех органов тела.

В этой сложной и далеко не законченной схеме информационных процессов клетки примечательно то, что ДНК хромосомного аппарата представляет собой, образно говоря, «книгу», последовательность считывания страниц которой определяется внешней ситуацией, а также биохимической памятью цитоплазмы, состоянием организма в данный момент, его потребностями.

Первичная генетическая информация ядра клетки как итог филогенетического развития, результат отражения

в широком смысле в основном определяет наследственные признаки организма: внешние воздействия среды в каждый момент времени определяют, грубо говоря, лишь то, какая часть «генетической» памяти ядра «просматривается». Однако не следует забывать, что изменчивость особи направляется средой (модификационная — непосредственно, а генетическая — через отбор), так что изменения условий существования постепенно приводят к соответствующему изменению «памяти» организма. Так внешняя информация через внутреннюю со временем превращается в связанную информацию внутриклеточных структур. Отрыв наследственности от ее антипода — изменчивости неправилен. Диалектическое единство обоих моментов — методологический принцип современной генетики, содержащей в себе синтетический (собственно биологический), аналитико-синтетический (кибернетический) и аналитический (физико-химический) подходы, предполагающей как надорганизменный и организменный (макроподход), так и молекулярный (микроподход) уровни изучения наследственности и изменчивости. Эволюционная генетика вобрала в себя ныне все то ценное, что достигнуто корпускулярной генетикой и эволюционной теорией. И вообще для современной биологии характерно не противопоставление, а диалектическое единство этих на первый взгляд противоположных подходов¹²³.

Большой методологический интерес представляет следующее обстоятельство. Генетическая информация хромосом имеет решающее значение для передачи наследственных признаков. Однако было бы упрощением понимать ДНК как книгу, в которой записано все то, что касается развития особи, как детально разработанную инструкцию, где все определено и предусмотрено однозначно и до конца и остается только в точности выполнить ее (П. Патти)¹²⁴. На самом деле все обстоит сложнее. В «инструкции» ДНК намечены только основные и необходимые «указания», которые реализуются в ходе взаи-

¹²³ Н. П. Дубинин. Некоторые методологические проблемы генетики. М., 1968, стр. 5 и 9; Т. Павлов. К диалектическому единству дарвинизма и генетики. М., 1970, стр. 22; Н. П. Дубинин. Общая генетика. М., 1970.

¹²⁴ На пути к теоретической биологии. М., 1970, стр. 76; см.: С. Бир. Кибернетика и управление производством. М., 1965, стр. 27.

модействия зародыша со средой, сложных коррелятивных связей эмбриона (т. е. на надклеточном уровне), в ходе эпигенеза особи (И. И. Шмальгаузен, Э. Майр и др.). В силу вероятностного характера биологических процессов всегда имеют место незначительные, несущественные для вида вариации в организме, так что каждый организм представляет собой неповторимую индивидуальность, а не машину серийного выпуска. Вероятностный характер развития особи обуславливает и объясняет неповторимость каждого листа, почки на дереве, а сложный характер взаимодействия организма с неповторимыми условиями существования особи — модификационную изменчивость.

Упрощенное понимание эмбрионального развития особи — опять-таки результат «дискретно-механистического» стиля мышления, переносимого в биологию из области техники, где создание и деятельность механизмов обычно однозначны и до конца определяются конструктором еще на ватмане¹²⁵. Этим путем шел, к сожалению, и известный ученый Нейман, представлявший себе развитие особи и эволюцию живых существ упрощенно, на манер сборки технических устройств по заранее разработанному плану из плавающих в растворе деталей. В своей идее создания надежных автоматов из ненадежных элементов Нейман подметил один из принципов работы мозга. Однако этот принцип учитывает в технике только момент дискретности¹²⁶.

В связи с современной научно-технической революцией, широким проникновением технических идей в биологию подобный механицизм присущ, к сожалению, не только специалистам в области техники, зачастую имеющим, как справедливо замечают Д. Миллер, Е. Галантер и К. Прибрам, дилетантские познания в области общей биологии, физиологии ВНД и психологии, но и некоторым метафизически мыслящим биологам. Например, иногда ошибочно считают, что во взрослом организме животного столько же связанной информации, сколько ее содержала та зигота, из которой оно развилось¹²⁷. На самом деле не может быть однозначной зависимости между количеством генетической информации и сложностью взрослого организма (К. Уоддингтон).

Поскольку клетка представляет собой стохастическую среду, постольку мутации в ней носят в основном случайный характер (в естественных условиях, во всяком случае). Эта случайность, обусловленная вероятно-

¹²⁵ И. Земан, например, ошибочно считает, что в зародышевой клетке заложен алгоритм. И. Земан. Познание и информация. М., 1966, стр. 127.

¹²⁶ Д. ж. Нейман. Вероятностная логика и синтез надежных организмов из ненадежных компонент. В сб. «Автоматы». М., 1956.

¹²⁷ Х. Равен. Оогенез. М., 1964.

стностью клеточных процессов, усиливается случайными воздействиями внешней среды (различного рода облучения и пр.). Если в ходе формирования фенотипа изменчивость особи в целом адекватна окружающей среде, то изменчивость генотипа, видимо, не имеет приспособительного характера на уровне организма.

Случайные мутации в какой-то мере аналогичны случайным движениям молекул определенного объема газа. Как результат стохастичности внутриклеточных процессов (ошибок при редупликации, например) они имеют необходимый характер в смысле неизбежности и причинной обусловленности в каждом конкретном случае. Нельзя с уверенностью предсказать, где произойдет очередная мутация, но можно предвидеть примерное количество их. Таков уж характер статистических процессов: «поведение» отдельной молекулы газа ведь тоже причинно обусловлено, но точно непредсказуемо, хотя к объему газа в целом можно смело применять законы термодинамики.

Различие наследуемой и модификационной изменчивости, которое связано с различием системных и временных уровней информационных процессов в живой природе, не учитывали те ученые, которые считали всякую изменчивость организма адекватной и наследуемой. С другой стороны, отрыв генетического материала от цитоплазмы (по де Фризу, Шредингеру), представление о нем как о чем-то абсолютно неизменном привели еще в прошлом веке к ошибочным суждениям относительно этого субстрата, проще говоря, к идеалистическим заблуждениям. В самом деле, если существует нечто абсолютно неизменное и никак не взаимодействующее с окружающими процессами и явлениями, то природа этого нечто не может быть рационально истолкована без обращения к деизму. Кто, когда и зачем создал это абсолютно неизменное вещество — вопрос, от которого нельзя уйти при подобном толковании проблемы.

Итак, отсутствие дифференцированного подхода к решению вопроса о природе генетического материала, роли связанной информации ДНК ядра клетки в развитии особи и поведении организма ведет или к спилле механистических воззрений, или к харибде идеалистических, по своему существу автогенетических представлений, неограниченно развивающихся в направлении фанатизма.

Мутации могут происходить и под направленным воздействием человека с помощью различного рода облучений, химических мутагенов. Возможность подоб-

ного направленного изменения наследственности имеет колоссальное практическое значение. Эти методы успешно сочетаются с классическими методами селекции, разработкой которых биология обязана И. В. Мичурину.

Накопление мутаций в клетках, которые рассматриваются кибернетикой как «шумы», приводит в силу изменения генетической информации к нарушениям клеточного метаболизма, нарушениям систем саморегуляции на различных уровнях и, как считают специалисты, является основной причиной многих заболеваний и старения организма. Перспективным в связи с этим представляется подход к объяснению ряда заболеваний (в частности, рака) как результата такого значительного изменения характера саморегуляции в биосистеме, которое приводит к выводу ее из подчинения организму, к возникновению и росту злокачественной опухоли. Подобный подход поможет решить и проблему борьбы с вирусными инфекциями, и проблему управления наследственностью на молекулярном уровне. По мнению советских ученых, в связи с успехами биологической теории информации создается также реальная возможность с помощью химических препаратов так изменять связанную информацию ДНК (или РНК) проникающего в клетку вируса, что последний не сможет ни разрегулировать внутриклеточные процессы, ни организовать сборку своих собратьев — варионов (химиотерапия вирусных инфекций)¹²⁸.

Здесь схематично рассмотрены лишь некоторые информационные процессы клетки, связанные с синтезом белков и деятельностью ферментов (еще более сложные информационные явления происходят в зиготе, которая обладает информацией, определяющей развитие всей особи, всех видов клеток данного организма). Однако и сказанного достаточно, чтобы судить об открывающихся перспективах теоретического и практического характера в связи с кибернетическим подходом к объяснению явлений жизни, поэтому вызывало по меньшей мере недоумение отрицание в недалеком прошлом «законности пе-

¹²⁸ Н. П. Дубинин. Молекулярная генетика и действие излучений на наследственность. М., 1963; Актуальные проблемы современной биологии. «Вопросы философии», 1965, № 7, стр. 52; В. М. Жданов. Вирусы и генетика. «Вопросы философии», 1965, № 9.

реноса кибернетических подходов и понятий в области генетики»¹²⁹.

Анализ информационных процессов в одноклеточном организме позволяет сделать некоторые выводы, которые в какой-то мере относятся и к многоклеточным.

1. Активное уравнивание организма со средой достигается путем целесообразного ответного действия его на обитаемую среду. При этом организм своим внутренним состоянием с опережением моделирует биологически значимую для него часть среды, в итоге правильно ориентируясь в ней. Все воздействия, на которые он целесообразно реагирует, имеют для него *сигнальное значение*.

2. Информационный процесс, посредством которого организм моделирует окружающую среду, в полном соответствии со стохастичностью внешних условий имеет *вероятностный характер*. При этом противоречивое единство организма со средой, его приспособление к ней (в соответствии с трехплановостью отражения следует различать смысловые оттенки этих терминов) предполагают избирательно активное, во многом зависящее каждый раз от потребностей организма отношение к среде, относительную самостоятельность, обусловленную наличием биохимической памяти, связанной информации клетки. Отсюда следует, что развитие и деятельность организма зависят соответственно от генотипа и среды, от организма и конкретной отображаемой ситуации (двойная детерминация формирования фенотипа и деятельности организма).

В неживой естественной природе предтечей двойной детерминации поведения и развития является двойственная зависимость изменений отражающего объекта от отображаемого и отображающего (о двойной детерминации изменений тел здесь говорить не приходится, так как объекты неживой естественной природы не обладают активностью, самостоятельной силой реагирования, целесообразностью структуры и поведением в собственном смысле этого слова).

¹²⁹ Н. И. Фейгинсон. Корпускулярная генетика. М., 1963, стр. 280; Н. В. Медведев. Теория отражения и ее естественнонаучное обоснование. М., 1963, стр. 75.

Характерно, что игнорирование специфики биологического детерминизма¹³⁰, относительной самостоятельности организма, а также отрицание (наряду с полезной) нейтральной и вредной изменчивости превращает естественный отбор в ненужный придаток. В свою очередь отрицание направленности (по причине «эволюции эволюции») изменения генофонда популяций ведет, на наш взгляд, тоже к принижению творческой роли естественного отбора. Такого рода метафизические крайности — результат отсутствия учета трехплановости отражения в живой природе (трех шкал времени, по К. Уоддингтону), а также субординации уровней организации живого (от молекулярного до видового включительно). Эвристическое значение этих методологических принципов не подлежит никакому сомнению.

3. В информационном отношении клетка является замкнутой системой для внутренней и разомкнутой для внешней информации. Как сеть согласованных в своем действии элементарных систем регуляции она имеет внутренние обратные связи практически во всех направлениях, что позволяет ей самоуправляться в самых различных ситуациях. Что же касается внешней обратной связи, то у простейшего она осуществляется главным образом в филогенезе благодаря действию закона естественного отбора (Р. Эшби, И. И. Шмальгаузен). *Информация, управление и обратная связь*, таким образом, *предполагают друг друга*, так что эту «троицу» разделить невозможно. Причем если управление и принцип обратной связи суть моменты взаимодействия в системе управления, то информация есть нечто иное, как момент отражения в ней.

4. Роль *центрального регулятора* в клетке принадлежит ДНК ядра. Как «управляющий аппарат» всякой функциональной системы она обладает значительной стабильностью, которая позволяет ей выполнять главную роль и в передаче наследственных признаков. Считываемая часть структурной информации ядра является при этом своеобразной проекцией информационного состояния клетки в целом, а признаки организма — свойством

¹³⁰ Подробно о специфике биологического детерминизма см.: И. Т. Фролов. Органический детерминизм, телеология и целевой подход в исследовании. «Вопросы философии», 1970, № 10.

всей живой системы или зародышевой клетки при ведущей роли ДНК ядра¹³¹.

Следует различать наследственные признаки и материальную основу наследственности — генетическую информацию, где эти признаки «содержатся» в потенции, в свернутом виде. Важно и то, что организм это не сумма частей; органоиды клетки суть элементы целостной, интегративной системы. В связи с этим кажется преувеличением синтез участка ДНК (американским ученым Г. Кронбергом) и гена (Корана из Индии) рассматривать как решающий этап искусственного воспроизведения живого.

5. Лежащий в основе всех биологических свойств обмен веществ имеет три стороны: *вещественную, энергетическую и информационно-регулятивную*. Самой главной стороной является информационно-регулятивная, которая и определяет специфику живого. Как уже отмечалось¹³², сущность органической жизни заключается в биологической регуляции, обладающей своими особенностями (относительной полнотой и автономностью, вероятностным характером и нераздельностью вещественно-энергетических и информационно-регулятивных сторон). Кибернетика, таким образом, подтвердила истинность Энгельсова толкования сущности жизни, конкретизируя в современных условиях данные им определения этого понятия¹³³. Найден, наконец, ответ на вопрос о причине несводимости биологических процессов без остатка к сумме физико-химических явлений. Эта несводимость обусловлена биорегуляцией. В связи с этим попытки абсолютизации физико-химических методов познания биологических процессов, сведение последних к физическим и химическим явлениям, игнорирование био-

¹³¹ В. Г. Афанасьев. Проблема целостности в философии и биологии. М., 1964, стр. 327.

¹³² См.: «Здравоохранение Белоруссии», 1965, № 8, стр. 41—43; «Наука и техника», Рига, 1968, № 1, стр. 3—5.

¹³³ Замечание К. М. Хайлова относительно необходимости преодоления «организмоцентрического» определения жизни имеет некоторые основания, хотя возникновение первых одноклеточных живых систем на Земле осуществлялось, вероятно, в условиях отсутствия биосферы (К. М. Хайлов. Системы и систематизация в биологии; см. в кн.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1969, стр. 145). Гробстайн идет еще дальше и предлагает определение жизни давать с позиций космического наблюдателя. (Гробстайн. Стратегия жизни. М., 1968, стр. 22).

логической кибернетики должны рассматриваться как проявление механицизма.

6. Если нарисовать общую картину информационных процессов в одноклеточном организме, то она будет выглядеть примерно так.

Одноклеточное существо избирательно отображает некоторые, как правило, биотически важные для него воздействия обитаемой среды. Поток веществ, несущий для него физико-химическую информацию, при переходе через мембрану, оболочку клетки, вызывает целую серию взаимосвязанных биохимических реакций. В результате этого считается связанная информация разблокируемых генов, которая затем передается посредством и-РНК к рибосомам, где формируются белки нужного в данной ситуации химизма. Появление в определенной дозе новых ферментов и последующий сдвиг метаболизма в клетке своим конечным итогом имеют внешнее целесообразное поведение организма (уход от неблагоприятных воздействий, движение по направлению к пище и т. д. и т. п.).

Итак, связанная информация в клетке представлена биохимическими структурами, а свободная — потоками веществ, используемыми для регулирования и управления ферментами и ДНК ядра.

3. Информационные процессы в организме животного

Информационные процессы в многоклеточном организме не исчерпываются внутриклеточными явлениями. Такой организм не простая сумма клеток, а целостное, единое образование. В связи со специализацией клеток в нем существует тесная взаимосвязь между клетками, происходит обмен веществом, энергией, а также информацией¹³⁴, поскольку регуляция процессов на уровне организма — непременное условие его выживания в вечно изменяющейся окружающей среде. В информационных процессах участвует, разумеется, и неклеточное вещество (ткань мышц, например, не имеющая четкого клеточного деления): как и в клетке, в организме, видимо, нет таких «частей», которые бы так или иначе не прини-

¹³⁴ Электроника и кибернетика в биологии и медицине. М., 1963, стр. 165.

мали участия в обмене веществ, не находились бы в состоянии постоянного самообновления и согласованного взаимодействия.

Перемещение определенных веществ, а тем самым и передача информации, используемой для регулирования в обладающих настьями растениях, например, производится по протоплазматическим путям. При этом некоторые из веществ перемещаются под непосредственным воздействием раздражителей. В растении, например, происходит своеобразное возбуждение, сравнительно быстро (25 см/мин) передаваемое по протокам организма. Академик А. Курсанов полагает, что у растений «с помощью электросигнализации достигается координация функций различных органов»¹³⁵ из пока еще гипотетического центра.

По-видимому, поток любого вещества в многоклеточном организме есть не только вещественное и энергетическое, но и информационное явление: перемещение веществ, материальных частиц — это одновременно и передача используемой для управления и регулирования информации, хотя результат такого управления не всегда внешне явно выражен. Так, при недостатке влаги в воздухе и почве, увеличении интенсивности испарения воды растением сопротивление клеточных оболочек внутреннему давлению падает, из-за вялости клеток устьица растений закрываются и испарение уменьшается. Регулирование, поддержание на определенном уровне водных ресурсов производится растением и другим способом: с увеличением концентрации растворимых веществ в клетках соответственно увеличивается забор воды из почвы.

У обладающего ЦНС животного (начиная с высших червей) в результате дальнейшей специализации клеток *передача информации происходит по специальным нервным путям*, имея некоторые существенные отличия. Материальным носителем информации здесь является «поток» электрически заряженных ионов калия, натрия, что обеспечивает распространение возбуждения по нервному волокну (особенно покрытому миелином) на несколько порядков выше, чем скорость перемещения веществ по протоплазматическим путям. Такой способ передачи информации в сочетании с гуморальным (по

¹³⁵ А. Курсанов. У подножья вершины. «Правда», 1969, 16 ноября.

кровеносной, лимфатической и т. п. системам) создает значительно лучшие возможности для быстрых изменений в организме, соответствующих внешней среде и его потребностям. Обеспечивая противоречивое единство организма с обитаемой средой, информационные процессы в ЦНС животного приобретают главенствующую роль, становятся господствующими, специализируются: сила биотока ничтожна и никак не определяет величину несомой им информации. С появлением нервных путей передача информации и особых ее материальных носителей происходит *качественный скачок в эволюции информационных процессов*, в значительной мере, надо полагать, определивший дальнейший прогресс животных в условиях естественного отбора ¹³⁶.

В самом деле объем и сложность связанной информации всех уровней организма определяет его функциональные возможности, объем и характер получаемой извне свободной информации. Его и следует считать главным критерием прогресса в живой природе. Нетрудно заметить, что он фактически синонимичен высоте организации, которую биологи всегда справедливо расценивали как важнейший критерий прогресса в живой природе ¹³⁷. Старая истина одевается в новые терминологические одежды, и это уже само по себе свидетельствует о прогрессе науки.

Возникновение психики позволило организму приспособляться к среде более гибко, тонко и адекватно. Вполне очевидным представляется и то, что у обладающих ВНД животных есть в снятом, подчиненном виде все остальные, менее сложные уровни информационных процессов.

Образование необходимых для животного условных нервных связей происходит в случайной форме. Но в отличие от случайных мутаций в клетке, с которыми «работает» естественный отбор, нервные связи служат для приспособления в онтогенезе. И все же процесс «превращения условных связей в безусловные» принципиально не может миновать стадию мутирования, осуществляясь на популяционно-видовом уровне.

Каков же принцип преобразования информации у животных, как и где фиксируется в организме связанная информация, образующая память животного? ¹³⁸ Каковы уровни этой памяти?

¹³⁶ Н. В и н е р. Новые главы кибернетики. М., 1963, стр. 25.

¹³⁷ См.: Прогресс в живой природе и технике. Л., 1969, стр. 64.

¹³⁸ Д ж. Р и г е л ь. Энергия, жизнь и организм. М., 1968, стр. 10.

Активное уравнивание организма с окружающей средой происходит на основе выработанных в онтогенезе условных и передаваемых по наследству безусловных нервных связей. Подобно тому как в клетке в результате многократного повторения одних и тех же закономерных и существенных для организма воздействий проторяются соответствующие пути биохимических реакций, образуется «биохимическая память», в мозгу животного формируются постоянные и временные нервные связи, память, структурируется свободная информация, совершенствуется «внутренняя модель внешнего мира».

Отражаемые воздействия внешней среды обуславливают активацию соответствующих нервных связей в мозгу, в результате чего животное адекватно реагирует на них. Налицо все тот же принцип моделирования существенных, закономерных связей внешнего мира. Однако эта модель значительно более изменчива, реактивна и сложна по своей структуре, чем клеточная, связана с более высоким структурным уровнем в иерархии информационных процессов. То же самое можно сказать и о сформированной в филогенезе периодической временной последовательности важнейших процессов в организме животного (циркадные, суточные, лунные, сезонные, годовые ритмы деятельности организма, называемые обычно «биологическими часами», обеспечиваются регуляторами соответствующих уровней)¹³⁹.

Память как биологическая проблема разработана пока еще недостаточно даже представителями смежных специальностей (биохимики, физиологи, психологи и т. д.). На наш взгляд, совершенно правильно поступают те, кто в ходе анализа этой проблемы дифференцирует память на ряд уровней и видов. По современным научным воззрениям в мозгу обладающего психикой животного следует различать долговременную (перманентную), кратковременную («транзисторную») и мгновенную память, которые далеко не идентичны по своим физиологическим механизмам.

Согласно первой группе воззрений, долговременная память, которая играет ведущую роль в жизнедеятель-

¹³⁹ Усиление внимания врачей к биологическим ритмам позволяет понять ритмический характер некоторых болезней и болезни, связанные с нарушением биоритмов. Н. А. Агаджанян. Биологические ритмы. М., 1967, стр. 91.

ности организма, образуется путем структурных изменений РНК, ДНК или белка в результате использования обычного механизма синтеза белка в клетке, в результате активирования определенных генов хромосомного аппарата и в связи с этим изменений функций и структуры нервной клетки: роста ее отростков, установления новых синаптических связей¹⁴⁰, перестройки существующих и т. д.

Постановка вопроса в таком плане ликвидирует ложную дилемму, связывающую научение или только с изменениями молекулярных структур (РНК, ДНК, белков), закрученностью хромосом¹⁴¹, или с образованием нервных связей. Наконец, она не противоречит тому, что приобретенные в онтогенезе навыки, выработанные условные связи автоматически не передаются потомству.

Способ хранения кратковременной информации осуществляется путем образования в мозгу ревербационных кругов, охватывающих соответствующие группы нервных клеток, в которых циркулирует эта информация. По истечении определенного времени (порядка нескольких часов), зависящего от биологической значимости воспринятой информации, последняя структурируется, т. е. переходит в статическое состояние, наращивая, таким образом, объем долговременной памяти. Примечательно, что процесс энграммирования информации связан с временным забыванием полученной информации, что говорит в пользу различия физиологических механизмов долговременной и кратковременной памяти.

По мнению некоторых специалистов, существует так называемая мгновенная память, способная удерживать информацию буквально на несколько секунд и не представляющая в связи с этим большого практического интереса.

Кратковременная и мгновенная память качественно отличаются от оперативной памяти ЭВМ, которая по сути дела представляет собой не фиксированный объем информации, а «чистую доску» в виде, например, экрана электроннолучевой трубки. В количественном же отношении емкость памяти мозга человека выше инженерной на 7—8 порядков (если они в принципе поддаются количественному сравнению методами дискретной математики).

Классификация типов памяти фактически осуществляется в соответствии с тремя временными планами от-

¹⁴⁰ Э. А. Асратян, П. В. Симонов. Надежность мозга, М., 1963, стр. 30.

¹⁴¹ Математическое моделирование жизненных процессов. М., 1968, стр. 219.

ражения. Родовая долговременная память соответствует отражению в филогенезе, филогенетическому потоку информации. Отражению в онтогенезе и онтогенетическому потоку информации будет соответствовать часть долговременной памяти, приобретаемая организмом прижизненно, путем выработки условных нервных связей. Наконец, мгновенная память — это результат отражения в собственном смысле слова. Ее образует информация, характеризующая конкретную отражаемую ситуацию. Мгновенная память обычно превращается в кратковременную, а та в свою очередь — в долговременную онтогенетическую память. Последняя же имеет тенденцию к превращению в долговременную филогенетическую.

Примечательно, что память является скорее диффузным, чем жестко локализованным в отдельной части мозга явлением. Важно и то, что *кибернетика обобщает понятие памяти* и можно говорить не только о памяти на уровне мозга, но о памяти всех структурных уровней организма или любой другой организованной системы (в том числе и технической).

Как уже отмечалось, каждая клетка содержит память на молекулярном и атомном, физико-химическом уровне — структурную информацию органоидов клетки, белков, кислот и т. д. Таким образом, можно говорить о стройной и сложной иерархии уровней связанной информации в животном, где существуют отношения не только координации, но и субординации. Если в историческом плане эта субординация ясна и соответствует соподчинению трех аспектов отражения, то в системно-структурном аспекте ведущим уровнем выступает организменный, за ним следует органнй и, наконец, субклеточный (где в свою очередь можно различать органоидный и молекулярный)¹⁴². Впрочем, вопрос о субординации уровней памяти животного представляет собой самостоятельную проблему. Нас же сейчас занимает вопрос, в какой мере *механизм фиксации информации* различных уровней оказывается общим.

Несмотря на известную универсальность способа кодирования связанной информации в клетках разных

¹⁴² В физиологической и психологической литературе память делится на зрительную, слуховую, осязательную, двигательную (моторную) и смешанную (в соответствии с имеющимися органами чувств). Л у к. Память и кибернетика. М., 1967, стр. 8; Л. И. Курев и ч. Резервы улучшения памяти. М., 1970.

органов, в фиксации информации разных уровней есть определенные различия. В противном случае невозможно было бы объяснить различную роль клеточных групп в регуляции процессов жизнедеятельности организма. Иначе говоря, каждый уровень памяти, в том числе мозга, должен иметь специфические особенности фиксации информации. (К выводам о сложном химическом структурировании памяти мозга пришел, например, В. Берн, который установил, что экстракт мозгового вещества обученной крысы при введении его другой крысе вдвое ускорял процесс обучения последней)¹⁴³.

С различиями в способах фиксации информации в клетке и мозгу связаны функциональные различия качественного порядка. Это проявляется хотя бы в существенном различии между условным рефлексом и его прообразом у низших организмов. Дальнейшее исследование внутриклеточных структур прольет больший свет на сложный механизм памяти, связанной информацией мозга.

Для выявления процессов преобразования информации в ЦНС обратимся к рефлекторной дуге (см. схему 7).

Воздействия внешней среды (1) превращаются рецепторами анализаторов в поступающие в мозг и несущие определенную информацию сигналы нервного возбуждения (2). В итоге в мозгу (3) вырабатывается информация управления, несомая двигательными биотоками (4) к эффекторам и вызывающая вполне упорядоченное воздействие животного на окружающую среду (5). Остановимся на особенностях информационных явлений всех этих звеньев.

Биотоки представляют собой совокупность импульсов различной частоты, но одинаковой амплитуды. Они

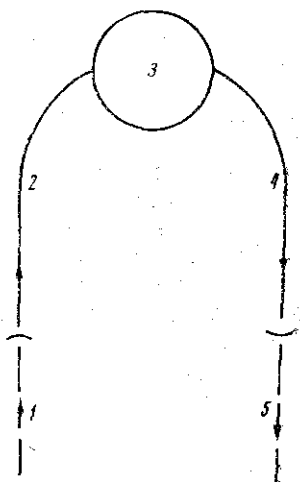


Схема 7

¹⁴³ Бионика сегодня и завтра. М., 1969, стр. 96.

имеют мало общего с физической модальностью отражаемого организмом воздействия, не несут ни грана вещества раздражителя, действию которого обязаны своим появлением. Больше того, по нервным путям передается энергия не раздражителя, а «освобожденная» энергия биохимических связей клеток рецепторов и извлекаемая животным внешняя информация. В энергетическом плане действие раздражителя носит «пусковой» характер (хотя, строго говоря, передача некоторой порции энергии, как уже отмечалось, происходит при любом процессе отражения).

В силу избирательности отражения органы чувств животного воспринимают не всякое воздействие среды, что связано с биологической значимостью лишь некоторого рода воздействий. Восприятие, например, ультразвука летучей мышью связано со способами ее питания, имеет для нее важное биологическое значение. То же самое можно сказать и о поедаемой ею моли. Для вышших же животных эти воздействия не имеют большого жизненного значения и органами чувств не воспринимаются.

Об информационных возможностях зрительного анализатора, например, можно судить по такому факту. В сетчатке глаза 130 млн. рецепторов, и если каждый из них имеет только два состояния, то количество состояний сетчатки выходит из области представимых чисел — $130 \cdot 10^6$ (для сравнения напомним, что количество атомов в обозримой Вселенной оказывается значительно меньшим — 10^{72}). Это обстоятельство проливает свет на проблему прерывно-непрерывного способа кодирования информации в органах чувств.

С помощью рецепторов даже непрерывные воздействия среды модулируются в дискретно-непрерывные сигналы, способные нести мозгу информацию. Это единственно возможный способ передачи многомерной информации о многокачественности внешних воздействий по одномерной системе — нервному волокну. Передача, например, информации о цвете световых воздействий осуществляется путем различия в строении залпа импульсов, посылаемых по зрительному нерву, а об изменении интенсивности действующего на глаз света — числом импульсов в залпе и, следовательно, его длиной¹⁴⁴. Характерно, что по одному и тому же нервному волокну обычно передается информация от нескольких рецепторов

¹⁴⁴ Е. А. Либерман. «Генераторы» и «насосы» клетки. М., 1965, стр. 18.

одновременно. Это тоже способствует адекватности формирующейся нервной модели внешней среды.

В плане теории отражения важно, что биоимпульсы несут в мозг информацию не только о количестве, но и о качественной модальности раздражителя¹⁴⁵. В связи с этим разрешается сакраментальная проблема *психофизиологического парадокса* о разнокачественности психического образа и качественной «однородности» импульсов. Парадокс перестает быть парадоксом.

Есть и иная точка зрения. В. В. Орлов считает, что решение психофизиологического парадокса лежит «по ту сторону кибернетического мышления», поскольку, дескать, информация выражает лишь формальную сторону отражательной деятельности мозга¹⁴⁶. Это, конечно, плод недоразумения: речь все время идет не о количественной (шенноновской), а о качественной, содержательной, общей теории информации.

Поскольку этим способом мозг получает информацию не только о количественной, но и о качественной сторонах раздражителя, а характер информации, извлекаемой животным извне, не зависит от величины энергии доставляющих ее биотоков (в разных случаях энергия может быть по величине одинаковой, а возникающие в мозгу чувственные образы различными), постольку, конкретизируя известную в марксистской философии формулу (ощущение есть превращение энергии внешнего раздражения в факт сознания), ощущение можно определить как *результат превращения информации, доставляемой внешним раздражителем, в факт сознания*, результат превращения внешней информации во внутреннюю, материальную — в идеальную¹⁴⁷.

Одинаковые воздействия среды в одноименных рецепторах животных различных видов, как и следовало ожидать, отображаются в разном объеме. Так, при отсутствии «цветного зрения» животное не получает той части информации, которая характеризует цвет: в его рецепторах числом импульсов кодируется лишь та информация, которая характеризует интенсивность освещенности. По данным исследований, сетчатка глаза выделяет движущиеся изображения, подчеркивает — особенно у менее

¹⁴⁵ См.: П. К. Анохин. Теория отражения и современная наука о мозге. М., 1970, стр. 9.

¹⁴⁶ Ленинская теория отражения и современность. Свердловск, 1967, стр. 32.

¹⁴⁷ «Философские науки», 1965, № 2, стр. 112.

высокоорганизованных животных — контуры изображения, выделяет отдельные элементы зрительного образа (углы в рецепторах лягушки, например) ¹⁴⁸ и т. п. К этому следует добавить, что в процессе отражения животное воспринимает информацию не пассивно, а производит соответствующую «настройку» органов чувств — явление давно известное и описанное еще И. М. Сеченовым. Физиологи и психологи не без оснований считают, что такая настройка обеспечивает оптимальный режим работы нервной системы ¹⁴⁹.

Таким образом, органы чувств животного производят определенную «обработку» воспринимаемых воздействий, передают в мозг лишь необходимую и достаточную для существования данного животного информацию, которая выступает на этой стадии в форме упорядоченной во времени структуры биопульсов прерывно-непрерывного вида.

Очень важно, что несомая биотоками информация характеризует не абсолютную величину того или иного воздействия, а его *изменение*. Это соображение Н. Винера подтверждено ныне опытами наших и зарубежных ученых в биофизической лаборатории. Суть опытов сводилась к следующему. На глаз помещалась проекционная система, движущаяся вместе с ним так, что изображение оказывалось неподвижным относительно сетчатки глаза. Оно исчезало через 2—3 сек — время, необходимое для посылки одного залпа импульсов (по наблюдениям над животными). Отсюда следует, что сетчатка генерирует импульсы только вслед за изменением освещенности, в то время как свет виден непрерывно. Кажущееся противоречие разрешается очень просто: глаз находится все время в движении, изображение непрерывно перемещается по сетчатке и отдельные рецепторы, следовательно, всегда находятся в условиях меняющейся освещенности.

То же самое можно наблюдать при воздействии раздражителя на кожу: рецепторы кожи посылают сигналы в кору до тех пор, пока место действия или сила раздражителя не перестанут изме-

¹⁴⁸ Дж. Литтвин, Г. Матурана, У. Мак-Каллок, У. Питс. Что сообщает глаз лягушки мозгу лягушки. В сб. Электроника и кибернетика в биологии и медицине. М., 1963, стр. 236.

¹⁴⁹ Б. Ф. Ломов. Человек и техника. Л., 1963, стр. 128.

няться¹⁵⁰. Упавшее на оголенную спину семечко мы почувствуем только в момент падения, тогда как укус насекомого вызывает вибрацию кожи и некоторое время проявляется в виде зуда. Это еще одно доказательство того, что свободная информация суть изменение¹⁵¹.

Такой экономный принцип перцепции — для технической мысли просто клад. Он подсказывает конструкторам самый экономичный, оптимальный способ передачи изображения по техническим каналам связи (телевидение, перцептроны, ЭВМ), позволяющий сводить *избыточную информацию* к минимуму.

С точки зрения техники значительный интерес представляет и сам процесс генерирования и передачи импульса по нерву. При этом сравнение нерва с кабелем или обычным проводником оказывается не в пользу последних. Если бы инженер-электрик заглянул в нервную систему, говорит по этому поводу профессор А. Ходжкин, то обнаружил бы, что передача информации в ней представляет собой очень сложную проблему. Приводится простой расчет. В нервном волокне диаметром в 1 микрон аксоплазма (протоплазма нерва) обладает удельным сопротивлением в 100 ом/см. Стало быть, малой толщины нерв длиной в 1 м имеет такое же сопротивление, что и медная проволока 22 калибра длиной в $1,6 \times 10^{10}$ км. А это в 10 раз превышает расстояние от Земли до Сатурна. Для осуществления передачи информации по кабелю такой длины пришлось бы с целью усиления сигналов

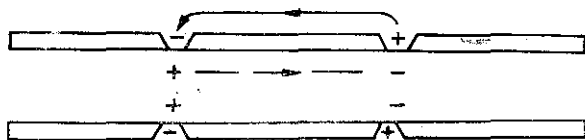


Схема 8

Передача возбуждения по нерву (по А. Ходжкину)

применять повторные элементы, во многих местах кабеля подавая энергию. Именно таким способом природа разрешила эту трудность: впереди активного участка во всех перехватах Ранвье (см. схему 8) возникают элект-

¹⁵⁰ Л. Милн и М. Милн. Чувства животных и человека. М., 1966, стр. 30.

¹⁵¹ Р. Грегори. Глаз и мозг. М., 1970, стр. 55.

рические токи; импульсы продолжительностью 10^{-2} — 10^{-4} сек как бы проскакивают окруженные миелиновой оболочкой участки от одного перехвата к другому со скоростью 100—150 м/сек (в толстых аксонах — всего лишь 1 м/сек).

Согласно мембранной теории Бернштейна—Ходжкина, получившей признание ведущих биологов мира, аксоплазма в спокойном состоянии заряжена отрицательно по отношению к наружному раствору и составляет «потенциал покоя» в 50—70 мв. В момент возникновения нервного импульса катионы натрия (или его «заменители») в местах отсутствия миелина быстро проникают через мембрану внутрь нерва, поскольку электрическое сопротивление последней уменьшается почти в 100 раз (в покое катионов натрия больше снаружи нерва, а калия — наоборот). Вследствие бурного увеличения числа катионов заряд аксоплазмы меняется на противоположный — положительный. Возникает электрический ток. Правда, после короткого импульса наступает рефрактерный период, в течение которого восстанавливается отрицательный потенциал внутри нерва (за счет выхода катионов в наружный раствор). Однако нерв вновь приводится «в боевую готовность» буквально через сотые доли секунды.

Энергия, необходимая для этого процесса, поставляется клеткой, причем для поддержания необходимых градиентов концентрации в нерве и его окружении она расходуется непрерывно, так что даже находящийся в покое нерв потребляет около половины энергии, затрачиваемой нервом в момент возбуждения.

Калиево-натриевая мембранная теория, по признанию ее создателей, содержит еще ряд «белых пятен» и далека от завершения (не ясен, в частности, механизм удаления кальция с наружной стенки мембраны, позволяющий ионам натрия устремляться внутрь нерва, не получила твердого экспериментального обоснования и модель, согласно которой переносчиком натрия служит фосфатидная кислота).

Для сравнения информационных процессов в биологических и технических коммуникациях и выяснения возможностей технического моделирования биологических процессов нервной сети целесообразно отметить, на наш взгляд, что в технике связи потенциал подается в момент передачи информации электрическим сигналом; нерв же находится под постоянным напряжением.

Прохождение биотоков по нерву совершается скачкообразно, скачками, тогда как в технических каналах связи

импульс тока по всей длине проводника практически проходит равномерно и с одинаковой скоростью (влияние емкостного и индуктивного сопротивления в момент включения и выключения электрической сети мы не учитываем).

Источник энергии передачи информации в технике всегда находится вне проводящей системы, в то время как электродвижущая сила, необходимая для проведения импульса внутри нерва, наводится за счет разности концентрации ионов натрия внутри и вне нерва, а в итоге — за счет окислительно-восстановительных процессов в клетках организма (натриевый «насос» непрерывно качает ионы «в гору» — против градиента концентрации).

Расчеты показывают, что толщина миелиновой оболочки — своеобразной электрической изоляции нерва — является оптимальной, т. е. обеспечивающей при данной толщине нерва наиболее быстрое распространение возбуждения. Сама клетка, точнее аксон, работает по принципу «все или ничего»¹⁵², что позволяет практически избегать влияния тепловых шумов (и уже давно используется в технике связи).

Значительный интерес представляет характер изменения силы электрического раздражения нерва. Опыты конца прошлого века привели к установлению количественной зависимости между интенсивностью и длительностью порогового раздражения (т. е. того минимального раздражения, которое способно вызвать возбуждение нерва). Гoorвег и Вейс представили эту зависимость в виде гиперболической функции $y = a/t + b$, где y — интенсивность раздражения, t — длительность стимула, a и b — постоянные коэффициенты. Из уравнения следует, что чем сильнее раздражение нерва, тем меньше времени требуется для приведения его в возбужденное состояние. Существенно, что приведенное уравнение описывает количественную зависимость этих параметров лишь приблизительно, так как не учитывает, например, зависимости порога раздражения от общего состояния нервной системы организма.

Мозг — главный участок информационных процессов ЦНС, где в нервных связях зафиксирован весь родовой и индивидуальный опыт животного, весь объем его связанной, начальной, «собственной» (Н. Винер) информации.

Поступающая в мозг «рабочая»¹⁵³ информация воздействует на него, моментально активируя соответствующую

¹⁵² Г. Мэгун. Бодрствующий мозг. М., 1965, стр. 207.

¹⁵³ А. А. Красовский. Динамика самоорганизующихся систем. М., 1963, стр. 10.

щие данному раздражителю и всему опыту животного нервные связи. Происходит моделирование конкретной ситуации. При этом по неспецифическим путям возбуждение от органов чувств проходит в ретикулярную формацию, которая в результате этого повышает энергетическую активность коры. По специфическим путям возбуждение передается в корковое представительство данного анализатора. Совмещение «волн» возбуждения приводит к суммации в нейронах — фактору, который обеспечивает и просмотр соответствующей части информации, и постепенное образование новых условных связей, последующее научение.

Нарисованная здесь картина — лишь грубая схема, не учитывающая того, что информация просматривается не только в коре, но и в подкорке, что ретикулярная формация выполняет не только энергетическую функцию, но и осуществляет как бы предварительный отбор поступающей от рецепторов информации¹⁵⁴, посылая в свою очередь в кору поток *тонизирующей* информации благодаря накопленной преимущественно в филогенезе связанной информации. Однако ход и течение информационных процессов направляются главным образом ситуацией среды через деятельность коры больших полушарий мозга.

Опережающий характер отражения позволяет животному сравнивать, оценивать последующие события на основе зафиксированной в мозгу информации, а в итоге избегать опасных для жизни ситуаций. Физиологический механизм, обеспечивающий формирование цели, программы ее достижения и указанное сравнение, назван П. К. Анохиным «акцептором действия» и локализован, по мнению ученых, в лобных долях¹⁵⁵. Как показывают исследования с помощью микроэлектродной техники, эфферентные возбуждения, ответвляясь по коллатералям тысяч аксонов нервных клеток, долгое время остаются активными в замкнутых «ловушках возбуждения», открытых Лоренто де Но. Эти возбуждения носят циклический характер и остаются активными до того момента, пока не придет осведомительная информация о получен-

¹⁵⁴ Б. Парин, Р. Баевский. Кибернетика в физиологии и медицине. М., 1963, стр. 38.

¹⁵⁵ А. Лурья. Мозг и психика. «Коммунист», 1964, № 6, стр. 113.

ных результатах. Тонкий акт оценки получаемых результатов деятельности функциональной системы происходит, таким образом, на стыке свежих следов возбуждения от эфферентного приказа к действию с приходящими сигналами о результате этих действий¹⁵⁶.

Все это возможно вследствие наличия в мозгу животного модели внешнего мира. Как результат отражения в широком смысле слова, эта сформированная в фило- и онтогенезе модель по природе своей динамична как в том смысле, что в каждый момент времени активируется лишь определенная часть ее, так и в том отношении, что в результате отражения конкретной ситуации постепенно происходит ее уточнение, обогащение, научение в онтогенезе — необходимое условие приспособлений организма к условиям среды.

Принципы и закономерности разворачивающихся в мозгу процессов информации и управления изучает *нейрокибернетика*, которая дает богатый материал для более детального представления о деятельности мозга, а также совершенствования кибернетических устройств, моделирующих психические функции.

Экспериментальные данные позволяют утверждать, что информация просматривается в мозгу выборочно и экономно. Предположим, у животного возникла какая-либо физиологическая потребность, например, жажда. Этой потребности будет соответствовать формируемая в мозгу при участии постоянных нервных связей биологическая цель — «модель потребного будущего». (Биологические цели могут формироваться и при отсутствии благоприятной конкретной ситуации, что свидетельствует о значительной относительной самостоятельности психических процессов). Раздражитель внешней среды A_9 (см. схему 9) вызывает рефлекторное движение B_1 , раздражитель A_{10} — соответственно движение B_2 . При возникновении же сигнального раздражителя A_3 даль-

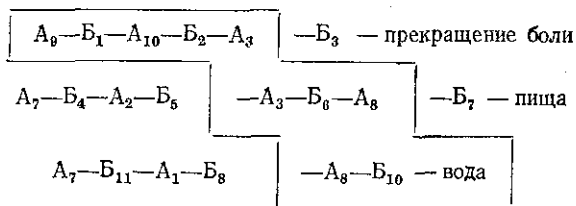


Схема 9

¹⁵⁶ Кибернетические аспекты изучения работы мозга. М., 1970, стр. 32.

нейший просмотр этой цепи связей прекращается, поскольку он не может привести к достижению цели, и вместо движения B_3 возникает движение B_6 пищевой цепи нервных связей.

Таким образом, в момент появления общего раздражителя происходит переключение возбуждения на ту цепь, которая ведет к удовлетворению потребности и, вероятно, сильнее тонизируется со стороны подкорки. Так происходит до тех пор, пока активация связей не приведет к нужному результату — получению воды. В том случае, если просмотр наличной информации не приводит к достижению цели, он дополняется системой активных поисковых движений, направленных на «изменение окружающей среды»¹⁵⁷. Поиск продолжается до тех пор, пока не появляются раздражители, способные вызвать ведущий к цели просмотр соответствующей информации. В этой картине деятельность мозга несколько упрощается, ибо акцентируется внимание на дискретном моменте стохастических процессов мозга, которые невозможно полностью описать с помощью математических алгоритмов.

Выборочное использование информации позволяет при относительно небольшой скорости распространения возбуждения по нерву и наличию огромной сети нервных связей в мозгу быстро и точно ориентировать организм в самых сложных условиях внешней среды. Примечательно, что ускорение подобного процесса у человека достигается, как считают специалисты¹⁵⁸, за счет изменения глубины поиска в системе памяти, когда полного сопоставления ее с внешней обстановкой не происходит.

Процессы переработки информации мозгом на самом деле происходят более сложно, и достижения нейрокибернетики надо рассматривать лишь как начало анализа сложных информационных явлений мозга, который для современного естествоиспытателя (как и для И. П. Павлова) пока еще представляет собой скорее «черный», чем «белый» ящик¹⁵⁹, где хорошо известны лишь входные и выходные данные. Все же достижения нейрокибернетики уже сегодня имеют большое методологическое значение. На новом фактическом материале они подтверждают диалектическое положение о том, что к мозгу как сложной системе принципиально неприменимо правило

¹⁵⁷ С. Брайнес и др. Нейрокибернетика. М., 1962, стр. 106.

¹⁵⁸ Там же, стр. 104.

¹⁵⁹ См.: Н. Винер. Новые главы кибернетики. М., 1963.

«изменения факторов по одному», поскольку целое всегда есть нечто большее, чем сумма составляющих его частей. Поэтому изучение отдельных нейронов или даже групп, каким бы точным методом оно ни производилось, не может привести к пониманию основных принципов работы головного мозга. Полученные экспериментальные данные говорят о том, что нервные связи — это не жесткие системы типа подпрограмм для ЭВМ; в мозгу каждый раз активируется соответствующая данной обстановке нервная сеть, включающая нужные элементы самых различных рефлекторных систем. Рефлекс (точнее, всякая нервная связь) оказывается органически «вписанным» в нервную сеть мозга. Вот почему нет однозначного соответствия реакций животного окружающим условиям (в духе бихевиоризма), что тоже свидетельствует об относительной самостоятельности психики.

Переработка поступающей в мозг информации обеспечивает синтез дифференцированных ощущений. Наличие у животного дистантных органов чувств позволяет лучше ориентироваться в окружающей среде, особенно в условиях, когда необходимо быстро передвигаться. Интеграция, синтез дифференцированных ощущений ведет к формированию идеальных по своей природе образов и биологических целей, для характеристики которых биологи считают необходимым ввести термин «телеономия» (вместо слова «телеология»).

Наиболее важной особенностью информационных процессов на стадии мозга является наличие наряду с физиологическим *идеального уровня информации*. Находясь в неразрывном единстве с материальным и выполняя очень важную служебную роль, он не только не поглощается последним, но, как известно, через свою физиологическую основу активно влияет на соматические процессы организма, выполняя роль главного регулятора в организме животного.

Выработанные мозгом биотоки по эфферентным путям несут информацию управления. Этот участок информационных явлений ЦНС (4), имея много общего с участком 2 (см. схему 7), отличается от него, в частности, тем, что здесь информация выработана мозгом, а не рецепторами. Она не имеет такого сложного характера, как на участке 2, выполняя гораздо более простую функцию.

В местах передачи возбуждения с нерва на мышцу биотоки вызывают освобождение медиатора возбуждения — ацетилхолина, который, диффундируя, изменяет проницаемость клеточных мембран мышц для катионов. Это ведет к деполяризации мембран и возникновению распространяющегося потенциала действия; в итоге мышца сокращается. Последующий гидролиз ацетилхолина с помощью холинэстеразы приводит к прекращению работы мышцы. Существенно, что процесс передачи информации в нерве является лишь фрагментом обмена веществ в целом.

С точки зрения кибернетики и молекулярной биологии использование мышцами информации управления заключается в том, что импульсы, нарушая макроэргические связи атомов кислорода и фосфора в АТФ (аденозинтрифосфате), освобождают запасенную там энергию¹⁶⁰ и вызывают сокращение определенных групп мышц, выполняя, по меткому выражению академика В. А. Энгельгарда, роль «спускового крючка в ружье». Сокращение мышц внешне проявляется как упорядоченное, целесообразное, но бессознательное воздействие органов тела и организма в целом на окружающую среду. Характерно, что для некоторых животных (и опытного человека) эти воздействия несут определенную информацию.

Рассмотренная схема циркуляции информации в ЦНС представляет собой разомкнутую дугу и не дает возможности понять динамику взаимодействия организма со средой, которое имеет циклический характер и происходит с использованием обратной связи, но это уже самостоятельная проблема.

Итак, информационные процессы в ЦНС, обеспечивающие адекватное среде и потребностям организма поведение, имеют сложный характер. *Связанная информация* на уровне мозга животного представлена условными и безусловными нервными связями, грубо говоря, прост-

¹⁶⁰ При использовании одной молекулы фосфорной кислоты — этого синтезируемого в митохондриях универсального «топлива» — освобождается более 10 больших калорий. Эта энергия используется с коэффициентом полезного действия порядка 55%. Об эффективности работы мышц и величине кпд при прямом превращении химической энергии в механическую можно судить по такому факту: чемпион мира штангист Л. Жаботинский при подъеме штанги развивает мощность малолитражного автомобиля.

ранственной структурой мозга. Она суть модель внешнего мира, результат отражения в широком смысле слова. Важно, что связанная информация мозга не является статичной и только дискретной (как это имеет место в памяти любой машины), поэтому адресный способ выборки информации здесь не является единственным или даже ведущим.

Свободная внутренняя информация, передаваемая по афферентным и эфферентным нервным путям, представляет собой целесообразно упорядоченное изменение отображаемых воздействий, упорядоченную во времени структуру биоимпульсов прерывно-непрерывного вида, непосредственным энергетическим источником которых является сам организм. *Внешняя свободная информация* есть сторона воздействий среды на животное (за вычетом вещественно-энергетического момента), используемая для управления, организации адекватного поведения. Кстати, в отличие от воздействий абиотической среды, из которых организм формирует информацию, действия животного на окружающую среду являются целесообразно упорядоченными, образуя в единстве с вещественно-энергетическим моментом управляющее воздействие.

Информационную связь с внешним миром животного осуществляет ЦНС. Просмотр информации в мозгу производится каждый раз частично, подобно тому как в каждый момент времени в клетке считывается лишь определенная часть генетической информации.

Пространственно-временная структура внешних воздействий кодируется и передается в мозг с помощью дискретно-непрерывных импульсов. Благодаря наличию памяти мозг с опережением моделирует внешнюю среду. Импульсация как бы заранее «оповещает» его о закономерном наступлении событий, вызывая соответствующий рефлекторный или другой поведенческий акт. Если рефлекс на данный раздражитель еще не выработан, импульсация информации мозгу практически не несет, вызывая лишь ориентировочный рефлекс «что такое» (отсутствие информации в этом случае все же не абсолютное, иначе не было бы научения).

Поскольку ЦНС не изолирована от гуморальных систем и гормоны, переносимые током крови, обеспечивают необходимое регулятивное действие на различные орга-

ны и физиологические системы организма, постольку афферентный синтез внутренних информационных потоков осуществляется на всех уровнях животного. Отсюда следует, что в соответствии с «этажами» иерархии организм является дискретно-непрерывной системой (по вертикали). Если рассматривать его деятельность в единстве со средой, то экосистема организм — среда (по горизонтали) тоже имеет дискретно-непрерывный характер.

Возникающий в результате отражения в мозгу идеальный регулятор поведения животного играет в иерархии организма ведущую роль. Игнорирование его на том основании, что нет еще якобы способа обнаружения психического, идеального уровня информации, есть проявление механицизма в биологии, идущего «в ногу» с современным естествознанием.

Примечательно, что проблему идеального обходят многие зарубежные биологи. Характерна позиция Р. Эшби, окончательное грехопадение которого в этом вопросе произошло в период между опубликованными монографиями «Введение в кибернетику» и «Конструкция мозга». Игнорируя психическое, биолог Эшби¹⁶¹ оказался достойным преемником врача Ламеттри, который еще два столетия назад в книге «Человек-машина» дал образчик механицизма в биологии.

4. Надорганизменные уровни информации

Организм высшего животного — далеко не самый высокий структурный уровень живой природы. Существуют более крупные структурные единицы биосферы, где тоже имеют место сложные связи и отношения между особями, связи, среди которых информационно-регулятивные занимают далеко не последнее место. Таким уровнем является прежде всего популяционно-видовой.

Здесь вполне достаточно выделить основные уровни, присоединившись при этом к детально разработанной и достаточно, на наш взгляд, обоснованной концепции Н. П. Наумова¹⁶². Н. П. Наумов различает три основных групп структурных уровней живой природы, в каждой из которых можно производить более мелкие градации: микросистемы (молекулярный, органоидный и кле-

¹⁶¹ См.: Конструкция мозга. М., 1962, стр. 34.

¹⁶² Н. П. Наумов. О методологических проблемах биологии. «Философские науки», 1964, № 1, стр. 138.

точный), мезосистемы (тканевый, органный, организменный) и макросистемы (популяция, вид, биоценоз, биосфера).

Различиями в уровнях вида и популяции можно поступиться только с некоторыми оговорками, поскольку вид скорее интегративная, целостная система, чем простая сумма популяций, на особи которых медленно, но верно накладывают свой отпечаток особенности экологических условий региона, ограниченного географическими и климатическими барьерами. В системно-структурном плане вид есть единство непрерывного и прерывного.

Это не учитывали те ученые, которые рассматривали вид как простую совокупность особей; по мнению некоторых признаки формируются сразу, на уровне особи в ходе случайных, внезапных и ничем необъяснимых мутаций. Небезынтересно, что такая точка зрения мало чем отличается от воззрений Кювье, объяснявшего видообразование актами творения, и представляет собой метафизическую крайность, противоположную механоламаркизму.

Существенным является то, что в популяции осуществляется свободное скрещивание особей вида, поэтому она является важнейшей эволюирующей единицей¹⁶³. Именно на этом структурном уровне происходит сложный, подчас трудно уловимый процесс обмена информацией между особями. При этом происходит обмен как *связанной*, генетической информацией, в которой зафиксирован опыт вида, так и *свободной* информацией, передаваемой и используемой каждой особью в популяции, даже организмами разных видов в биоценозе.

В ходе взаимного обмена генетической информацией появляется возможность при рекомбинации генов и хромосом, оказывающихся в одной оплодотворенной яйцеклетке, значительно увеличить разнообразие генетической информации (большой эффект в этом отношении достигается и при полиплоидии, когда в результате аномалий мейотического процесса и последующего слияния гамет в зиготе оказывается иной набор хромосом, чем диплоидный). Все это, как известно, обуславливает рост числа возможных комбинаций генов и хромосом, обогащение общего генофонда популяции, доставляющего материал для последующего действия естественного отбора.

Слияние гамет в зиготу вызывает действие и другой, противоположной тенденции — стабилизации благопри-

¹⁶³ И. И. Шмальгаузен. Проблемы дарвинизма. Л., 1969, стр. 211.

ятных признаков вида¹⁶⁴ путем элиминации отрицательного результата «поломок» отдельных генов, хромосом половой клетки или гаметы. Этому способствует и наличие рецессивных генов, которые в гетерозиготном состоянии фенотипически не проявляются. «В свете современных исследований по генетике популяций, — замечает по этому поводу Н. П. Дубинин, — стало ясным, что естественный отбор выполняет огромную работу по уничтожению вредных мутаций, расшатывающих приспособительные признаки вида. Приспособительные признаки вида быстро бы претерпели распад, были бы сметены штормом мутаций, если бы естественный отбор не ставил непреодолимых препятствий на пути роста концентрации любой вредной мутации. Эта сторона в деятельности отбора долго ускользала от внимания исследователей и только теперь в свете экспериментов по изучению популяций эта проблема встала во весь рост. В случае рецессивных изменений отбор уничтожает гомозиготные формы. Гибель каждой гомозиготы освобождает популяцию от других вредных аллелей. Отбор очищает популяцию от мутаций, давление мутаций, наоборот, насыщает популяции мутациями. В результате устанавливается динамическое равновесие между действием отбора и давлением мутаций»¹⁶⁵.

Процесс взаимного обмена генетической информацией на уровне популяции носит, таким образом, сложный и противоречивый характер: с одной стороны, он обеспечивает появление новых признаков, а с другой — способствует значительной устойчивости вида, исключая возможность проникновения инородной генетической информации и, следовательно, последующего «растворения» вида в живой природе. Генные и хромосомные мутации есть благо и необходимое условие приспособления вида в филогенезе к изменениям условий его существования¹⁶⁶.

¹⁶⁴ Каждая особь вида вносит свой вклад в дело эволюции популяции и вида, так что эволюция «протекает снизу» — от конкретных индивидуумов популяции. См.: Н. В. Тимофеев-Ресовский. Генетика популяций и эволюция. В кн. Генетика: наука и практика. М., 1968, стр. 59.

¹⁶⁵ Н. П. Дубинин, Я. А. Глембоцкий. Генетика популяций и селекция. М., 1967, стр. 130.

¹⁶⁶ К. М. Завадский. Вид и видообразование. Л., 1968, стр. 206.

Самостоятельный интерес представляет вопрос о передаче структурной информации хромосом зиготы к половым и соматическим клеткам зрелой особи¹⁶⁷. Кстати, если специфику формирующихся соматических клеток различных органов можно отнести на счет постоянной репрессии соответствующей части генетической информации, то выяснение возможного влияния фенотипа на генотип является делом очень трудным.

Некоторые биологи различают *три уровня наследственности*: молекулярный, организменный и надорганизменный (популяция, вид, биоценоз). Представляется, что эта градация должна осуществляться в несколько ином плане, чем основные уровни живой природы. Дело в том, что генотип не есть простая сумма генов, каждому из которых соответствует свой признак. Не только ген представляет собой определенную целостную систему, но любая хромосома и их набор в целом тоже суть интегративные системы, так что на суборганизменном уровне уже имеется, по крайней мере, три ясно различимых уровня. Это объясняет, почему формула «ген-признак» оказалась несостоятельной, а второй закон Менделя о независимом распределении признаков подвергся существенной поправке правилом Моргана, согласно которому такая независимость отсутствует, когда гены, в основном определяющие эти признаки, расположены в одной хромосоме.

Если на уровне популяции еще есть основания говорить о наследственности, имея в виду систему генотипов, то о наследственности на уровне биоценоза вряд ли правомерно, поскольку обмен генетической информации между особями разных видов практически отсутствует.

Интересно, что не имеющие приспособительного характера на уровне отдельного организма случайные мутации в результате своеобразной лабильной генетической регуляции¹⁶⁸ статистического порядка в популяции обретают необходимый характер и служат для приспособления вида к изменяющимся условиям существования в филогенезе. При этом популяция представляет собой сложную систему фенотипов и генотипов, а вид, как показал Н. И. Вавилов, «управляется» законом гомологических рядов.

Важно сочетать уровневый подход с историческим, с тремя основными уровнями временного плана (филогенетическим, онтогенетическим и процессуальным). Можно с уверенностью сказать, что все метафизические ша-

¹⁶⁷ См.: Кибернетические вопросы биологии. М., 1968, стр. 14—18.

¹⁶⁸ В. А. Ратнер. Генетические управляющие системы. Новосибирск, 1966, стр. 162.

тания в истории биологии по проблемам наследственности и изменчивости суть результат игнорирования или абсолютизации каких-то из этих уровней. Единство *системно-структурного и исторического подходов*, философской основой которого является единство основных принципов диалектики, — путь правильного, диалектического решения всех проблем биологии.

Рассматривая, например, экосистему организм — среда, необходимо четко различать роль среды (биотических и абиотических факторов) в филогенезе, онтогенезе и в конкретно отображаемой ситуации, роль генотипа и среды в развитии организма. Если сторонники лысенковского направления гипертрофировали роль среды, то ныне в связи с борьбой против этих ошибок важно не допустить упрощенчества, которое может нанести значительный ущерб и занимающей форпосты в современном естествознании биологической науке, и сельскохозяйственной и медицинской практике.

Связь организма со средой в различных временных интервалах имеет различный характер. В каждый момент времени это единство выражается наиболее полно и четко, обеспечивая активное уравнивание организма со средой (это очевидно хотя бы в отношении деятельности гомеостатического механизма по поддержанию температурного режима организма в меняющихся условиях среды). В отображаемой конкретной ситуации это единство оказывается настолько сложным и противоречивым, что некоторые ученые считают возможным говорить о преодолении среды. В онтогенезе это единство выглядит как результат приспособления организма к конкретным условиям существования данной особи; в филогенезе же мы имеем дело с более сложной экосистемой, которая предполагает приспособление вида к изменяющимся условиям его существования. Подобным образом следует рассматривать многие другие понятия науки (цель, модель и т. д.).

Более широкими являются «надгаметные» информационные связи, так как они не ограничиваются рамками популяции и вида.

Информационная связь между особями популяции осуществляется самыми различными способами и через самые различные среды — воздух, воду и т. д. Было бы громадной ошибкой недооценивать значимость связей этого рода для выживания особи и вида в целом. Способность организмов обмениваться информацией и в связи с этим осуществлять самоуправление — вполне, конечно, целесообразное и необходимое свойство всех особей животного мира, свойство, появление которого

нельзя рассматривать иначе, как результат действия естественного отбора.

Ограничимся рассмотрением информационных явлений у достаточно организованных, имеющих дистантные органы чувств и обладающих чувствительностью живых существ, поскольку у них информационные явления выступают более ярко и предполагают обычно использование обратной связи в ходе взаимного обмена информацией.

Каждому виду присуща своя система сигнализации: запахи, химическая, звуковая, оптическая сигнализация¹⁶⁹. Кроме того, природа закодировала в окраске, форме тела, характерных звуках, запахах важнейшие особенности вида. Движение самки, узор на крыльях, форма опознавательного танца — все это важные видовые особенности, обуславливающие полноценные, в том числе и половые, взаимоотношения особей (отличия близких видов иногда настолько малы, что человек их может сразу и не заметить).

У насекомых в силу ограниченных приспособительных возможностей в онтогенезе взаимный обмен информацией осуществляется достаточно широко и в то же время тонко (в особенности у тех, которые ведут «общественный» способ жизни — муравьи, пчелы, термиты). И это вполне объяснимый факт, поскольку «язык» просто необходим для согласования действий в условиях «разделения труда», в ходе борьбы за существование. Исследования английского зоолога Филиппа Хоуза свидетельствуют, что «часовые» термитов сообщают о приближении опасности жителям своего холмика выстукиванием головой сигнала тревоги о стенке туннеля. Пчела-сторож, «стоящая» у входа в улей, не обращает внимания на пролетающих рабочих пчел, но очень чувствительна к тону звука пчел-воришек, даже если те находятся сравнительно далеко (трутень по размерам, окраске и форме тела от рабочей пчелы не отличается, но выдает себя характерным звуком).

Сложна сигнализация и у кузнечиков. Кузнечик «пилит» своими зазубренными задними ножками по жестким надкрыльям; при этом структура стрекота оказывается довольно многообразной. Изменение длительности,

¹⁶⁹ И. А. Х а л и ф м а н. Пчелы. М., 1963, стр. 67.

громкости и тональности звуков, издаваемых кузнечиком, зависит от того, сколько зубцов ноги и с какой силой и последовательностью они трутся о надкрылья. И опять-таки каждый стрекот имеет свое определенное значение. Природа даже позаботилась о том, чтобы в результате длительной эволюции выработать у кузнечика-самца что-то вроде позывных, которые периодически прерывают звук. Это имеет большое биологическое значение для обеспечения спаривания.

Человеку иногда посильно воспроизведение сигнализации насекомых. В имитации разговора кузнечиков, например, преуспел известный исследователь их жизни доктор Дохер. Когда он воспроизводил ответ на призыв самца, кузнечик делал огромный скачок в сторону человека и даже пытался влезть в открытый рот издающего звуки ученого.

Информация в сообществе насекомых может передаваться не только с помощью звуков. Не менее успешно используются в качестве сигнала различные запахи, которые по направлению ветра могут обеспечить одностороннюю связь на значительно большем расстоянии, чем звуковые сигналы. Об экономичности такого рода сигнализации красноречиво свидетельствует тот факт, что несколько молекул пахучего вещества могут быть восприняты самцом на расстоянии до 10 км и способны обеспечить его последующее движение в нужном направлении. Ученые установили, что прием информации осуществляется в подобных случаях по чрезвычайно распространенному в живой природе принципу «замка и ключа»: пространственная ориентация атомов в молекулярной цепи пахучего вещества должна соответствовать форме мембраны чувствительной нервной клетки самца. Профессору Бутенандеру удалось после двадцатилетней упорной работы собрать 6 миллиграммов пахучего вещества, выделенного из огромного отряда самок шелкопряда, изучить его химический состав, а затем воспроизвести его искусственным путем, успешно воздействуя им на насекомых. И опять природа оказалась большим «знатоком своего дела»: смещение хотя бы одного атома в гигантской молекуле этого пахучего вещества ($C_{16}H_{30}O$) не приводило к желаемому результату (насекомые просто не обращали внимания на такие синтетически воспроизведенные молекулы).

Особии некоторых видов для надежности пользуются *комплексной сигнализацией*. Светлячки мигают с определенной частотой, благодаря чему самец легко отличает самку своего вида. Приблизившись к ней, он обращает внимание вместе с тем на характер рисунка и расположение световых пятен. Для значительного усиления сравнительно слабых сигналов часто используется совместная сигнализация. Писк одного комара слаб, в то время как призывное жужжание мужского роя способно привлечь самок, находящихся на значительном расстоянии.

Особый интерес представляет передача информации от родителей к своим детенышам в процессе их *индивидуального обучения*. Особенно продолжительное время для обучения требуется новорожденным млекопитающим. У дельфинов, например, детеныш почти в течение двух лет связан с матерью, которая не только вскармливает его молоком, но и обучает. Иногда воспитание детенышей носит групповой характер (у пингвинов, например) в соответствии с «разделением труда» в сообществе животных.

Большое значение для равномерного использования экологических участков имеет *сигнализация о занятости* того или иного участка леса, местности, водоема и т. д. В этом случае животные оставляют характерные следы, способные «сообщить» другим представителям вида об «охране» определенной территории: медведь оставляет жировые следы, потершись спиной о ствол дерева или камень, самец-нотропис издает глухие звуки для отпугивания самцов (и мурлыкающие для привлечения самок)¹⁷⁰, серые сурки производят маркировку участка и т. д. В отдельных случаях более слабые или побежденные особи принимают особую позу «подчинения», извещая себя от расправы своих более сильных сородичей. Слабый волк в стычке подставляет другому волку наиболее уязвимое место — шею, побежденная чайка — темя и т. д.

Живой организм получает не только выработанную другими живыми существами информацию, но, разумеется, использует и те информационные возможности, которые заключены в процессах неживой естественной при-

¹⁷⁰ Л. Милн, М. Милн. Чувства животных и человека. М., 1966, стр. 65.

роды. Кроме того, некоторые виды птиц и насекомых используют свой собственный отраженный эхо-сигнал о наличии препятствий или летающих поблизости объектов. Этого им бывает достаточно для организации успешной охоты на жертву, ориентировки в полете и т. д. Летучая мышь, даже свисая вниз головой во время отдыха, так поворачивает свое тело, что способна сканировать окружающую среду в поисках пищи практически на все 360°. Современный локатор тоже способен на это, однако создание такой техники стало возможным благодаря интенсивному изучению проблемы начиная с 1920 г.¹⁷¹, в то время как летучие мыши «открыли» этот способ 50 млн. лет тому назад.

Эту аналогию можно продолжить, напомнив, что поедаемая мышью моль «предприначала» за этот огромный исторический срок эволюции контрмеры: некоторые виды моли покрылись пушком, который полностью поглощает ультрафиолетовые излучения мыши, другие «научились» различать локацию опасного для них вида мыши от безопасного, отдельные виды бабочек при обнаружении звука мыши способны резко нырять в воду или сами имитировать сигналы, сбивающие с толку летучих мышей, и т. д. В свою очередь мышь тоже «совершенствовалась» свой аппарат, что позволяет ей теперь по частоте и амплитуде отраженного импульса отличать съедобную породу бабочек от несъедобной. Это напоминает «соревнование» снаряда с броней, системы ПРО (противоракетной обороны) и ПВО с самолетом, снарядом, ракетой.

Особи некоторых видов обладают шестым чувством — реагируют на электромагнитное поле, создаваемое другими особями, и магнитное поле Земли, используя первое для совместного движения, а второе — для навигации. Минога даже воспринимает изменения, которые претерпевает посланный ею электронимпульс. Некоторые мигрирующие птицы ориентируются по солнцу и звездам в своих перелетах, пчелы — по поляризованному свету неба, сверяя положение солнца со своими «часами» (которые,

¹⁷¹ Предположение итальянского священника Спалланцалли (XVIII в.) о том, что мыши «видят ушами», из-за отсутствия достаточных доказательств было высмеяно тогдашними учеными. А уже с 1920 по 1945 г. только Соединенные Штаты были вынуждены затратить на изучение проблемы эхо-локации почти 3 млрд. долларов (Л. Милн, М. Милн. «Чувства животных и человека, стр. 102).

кстати сказать, они могут «переставлять», если их перевезти из одного полушария земного шара в другое). Все это имеет теоретическое и практическое значение как в смысле более рационального и полного использования богатств живой природы (ловля рыбы, перехват идущих на нерест хищных миног с помощью электрически заряженных заграждений и т. д.), так и моделирования чувствительных механизмов представителей животного мира. Природа все время бросает вызов инженерам, демонстрируя удивительно высокую степень миниатюризации и чувствительности органов чувств: комары способны с помощью своих трехмиллиметровых антенн обнаружить пищу по слабо излучаемому теплу, а куриный клещ успешно делает это ночью без всяких антенн.

Взаимный обмен информацией в стае птиц — тоже необходимое условие согласования действий и адекватности поведения в окружающей среде. Ученым удалось установить, как осуществляется передача информации между гусями, воронами и т. д. И не только установить, но и искусственным путем с поистине ювелирным мастерством воспроизвести подобные сигналы. Так, К. Лоренц досконально изучил гусиный язык. Оказалось, что различия в гоготании, в тональности имеют свое определенное значение. Профессору Лоренцу удалось даже научиться в некоторой степени «общаться» с гусями, воспроизведя (правда, с большим трудом) часть гаммы гоготания, составляя гусей, например, замедлять или ускорять шаг¹⁷².

Как справедливо отмечает В. Дрешер¹⁷³, было бы ошибкой недооценивать значение изучения способов передачи информации между членами сообществ животного мира. И имеет это не только чисто теоретическое значение. Знание этих способов может быть использовано не только в бионике. Оно даст в руки человека методы борьбы с вредителями (насекомыми, некоторыми видами птиц и т. д.) путем их частичного уничтожения и отпугивания.

Вот еще пример возможного практического использования знания способов обмена информацией между особями одного и того же вида. Рабочие пчелы в улье всегда ждут определенной частоты вибрации, которую вос-

¹⁷² О поведении животных см. К. Лоренц. Кольцо царя Соломона. М., 1969.

¹⁷³ В. Дрешер. Загадочные чувства животных. М., 1963.

принимают с помощью лапок как сигнал возвращения пчел-разведчиков. По этому сигналу они как по команде освобождают улей и, «изучив» характер танца разведчиков (показывающий им направление и примерное расстояние до пищи), дружно летят к облюбованному «разведчиками» месту¹⁷⁴.

Пчелиный танец Ферстер выразил формулой $(S-S_0) \cdot f = C$, где S — расстояние до источника пищи, S_0 — минимальное расстояние, которое обозначается «вихляющим» танцем (круговой танец обозначает близко расположенный источник пищи), f — число оборотов, а C — константа, равная приблизительно скорости звука¹⁷⁵.

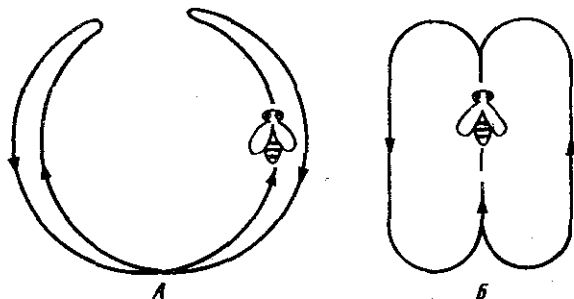


Схема 10

А — круговой танец пчелы-разведчика, сигнализирующий рабочим пчелам о нахождении пищи на расстоянии до 80 м от улья (по В. Мартеку)

Б — «вихляющий» танец, «рассказывающий» о местонахождении пищи на большом расстоянии (прямая часть показывает направление полета по отношению к солнцу, а частота танца указывает на примерное расстояние до пищи)

Можно, во-первых, прикрепить вибратор к стенке улья и в нужный для очистки улья от меда момент «выкурить» пчел из улья, не применяя при этом дыма — обычного классического средства в подобных случаях. Во-вторых, смоделировав по заранее разработанной программе «танец» искусственной пчелы, добиться перелета пчел для своевременного опыления нужной части сада, дерева и т. д.

¹⁷⁴ См.: К. Фриш. Из жизни пчел. М., 1965.

¹⁷⁵ В. Мартека. Бионика. М., 1967.

В плане бионики важно знать, какими возможностями обладает человек для восприятия вибрационной сигнализации кожей различных частей тела, что поможет при конструировании «усилителей» или заменителей утраченных органов чувств. Рыба и некоторые виды животных тоже широко используют вибрационный способ сигнализации, особенно в брачный период. (Индейцы хорошо знают, что вибрация весел каноэ может стать причиной икротетания одинокой самки лосося).

Говоря о бионике, нельзя не упомянуть о гиротроне, созданном по аналогии с жужжальцами насекомых и предназначенном для сохранения ориентировки при отклонении направления движения от заданного. Некоторые принципы строения и функционирования сложного глаза насекомых использованы человеком в помещаемых на самолетах поляризационном солнечном компасе и измерителе земной скорости. В Советском Союзе А. Кобринским и другими давно создана искусственная рука, управляемая биотоками.

Однако приходится констатировать, что на этом пути человек делает первые робкие шаги: миниатюризация органов насекомых, позволяющих улавливать смещения, равные по величине диаметру атомного ядра, для техники оказывается пока еще недостижимой. Нет даже однозначных представлений о механизме ориентации птиц, рыб и морских животных, механизме определения расстояния до препятствия. Загадку представляет, например, такое явление. Жук-бомбардир хранит в защитном органе гидрохиин и перекись водорода. В момент опасности эти вещества вступают в камеру смешения и, образуя смесь, буквально «выстреливаются» в нападающего. Каков этот сложный механизм, как устроено хранилище, выдерживающее разрушительные действия реагентов? Все это пока остается тайной.

Тем не менее заимствованные из природы решения некоторых задач позволяют уже сегодня получать значительный экономический эффект. Достаточно напомнить об использовании профессором Такал Инди в проектировании кораблей форм обвода, соответствующих очертаниям кита (пароход «Куренау Мату», советские машины «Пингвин» и «Крот» и т. д.). А как было бы заманчиво создать строительные конструкции с соотношением высоты к диаметру большим, чем 1:30 (у пшеницы, например, это соотношение достигает в десять раз большей величины).

В живой природе взаимный обмен информацией осуществляется не только между особями одного вида, популяции. На более высоком структурном уровне, *в рамках биоценоза*, тоже происходит обмен информацией между особями разных видов насекомых, птиц, рыб, животных, населяющих данный регион. Например, крик со-

роки о возможной опасности целым рядом птиц и животных воспринимается как соответствующий сигнал. Бывает и так, что издаваемый звук для его обладателя не слышен и предназначен для устрашения других (шипение змей, например). Следует вообще заметить, что обмен информацией между представителями разных видов биоценоза часто оказывается односторонним.

Значительный теоретический и практический интерес представляет собой проблема *обмена информацией между человеком и животным*. Американский нейрофизиолог Г. Лилли исследует возможности взаимного общения человека с дельфинами, которые способны ловко имитировать издаваемые человеком звуки. Результаты «обучения» элементарному английскому языку, которое проводит этот специалист, оставляют мало надежды на то, что дельфин научится «разговаривать», как научились Лилли и его сотрудники прицеливать, свистеть, шипеть и квакать по-дельфиньи. Язык человека — явление прежде всего социальное.

В биоценозе происходит своеобразная *регуляция численности особей* каждой популяции, вида. Это своеобразное гомеостатическое регулирование происходит не только между хищниками и травоядными, что наиболее очевидно и известно уже давно, но и между всеми видами растений, птиц, насекомых, животных и даже микроорганизмов. Регуляция эта осуществляется не столько за счет непосредственных информационных связей, сколько в результате изменения сложных и запутанных множеств опосредованных звеньев пищевых связей (как показал В. И. Вернадский, своеобразная регуляция биомассы происходит и на уровне биосферы Земли). Причем пищевые и энергетические связи вовлекают в свою орбиту даже минералогические факторы, так что приходится учитывать внутренние взаимосвязи биогеоценоза в целом. В силу своей очевидности это не нуждается, по-видимому, в каких-либо иллюстрациях.

Одна из математических моделей роста популяции, предложенная Ферхюльстом, представляет собой обычное дифференциальное

уравнение типа $\frac{dn}{dt} = n(n)$. Этому уравнению эквивалентно выражение $n = ae^{mt}$, где n — число особей в момент $t=0$, a — количество особей в начальный момент, m — средняя скорость роста популяции на одну особь (при допущении непрерывности данной функции). Экспоненциальный рост популяции соответствует при этом геометрической

прогрессии (для дискретной численности и дискретных моментов времени).

Более адекватная модель представляет собой логистическую кривую, предполагающую, что замедление роста количества особей

пропорционально числу их в популяции:
$$n = \frac{m}{r + (m/a - r) \cdot e^{mt}}$$

Здесь r — коэффициент замедления роста, так что скорость роста равна не просто m , а $m - rn$.

Как всегда математическая модель описывает идеализированный случай. И все же иметь какую-либо математическую модель лучше, чем не иметь ее¹⁷⁶.

Отметим два существенных обстоятельства. Во-первых, своеобразие такого рода гомеостатического регулирования заключается в том, что на всех надорганизменных уровнях, правильно замечает А. С. Мамзин¹⁷⁷, нет центрального регулятора как такового, и потому регуляция здесь носит довольно стихийный характер, не имеет такого ярко выраженного характера, как в организме.

Во-вторых. Нарушение установившихся и стабилизировавшихся в том или ином регионе связей в результате вмешательства человека, который преследует при этом определенную утилитарную цель, часто оборачивается негативными последствиями. Так, интродукция особей чуждого для данного биогеоценоза вида, как правило, приводит к нарушению обычных регулятивных связей в нем, к нарушению равновесия в данном ценозе, к последующему резкому изменению численности особей некоторых других видов животных и растений, птиц и насекомых, а зачастую и к другим отдаленным нежелательным последствиям биологического и даже геологического характера (то же самое можно сказать и относительно бездумного применения ядохимикатов). Даже распахивание межей и опушек леса чревато отрицательными последствиями, поскольку является причиной резкого уменьшения количества полезных насекомых (шмелей, пчел и т. д.), активно участвующих в опылении злаков.

Следовательно, до того, как вмешаться в процессы того или иного биоценоза, человек должен научно предвидеть отдаленные последствия своих действий по преобразованию живой природы. Вполне современно звучит

¹⁷⁶ См.: Н. Бейли. Математика в биологии и медицине. М., 1970, стр. 24.

¹⁷⁷ А. С. Мамзин. О форме и содержании в живой природе. Л., 1968.

сегодня предупреждение Ф. Энгельса: «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых»¹⁷⁸. Этот вопрос особенно актуален именно теперь, когда человек в своей практической деятельности все более активно воздействует на биосферу.

Подведем некоторые итоги, касающиеся информационных явлений всех уровней живой природы.

Свободная информация в живой природе никогда не является совокупностью элементарных сигналов дискретного характера, а есть (в отличие от информации, передаваемой по техническим каналам связи) *единство прерывного и непрерывного*. Вот почему информация здесь не может рассматриваться как то, что снимает неопределенность в результате выбора.

Важнейшей чертой свободной информации в живой природе является *изменение*. Другая черта — определенная целостобразная упорядоченность, которая связана с наличием закономерностей в материальном мире и структурной организацией биосистем. Момент изменемости дополняется здесь своей противоположностью — *устойчивостью*. *Свободная информация, таким образом, представляет собой целостобразно упорядоченное изменение, структуру воздействий, которые используются организмом для управления* (связанная информация — соответственно целостобразно упорядоченную структуру живых систем).

Словом «упорядоченное» подчеркивается то, что организм избирательно отражает лишь весьма незначительную и вполне определенную часть закономерных связей, а в воспринимающих устройствах несущие информацию воздействия соответствующим образом кодируются на «понятный» для мозга «язык» импульсов, так что, например, во фразе «животное получает из внешней среды информацию» мы часто допускаем упрощение: во внешней среде существует только объективная основа информации (если собственно информация не вырабатывается другим живым существом).

Воздействия обладающих определенной структурой объектов кодируются животным в соответствующей

¹⁷⁸ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 495—496.

структуре импульсов прерывно-непрерывного вида, которые в свою очередь обуславливают «просмотр» части связанной информации мозга.

Биологическая информация имеет различные соподчиненные *уровни* (материальный и идеальный, субклеточный, клеточный, организменный и надорганизменные), *типы* (в широком и узком смысле, т. е. связанная и свободная) и *виды* (внешняя и внутренняя), которые обеспечивают высокую надежность и оптимальный режим деятельности биологических систем всех уровней.

СОЦИАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ — ВЫСШИЙ ВИД ИНФОРМАЦИИ

Социальная информация — это информация особого рода. Она принадлежит в известном смысле обществу в целом, которое мыслит через своих членов. Чтобы понять ее специфику, следует остановиться на сознании, конденсацией и главным конечным результатом которого является социальная информация. Это тем более необходимо сделать, что проблема сознания по-прежнему остается в философии дискуссионной и дальнейшее углубление представлений о сознании невозможно без обращения к кибернетике ¹⁷⁹.

1. Информационно-регулятивный характер сознания

В нашей философской литературе при характеристике сознания и психики вообще иногда ограничиваются указанием на то, что психическое представляет собой свойство, продукт мозга. Эта формулировка далеко недостаточна для выяснения природы и сущности сознания. Она неопределенна и в этом смысле представляет проблему в упрощенном виде, что само по себе затрудняет борьбу с современным идеализмом и метафизикой ¹⁸⁰. На самом деле в трудах классиков марксизма-ленинизма, в частности в работе В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», содержится еще несколько определений сознания, которые в совокупности дают правильное, свободное от упрощенчества представление об этом понятии. Некоторые из них в свете кибернетических понятий получают свое дальнейшее обоснование и конкретизацию, приобретают на современном этапе

¹⁷⁹ П. Н. Федосеев. Дialeктика современной эпохи. М., 1966, стр. 348; Проблемы сознания. Иваново, 1967.

¹⁸⁰ В. В. Орлов. О связи психики и мозга. «Философские науки», 1966, № 1, стр. 103.

развития науки новое звучание и значение. То, что сознание суть не только свойство мозга, В. И. Ленин подчеркивает в одном из определений ощущения как элементарного психического явления. Ощущение, по выражению В. И. Ленина, есть одновременно и «непосредственная связь сознания с внешним миром»¹⁸¹. Еще большую эвристическую ценность имеет ленинское указание на функциональный характер психических процессов. Сознание, по мысли В. И. Ленина, есть функция мозга, отражение бытия. Положение о том, что «...ощущения суть функция центральной нервной системы», он считал «...элементарной истиной физиологии»¹⁸².

Эти ленинские положения находят свое полное подтверждение в кибернетике. В самом деле, что такое сознание с точки зрения общей теории информации? Сознание не что иное, как своеобразный информационный процесс, *свойство и связь* управляющей системы, в роли которой выступает субъект, с управляемыми объектами, внешней действительностью; явление, как уже неоднократно отмечалось в печати, функциональное¹⁸³. Правда, сознание — информационный процесс идеального характера, но это не меняет существа дела.

Понятие «функция» рассматривается ныне как одно из важнейших в кибернетике, поскольку это новое научное направление означает прежде всего функциональный подход к объяснению и изучению систем организованной природы (живой природы, общества, техники)¹⁸⁴. По уже сложившимся представлениям, функция есть не что иное, как способность элементов, подсистем к целесообразной (в рамках данной системы управления) активности. Иными словами, функция — это целесообразное по своему характеру поведение подсистемы. Например, функция мозга животного как специфического органа оказывается самой главной и сложной в системе управления. организм — среда.

Если субстратные свойства проявляются в самых обычных отношениях к другим объектам, то функциональное свойство предполагает паряду с вещественно-энергетическими информационную связь управляющей системы с управляемой, информационное отношение, которое может осознаваться только в такой системе, как человек (не случайно В. И. Ленин называет сознание не просто свойством, а функцией мозга).

В кибернетических системах функциональное свойство и информационные отношения опосредованы наличи-

¹⁸¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 46.

¹⁸² Там же, стр. 87.

¹⁸³ «Вопросы философии», 1963, № 11, стр. 157.

¹⁸⁴ В. В. Парин и др. Проблемы кибернетики, стр. 40.

ем в них связанной информации, взаимодействием последней с получаемой извне свободной информацией. Актуализация соответствующей части начальной информации и вызывает особое, функциональное состояние управляющей системы, в частности мозга. Примечательно, что наличие связанной информации в системе, т. е. определенная степень ее организации, придает системе относительную самостоятельность, создает возможность в соответствии с принципом необходимого разнообразия выбора и, стало быть, обуславливает *двойную детерминацию поведения*: одни и те же воздействия на различные кибернетические системы могут вызвать разную (а иногда и диаметрально противоположную) реакцию. Как и в деятельности любой кибернетической системы, сознание и поведение человека определяются и получаемой извне свободной информацией, и результатом воспитания, обучения, словом, всей накопленной организмом в фило- и онтогенезе связанной информацией, опытом в широком смысле слова, а также состоянием организма, его потребностями в данное время ¹⁸⁵.

Об относительной самостоятельности сознания свидетельствует факт формирования мыслей в случаях, когда практически почти нет непосредственного восприятия информации из окружающей среды: даже закрыв глаза и уши, человек способен продуцировать новые идеи, делать умозаключения и пр. Однако и в этом случае мозг получает информацию от различных органов тела, которые выступают для него своеобразной внешней средой. Именно поэтому заключение В. В. Орлова о преимуществе формулы «сознание — свойство мозга» перед суждением «сознание — свойство физиологического» ¹⁸⁶ бьет мимо цели. Даже в период этого процесса мыслит не изолированный от органов тела мозг (тем более не кора), а человек с помощью мозга. Психическое — функциональное, а не субстратное свойство мозга, поэтому там нельзя обнаружить ничего, кроме материальных, нервных процессов; сознание есть момент деятельности, а не вещества мозга. Тайна психики не в структуре мозга, а в деятельности субъекта. В этом альфа и омега проблемы идеального.

Вполне определенно по этому поводу высказывается В. П. Тугаринов, по мнению которого отражение внешнего мира в сознании происходит через различные «сита» и «экраны», полагаемые социальным положением личности, ее классовой, национальной, возрастной принадлеж-

¹⁸⁵ Ф. Т. Михайлов. Загадка человеческого я. М., 1966, стр. 110.

¹⁸⁶ «Философские науки», 1966, № 1, стр. 107.

ностью, а также прошлым жизненным опытом, воспитанием и общественными нормами (установки, ориентация и т. п.)¹⁸⁷. «Психический образ, — подчеркивает В. В. Орлов, — представляет собой синтез того, что дается периферийными нервными импульсами, и того, что вносится природой материального мозга как всеобщего и универсального субстрата»¹⁸⁸.

Материальная основа сознания заключается и в нервных процессах мозга, и в общественно-предметной деятельности. Эти две детерминанты сознания не тождественны естественным и общественным основам его, так как в нервных структурах нормального взрослого человека отражены, «закодированы» и соответствующие общественные условия существования. Мозг человека — итог не только биологического, но и социального развития¹⁸⁹.

Поскольку сознание обусловлено не только социальными причинами, но и соответствующими биологическими факторами, можно говорить о наследовании определенных «потенциальных задатков» мышления у нормального человека (у лишенного с момента рождения возможности общаться с другими людьми сознание как таковое не возникает). Впрочем, социальная обусловленность сознания не означает, что сознание у взрослого человека исчезает, как только он окажется вне общения с другими людьми: попадающие на необитаемый остров робинзоны не перестают мыслить.

Итак, деление информации на связанную и свободную не совпадает с биологической и социальной детерминантой сознания. Та и другая информация суть единство биологического и социального моментов, причем последний доминирует. Все эти моменты настолько тесно переплетены, что разделить их можно только мысленно.

Значительный интерес представляет собой то, что роль субъективного и объективного моментов, вернее *внутренней* связанной и *внешней* свободной информации, в формировании психического далеко неравнозначна¹⁹⁰. Определяющим, ведущим источником психического выступает объективная реальность, и в этом смысле мозг является лишь необходимым условием возникновения образа

¹⁸⁷ В. П. Тугаринов. Теория сознания в свете ленинских идей. «Философские науки», 1970, № 4.

¹⁸⁸ Ленинская теория отражения и современность. Свердловск, 1967.

¹⁸⁹ «Вопросы философии», 1969, № 3, стр. 147.

¹⁹⁰ «Вопросы философии», 1968, № 8, стр. 125.

(да и сам он суть результат исторического развития материального мира, результат отражения в широком смысле). Вместе с тем, если говорить о качественном своеобразии психических явлений, мозг выступает активной стороной взаимодействия организма со средой и зависимость содержания психических процессов от опыта субъекта оказывается снятой только со стороны физиологической. Последнее тем более очевидно, если учесть упомянутую возможность самостоятельной выработки информации (и дезинформации) человеком.

Если психический образ детерминирован не только воздействиями внешнего мира, но и предшествующим опытом субъекта ¹⁹¹, если он является, грубо говоря, результатом актуализации ранее накопленной в нервных связях мозга структурной информации, то очевидно, что в мозгу развертываются явления, напоминающие внутриклеточные процессы. В самом деле, в геноме живой клетки в каждый момент времени тоже происходит считывание определенной части структурной, генетической информации, необходимой и достаточной для адекватного моделирования внешней среды, а в итоге приспособления к ней. Конечно, приведенная аналогия, как и всякая другая, приближительна, однако современная психология вступила в период известной переоценки ценностей ¹⁹². В ней начинается процесс некоторого смещения понятий в сторону признания большей активности, относительной самостоятельности и автономности сложного по своей структуре духовного мира человека. В генетике подобный процесс в основном уже завершен и понятия гена и генотипа заняли свои ключевые позиции в этой науке. В психологии же все это оказывается более сложным.

Итак, функциональный характер психики делает недостаточной формулу «сознание есть свойство мозга», ибо функциональное свойство это не обычное субстратное, не выходящее за пределы качества свойство вещи, а свойство особое, предполагающее информационное отношение. Таким требованиям в большей мере удовлетворяет известная в философии формула «сознание — функция мозга, отражение бытия», поскольку отражение пред-

¹⁹¹ С. Л. Рубинштейн. Бытие и сознание. М., 1958; Г. А. Левин. В. И. Ленин и современные проблемы теории познания, стр. 57.

¹⁹² См.: Д. Креч. Наследственность, среда, мозг и решение задач. «Вопросы психологии», 1966, № 3; Проблемы сознания. М., 1966, стр. 129.

полагает связь мозга с внешним миром и определенное активное отношение к нему¹⁹³. Однако первую часть этой дефиниции целесообразно раскрывать, дополнив тем, что сознание — это главный регулятор в системе субъект — объект. Оно связано с объективной действительностью по принципу положительной обратной связи¹⁹⁴, который выражает момент непрерывности и направленности деятельности человека (и высшего животного) в конкретной ситуации. В этом нам видится условие адекватного понимания сознания. Только такой подход дает возможность правильно истолковать психические явления, утверждая при этом основополагающий принцип единства сознания и действия. В противном случае остается непонятным, как может психическое, «высшее», будучи свойством физиологического, «низшего» (В. В. Орлов), выходить за рамки своей материальной основы, и возникают концепции, отрицающие наличие идеального в онтологическом плане. Принцип обратной связи оказывается тем звеном, который позволяет лучше понять природу психического; сознание целесообразно определять как *продукт общественно-исторического развития, функциональное свойство мозга, отражение бытия, регулятор предметной деятельности человека*. Человек не только отражает, но и «творит мир»¹⁹⁵.

Без обращения к принципу обратной связи, характеризующему единство внутренней и внешней деятельности человека, невозможно правильно решить проблему сознания, невозможно ликвидировать ту разногласию по проблеме соотношения психического и физиологического, которая, как отметил академик П. Н. Федосеев, «никак не украшает нашу науку»¹⁹⁶. Если психическое в первом приближении можно и приходится считать стороной ВЧД, то условный рефлекс ныне большинство физиологов, психологов и философов трактуют как физиологическое явление¹⁹⁷.

Большие затруднения, как известно, испытывал при решении проблемы психического (идеального) выдающийся физиолог И. П. Павлов¹⁹⁸, в целом верно считавший высшую нервную деятельность единством физиологического и психического («психонервную деятель-

¹⁹³ Ф. И. Георгиев. Сознание и принцип отражения. «Философские науки», 1966, № 5, стр. 97.

¹⁹⁴ О положительной обратной связи см. Н. И. Жуков. Философские основы кибернетики. Минск, 1970, стр. 50.

¹⁹⁵ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 194.

¹⁹⁶ П. Н. Федосеев. Диалектика современной эпохи, стр. 409.

¹⁹⁷ «Философские науки», 1966, № 5, стр. 97; А. Н. Дмитриев. Современные представления о природе бессознательного, ВМУ, № 6, 1967, стр. 45.

¹⁹⁸ И. П. Павлов. Полн. собр. соч., т. III, кн. 2, стр. 221.

ность» по С. И. Беритову). Подобные с точки зрения науки сегодняшнего дня объяснимые трудности в решении проблемы идеального испытывал в несколько более поздний период советский философ и психолог С. Л. Рубинштейн, который вплотную подошел к решению этой сакраментальной проблемы (высказывания о регулятивном характере психических явлений, принципе единства сознания и действия и т. д.)¹⁹⁹.

Главная трудность в решении проблемы идеального заключается в том, что человек в процессе познания сознания неизбежно мысленно «умерщвляет» изучаемый психический процесс. Кибернетика помогает снять подобное огрубление и решить эту философскую, теоретико-познавательную проблему. Конечно, психическое (сознание, в частности) суть высшая форма отображения, высший вид информационных процессов (актуальной информации), единственный в природе нематериальный (идеальный) регулятор, момент, сторона высшей нервной деятельности. Однако этот регулятор не может существовать, как обычные регуляторы вещественно субстратной природы, вне деятельности, вне взаимодействия субъекта с объектом.

Психический образ *предметен*, содержание его в целом совпадает с отображаемыми объектами реальной действительности, и в этом смысле можно говорить о том, что психический образ есть свойство всей системы управления субъект — объект²⁰⁰, а не только управляющей системы — мозга субъекта, что сознание как бы выносится за пределы головы, хотя нельзя согласиться с категорическим утверждением на этот счет, а также с мнением, будто идеальное и существует, и одновременно не существует. Конечно, предметную деятельность человека регулирует в значительной степени внешняя среда через свое идеальное «инобытие», в котором оно отображается, но это не дает оснований считать психическое вынесенным за черепную коробку в буквальном смысле: образ не привязан к отображаемому объекту. И вообще неправомерно жестко ставить вопрос о локализации сознания, имея в виду его функциональный характер²⁰¹.

В чем же основные причины зачастую допускаемого упрощенного толкования сознания?

В силу сложного и противоречивого характера процесса познания человек часто забывает о том, что в хо-

¹⁹⁹ С. Л. Рубинштейн. Бытие и сознание; С. Л. Рубинштейн. Проблемы психологии в трудах К. Маркса. «Советская психотехника». М., 1934, т. VII, № 1.

²⁰⁰ Э. Ильенков. Идеальное. Философская энциклопедия, т. 2, стр. 221.

²⁰¹ См.: Проблема отражения и современная наука. М., 1967, стр. 71.

де анализа изучаемого явления он неизбежно мысленно огрубляет его. Во-первых, субъект отрывается от познаваемого им объекта, и его сознание рассматривается только в плане отражения (иногда даже только как свойство), а не в плане активной предметной деятельности, когда оно выступает регулятором последней. Аспект взаимодействия, точнее принцип обратной связи, предполагающий необходимый момент непрерывности и направленности в процессах регуляции, по существу игнорируется.

Во-вторых, мозг, даже кора зачастую мысленно изолируется от остальной части ЦНС и человека в целом, рассматривается как единственный материальный субстрат сознания. Двусторонние информационные связи с подкоркой и другими органами тела опять-таки забываются.

К тому же типу ошибок относятся и заблуждения локализационистов, которые отдельные психические функции мозга жестко и однозначно привязывали к отдельным частям мозга (печальной памяти «френология» Галля, например). На самом деле поражение (и экстирпация) отдельных участков мозга обычно ведет к нарушению ряда функций и ослаблению (иногда, правда, значительно) той функции, с которой связывается данный участок (А. Р. Лурия и др.). Отсутствие системного подхода, игнорирование момента непрерывности естественных природных процессов всегда приводят к подобным механистическим упрощениям. С ними мы встречались, например, при трактовке связей генов с признаками.

Во временном отношении сознание часто рассматривается только как результат, итог, образ, мгновенный отпечаток, а не процесс, олицетворяющий собой диалектическое единство прерывного и непрерывного. (Таковую ошибку допускают, в частности, авторы системы $T-O-T-E$, создавшие пропасть между образом и планом, целью)²⁰².

Эти огрубления в итоге сводятся к игнорированию принципа обратной связи, который выражает момент направленности и непрерывности регулятивных процессов во всех, так сказать, четырех измерениях и в котором четко проявляются оба основных принципа диалектики — взаимодействие и развитие.

На наш взгляд, причина всякого заблуждения кроется в метафизическом мысленном огрублении познаваемого процесса и гипертрофировании какого-то момента познания или познаваемого процесса.

²⁰² Д. Миллер и др. Планы и структура поведения. М., 1964.

Отсюда единственное средство борьбы с заблуждением и идеализмом — диалектика, позволяющая рассматривать все (в том числе и само познание) в развитии и взаимосвязи. В данном случае только аспект взаимодействия субъекта с объектом даст представление о единстве внутренней и внешней деятельности субъекта, позволяет по-настоящему включить практику в теорию познания²⁰³.

Если об этих огрублениях как побочном продукте аналитической деятельности мышления забыть, то оказывается совершенно невозможным дать адекватную оценку сложным психическим процессам, а зачастую и признать реальность существования идеального, поскольку для изучения его фактически нет прямых методов, кроме метода интроспекции. Вот почему крайности в трактовке сознания, одна из которых заключается в *материализации психического* (подобно вульгарному материализму, бихевиоризму и рефлексологии), а другая выражается в *гипертрофировании* этого феномена, в последующем отрыве сознания от своей материальной основы и дуалистическом превращении его в сверхфактор, сходятся. Обе они имеют тенденцию к консолидации в том отношении, что фактически ведут к ликвидации или сознания как такового, или самой проблемы связи психического с физиологическим.

У обладающего психикой животного в мозгу тоже постоянно формируются динамические по своему характеру биологические цели и соответствующие программы выполнения их в ходе реализации целевого поведенческого акта. Эти цели идеальны, они не просто суть зеркальное отражение существующей конкретной ситуации, а план того, что еще отсутствует, но чего необходимо добиться для выживания организма. Без формирования биологической цели, достижению которой подчиняется вся жизнедеятельность организма, кошка, например, не в состоянии поймать мышь, а человек взять в руку предмет.

Идеальное в широком смысле (психическое) — это базирующийся на анализе и синтезе информационный процесс, это не только цели, планы, но и образы. Стало быть, это своеобразный синтез прошлого (активация структурной информации мозга, использование всего родового и индивидуального опыта), настоящего (отображение конкретной ситуации) и будущего (предвосхищение результата деятельности). Это деятельность организма не с реальными объектами,

²⁰³ См.: И. Б. Михайлова. Методы и формы познания. М., 1968, стр. 4.

а с их чувственными образами, которые отличны как от самих реальных объектов, так и от нервных процессов мозга. При этом психический образ можно рассматривать как необходимую предпосылку для формирования биологических целей, осуществление которых позволяет животному выжить в условиях быстрого передвижения и быстрой смены обстановки в окружающей среде. В свою очередь происходит выработка «навыков» и форм деятельности. Подобная интериоризация деятельности наличествует у всех высших, «думающих» животных.

Биологические цели животного не выходят за пределы конкретной ситуации даже в случае так называемой орудийной деятельности, когда животное проявляет «интеллект», предметное мышление, рассудочную деятельность.

Человек же способен ставить цели (изготовление орудий труда, в частности), достижение которых еще не ведет к непосредственному удовлетворению биологических потребностей²⁰⁴. При этом он должен мысленно оперировать предметами (интериоризация, перенесение деятельности в свернутом и сокращенном виде «во внутренних план», как выражаются психологи П. Я. Гальперин, Ж. Пиаже и др.)²⁰⁵. Наличие понятийного мышления — главное качественное отличие сознания человека от психики животного. Именно эту часть психических явлений называют идеальным в узком смысле.

Окружающая среда носит вероятностный, стохастический характер, является «неалгоритмически организованной средой»²⁰⁶, в которой необходимость не существует в чистом виде, а дополняется случайностью и проявляется через нее. В этих условиях даже биологическое приспособление к среде может осуществляться только с помощью стохастических же процессов. Мозговые процессы должны иметь и действительно имеют вероятностный характер. И это понятно. Ведь мозг, как и любой живой организм в целом, суть часть природы, естественноисторический продукт ее развития, орган, деятельность которого совершается не по точно фиксированным правилам. Вероятностный характер мозговых процессов

²⁰⁴ См.: В. Гурьев. Предшествовал ли труд сознанию? «Вопросы философии», 1967, № 2, стр. 62.

²⁰⁵ См. сб.: Исследования мышления в советской психологии. М., 1966.

²⁰⁶ В. М. Глушков. Мышление и кибернетика. Философские проблемы кибернетики (материал к симпозиуму «Диалектика и современное естествознание»). М., 1966, стр. 12.

и обуславливает «совпадение» законов мышления с законами внешнего мира, конкретный характер психических явлений, мышления в частности.

Как уже отмечалось, закодированная ранее в мозгу образующая видовой и индивидуальный опыт начальная информация позволяет с «опережением» моделировать ситуации внешнего мира, ставить цели ²⁰⁷, осуществлять соответствующее программирование, использовать эмоции для временной мобилизации потенциальных сил и возможностей организма в условиях «жизненного цейтнота». У человека опережающее отражение приобретает форму научного предвидения, форму мысленного оперирования воображаемыми предметами, а мир эмоций значительно обогащается и качественно видоизменяется за счет социальной среды, так что назначение эмоций человека (особенно в искусстве) вряд ли можно свести к компенсации недостающей информации, как склонен был считать П. В. Симонов ²⁰⁸.

Все это подтверждает мысль о том, что психические процессы совершаются в первую очередь по законам внешнего мира, общественного бытия, законам, которые выступают в деятельности мозга ведущими, определяющими, доминирующими. Психическое и физиологическое находятся как бы в разных плоскостях; психическое развивается по несколько иным законам, чем физиологическое ²⁰⁹. Естественно, что при этом физиологические закономерности, по которым совершаются материальные нервные процессы в мозгу человека, накладывают на психическую деятельность определенные ограничения ²⁰⁹.

Таковы коротко качественные, существенные отличия сознания от информационных психических процессов высшего животного. Остается проблема регуляции.

Решение проблемы воздействия психического на физиологическое, на наш взгляд, в конкретной форме не может быть осуществлено лишь в рамках философии. Это прежде всего дело частных наук, среди которых не последнюю роль сыграют, по-видимому, гистохимия, биофизика, биохимия, биокибернетика, нейрофизиология, психиатрия, этиология и экология. Логически же можно с уверенностью утверждать, что, будучи регулятором

²⁰⁷ Проблемы сознания. М., 1966, стр. 71.

²⁰⁸ П. В. Симонов. Что такое эмоция? М., 1966.

²⁰⁹ Г. Уолтер. Живой мозг. М., 1966, стр. 73.

деятельности организма, психические образы и планы должны оказывать и действительно оказывают направляющее воздействие на физиологические процессы мозга, а через последние в необходимой степени на все остальные соматические процессы организма. В противном случае, справедливо замечает П. К. Анохин²¹⁰, естественный отбор элиминировал бы психику.

Для характеристики природы и сущности сознания нельзя ограничиваться *социальным* (сознание есть общественно-исторический продукт), *онтологическим* (сознание — функциональное свойство мозга) и *отражательным* (сознание — отражение бытия) аспектами. Необходимо также учитывать своеобразие взаимодействия организма со средой. Иначе говоря, традиционную формулу сознания, понимаемого как процесс, а не только результат, итог отображения, следует конкретизировать, дополнять принципом обратной связи. Это позволит показать динамику и момент непрерывности процесса регуляции в системе субъект — объект.

Подобно тому как стадия анализа завершается синтезом, так в итоговом определении сознания все эти аспекты должны быть в единстве. Если социология делает акцент на исторический, психология — на онтологический, физиология ВНД — на естественнонаучный, теория познания — на отражательный, а кибернетика — на информационно-регулятивный аспект, то философия учитывает все аспекты, используя их в «снятом» виде²¹¹. Причем для характеристики психических процессов животного одним из ведущих оказывается кибернетический аспект, в то время как для понимания сознания важнейшим оказывается социальный: сознание возникает на высшем структурном уровне — на уровне общества, членом которого является человек. Такое толкование сознания вполне соответствует духу марксистско-ленинской теории познания, в которой сознание замыкается практикой, цементирующей весь процесс познания.

Без обращения к принципу обратной связи, в котором находят выражение оба принципа диалектики и который утверждает единство теории и практики, взаимопроник-

²¹⁰ Ленинская теория отражения и современность. Москва—София, 1970, стр. 124.

²¹¹ См.: Природа сознания и закономерности его развития. Новосибирск, 1966, стр. 14.

новение двух противоположных сторон деятельности субъекта — сознания и действия, невозможно понять, как психическое, «высшее» может быть стороной физиологического, «низшего». Утверждения типа «высшая нервная деятельность есть единство физиологического и психического», «сознание находится в мозгу человека» и т. п. представляют собой некоторое огрубление, упрощение, но упрощение вынужденное и правомерное, поскольку главным образом мозг ответствен за формирование сознания в сложной многоуровневой системе субъект — объект. Кибернетика, таким образом, добавляет недостающий штрих в картину возникновения и сущности идеального.

Сознание как самый сложный и уникальный по своей природе информационный процесс есть органическое единство связанной и свободной информации, единство внутреннего и внешнего. Как деятельность всякой кибернетической системы сознание и поведение субъекта имеют в полном соответствии с трехплановостью отражения двойную детерминацию. (Речь идет об информационной, точнее психической детерминанте, поскольку в идеальном физиологическое «снято», элиминировано).

Большое методологическое значение имеет правильное толкование соотношения понятий «сознание» и «информационный процесс». Между ними действует логический закон обратного соотношения объема и содержания понятий, так что, кроме информационно-регулятивного характера, следует учитывать и качественные особенности сознания, которые при этом выступают ведущими, определяющими (идеальность и осознанность).

Итак, кибернетический и системно-структурный подходы создают возможности для выработки более глубоких представлений о природе и сущности сознания.

2. Коммуникативная и репрезентативная функции языка

Стержень сознания человека — понятийное мышление. Речь и мышление возникли в результате необходимости взаимного обмена информацией с помощью языка. «Язык так же древен, как и сознание; язык есть практическое, существующее и для других людей и лишь тем самым существующее также и для меня самого, действи-

тельное сознание, и, подобно сознанию, язык возникает лишь из потребности, из настоятельной необходимости общения с другими людьми»²¹². Эта мысль как нельзя лучше подчеркивает коммуникативную роль языка, информационный характер мышления.

Общественный характер труда обусловил выделение человека из мира животных, ибо труд предполагает мысленное оперирование объектами материальной действительности. Такое оперирование связано с проникновением человека в сущность явлений, принципиально отличается от психической деятельности животных, которые всегда имеют целью непосредственное удовлетворение биологических потребностей. Мышление человека предполагает осознанность целей, на достижение которых направлена деятельность представителя вида «*homo sapiens*»: без мышления невозможно изготовление орудий труда и их последующее использование в процессе материального производства. При этом практическая деятельность человека позволила выработать определенную логическую систему идеальных значений, раскрытых в деятельности многих поколений и закрепленных в языке²¹³.

Итак, язык с самого начала выступает не только способом выражения, оформления мысли, материальной оболочкой ее, но и средством общения между людьми. Репрезентативная функция органически сочетается с коммуникативной. При этом язык и выражаемые с помощью слов понятия с самого начала являются достоянием общества, поскольку вне общения с себе подобными человек не может научиться мыслить. Это лишнее свидетельство в пользу качественного отличия языка человека от «языка» животных.

Сознание — качественно иная, высшая форма отражения, хотя вырабатываемая и кодируемая в человеческом мозгу свободная информация посылается на выход по существу тем же способом, что и у животного, т. е. с помощью биотоков, которые вызывают соответствующее упорядоченное сокращение мышц (модуляция гортани, движение губ, языка и т. п.) и целесообразное воздейст-

²¹² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 3, стр. 29.

²¹³ И. Б. Михайлов. Методы и формы научного познания. М., 1968, стр. 5.

вие организма на окружающую среду (в том числе при написании или произнесении слов).

У обладающего психикой животного и человека различают два уровня информационных процессов — физиологический и психический (материальный и идеальный). Это полностью соответствует учению о деятельности мозга, согласно которому высшая нервная деятельность включает в себя не только свою материальную основу — физиологическое, но и соответствующие психические процессы. «Мы, — высказывался в связи с этим И. П. Павлов, — строим фундамент нервной деятельности, а они (психологи.— Н. Ж.) строят высшую надстройку»²¹⁴.

Как уже отмечалось, всякое иное толкование проблемы заводит в тупик, поскольку так или иначе ведет к отрицанию идеального и противоречит факту существования психических образов и планов, целей, оказывающих вполне очевидное регулятивное действие на дальнейший ход физиологических процессов. Известно, что в ходе частичного осознания сложных информационных процессов, развертывающихся в мозгу на всех уровнях, человек без всякой видимой причины, внешнего раздражителя изменяет направление и своих мыслей, и физиологических процессов мозга, и соматических явлений в организме, и своего внешнего поведения. Нечто подобное можно наблюдать и у высших животных, хотя об осознанности психических процессов в этом случае не может быть и речи.

В отличие от животного человек способен осознанно реагировать не только на непосредственные воздействия объектов природы, но и на выступающие «сигналами сигналов» слова — заместители этих раздражителей. Не появляется ли в таком случае в мозгу человека такой уровень информационных процессов, связанный с функционированием второй сигнальной системы, который бы надстраивался над физиологическим и психическим? На этот вопрос физиологи и психологи дают отрицательный ответ. Вторая и первая сигнальные системы находятся в единстве, взаимопроникают друг в друга; абстрактное мышление, согласно марксистско-ленинской теории познания, есть продолжение, последующий этап, завершение процесса познания. Возникновение на логической ступени познания слов независимо от того, произносятся они или нет (случай внутренней речи), есть результат непрерывного взаимодействия обеих сигнальных систем и способ кодирования мысли, в которой опосредованно, обобщенно и осознанно отображаются явления внешнего мира.

²¹⁴ И. П. Павлов. Полн. собр. соч., изд. 2-е, т. III, кн. 1, стр. 105.

Если у животных единственным способом использования идеальных образов отражаемой действительности является утилитарное, непосредственное взаимодействие организма с конкретной ситуацией обитаемой среды, то человек объективирует образы в слове, с возникновением которого он получил неограниченные возможности проникновения в сущность явлений и использования выработанной в своем мозгу или другими людьми информации. Это имело колоссальное значение для совершенствования общественного производства, возникновения и развития науки, культуры. Язык, таким образом, представляет собой социальное явление, играющее важную общественную роль.

То, что с помощью слова человек как бы «отрывается» от окружающей действительности с тем, чтобы в итоге более глубоко и конкретно, чем на чувственной ступени познания, охарактеризовать отображаемое явление, имеет и свою негативную сторону. Возникает возможность выработки мозгом такой информации²¹⁵, которая не соответствует действительности, являясь результатом искаженного отображения внешнего мира (религиозные представления, заблуждение и т. д.).

Вместе с тем без подобного «отрыва» невозможно было бы такое важное свойство человеческого сознания, как фантазия, а также научное предвидение. В этом заключается относительная самостоятельность сознания, сложность взаимодействия его с материальной действительностью при определяющей роли последней. Существенно, что обусловленная двойной детерминацией относительная самостоятельность сознания (преemptивность, активность и опережающий характер) оказывается возможной с точки зрения общей теории информации благодаря наличию начальной информации.

Буржуазные философы часто стремятся представить марксистско-ленинскую теорию отражения в духе механистического детерминизма и бихевиоризма. Однако классики марксизма-ленинизма никогда не отрицали того, что мозг может выработать новую информацию не обязательно лишь в результате отображения объекта

²¹⁵ Видимо, есть резон различать заблуждение и преднамеренную ложь, обозначаемую термином «дезинформация». Ф. А. Селиванов считает, что с точки зрения теории информации заблуждение есть результат своеобразных шумов, помех в процессе познания, выражение различного рода аффектов. См. Ленинская теория отражения и современность, стр. 84.

в данный момент. По Платону, даже «закрыв глаза и уши», человек способен выработать новую идею, новую информацию. Но дело в том, что все это оказывается возможным на основе ранее накопленной информации, филогенетического и индивидуального развития духа. Это во-первых. Во-вторых, и в этом случае обязательно должны функционировать какие-то рецепторы, должна поступать хотя бы биологическая свободная информация, в противном случае мозг «заснет».

Что же следует понимать под социальной, собственно человеческой информацией? Существующие ответы на этот вопрос не однозначны. С. Г. Иванов, например, определяет человеческую информацию как знание об окружающем нас мире: «...понятие информации означает знание, т. е. представляет собой осознанное, осмысленное отражение в форме понятий и суждений человеческим мозгом тех или иных закономерностей внешнего мира»²¹⁶. Он ограничивает человеческую информацию научным знанием. С. Г. Иванов даже не ставит вопроса о том, будут ли информационными явлениями различные стороны человеческой психики, всегда сопутствующие логическому мышлению.

Научное знание как ядро сознания есть, конечно, основная часть человеческой информации. Но она не является единственной. В противном случае придется считать, что газетное сообщение о результатах футбольного матча или телеграфное сообщение о благоприятном исходе операции, сделанной ближнему, не несет человеку никакой информации. С такой точкой зрения согласиться, конечно, нельзя. Информацию, очевидно, содержит результат всякого логического мышления, закодированный в словах или понятных человеку знаках. Иначе говоря, человеческая информация есть то содержание логического мышления, которое, воспринимаясь с помощью слышимого или видимого слова, может быть использовано людьми в их деятельности. (При этом мышление обладает относительной самостоятельностью не только по содержанию, но и по форме)²¹⁷.

Особую роль в жизни общества играет возможность передачи человеческой информации при помощи языка в пространстве и времени, которая обеспечивает преемст-

²¹⁶ С. Г. Иванов. Некоторые философские вопросы кибернетики. Л., 1960, стр. 11.

²¹⁷ См. сб.: Диалектические противоречия в природе. М., 1967, стр. 152.

венность знаний от поколения к поколению. При этом для общества важно главным образом научное знание, тогда как для индивида первостепенное значение иногда может приобретать информация обыденного характера (сообщение, например, об организации выставки декоративных цветов в городе).

В отличие от животных люди информационную деятельность могут превращать в род занятий, вырабатывать информацию о закономерностях развития окружающего мира и, объективируя в словах, делать ее достоянием общества. В связи с этим можно сказать, что субъектом познания становится общество, поскольку человек в свою очередь всегда использует часть выработанной общественной информации.

Закономерно встает вопрос, в каком смысле можно говорить о логике ²¹⁸ индивида и общества, как понимать, в частности, так называемую Логикку с большой буквы, разработку которой завещал философам-марксистам В. И. Ленин?

На наш взгляд, этот вопрос нельзя решить без обращения к проблеме индивидуального и общественного сознания. В самом деле, если признается существование индивидуального и общественного сознания, то, не изменяя элементарной логике, следует допустить существование логики индивидуального мышления и «общественной» Логикки (материалистической диалектики как науки), так же как индивидуальной и общественной (социальной) психологии ²¹⁹. При этом отношение индивидуального и общественного сознания должно рассматриваться в плане категорий «единичное» и «общее», а не «часть» и «целое»: общественное сознание не существует вне отдельных мыслящих людей, а сознание индивида так или иначе выражает момент общественного сознания ²²⁰.

Идея диалектического единства индивидуального, группового и общественного сознания в совокупности с

²¹⁸ См.: Ф. Энгельс и современные проблемы философии марксизма. М., 1970, стр. 235; Ленинизм и проблемы диалектики. «Философские науки», 1970, № 3.

²¹⁹ Е. С. Кузьмин. Основы социальной психологии. Л., 1967; Б. Д. Парыгин. Социальная психология как наука. Л., 1965; Очерки методологии познания социальных явлений. М., 1970, стр. 86.

²²⁰ Г. М. Демичев. Общественное бытие и общественное сознание, механизм их взаимосвязи. Кишинев, 1970.

принципом трехплановости отражения имеют большое методологическое значение, выступает стержневым и при освещении проблемы соотношения диалектической и формальной логики. Вопрос этот, как известно, широко и давно обсуждается в нашей философской литературе, и это вполне понятно: правильная трактовка его имеет непосредственный выход в практику моделирования логических операций в ЦЭВМ.

Нам представляется правильной точка зрения, согласно которой диалектическая логика — это прежде всего логика индивидуального мышления. Логика субъекта в общем и целом, в тенденции совпадает с логикой внешнего мира. Она конкретна и к тому же имеет вероятностный характер, как и отображаемый нами внешний мир (в Логике тоже отображен внешний мир, но как результат истории познания и практики общества)²²¹.

Иначе в формальной логике. В компетенцию этой науки входит изучение законов непротиворечивого мышления, правил, которые являются итогом филогенеза общественного сознания, исторического развития общества и, разумеется, результатом обучения и воспитания индивида, так как общество мыслит не иначе, как через своих членов²²². Однако логические формы, с которыми имеет дело формальная логика, принципиально отличаются от форм мышления (диалектической логики), равно как и от категориального аппарата Логики, материалистической диалектики, в которой понятия выражают не только момент устойчивости, но и момент изменяемости, являются формами развития. Процесс мышления представляет собой единство прерывного и непрерывного, в то время как формальная логика фиксирует в структуре мыслительной деятельности только момент дискретности и в связи с этим устойчивости. Мысль в словах языка, в логических формах застывает, подобно лаве. Тем самым отображаемое движение внешнего мира огрубляется. Эти застывшие формы и подвластны формальной логике. Если диалектическая логика имеет дело с процессом, то формальная логика — с результатом мышления. Структу-

²²¹ П. Копнин, В. Лекторский. Материалистическая диалектика — методологическая основа научного познания. «Коммунист», 1971, № 7, стр. 91.

²²² А. И. Ракитов. Курс лекций по логике науки. М., 1971, стр. 8.

ра фиксированного знания оказывается иной (дискретной), чем структура мыслительной деятельности (так же как идеализированные структуры, описываемые математикой, принципиально отличны от реальных, изучаемых диалектикой).

Было бы упрощением считать логические структуры знания бессодержательными формами, ибо формальная логика имеет дело не только со словами — сложными знаками естественного языка, но и учитывает определенный содержательный момент²²³. Иное дело символическая (математическая) логика, которая, как и математика вообще, отвлекается от содержания и, оперируя только символами по определенным установленным правилам аксиоматически построенного языка, при необходимости обеспечивает переход от человеческого мышления к машинному.

Итак, формы мышления и понятия логики, представляющие собой всю динамическую систему идеальных значений, закрепленных языком в ходе общественной практики и деятельности человека, отличаются от статичных логических форм, изучаемых формальной логикой. Тем не менее исторически сложившиеся формально-логические правила должны выполняться в любом акте мышления. Именно они и делают мышление непротиворечивым и системным.

Только мышление человека, имеющее конкретный и вероятностный характер (как и все остальные процессы в организме человека, от которых оно неотделимо), способно *адекватно отразить текущий и стохастический мир* (актуальное отражение), снять огрубления формально-логических построений, осуществить получение существенно нового научного результата. В этом выражается методологическая и логическая роль Логики.

Дискретно-логические структуры допускают математизацию и символизацию, что дает возможность воспроизводить формально-логическую сторону мышления человека в машине, моделировать психические процессы с помощью технических средств. Использование *формальных систем и средств математической логики* позволяет также в процессе формализации научного знания анализировать и наращивать наличествующий объем знаний. На этом сосредоточивают свое внимание логические позитивисты, сводящие роль философии к логике науки, к анализу языка науки средствами в основном математической логики. Важно, что логический анализ языка науки (без которого, кстати, невозможно было бы моделировать сознание, логические операции в машине) одновременно используется как некоторый, пусть ограниченный метод получения новых

²²³ В. И. Мальцев. Очерк по диалектической логике. М., 1964, стр. 21—39.

знаний. На возможности формальной логики в этом плане обращал внимание еще Ф. Энгельс.

Решение проблемы индивидуального и общественного сознания в сочетании с историко-генетическим методом позволило марксистской теории познания преодолеть две метафизические крайности, имеющие по существу единый источник в «гносеологической робинзонаде»²²⁴.

Речь идет, во-первых, о крайности, допускаемой теми мыслителями прошлого, в представлении которых логическое мышление — лишь процесс переработки чувственных данных. Очевидно, что эмпиризм абсолютизировал индивидуальное мышление, допустив при этом созерцательность, антропологизм и в силу этого идеализм во взглядах на процессы общественного развития.

Вторая крайность представлена неопозитивистским течением, многочисленные школы которого делают акцент на анализе формальнологических структур и, следовательно, абсолютизируют общественное сознание, рассматривая знание только как готовое (внеисторически) и опять-таки не понимая определяющей роли диалектики мышления субъекта в получении новых знаний.

Только в плане диалектической взаимосвязи индивидуального и общественного сознания можно правильно понять познание как общественный процесс, осуществляющийся на разных структурных уровнях, но проявляющийся через сознание конкретных индивидуумов. Примечательно, что И. Кант, правильно показав, что всеобщее, необходимое знание невыводимо непосредственно из чувственного материала субъекта, в силу своих метафизических установок (вне учета трехплановости отражения и различных уровней социального организма) не смог избежать идеализма при освещении проблемы априоризма²²⁵ (метафизика, как всегда, подала здесь руку идеализму). В какой-то мере это справедливо и по отношению к чувственной ступени познания²²⁶, ибо вся связанная (осознаваемая и неосознаваемая) информация мозга оказывается результатом фило- и онтогенетического развития духа и тела.

Как уже отмечалось, язык наряду с коммуникативной функцией выполняет роль способа выражения мысли. Это возможно в связи с формированием в онтогенезе

²²⁴ В. А. Амбарцумян, В. В. Казютинский. Материалистическая диалектика — методология и логика развития современного естествознания. М., 1970, стр. 5.

²²⁵ И. Кант. Пролегомены. М.—Л., 1934, стр. 146.

²²⁶ Ф. И. Георгиев, В. И. Дубовской, А. М. Коршунов, И. Б. Михайлова. Чувственное познание. М., 1965; А. В. Славин. Об отражении общего в чувственных образах. «Философские науки», 1966, № 6.

духа логических форм и формул, которые определенным образом оказываются закодированными в мозгу способного мыслить субъекта.

Смысловая информация как мысленное отображение конкретной ситуации может кодироваться с помощью различных слов, причем в случае внутренней речи человеку не всегда бывают необходимы все слова для выражения мыслей. Тем не менее мысль обретает ясность только тогда, когда она осознается полностью, выражается четко и правильно. Мысли в чистом виде, т. е. никак не связанной с языком, не бывает. «На «духе», — указывал К. Маркс, — с самого начала лежит проклятие — быть «отягощенным» материей, которая выступает здесь в виде движущихся слоев воздуха, звуков — словом, в виде языка»²²⁷. Язык есть способ кодирования и передачи собственно человеческой информации; слово — материальная оболочка мысли.

Очень часто это высказывание К. Маркса понимается буквально, говорят о материальности оболочки мысли в любом случае. Это прямое толкование выражения Маркса неверно. Дело в том, что в случае внутренней речи слова, в которых формируется мысль, нельзя считать материальными, не сползая на позиции вулгарного материализма. Только написанные или произнесенные слова представляют собой материальное явление. Именно эти наиболее распространенные случаи и имел в виду, вероятно, Маркс, когда говорил об «отягощении мысли материей языка».

Произнесенное или написанное слово представляет собой вполне упорядоченное сочетание звуков, букв, которые сами по себе никакой существенной связи с отображаемыми человеком явлениями внешнего мира не имеют. Это всего лишь условные знаки, установившиеся при обращении людей между собой в процессе трудовой деятельности. «...Неразвитая гортань обезьяны, — писал по этому поводу Ф. Энгельс, — медленно, но неуклонно преобразовывалась путем модуляции..., а органы рта постепенно научались произносить один членораздельный звук за другим»²²⁸.

Иначе в словах. Слово с самого начала было условным знаком, но возникнув как элемент системы — языка, оказалось «привязанным» к отражаемому явлению окружающей действительности (которое и обозначает). Оно выражает определенный понятийный образ. Слова, таким

²²⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 3, стр. 29.

²²⁸ Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 134.

образом, не просто условные знаки. Это такие знаки, которые для человека имеют значение, понятийную сторону. Образую систему знаков, в пределах которой слова только и имеют смысл, они согласованы между собой и в этом смысле соответствуют обозначаемым предметам, явлениям. Такая согласованность в не меньшей мере касается тех слов, которые возникли позже и должны были определенным образом «вписываться» в уже имеющийся словарный состав языка, ибо только в этом случае каждое слово будет находиться «в известном **отношении**, в известной связи со *всеми* остальными» ²²⁹.

Слова обозначают явления, т. е. предметы и процессы, вещи объективной действительности, а также их свойства и отношения. Впрочем, в процессе развития научного знания появляется (связанная с уже отмеченной способностью сознания «отрывать» от реальной действительности, с его относительной самостоятельностью) необходимость в словесном обозначении таких явлений, которые в природе отсутствуют (черт, леший и т. п.). Аналогичная картина наблюдается и в тех случаях, когда результат мышления, информация выдается в виде некоторых математических знаков и понятий. Если все исходные математические понятия чисел, фигур «взяты не откуда-нибудь, а только из действительного мира», «...заимствованы исключительно из внешнего мира» ²³⁰, то выводимые математические величины и понятия не являются результатом непосредственного отображения реально существующих объектов ($\sqrt{-1}$, понятие пространства-времени с измерениями более четырех ²³¹ и т. д.). Иначе говоря, существуют как денотаты, с которыми знаки соотносятся как с реально существующими предметами, так и десигнаты. Но и в последнем случае знак и его значение не сливаются. Схематически это отражается в так называемом семантическом «треугольнике» (см. схему 11).

Схема показывает, что одни и те же понятия в разных языках могут выражаться разными словами. К тому же часто одно и то же слово в естественном языке обозначает различные объекты (омонимия), так что значение слова иногда зависит от контекста, в котором оно употребляется. В каждом языке есть много идиом и пословиц, поэто-

²²⁹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 179.

²³⁰ Ф. Энгельс. *Анти-Дюринг*, стр. 37.

²³¹ Ф. Энгельс. *Диалектика природы*, стр. 36.

му ясно, какую сложную и мобильную систему представляет собой язык как естественная знаковая система.

Отражение объектов реальной действительности в мозгу человека происходит в виде идеальных по своей природе чувственных и понятийных образов, имеющих сходство с отображаемыми явлениями. Материальной оболочкой, точнее, внешней формой выражения понятий-

ЗНАЧЕНИЕ

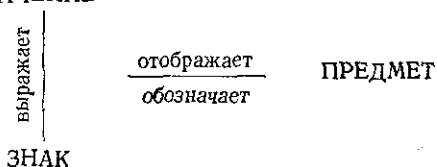


Схема 11 (по Л. О. Резникову)

ных образов выступает сложный знак, слово. Существенно, что знаки (и их значения) в итоге опосредованы деятельностью людей²³², они создаются и реализуются лишь человеком. Знак обобщает и представляет явления другого рода, становится материальным выразителем социальной информации. В отличие от сигнала — материального носителя информации — знак не связан с передачей энергии. Вне деятельности человека в природе нет знаков, имеют место лишь признаки.

Значительный интерес представляет собой то обстоятельство, что знаки в силу своего определенного условного характера обычно не имеют сходства с обозначаемыми объектами. Это аксиома марксистской эпистемологии. Что же касается знаковой системы в целом, то, по справедливому мнению авторов работ по семиотике, можно и нужно говорить о сходстве языковых знаков с обозначаемыми в них природными и социальными процессами. Это сходство возникает как результат целостности знаковой системы²³³.

Все существующие системы знаков изучает семиотика. Эта наука имеет три основных раздела, известных под названиями синтактика, семантика и прагматика. В них исследуются соответственно знаки и соотношения между ними, значения и отношения обозначаемого к знаку и, на-

²³² Б. А. Глинский и др. Моделирование как метод научного познания. М., 1965, стр. 100.

²³³ Л. О. Резников. Гносеологические проблемы семиотики. М., 1964; Л. А. Абрамян. Гносеологические проблемы теории знаков. Ереван, 1965.

конец, «смысл» этих используемых управляющей системой знаков, т. е. вопросы соотношения знаков с данной отражающей системой.

Новая наука — семиотика способствует теоретической разработке функционирующих на базе естественного языка формальных (абстрактных) языков, пригодных для использования в технической кибернетике (АЛГОЛ-68, Симула-67, Фортран, ПЛ-1, Кобол, Симскрипт и др.)²³⁴. Искусственные языки имеют большое практическое значение; однако для человека слово является не вообще сигналом, а знаком, имеющим понятийную сторону, несущим смысловую информацию. Как говорят семиотики, язык человека интенционален²³⁵.

Естественный язык машине, разумеется, недоступен. Она может «понимать» лишь язык, состоящий из машинных команд. Отсюда — необходимость языка-посредника между машинным и человеческим языками, между машинами и людьми (программистами). Такой универсальный алгоритмический язык удобен тем, что при наличии ретрансляции может быть использован ЦЭВМ любой модели²³⁶. Запись производится с помощью символики, близкой к математической, все обозначается четко, ясно и однозначно.

В теории информации содержание термина, значение знака, понятийное отображение и информация (соответственно сигнал, знак, слово) — понятия однопорядковые, хотя известные смысловые оттенки и различие их объема несомненны. К примеру, информация (смысл) — это сторона понятия, работающая в данном контексте.

Ленинскую критику «теории символов»²³⁷ естествоиспытателя Гельмгольца следует понимать как борьбу с агностицизмом, борьбу против отождествления чувственного образа с условным знаком, а не как отрицание эвристической роли знаков и символов в науке.

Кстати, знаки, символы, иероглифы возникают лишь на логической ступени познания и, как уже отмечалось, не тождественны понятийным образам. Между тем многие зарубежные физиологи и философы по-прежнему придерживаются знаковой теории ощущений. Эта ошибочная концепция находит поддержку подчас и у некоторых советских философов, в век кибернетики пытающихся сблизить знак и чувственный образ, снять качественное различие между этими

²³⁴ Г. Боттенбрух. Структура АЛГОЛ-60 и его использование. М., 1963; Г. Марковец, Б. Хауснер, Г. Карр. Симскрипт, алгоритмический язык для моделирования. М., 1966.

²³⁵ А. А. Ветров. Семиотика и ее основные проблемы. М., 1968, стр. 253.

²³⁶ С. С. Лавров. Универсальный язык программирования. М., 1967, стр. 10.

²³⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 244.

противоположностями. В связи с некоторым обобщением понятия знака критика В. И. Лениным знаковых теорий ощущений приобретает еще большую актуальность.

С развитием общества и изменением объема человеческих знаний значение слов, их понятийная сторона тоже изменяется, обогащается. Как и всякое содержание, значение слова оказывается более мобильным, изменчивым, чем выражающая его внешняя форма: слово, термин может остаться неизменным, в то время как содержание его изменяется и иногда весьма значительно (рассматриваемое нами понятие «информация», например).

Для отдельного человека эта закономерность проявляется в гораздо большей степени: в разные периоды жизни одно и то же слово имеет для него разный объем, содержание. Особенно это характерно для человека, усваивающего незнакомые термины при изучении иностранного языка, какой-либо специальной дисциплины и т. д.: до усвоения этих терминов последние практически не несут ему информации.

Итак, социальная информация — это используемое человеком в его деятельности содержание логического мышления. По отношению к отдельному слову — его понятийная сторона, семантика, а не внешняя форма, не материальная оболочка в виде упорядоченной последовательности букв, знаков. Внутреннюю же форму образует логическая структура мыслительного содержания. Отождествление внешней и внутренней формы мышления человека ведет к упрощенному представлению о сущности мыслительной деятельности человека и последующим методологическим изъясам при теоретическом решении проблемы моделирования мышления. Так, А. Н. Кочергин пишет, что «...информация в моделирующих устройствах — это, по сути дела, материальная оболочка человеческой информации»²³⁸. На самом деле в машине моделируется не внешняя форма мышления, не материальная оболочка мысли, а нечто более глубинное — структура мыслительного содержания. Ту же ошибку А. Н. Кочергин совершает, утверждая, что при автоматизации мыслительного процесса происходит «утрата его содержательной стороны»²³⁹. Это, на наш взгляд, неточное суж-

²³⁸ А. Н. Кочергин. Моделирование мышления. М., 1969, стр. 115.

²³⁹ Там же, стр. 123.

дение. Если бы содержательная сторона полностью утрачивалась, то машины принципиально не могли бы вырабатывать новую информацию. На самом деле определенный содержательный момент имплицитно содержится в любой программе для машины.

Информация сообщения в целом не есть простая сумма значений входящих в текст или фразу слов. Взаимосвязь последних оказывается весьма сложной, что связано с наличием момента непрерывности и системности в социальной информации.

3. Многогранность человеческой информации

Информационные процессы мозга не исчерпываются семантической, осознанной информацией, присущей только человеку. Как уже отмечалось, информационную природу имеет психика в целом. Сознание — это сложный процесс переработки полученной извне и выработки новой информации. Оно не исчерпывается логическим мышлением, другой его стороной является эмоциональная сфера сознания, связанная с переживанием субъекта, установкой, интуицией, чувственными образами, оценочными, волевыми и прочими моментами. Сознание — это всегда процесс и внутреннее состояние мозга конкретного человека со свойственными ему психическими особенностями, в котором *логическое мышление никогда не осуществляется «в чистом виде»*²⁴⁰. «Душевная психическая жизнь,— писал в свое время И. П. Павлов,— пестро складывается из сознательного и бессознательного»²⁴¹. При этом *бессознательное* тоже связано со второй сигнальной системой; ему соответствует физиологическая деятельность подкорки и участков коры больших полушарий с «пониженной возбудимостью». В основе этой «автоматической» деятельности лежат физиологические явления динамического стереотипа.

В литературе по физиологии ВНД и психологии иногда употребляется еще термин «подсознательное»²⁴². Представляется, что подсознательное — момент неосо-

²⁴⁰ Е. В. Шорохова. Проблема сознания в философии и естествознании. М., 1960.

²⁴¹ И. П. Павлов. Полн. собр. соч., т. III, кн. I. М.—Л., 1951, стр. 105.

²⁴² О. Яхот. Очерки марксистской философии. М., 1968; А. Н. Лук. Память и кибернетика. М., 1967.

знанного, связанный с деятельностью находящихся под корой анатомических образований головного мозга (т. е. подкорки). Впрочем, условность такого деления очевидна, так как мозг человека действует как целостное образование, есть единство прерывного и непрерывного.

Вырабатываемая в результате логического мышления информация в нормальных условиях человеком осознается. При получении же ее извне, от других людей, информация может осознаваться в различной степени. При «механическом» заучивании, когда действует в основном лишь первая сигнальная система, информация полностью не осознается и о ее усвоении приходится говорить довольно условно. Неосознанное воспроизведение информации человеком наблюдается и тогда, когда он во сне или при психических расстройствах способен произносить фразы на иностранном языке, которого не знает, читать стихи, которые в нормальном состоянии воспроизвести не в состоянии, и т. д. Это хорошо иллюстрируется опытными данными, полученными канадским физиологом Пенфилдом при внешнем энергетическом воздействии на «толковательную» область мозга (человек в результате такого раздражения вспоминает то, что им, казалось, давно уже было забыто), а также опытами по гипнозедии, когда воспроизводимая во сне информация полностью, по-видимому, не осознается. *Человек, таким образом, с разной степенью осознанности может как воспринимать, так и воспроизводить смысловую информацию.* В этом одна из ее особенностей.

Значительный теоретический и практический интерес представляет собой то, что при восприятии информации человек *запоминает* ее на разные сроки, в разной мере (по глубине осознанности), словом, дифференцированно, в зависимости от цели, которую ставит при этом: установка и волевой момент, мотивы и цели играют здесь очень большую роль. Этот феномен имеет элемент целесообразности, ибо не позволяет перегружать конечную память мозга и дает возможность «держаться поближе» наиболее важную информацию. Ничего подобного (способности человека «настраивать» свой мозг на различные сроки запоминания той или иной информации) нет в современных ЦЭВМ; в них есть лишь уровни запоминающих устройств — оперативный и долговременный. Можно, конечно, спорить о количестве уровней человеческой па-

мости, но сам факт их существования не вызывает сомнений.

Итак, мозг человека вырабатывает не только осознанную информацию, которую он обычно делает достоянием других людей, но и неосознанную, предназначенную, как и у животных, преимущественно для управления своими внутренними органами и процессами. Эта сторона мозговой деятельности в советской литературе известна под названием «неосознанной части ВНД», куда, по видимому, следует включать и неосознаваемые автоматизмы, и подсознательное (инстинктивную деятельность).

Неосознанная часть психической деятельности имеет информационную природу и обеспечивает направленный и ценностный характер отношения человека к отображаемой конкретной ситуации. На это справедливо обращает внимание Ф. В. Бассин. «...Если мы признаем, — пишет он, — что неосознаваемые психические явления тесно связаны с функцией переработки информации, то тем самым мы вынуждены допустить, что эти явления не менее интимно связаны с функцией формирования и использования «установок», так как без опосредующей роли последних превращения информации в фактор регулирования произойти не может. Учитывая это обстоятельство, — продолжает он, — мы получаем основание рассматривать процессы формирования и использования установок как две главные функции «бессознательного», обеспечивающие активное участие этого фактора в приспособительной деятельности организма»²⁴³. Ф. В. Бассин верно подмечает связь информационного характера бессознательного с регуляцией поведения организма через установку²⁴⁴.

В зависимости от своего физического и психологического состояния, от конкретной обстановки человек может полностью или частично осознавать свои идеальные побуждения, стремления, лежащие в основе некоторых многократно повторяющихся повседневных актов поведения. В итоге все эти побуждения опосредованы, как правило, воздействиями материального мира, импульсацией интеро- и экстерорецепторов. По поводу послед-

²⁴³ Ф. В. Бассин. Проблема «бессознательного». М., 1958, стр. 368.

²⁴⁴ И. Т. Бжалава. Психология установки и кибернетика. М., 1966.

него Ф. Энгельс писал: «...никак не избежать того обстоятельства, что все, что побуждает человека к деятельности, должно проходить через его голову: даже за еду и питье человек принимается под влиянием отразившихся в его голове ощущений голода и жажды, а перестает есть и пить потому, что в его голове отражается ощущение сытости. Воздействия внешнего мира на человека запечатлеваются в его голове, отражаются в ней в виде чувств, мыслей, побуждений, проявления воли, словом — в виде «идеальных стремлений»²⁴⁵.

С конечной целью часто сближают психическую установку, которая представляет собой готовность организма к действию, на основе внутренней потребности и общего состояния организма ведущую к формированию целей и подцелей, иногда даже независимо от наличной ситуации их удовлетворения²⁴⁶.

Человек часто осознает лишь конечную цель своего поведения, а не все промежуточные этапы сложного поведенческого акта. Предположим, человек поставил перед собой цель сойти с лестницы. Очевидно, что он не осознает каждый свой шаг, производя соответствующие действия бессознательно, думая, например, о чем-то другом, разговаривая с рядом идущим собеседником и т. д. Это вовсе не значит, что его мозг не получает своевременно информацию в виде широкого спектра афферентаций. Просто многое остается «за порогом» сознания. Если же по каким-то причинам мозг получит не совсем обычную для этого случая информацию (на ступеньке лестницы вдруг окажется предмет, выбоина) и внешняя ситуация перестанет соответствовать сформировавшейся в мозгу «программе», то последующие действия станут проходить некоторое время под контролем сознания (П. К. Анохин).

Неосознаваемых полностью актов поведения у человека много: ходьба, прием пищи, езда на велосипеде, различные доведенные до автоматизма спортивные комплексы, трудовые навыки и прочее. По признанию космонавта Г. С. Титова, у современного летчика-истребителя вырабатываются своеобразные «автоматизмы», в которых мышление как бы сливается с действием и в отношении которых «трудно установить, что происходит раньше — действие или суждение»²⁴⁷.

²⁴⁵ Ф. Энгельс. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии. М., 1952, стр. 24.

²⁴⁶ См.: И. Т. Бжалава. Установка и поведение. М., 1968, стр. 4.

²⁴⁷ Г. И. Поляков. О принципах нейронной организации мозга. М., 1965, стр. 95.

При выработке навыков условнорефлекторного характера и различных форм поведения действия вначале осознаются. При доведении их до автоматизма такое осознание теряет необходимый характер, уступает место неосознанному, что дает возможность переключить внимание на другие действия, больше в этом нуждающиеся. Примечательно, что внезапное осознание доведенных до автоматизма действий может иногда даже помешать человеку в их дальнейшем осуществлении, сбить его с необходимого темпа и т. п. Во всем этом видна гибкость, сложность, целесообразность, оптимальность режима деятельности мозга человека. Нейродинамической основой осознанности является, как считал И. П. Павлов, перемещение в бодрствующем мозгу очага оптимальной возбудимости — «светлого пятна сознания» (просмотр участка связанной информации мозга, в терминологии кибернетики).

Обе стороны психики находятся в неразрывном единстве, взаимопроникают друг в друга, образуя совместно с физиологическими единый информационный процесс. При этом идеальные стремления, желания, интуиция и прочие неосознанные моменты человеческой психики могут сами стать предметом осознания. С другой стороны, очевидно влияние неосознанного, в частности эмоций, интуиции, установки на процесс логического мышления. И все же ведущую роль играет разум, логическое мышление, вторая сигнальная система, а не аффекты.

Воспринимающую и интегрирующую способность коры И. П. Павлов рассматривал как основу регуляции и организации деятельности. «Хотя жизнь животных и нас, — указывал он, — направляется основными тенденциями организма, пищевой, половой, агрессивной, исследовательской и т. д. (функции ближайшей подкормки), тем не менее для совершенного согласования и осуществления всех этих тенденций и неизбежно в связи с общими условиями жизни имеется специальная часть центральной нервной системы, которая всякую тенденцию умеряет, все их согласует и обеспечивает их наивыгоднейшее осуществление в связи с окружающими условиями внешней среды»²⁴⁸. Высшим регулятором поведения выступает осознанное, разум. Это и понятно: высшему уровню

²⁴⁸ И. П. Павлов. Полн. собр. соч., изд. 3-е, т. III, кн. 2, стр. 206.

информационных процессов принадлежит ведущая роль в иерархии управления организмом. Служебная роль психики в том и заключается, чтобы осуществлять активное уравнивание организма со средой путем приспособления к ней. Разум как главный момент сознания оказывается в организме верховным судьей и *главным регулятором поведения*, деятельности вообще.

Ошибочными представляются в связи с этим попытки З. Фрейда и его последователей метафизически противопоставить «бессознательное» сознательному и даже утверждать о примате бессознательного над сознательным. Человеческое поведение, его психическая деятельность, по мнению фрейдистов, полностью детерминированы инстинктами (по Фрейду, главным образом половым влечением — либидо) или врожденными способностями любить, страдать, воображать (по Фромму)²⁴⁹; бессознательное — ядро сознания, находящееся в вечном антагонизме с разумом.

Сторонник идей Фрейда французский профессор Еу так разъясняет кредо Фрейда: «Бессознательное не может быть простым отрицанием, простым отсутствием «сознания»... Бессознательное не подчиняется закономерностям сознания. В этом заключается фундаментальность интуиции, коперниковская революционность открытия Фрейда. Бессознательное в его чистой форме указывает рациональному началу, что оно подчиняется иным законам. Отсюда возникает его вытеснение... Бессознательное вынуждено скрываться, оно заключено под стражу и, если можно так выразиться, приговорено к тому, чтобы не проявляться, не манифестировать, если только не возникают телерантность и ослабление законов сознания... Ему дозволено выступать только как иероглифу, который нуждается в расшифровке... Только психоанализ позволяет ему обнаруживаться»²⁵⁰.

Критикуя фрейдизм, обычно делают упор на отрицательные общественно-нравственные последствия распространения идей Фрейда. На наш взгляд, критика должна дополняться указанием на необходимость правильного воспитания (в особенности полового) подрастающего поколения, которое является главной и наиболее эффективной преградой распространения антиобщественных идей З. Фрейда. Короче говоря, критику надо вести не только с точки

²⁴⁹ Г. Уэллс. Крах психоанализа. М., 1968, стр. 259.

²⁵⁰ Цит. по кн.: Ф. В. Бассин. Проблема «бессознательного», стр. 377.

зрения последствий распространения этих идей, но и в плане необходимых профилактических действий общества.

Вместе с тем при критике во многом спекулятивных идей Фрейда иногда допускается упрощенчество, огульное отрицание всего содержания фрейдистского направления. Думается, что заслуга Фрейда — подчеркивание эндогенного фактора в психической деятельности человека, формулирование основ учения о неврозах, а также сам терапевтический метод, известный под названием «исцеление через осознание», получивший в наше время свое развитие в «аутогенной тренировке» и других клинических приемах и методиках, не следует игнорировать²⁵¹.

Несостоятельная концепция фрейдистов опровергается даже вышеприведенными данными из области нейрофизиологии. Остается только добавить, что проблема «бессознательного» была в общем плане решена еще И. П. Павловым²⁵²; неосознанными процессами, разветвляющимися в мозгу, являются не только органически вписанные в общую систему нервных связей инстинкты, но и многие другие явления психической деятельности мозга, грань между осознанным и неосознанным подвижна — то, что было неосознанным, со временем становится осознанным (и наоборот), то и другое соотносится между собой больше в плане синергии, чем антагонизма²⁵³, ибо выполняют в общем-то одну и ту же задачу — активно уравнивают организм со средой и (это, видимо, самое главное) поведение человека определяется не только и не столько биологическими, сколько социальными факторами.

Самая главная ошибка фрейдистов в философском аспекте заключена в том, что детерминизм, о котором как о самом значительном положительном моменте, достижении своей концепции не устают говорить сторонники Фрейда, не выходит у них за пределы самого сознания. Единственным детерминирующим фактором поступков человека фактически выступает все то же сознание, точнее бессознательное. Так благополучно фрейдисты скатываются к идеализму, заявляя, что «...замена внешней реальности психической — таковы признаки, которые мы можем найти в процессах, относящихся к системе *ibw*»²⁵⁴.

²⁵¹ См.: И. Т. Курдин. Критика фрейдизма в медицине и психологии. М., 1965; «Философские науки», 1966, № 6, стр. 159.

²⁵² И. П. Павлов. Полн. собр. соч., изд. 3-е, т. III, кн. 2, стр. 105.

²⁵³ См.: Ф. В. Бассин. Проблема «бессознательного». М., 1968, стр. 378.

²⁵⁴ З. Фрейд. Основные психологические теории в психоанализе. Госполитиздат. М., 1923, стр. 144.

Фрейдизм гипертрофирует, таким образом, роль биологического в человеке, а также эндогенный фактор детерминации психической деятельности.

Согласно научным данным и вопреки утверждениям фрейдистов, характер, эмоциональные особенности, темперамент в значительной мере есть результат воспитания, воздействия окружающей среды, обстановки (особенно в детские годы, когда формируется характер человека). Даже хищные животные в известной мере поддаются «воспитанию», управлению в этом смысле. Наоборот, выросшие среди животных дети ведут себя, подобно диким зверям.

Все говорит о том, что данные стороны психической деятельности тоже имеют информационную природу, позволяя человеку лучше, тоньше ориентироваться в окружающей среде, выступая как бы квинтэссенцией ранее полученной и использованной в фило- и онтогенезе духа свободной информации, дополняя информационные возможности логического мышления, наращивая тем самым емкость, объем вырабатываемой мозгом информации. Именно поэтому информацию несет не только то, что сказано, но и то, как, каким тоном и кем, в какой связи с предыдущим сказано. К сожалению, в письменном тексте эта часть информации в какой-то степени утрачивается²⁵⁵.

Отсюда следуют два вывода. Во-первых, смысловая, семантическая информация не является «скалярной величиной». Это скорее величина «векторная»²⁵⁶, зависящая от конкретных условий ее выработки и использования, имеющая конкретный характер. Во-вторых, в познании нельзя игнорировать интуицию, а тем более противопоставлять ее разуму. Наоборот, интуиция — это важный показатель и момент творческого, эвристического познания, относящийся к сфере неосознанного. Интуиция и прочие элементы человеческой психики играют существенную и в целом положительную роль в отражательной деятельности мозга, действуют с логическим мышлением в основном в духе синергии, что особенно важно учитывать при сравнении информационных возможностей моз-

²⁵⁵ См.: А. А. Бодалев. Восприятие человека человеком. Л., 1965.

²⁵⁶ А. Н. Колмогоров. Теория передачи информации. М., 1956, стр. 11.

га и машины ²⁵⁷. В познании, следовательно, целесообразнее руководствоваться формулой «точность плюс интуиция», а не правилом «точность, а не интуиция» ²⁵⁸.

В информационных процессах мозга человека эмоции занимают особое место. Они выражают опыт человека и человечества ²⁵⁹. Как положительные, так и отрицательные эмоции имеют информационную природу, являясь результатом отражения в широком смысле слова, выражают двойную детерминацию поведения человека. Двойную зависимость деятельности человека (и животного) подчеркнул в определении эмоций советский психофизиолог П. В. Симонов. «Эмоция, — пишет он, — есть отражение мозгом высших животных существ величины (силы) какой-либо из присущих им потребностей и вероятности удовлетворения этой потребности в данный момент» ²⁶⁰.

Эмоциональная окрашенность человеческой информации в различных формах человеческого сознания может варьировать в очень широких пределах (равно как и в возрастном плане у человека). Наиболее эмоционально насыщена информация в искусстве. Произведение искусства, по Марксу, потому-то и воздействует в основном на «духовные» чувства зрителя, читателя с помощью художественных средств. В принципе вся духовная жизнь общества, все идеологические и материальные отношения в обществе как организованной системе имеют информационный характер. Высокий и сложный уровень организации производства, науки, культуры, всех сфер общественной жизни страны с циркуляцией по многочисленным и разнообразным каналам связи (телевидение, киносет, радиосвязь и т. д.) все возрастающего потока информации (научная литература, периодика, художественная литература и пр.) связаны с внедрением все более эффективных средств коммуникации (телеграф, радио, кино и телеви-

²⁵⁷ Ф. В. Бассин. Проблема «бессознательного». М., 1967, стр. 285.

²⁵⁸ А. М. Кондратов. Числа вместо интуиции. М., 1963.

²⁵⁹ К. К. Платонов различает 3 уровня психических явлений: ощущения, мышление и т. д., эмоциональное, психическое состояние и психические (устойчивые) свойства личности. См.: Проблемы сознания. М., 1966. Принимая это в целом, заметим, что нет жесткого соответствия такой градации трем временным планам отражения.

²⁶⁰ П. В. Симонов. Теория отражения и психофизиология эмоций. М., 1970, стр. 46.

зионная аппаратура, газеты, журналы и т. д.). Своевременное использование всей этой разнообразной (экономической, политической, правовой, технической, военной и т. п.) информации обеспечивает функционирование всей иерархии систем в обществе, начиная от индивида и кончая обществом Земли в целом.

Эмоциональная окрашенность социальной информации зависит преимущественно от социального опыта человека, является главным образом результатом обучения и развития в социальной среде, так что эмоции человека оказываются социально воспитанными. В них выражается ценностное отношение человека к окружающим его явлениям и процессам. Их изучает обычная и социальная психология. В последнем случае учитываются сложные психологические феномены на различных уровнях общества: в трудовых коллективах, семье, социальных группах, классах, нациях. Впрочем, ведь и сами логические формы, с помощью которых только и оказывается возможным мышление человека, представляют собой результат фило-генетического и онтогенетического развития духа на основе общественной практики.

Еще одна особенность человеческой информации. Человеческий мозг отображает не только предметы, явления неорганической природы, где вне деятельности организма и машины нет информационных процессов, но и процессы в системах живой и искусственной природы, где они существуют независимо от его деятельности. В этом случае мозг человека по сути дела вырабатывает *информацию об информации*. Мозг человека способен вырабатывать информацию даже о своих собственных информационных процессах (самопознание), осознавая себя как познающего субъекта.

Человеческая информация является многогранной, «многослойной» и в другом отношении. Известно, например, что текст даже на незнакомом языке может в определенных условиях нести какую-то информацию побочного характера. Человек, например, не зная языка, на котором закодировано сообщение, способен определить, что текст написан тушью, второпях, неразборчиво, левой рукой и т. д. и т. п. (для криминалиста это может иметь более существенное значение, чем само содержание сообщения). Все это может быть использовано в дальнейшей деятельности, поступках человека. Человеческая информация, таким образом, имеет чрезвычайно сложный, многоплановый и *многогранный* характер.

И последнее. При всей своей близости термины «человеческая», «социальная», «смысловая» и «семантическая информация» по содержанию не совпадают. Человеческая, или, как мы говорим, собственно человеческая информация есть наиболее емкое понятие. Это

информация, которую способен выработать только мозг человека. Употреблением термина «социальная информация» подчеркивается ее социальная значимость, ее противоположность биологической информации, свойственной всей живой природе. Понятие «семантическая информация» акцентирует внимание на смысле, семантике обычно значительно эмоционально окрашенной, а не «стерильной» человеческой информации.

4. Ценность информации и эффективность ее использования

Способность человека к информационной деятельности обусловлена общественным трудом и все больше превращается в основной вид деятельности некоторых специалистов современного общества. При этом вырабатываемая человеком социальная информация представляет собой чрезвычайно сложное, многоплановое явление, эмоционально окрашенное знание о внешнем мире и о себе.

Само по себе понятие информации — это нечто безликое, не дающее никакого представления о значимости того или иного сообщения, игнорирующее какое-либо смысловое различие между сообщениями. Человек же так или иначе оценивает каждое сообщение с точки зрения значимости, полезности, достоинства, веса (аксиологический, ценностный аспект). Проблема ценности социальной информации для получателя — это проблема, которая на современном уровне развития науки и техники приобретает все больший теоретический и практический интерес. Значение и эффективность научно-технической информации (НТИ) — важнейшей составной части всей социальной информации — несомненны. (При этом под НТИ понимаются сведения, которые могут быть непосредственно использованы в научных изысканиях, в технике и материальном производстве).

Научные исследования играют в общественном развитии все большую роль, и затраты общества на науку и технику в конечном счете окупаются сторицей. Еще Ф. Энгельс в «Набросках к критике политической экономии» писал, что «...при разумном строе, стоящем выше дробления интересов, как оно имеет место у экономистов, духовный элемент, конечно, будет принадле-

жать к числу элементов производства и найдет свое место среди издержек производства и в политической экономии. И тут, конечно, мы с чувством удовлетворения узнаем, что работа в области науки окупается также и материально, узнаем, что только один такой плод науки, как паровая машина Джемса Уатта, принес миру за первые пятьдесят лет своего существования больше, чем мир с самого начала затратил на развитие науки»²⁶¹.

Организация исследований требует изучения затрат на науку и технику на всех этапах ее развития с целью последующего оптимального планирования и ассигнования. В настоящее время затраты на чистые фундаментальные исследования относятся к затратам на целевые фундаментальные исследования, к затратам на прикладные исследования и, наконец, к затратам на разработки в пропорции 1:3:6:100²⁶². При этом на стадии прикладных исследований (и особенно разработок) неопределенность результата уменьшается по сравнению с фундаментальными исследованиями, зато стоимостное выражение риска значительно возрастает. (Эту стоимость научной информации, определяемую количеством затрат общественного труда на ее выработку, следует, разумеется, отличать от ценности²⁶³).

Передача информации, без которой невозможно использование ее, осуществляется по самым различным каналам связи. Общая схема такой передачи предусматривает, по К. Шеннону, источник и передатчик информации с одной стороны и соответственно приемник с адресатом — с другой стороны канала связи, а также источник шума, искажающий в какой-то мере передаваемое сообщение²⁶⁴.

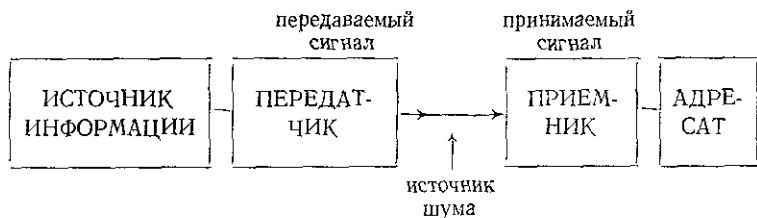


Схема 12
Общая схема системы связи

²⁶¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. I, стр. 555.

²⁶² Эффективность научных исследований. М., 1968, стр. 50.

²⁶³ Эффективность научно-технического творчества. М., 1968, стр. 54.

²⁶⁴ К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963, стр. 245.

Роль источника информации и адресата (или по крайней мере одного из них) выполняет обладающий сознанием человек. Естественно, что передача семантической информации, как и всякой другой, происходит в условиях потери части ее, чему на схеме соответствует действие источника шума. И главной причиной такой потери является то, что получающий сообщение человек преломляет его через призму своего собственного опыта, знаний, пропуская их, по выражению Н. Винера, через своей «семантический фильтр».

Теоретически *потеря информации* происходит при любом акте передачи информации от одного лица к другому, но не настолько, чтобы, говоря на одном и том же языке, они не могли понять друг друга. К тому же сам факт потери информации следует понимать диалектически. Можно привести массу примеров того, как такая «потеря» превращается в свою противоположность, ведет к увеличению «объема» информации. Так, сообщение ребенка о фильме, концерте, на которых он присутствовал, несет взрослому, как правило, неизмеримо большую информацию, чем та, которую «вложил» в свой рассказ сам ребенок. Это нечто противоположное тому, что утверждает десятая теорема Шеннона, выведенная для технической теории связи.

Потеря социальной информации связана, как уже отмечалось, с тем, что то или иное сообщение, обладая определенной общезначимостью (ценностью для общества в целом), в то же время имеет различное значение, ценность для разных людей (и в разное время). Весьма важное понятие *ценности информации*, которое А. А. Харкевич определил как «приращение вероятности достижения цели»²⁶⁵, способность отображаемых явлений удовлетворять материальные и духовные потребности²⁶⁶, характеризуется, таким образом, двумя существенными моментами.

Первый, *субъективный*, точнее личностный момент касается того, насколько данный субъект подготовлен к восприятию и использованию этой информации: человеку, не знакомому с языком, на котором закодировано

²⁶⁵ А. А. Харкевич. О ценности информации. «Проблемы кибернетики», 1960, № 4, стр. 54.

²⁶⁶ В. П. Тугаринов. О ценности жизни и культуры. М., 1960.

сообщение, последнее не несет заключенной в нем информации. Каждый человек индивидуален, поэтому восприятие им информации имеет свои особенности, зависящие от опыта, знаний, наклонностей, установки, целей субъекта.

Если субъективный момент практически учесть представляется не всегда возможным и необходимым, то второй, «объективный» всегда должен учитываться. Он более важен и означает, что сообщение само по себе имеет разную социальную значимость, общезначимость. История науки знает немало случаев, когда довольно незначительное по объему сообщение (скажем, об открытых Д. И. Менделеевым химических закономерностях) имело огромное значение для науки, обладало большой общественной значимостью. Зачастую подобного рода открытия в полной мере оцениваются лишь по истечении определенного времени, что свидетельствует об изменении общественной ценности информации во времени.

Выделение в ценности социальной информации «объективного» и субъективного моментов согласуется с основными разделами семиотики: знак есть не что иное, как очеловеченный сигнал, значение знака — это его общезначимость, «объективный» момент ценности информации, а изучение прагматикой отношений отражающей системы к отображаемому позволяет учесть аксиологический аспект, субъективный момент ценности информации.

Наличие аксиологического, ценностного аспекта в философии марксизма вовсе не означает, что есть какая-то необходимость дополнять философию аксиологией. Утверждение о необходимости дополнить «сциентистскую» философию марксизма аксиологией есть, на наш взгляд, проявление индивидуалистических тенденций буржуазной философии, а также непонимание того, что у отдельного индивидуума не может (во всяком случае не должно) быть интересов более высоких, чем интересы общества.

Кавычки в слове «объективный» — свидетельство нематериальности семантической информации и ее ценности. Мы не разделяем точку зрения О. Г. Дробницкого, который склонен отнести ценностные отношения исключительно к сфере общественного бытия, к явлениям материального характера²⁶⁷, в лучшем случае интерпрети-

²⁶⁷ О. Г. Дробницкий. Мир оживших предметов. М., 1967, стр. 325, 311.

ровать ценность как «одновременно объективное и не-реальное». Ценности бывают как материальные, так и идеальные (духовные). Представляется, что семантическую информацию, так же как и ее ценность, следует относить к сфере не материального, а идеального, к сфере духовной жизни общества. Правда, приходится отличать, к примеру, моральную оценку субъектом того или иного поступка от общепринятых, сформировавшихся, господствующих в данном классовом обществе ценностных представлений. Ясно, что второе будет менее субъективным, чем первое. Но это уже проблема соотношения индивидуального и общественного сознания, без обращения к которой, на наш взгляд, нельзя правильно решить вопрос о природе ценностей (дело усложняется в нашем примере наличием общечеловеческого в классовой морали).

«Объективный» момент ценности социальной информации, ее общезначимость не имеют ничего общего ни с объективно-идеалистической (Н. Гартман)²⁶⁸, ни с субъективно-идеалистической, в частности неопозитивистской (Э. Дюркгейм, У. Мак-Дугэлл, К. Люис и др.), трактовкой ценностей буржуазной аксиологией, разрастающееся дерево которой покрывается пышным цветом идеализма²⁶⁹.

Итак, ценность семантической информации, под которой часто понимается «объем», «семантика» информации (Л. Бриллюэн, Бар-Хиллел, Г. Клаус), зависит и от общезначимости ее, и от места, времени, обстановки и возможности ее использования данным субъектом. Даже в разное время и в разном возрасте одно и то же сообщение одному и тому же человеку несет различную информацию. Значит, информацию, строго говоря, нельзя отождествлять с содержанием сообщения (статьи, например). Информация — это то новое, что дает субъекту данное сообщение и что он использует в своей деятельности. Однако, поскольку практически нет возможности учесть указанное обстоятельство, под информацией обычно понимают *содержание сообщения в целом* (речи, статьи и пр.). Под информацией в журналистике

²⁶⁸ N. Hartmann. Ethik. Berlin—Leipzig, 1926, s. 161.

²⁶⁹ Развернутую критику субъективно-идеалистических трактовок проблемы ценности см. в кн: О. Г. Дробницкий. Мир оживших предметов.

понимается также определенный жанр, вид публикаций²⁷⁰.

Ценность информации (в особенности научно-технической) не остается постоянной, а имеет тенденцию к уменьшению вследствие своеобразного «старения». Именно тенденцию, поскольку случается так, что «забытая» информация спустя многие десятки и даже сотни лет обретает «вторую молодость» и ее использование дает значительный толчок развитию науки, а зачастую и прямой экономический эффект. Например, руководящие работники экспериментального завода электрических машин (г. Брно) после изучения 350 комплектов специальных журналов, вышедших с 1890 по 1935 г., отобрали 400 публикаций, которые непосредственно были использованы при проектировании. Еще чаще можно наблюдать рост ценности той или иной информации в области науки. Вспомним хотя бы открытия Менделя в той же Чехословакии, атомистические идеи древнегреческого философа Демокрита, труды которого были уничтожены по указанию служителей религиозного культа, и т. д. и т. п.

В разных отраслях науки, техники и производства тенденция старения информации действует по-разному, имеет различную степень интенсивности, зависящую как от характера сферы человеческой деятельности, так и от вида источника. Наибольшая интенсивность старения наблюдается в области промышленного производства и технического творчества (см. схему 13).

Известный чешский документалист М. Циганик на основе тщательного изучения научных публикаций различного характера предложил уравнение для построения кривой старения информации в любой отрасли знаний, которым с успехом пользуются ученые многих стран мира: $y = 1 - (a/a^x + b/e^{2x})$, где a и b — постоянные величины, в сумме дающие 1; y — значение куммулированного процента публикаций в различные годы; x — время в декадах, а e — основание натуральных логарифмов (при $x=0$ работа еще не опубликована и $y=0$, а при $x \rightarrow \infty$ имеются ссылки на все источники и информация теряет свою ценность).

Что касается зависимости старения информации от источника, то в лучшем положении находятся монографические работы и описания изобретений. Очевидно, что по сравнению с журнальной статьей информация, заключенная в монографии, имеет более систематизиро-

²⁷⁰ См.: Н. Г. Пальгунов. Заметки об информации. М., 1967.

ванный и, стало быть, менее преходящий характер. В то же время в журнальной статье содержатся самые свежие сведения о научных исследованиях, так что проблема оптимума решается путем разумного сочетания различных источников информации.

Тенденция старения информации делает весьма актуальным быстрее использование информации в произ-

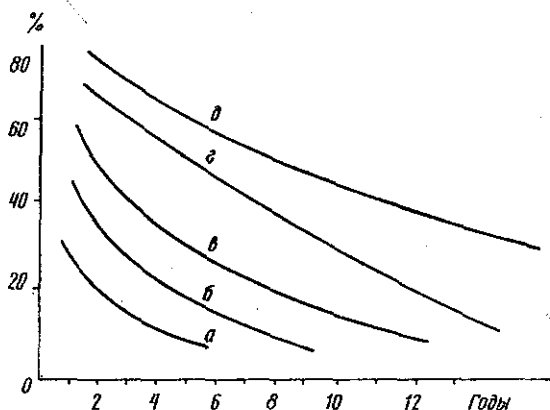


Схема 13

Падение ценности информации в зависимости от сферы ее применения (А. В. Козенко и А. Н. Половинчик. Эффективность научно-технической информации. М., 1967, стр. 66):

а — информация области промышленного производства, б — информация сферы технического творчества, в — информация сферы управления, г — информация естественнонаучного характера, д — информация сферы общественных наук

водстве, что в свою очередь связано с необходимостью решать ряд весьма сложных технических вопросов — фиксации, хранения, поиска, передачи и использования НТИ. В странах с высоким промышленным и научно-техническим потенциалом *проблеме эффективного использования НТИ*, в которой аккумулирован человеческий труд, уделяется все возрастающее внимание: организуются сложные многоуровневые системы информационной службы, затраты на создание, совершенствование и деятельность которых окупаются, по мнению специалистов, в самые ближайшие сроки.

Большую роль при этом играют социальные условия. Социалистический способ производства создает гораздо большие возможности для осуществления эффективного использования НТИ вследствие планового ведения хозяйства и отсутствия частной собственности на средства производства, конкуренции между принадлежащими различным владельцам фирмами, заводами, учреждениями. Работа по созданию гибкой и вместе с тем единой системы информационного обслуживания, способной обеспечить нужды научно-технического прогресса в нашей стране, значительно оживилась в связи с претворением в жизнь решений сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС о реорганизации управления промышленностью и строительством, а также решений XXIV съезда КПСС.

В настоящее время система информационного обслуживания в стране осуществляется через сеть всесоюзных органов и в первую очередь через Всесоюзный институт научной и технической информации — ВНИИТИ, отраслевые информационные органы, сеть библиотек и ряд территориальных органов информации с мощными фондами, способными обеспечить информацией как руководящие органы областей, краев, республик, так и специалистов предприятий и организаций. Все яснее очерчиваются контуры новой развивающейся отрасли знаний — информатики²⁷¹, в ведении которой находятся вопросы, связанные с НТИ и эффективностью ее использования. По данным ряда источников, рост числа публикаций НТИ будет происходить по экспоненте, удваиваясь каждые 10—15 лет. Уже сегодня количество публикаций в год составляет около 5 млн., а число работников, занятых научными исследованиями, возросло до 2 млн.²⁷²

Подсчитано, что общий объем НТИ удваивается каждые 40—50 лет. Количество научных публикаций растет такими темпами, что к концу XX в. ежегодный абсолютный прирост количества научно-технических периодических изданий будет равен всей издаваемой ныне литературе. Создается такое положение, при котором, как справедливо замечает Дж. Бернал, легче открыть новый факт или создать новую теорию, чем удостовериться в том, что она не была создана кем-то раньше. Возникает опасность открытия «америк», которая связана с трудностью ориентировки в потоке информации, «в библиотечных Гималаях».

Из доклада конгрессу США известно, например, что в свое время несколько американских лабораторий затратили 5 лет и более 0,2 млн. долларов на разработку методов синтеза релейно-контактных схем, в то время как такие исследования в Советском Союзе были

²⁷¹ В. В. Косолапов. Информационно-логический анализ научного исследования. Киев, 1968.

²⁷² См. статью специального консультанта ЮНЕСКО П. Оже в сб.: Эффективность научных исследований, стр. 10.

уже сделаны и результаты опубликованы в «Докладах Академии наук СССР» (Лунц А. Г., Приложение матричной булевой алгебры к анализу и синтезу релейно-контактных схем, ДАН СССР, 1950, 70, № 3) еще до начала американских работ. И только в 1955 г. американские специалисты случайно обнаружили эту публикацию и прекратили ненужное исследование. Такого рода примеров в мировой литературе довольно много.

Неразумность дублирования научных изысканий во весь рост ставит проблему оптимального использования НТИ для повышения производительности труда (и не только в народном хозяйстве, но и в сфере науки и управления), ускорения научно-технического прогресса в целом. Стихийно развивающееся информационное обслуживание должно уступить место *сознательному управлению* потоками информации и распределению его между потребителями, организованному на научной основе. Выполнение этой работы рассматривается как одна из важнейших задач НОТ и смыкается с кругом других проблем, объединяемых ныне под общим названием *науковедения*.

Речь идет и о *плотности информации* в публикациях, необходимости ликвидировать в них избыточную информацию и таким образом повысить ее ценность²⁷³. Необходимость этого назрела в связи с появлением новых отраслей знания, возникновением целого ряда нерешенных вопросов и проблем в связи с кибернетизацией и математизацией науки, техники и производства, широкого использования зарубежной литературы, а также увеличения, на наш взгляд, числа публикаций, которые содержат мало полезной информации и много заблуждений, пережевывают известные положения и носят компилятивный характер, издаваясь иногда большими тиражами. Эта тенденция всегда содержит опасность затопить ценную информацию в море дезинформации, забить шумами и помехами собственно информацию. Настало время издательствам взять на вооружение ленинский лозунг «Лучше меньше, да лучше». Это второе и, на наш взгляд, не менее эффективное и нужное направление решения

²⁷³ Имеется в виду не только плотность упаковки селективной информации в технических средствах, где успехи весьма значительны (плотность записи уже достигла 16 млн. бит/см²), а в первую очередь ликвидация избыточности семантической информации, которую иногда ошибочно отождествляют с шумами. См.: А. В. Козенко, А. Н. Половинчик. Эффективность научно-технической информации. М., 1967, стр. 93.

информационных проблем в стране. Оно позволит в сочетании с наиболее рациональными способами отбора и фильтрации информации, с передовыми методами документалистики осуществить дальнейшее нарастание потока НТИ не по экспоненте, а по логистической кривой ($t_{кр}$ на схеме 14), т. е. с учетом сатурации²⁷⁴, насыщения (Д. Прайс и др.).

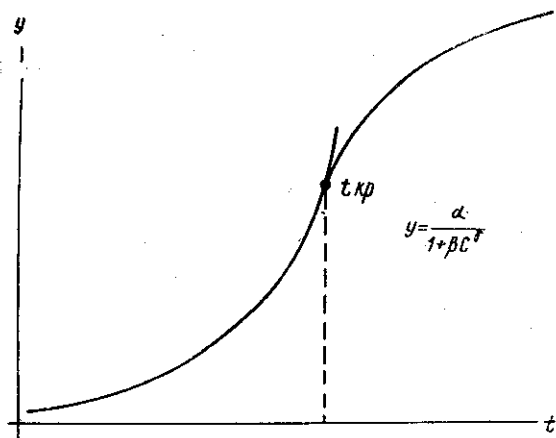


Схема 14

Экспоненциальная и логическая кривые роста мирового документопотока (по Д. Прайсу), где α , β , γ — постоянные коэффициенты, определению которых предшествует длительная работа

Однако на этом пути встречаются трудности. Первая трудность заключается в сложности необходимого комплексного рассмотрения всех этих и многих других взаимосвязанных друг с другом различного рода проблем (включая политические вопросы, проблемы секретности и пр.). Вторая связана с невозможностью точного количественного определения ценности конкретной и вероятностной по своему характеру социальной информации. Эффективность НТИ представляется возможным определить лишь весьма приблизительно, по эмпирически найденным (в силу отсутствия каких-либо надежных критериев) математическим формулам.

²⁷⁴ См.: Г. М. Добров. Наука о науке. Киев, 1966, стр. 238.

На эти трудности (и даже бесполезность попыток определения экономической эффективности НТИ) указывают многие советские и зарубежные документалисты²⁷³. И с этим приходится считаться.

Например, годовой экономический потенциал НТИ А. В. Козенко и А. Н. Половинчик предлагают определять по формуле $\Delta_t =$

$$= \sum_{i=1}^n \Delta_y g_i,$$

где Δ_t — экономический потенциал НТИ t года;

Δ_y — условный экономический эффект, который можно получить при одноразовом внедрении новшества, сведения о котором появились в t -ом году, g_i — максимально возможное число внедрений в течение периода времени t ; t — время старения информации.

Ясно, что по этой эмпирической формуле можно определить экономический эффект лишь приблизительно хотя бы уже потому, что период старения НТИ определяется тоже приблизительно.

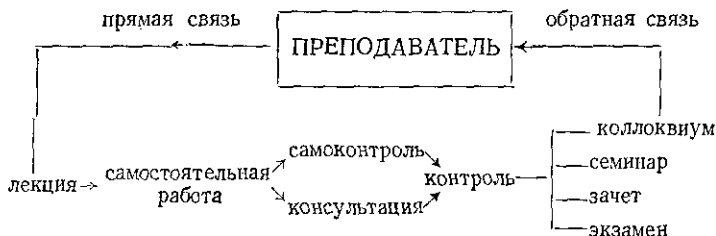
Человечество волнуют не только вопросы плотности и достоверности информации, но и проблема путей эффективного усвоения информации подрастающим поколением. В связи с быстрым ростом объема НТИ и научно-технического прогресса в целом эта проблема выдвигается жизнью на первый план. Одним из методов оптимизации процесса обучения является внедрение в практику научной организации педагогического труда — *программированного обучения*.

С точки зрения кибернетики обучение — один из самых сложных видов управления, максимальное использование обратной связи в котором во многом способствует решению проблемы. Программированное обучение предполагает как совершенствование логической структуры, последовательности всей системы преподаваемых дисциплин (и каждой в отдельности) в зависимости от профиля будущих специалистов, так и оптимизацию самого процесса обучения и контроля за ним. При этом важно учитывать необходимость обратных связей не только после прохождения дисциплины или курса (экзамены, коллоквиумы и пр.), но и на других временных уровнях (преподавателем — во время чтения лекций, администрацией учебного заведения — после определенного периода работы молодого специалиста и т. д.).

Период «программированного бума», рекламных сообщений о программированном обучении и обучающих машинах, период «шедрых обещаний и больших надежд» в этой области, по-видимому,

²⁷³ См.: А. И. Михайлов, А. И. Черный, Р. С. Гиляревский и др. Основы научной информации. М., 1966, стр. 27.

уже закончился. Как это обычно бывает, наступил период ассимиляции всего того положительного, что дает программированное обучение. Впрочем, программированное обучение это не нечто абсолютно ничего общего не имеющее со старыми, традиционными методами и принципами дидактики. Напротив, совершенствовать программы, учебники и методiku преподавания люди стремились и раньше. Поэтому усилия тех энтузиастов, которые не видят этой преемственности, напоминая усилия человека, стремящегося проникнуть в дом через окно, не видя двери. Вместе с тем недооценка и игнорирование методов программированного обучения с применением технических средств, способствующих автоматизации и механизации некоторых процессов усвоения информации, не менее вредны, на что справедливо указывают многие ученые ²⁷⁶.



Структурная схема (15) процесса обучения (по А. Г. Молибogu)

В нашей стране и особенно за рубежом часто недооценивается воспитательный аспект в обучении, который в процессе преподавания (общественных наук в особенности) занимает ведущее место. Здесь методика вопросов и ответов по принципу множественного выбора явно неприменима ²⁷⁷. Обучение — это, конечно, управление, но управление своеобразное, в котором большое значение имеет воспитание подрастающего поколения.

С проблемой передачи и усвоения семантической информации связано и явление *гипнопедии* ²⁷⁸, о практической ценности которой пока еще нет единого мнения. По свидетельству ученых, занимающихся исследованиями в этой области, во время сна мозг человека может

²⁷⁶ Н. Ф. Талыгина. Теоретические проблемы программированного обучения. М., 1969; А. Г. Молибogu. Программированное обучение. М., 1967, и др.

²⁷⁷ В Советском Союзе контролирующие машины работают тоже по принципу выбора ответов («Экзаменатор», «Ласточка» и др.). Исключение составляет, пожалуй, только «Минчанка», в которой ответ конструируется (см.: К. Томас и др. Перспективы программированного обучения. М., 1967, стр. 6).

²⁷⁸ Проблема парапсихологии не рассматривается в силу спорности вопроса о существовании телепатических явлений.

воспринимать информацию, освоение которой связано с «механическим» запоминанием. Свидетельство тому — многочисленные факты запоминания спящим слов иностранного языка, азбуки Морзе и пр. Подобное явление с точки зрения физиологии объясняется тем, что во время неглубокого сна некоторые центры мозга находятся в незаторможенном состоянии, в силу чего в какой-то мере способны к деятельности. Важно, что информация в этих случаях не осознается полностью, как это бывает при бодрствующем состоянии мозга, когда работают все центры и получаемая информация четко соотносится со всей связанной информацией мозга. В связи с этим представляется возможным считать этот феномен частным случаем неосознанных информационных процессов мозга, происходящих в условиях особого состояния нервной системы и могущих иметь, видимо, лишь побочное значение при обучении человека.

Науке сегодняшнего дня известны и такие способы «внушения», которые предполагают прямое, чисто энергетическое вмешательство в физиологические процессы мозга (управление чувствами и желаниями субъекта извне, но иначе, чем при воздействии психического на соматическое). Оно может производиться как путем избирательного химического воздействия с помощью фармакологических средств на клетки головного мозга, «ведающие» различными эмоциями, чувствами (страх, ненависть, чувство жажды, голода и пр.), так и путем воздействия биотоков, передаваемых через вживленные в соответствующие участки мозга электроды по радио или проводам (опыты Дельгадо, Н. П. Бехтеревой). Практическая ценность этих воздействий на мозг при психотерапии (использование прибора «Электросон» и т. п.) несомненна.

В печати было сообщение об успешных экспериментах по управлению поведением обезьян с помощью «подсаживаемого» в череп радиоуправляемого прибора величиной с горошину. Рассматриваются предложения о применении этих методов для управления поведением психических больных, наркоманов.

В обстановке краха буржуазной идеологии главари Пентагона спят и видят, как можно было бы использовать эти методы в целях управления чувствами военнослужащих, превращения их в бездушные автоматы,

способные сбросить атомные бомбы на мирное население, запустить ракеты с ядерными боеголовками и т. п. Разрабатываются и проекты, по которым управление ракетой, космическим кораблем можно было бы осуществлять путем соответствующего управления по радио психикой небольших размеров животного, помещенного в ракету.

По мнению некоторых ученых, не меньшую опасность для человечества представляет возможное в будущем управление волей и эмоциями человека в интересах господствующих классов, а также военных, разведывательных и шпионских организаций.

Итак, сознание, бесспорно, имеет информационно-регулятивную природу. Фактором, который обеспечивает эту регуляцию, является кибернетический принцип обратной связи. Он позволяет учесть направленность, непрерывность и временной факторы в деятельности мозга человека. В отражающем внешние воздействия мозгу человека следует различать *вещественно-энергетическую* и *информационно-регулятивную* стороны. Последняя имеет как *материальный*, так и *идеальный* уровни.

Сознание суть актуальная информация, высший и самый сложный вид информационных процессов, единство связанной и свободной информации, единство прерывного и непрерывного моментов во времени и пространстве. Это не просто результат выборки заключенной в мозгу связанной информации. Остальная часть памяти не остается абсолютно пассивной; возбуждение иррадирует по коре, как-то соотнося просматриваемые участки информации со всей имеющейся в мозгу информацией. «Светлое пятно сознания» перемещается по коре в соответствии с суммацией возбуждений, идущих непосредственно от анализаторов и от подкорки, что дает возможность выборочно использовать информацию, накопленную в онтогенезе духа. При этом познанные человеком закономерности развития природы, и в особенности общества, доминируют, «накладываются»²⁷⁹ на узор физиологических закономерностей, так что субъективная диалектика в целом совпадает с объективной. Именно в целом, в тенденции, в итоге, поскольку понятийное

²⁷⁹ Б. И. Востоков, А. М. Коршунов, А. Ф. Полторацкий. Проблема идеального и современная наука. В кн.: Ленинская теория отражения и современная наука. М., 1966, стр. 256.

мышление обладает большой относительной самостоятельностью. Человеку свойственна фантазия. Кроме того, направленность психических процессов определяется его материальными и духовными потребностями, психической установкой, социальной организацией, целями самой различной глубины и характера (двойная детерминация психических процессов).

Происходящий в мозгу сложный информационный процесс не исчерпывается логическим мышлением, содержание которого образует социальную информацию, а включает в себя и неосознанную часть ВНД, в том числе эмоциональную сферу сознания (переживания, желания, воля, установка, интуиция и т. п.). Грань между осознанным и неосознанным подвижна, определяющая роль принадлежит первой. Взаимосвязь этих моментов психики человека выражается в том, что человеческая информация, как правило, бывает эмоционально окрашенной, что тоже имеет информационный оттенок.

Качественная сторона человеческой информации характеризуется ее ценностью (аксиологический, прагматический аспект), которая зависит от социальной значимости сообщения, а также подготовки субъекта, условий, места, времени, обстановки ее восприятия и использования. Человеческая информация имеет конкретный и вероятностный характер.

Организм человека представляет собой, по Павлову, самоуправляющуюся и самоусовершенствующуюся систему, где высшим регулятором поведения является обусловленное не столько биологическими, сколько социальными факторами сознание. Человеку свойственно даже самосознание и в этом смысле самоуправление на уровне идеального.

Основным способом передачи социальной информации между людьми является язык. На вопрос о том, передается ли при этом семантическая информация, можно (имея в виду, что использование ее человеком предполагается, а также учитывая сложившуюся терминологию) ответить положительно, хотя по окружающим человека каналам связи фактически передается не мысль, не понятийная сторона слова, а лишь ее оболочка, внешняя форма, материальный носитель семантической информации, сигнал.

Другой способ передачи человеческой информации —

передача через эмоциональную сферу сознания (изобразительное искусство и т. п.), когда знание языка не играет решающей роли: зритель может переживать и воспринимать чувства автора, непосредственно глядя на произведение искусства²⁸⁰.

В организме человека имеются в подчиненном виде все виды информации более низкого уровня. Социальная информация — высший, самый сложный и многоплановый вид информации, в котором могут выражаться все остальные существующие в природе виды информации. В дальнейшем нас будет интересовать только семантическая информация, связанная с деятельностью второй сигнальной системы, так как только она имеет непосредственное значение для создания устройств искусственной, «сверхорганической» (К. Маркс) природы.

²⁸⁰ См.: А. Моль. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966, стр. 211.

ИНФОРМАЦИЯ В ТЕХНИКЕ

Техника в собственном смысле — это совокупность технических устройств, в широком смысле — вся очеловеченная природа, все то, что прошло через горнило человеческого труда, все средства производства, включая не только орудия труда, но и средства труда: шахты, рудники, здания, сооружения, а также все без исключения предметы материальной культуры. Как и технические устройства, эти объекты играют необходимую роль в общественной жизни и обладают целесообразно упорядоченной формой.

В технических устройствах имеют место явления, сходные, но не тождественные тем, которые наблюдаются в живой природе. В технических системах любой сложности происходят, в частности, процессы управления и информации.

Информационные (собственно кибернетические) устройства существенно отличаются от энергетических, поскольку в них ведущую роль играют информационные процессы. Информация здесь, как правило, имеет дискретный характер, может храниться и служит основным «сырьем» для работы информационных систем ²⁸¹.

1. Энергетические устройства

До второй половины нынешнего столетия в технике господствовали энергетические системы. Человек, основываясь на знании законов и свойств объектов материального мира, создавал их из материала неорганической природы и помещал «...между собой и предметом труда» с целью производства необходимых ему материальных

²⁸¹ Л. И. Гутенмахер. Электронные информационно-логические машины. М., 1962, стр. 4; Р. А. Сапожников. Основы технической кибернетики. М., 1970, стр. 24.

благ²⁸². Сама природа, по мысли К. Маркса, не создает орудий производства; их создает человек, и они представляют собой овеществленную силу знания.

Характерная отличительная черта всех устройств искусственной природы — опосредованная деятельностью человека целесообразность их работы. «...Самый принцип устройства любой машины, — справедливо отмечает академик А. И. Опарин, — основан на приспособлении ее... внутренней организации к решению задачи выполнения определенной специфической для нее работы»²⁸³.

Эта целесообразность связана со способностью любого технического устройства управлять определенными процессами на базе информации, воплощенной в нем человеком. Изготавливая деталь, человек предвидит то, как она должна работать, придает ей соответствующую форму, «наделяя» ее определенной информацией.

Неавтоматические устройства не способны к «самостоятельному» управлению; его осуществляет сам человек, выступающий к тому же зачастую и источником энергии, приводящим в движение это орудие труда. Иную картину наблюдаем при работе автомата. Используя обратную связь, автомат самостоятельно осуществляет регулирование, управление. Человек в этом случае, по Марксу, «становится рядом с процессом производства, вместо того, чтобы быть его главным агентом».

Обратная связь может осуществляться в технике не только непрерывным путем, но и дискретно, разовым способом. Если регулирование скорости вращения вала паровой машины обеспечивается путем непрерывного изменения количества подаваемого в нее пара, то регулирование, поддержание в нужных пределах температуры какого-то определенного участка электроцепи, обмоток генератора, холодильного отделения может осуществляться с помощью теплового реле или иного предохранителя, время от времени отключающего и тем самым избавляющего «охраняемый» участок от перегрева или переохлаждения. Впрочем, случай непрерывного регулирования можно рассматривать как обобщенный случай прерывного, в технической литературе обычно именуемого «компенсирующим».

Важно различать обратную связь и соответствующие контуры регулирования, существующие между отдельными узлами, частями системы и между ней и управляемым объектом. Так, система «регулятор Уатта — паро-

²⁸² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 190.

²⁸³ А. И. Опарин. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие, стр. 16.

вая машина» составляет контур авторегулирования, тогда как в целом система «паровая машина — станок» автоматом может и не быть. Как и система «организм — среда», сложное техническое устройство обладает, стало быть, *многоконтурностью* управления и регулирования, причем внутренние обратные связи имеют место лишь в некоторых отношениях (регулирование по скорости, температуре и т. п.), т. е. степень автоматизма здесь всегда относительна²⁸⁴.

Итак, автомат — это устройство, которое по заранее предусмотренной человеком программе без его дальнейшего вмешательства способно осуществлять управление, регулирование благодаря наличию программы. Можем ли мы в таком случае говорить об управлении при отсутствии обратной связи в работе неавтоматических устройств? Очевидно, можем, поскольку даже в работе простейшего механизма (дрель, молоток и т. п.) обратная связь все же есть. Правда, контур управления в этом случае замыкается посредством человека, т. е. управленческие процессы производства с помощью этих механизмов фактически осуществляет сам человек.

Детали устройств, предназначенные для работы при непосредственном соприкосновении с другими предметами, обладают информацией «аналоговой формы»²⁸⁵. Такая информация присуща обычной шестерне, отвертке, фрезе, храповику и прочим деталям и представляет собой их начальную информацию. Как и всякая связанная информация, она проявляет свое действие лишь в работе технического устройства. Простой пример. Кулачковый эксцентрик, которому человек заранее придал вполне определенную форму, в процессе работы проявляет свою информацию, скажем, в том, что через каждые 360 градусов поворота замыкает на короткое время цепь тока, обуславливая посылку соответствующего импульса.

При желании человек легко изменяет эту информацию, заменив форму, размеры деталей, старую деталь деталью иной конфигурации и т. д. Можно, например, изменить величину регулируемой скорости вращения вала паровой машины, изменив некоторые параметры регулятора Уатта (вес грузов, длину и форму рычагов,

²⁸⁴ Г. Клаус. Кибернетика и философия. М., 1963, стр. 408.

²⁸⁵ См.: А. Кобринский, Б. Трахтенброт. Введение в теорию конечных автоматов. М., 1962.

упругость пружин и пр.). Подобный процесс «воплощения социальной памяти в технике» тоже, кстати, можно рассматривать как результат своеобразного управления человеком ²⁸⁶.

Аналоговой информацией обладают, на наш взгляд, и различные органы и части живого тела. Так, кости имеют довольно сложную и вполне целесообразную форму (особенно в местах их соединений, где достигается нужное ограничение степеней свободы при сгибании и разгибании конечностей, позвоночника и т. д.). Любопытен в этом отношении случай из истории архитектуры. Эйфель при расчете названной его именем знаменитой башни в Париже оказался невольным плагиатором — конструкция башни почти в точности воспроизводила строение трубчатой кости голени.

Анатомия внутренних органов человеческого тела (сердца, почек и т. п.) прекрасно иллюстрирует, как целесообразная форма их приспособлена для выполнения тех или иных функций, а патофизиология объясняет нам причину и процесс нарушения внутренней и внешней формы органов.

В отличие от устройств искусственной природы тела животного «наделяются» связанной информацией не человеком; она формируется самой природой в условиях действия естественного отбора, осуществляющего своеобразную обратную связь в филогенезе.

Информацией иной формы сопровождаются энергетические процессы в электрических машинах. При этом непосредственного контакта взаимодействующих деталей нет, связь осуществляется через промежуточную среду (в данном случае с помощью электрического тока). В качестве примера рассмотрим принципиальную схему работы генератора постоянного тока со смешанным (компаундным) возбуждением (см. схему 16).

Одна обмотка возбуждения генератора (шунтовая — Ш) включается параллельно, другая (сериесная — С) — последовательно с нагрузкой Р. Обе обмотки находятся на одних и тех же полюсах сердечника машины и подсоединены к якору Я так, что их магнитные поля складываются. С увеличением нагрузки Р и, следовательно, тока I в связи с уменьшением общего сопротивления цепи напряжение в ней падает, магнитный поток шунтовой обмотки тоже уменьшается. Но с возрастанием тока магнитный поток сериесной обмотки увеличивается, что при соответствующих данных обеих обмоток может компенсировать убыль суммарного магнитного потока и поддержать напряжение в сети

²⁸⁶ Ю. Левада. Кибернетические методы в социологии. «Коммунист», 1965. № 14, стр. 49.

практически постоянным (см. схему 16). Так происходит саморегуляция, в результате которой поддерживается постоянное напряжение в сети. Информацией в этом случае является изменение силы тока, которое используется для последующего восстановления режима работы системы по основному параметру — напряжению сети.

В работе регулятора Уатта, например, и этой энергетической машины есть общее. Оба устройства работают

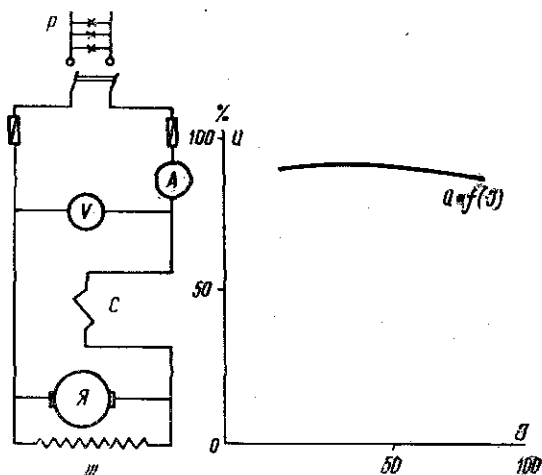


Схема 16

в режиме поддержания в нужных пределах определенных параметров регулируемой системы. Разница только в том, что там поддерживается постоянная скорость, а здесь — напряжение, там обязательно непосредственное взаимодействие деталей устройства, а здесь оно осуществляется через промежуточную среду — проводник тока; там информацией выступает изменение скорости вращения вала, здесь — силы тока.

Гомеостатическое регулирование может осуществляться и в сложных машинных комплексах. На схеме 17 показана одна из таких систем, широко используемых в промышленной энергетике. В этой системе асинхронный двигатель переменного тока АД вращает вал генератора постоянного тока Г, который в свою очередь питает двигатель постоянного тока Д. Число оборотов

этого двигателя обычно желательно поддерживать постоянным независимо от нагрузки. Для обеспечения постоянства оборотов двигателя Д (требование, достаточно широко распространенное при использовании электромашин в производстве) последний механически соединяется с валом тахогенератора ТГ, который при изменении нагрузки (соответственно скорости вала двигателя Д) изменяет напряжение и силу посылаемого

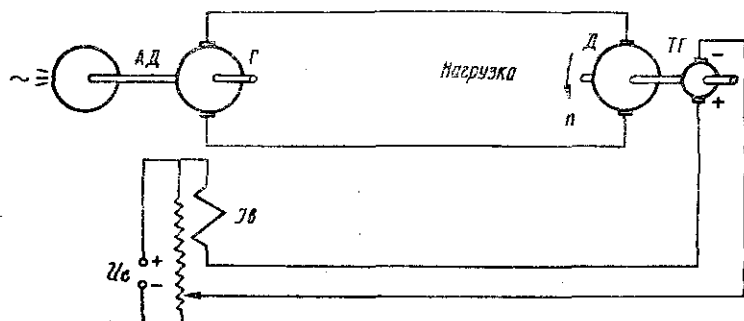


Схема 17

Система генератор—двигатель с обратной связью (А. П. Красин. Кибернетика энергосистем. Минск, 1965, стр. 29)

в обмотку возбуждения тока I_b таким образом, что в итоге путем поддержания напряжения на выходных клеммах генератора Г обеспечивается постоянство скорости двигателя, несмотря на изменение нагрузки на его валу.

Саморегуляция с использованием отрицательной обратной связи в указанной форме происходит и в сконструированном Р. Эшби электромеханическом устройстве — гомеостате, который неправомерно зачисляется им в класс информационных, собственно кибернетических устройств, обладающих, как он выражается, «ультрастабильностью»²⁸⁷. В принципе в электрической машине может быть гораздо больше вариантов работы, чем в гомеостате, ибо нагрузка сети способна варьировать в практически неограниченном числе комбинаций, тогда как в гомеостате 4 реостата по 25 позиций в каждом да-

²⁸⁷ Р. Эшби. Введение в кибернетику, стр. 383; Вычислительные машины и мышление. М., 1967, стр. 405.

ют всего $25^4 = 390625$ вариантов. Согласно рассуждениям английского биолога, наши генераторы должны быть более «умными», чем его гомеостат.

Существенно, что в энергетических устройствах обычно сочетаются оба рассмотренных типа информации непрерывного вида. Причем человек научился на основе использования уже упомянутых форм информации конструировать информационные машины непрерывного типа (аналоговые).

Итак, *главную роль в энергетических устройствах играют энергетические, а не «подчиненные» им информационные процессы.* Внутренняя информация в энергетических системах имеет обычно непрерывный характер. Использование ее осуществляется как при непосредственном взаимодействии элементов устройства (связанная информация аналоговой формы), так и при передаче свободной информации через промежуточную среду (изменение скорости вращения вала, силы тока и т. п.). Что касается внешней информации, то она выступает здесь в виде тех изменений воздействий окружающей среды, которые используются САР (системами автоматического регулирования) для регулирования на основе использования обратной связи.

В общем случае свободная информация в энергетических устройствах — это *изменение отражаемых воздействий, используемое для регулирования.*

2. Информационно-логические и управляющие системы

Создание информационных систем — исторически закономерный этап развития техники: человек стал механизировать и автоматизировать не только физический, но и умственный труд.

В настоящее время наибольшее развитие получили информационные устройства цифрового действия, хотя есть попытки создать машины-гибриды, сочетающие в себе свойства как цифровых, так и аналоговых устройств. В отличие от информации непрерывной формы энергетических и аналоговых устройств машинная информация цифровых электронных машин (ЦЭВМ) *дискретна* и ее использование представляет собой важнейшую сторону протекающих в машине процессов: ин-

формация, как известно, не зависит от величины энергии передающих ее электрических импульсов.

Потребности практического использования ЦЭВМ (и математических методов вообще) делают часто необходимым перевод информации непрерывного вида в дискретную и наоборот. Для этой цели используются различные технические устройства, а также специальные аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (см. схему 18).

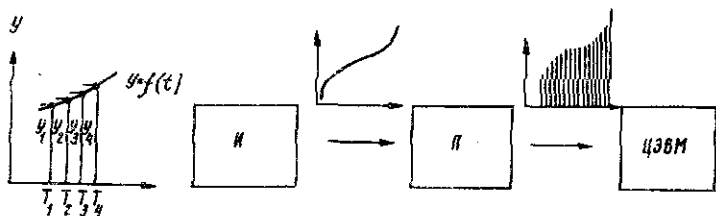


Схема 18

Принципиальная схема преобразования информации непрерывного вида в дискретную (Управляющие математические машины. М., 1967, стр. 123)

Информация, имеющая вид непрерывной функции, в соответствии с теоремой Котельникова путем аппроксимации может быть представлена конечным числом дискретных значений, взятых через достаточно малые промежутки времени (И — источник информации, П — преобразователь)

Машинная информация кибернетических устройств имеет свои особенности по сравнению с биологической информацией. Во-первых, в ЦЭВМ используется только дискретная, селективная информация, в то время как в ЦНС циркулирует значительно более сложная информация дискретно-непрерывного вида. Во-вторых, грань между собственной связанной и той частью свободной информации, которая заранее зафиксирована в машинной памяти, на перфоленте, перфокарте (мертвая информация), в какой-то мере стирается. Нет в технических устройствах и той нераздельности вещественных, энергетических и информационных процессов, которая свойственна обменным процессам в организме. Причем в силу разделения вещественных, энергетических и информационных процессов вероятностный характер имеют здесь только те информационные явления, которые представляют собой само решение задачи с использованием математической теории вероятностей, а не собственные информационные, вещественные и энергетические процессы (Имеется в виду математическая вероятность, которая дает количественное выражение простейших вероятностных ситуаций, когда непрерывность полностью отсутствует).

В дальнейшем речь пойдет лишь о тех информационных явлениях, которые представляют собой сам процесс решения задачи и

выступают главными, ведущими процессами в информационно-логических и управляющих системах.

Не описывая технических решений задач, связанных с преобразованием информации в ЦЭВМ, напомним лишь принципиальную схему переработки машинной информации в плане аналогии ее с преобразованиями информации в ЦНС организма.

ЦЭВМ состоит из пяти основных блоков (схема 19): вводное устройство (ву), арифметическое устройство —

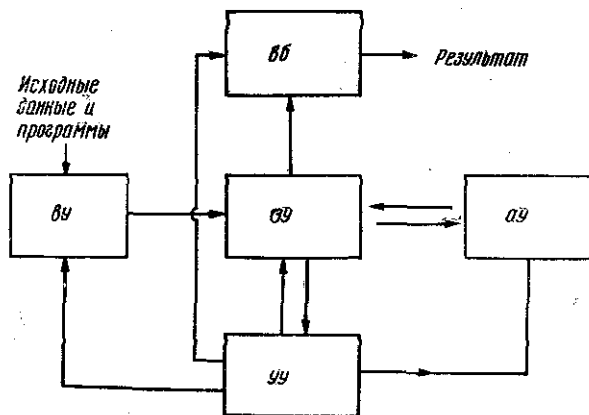


Схема 19

центральный процессор (ву), запоминающее устройство (зу), управляющее устройство (уу) и выводной блок (вб).

Запоминающее устройство ЦЭВМ имеет, как и мозг человека, несколько уровней. *Оперативная* «память» служит для временной фиксации промежуточных результатов и выполняется, например, из электроннолучевых трубок, работающих подобно кинескопу телевизора: время свечения (порядка 0,1 сек.) выбитой на экране электронным лучом точки оказывается вполне достаточным для хранения промежуточного результата. В долговременной «памяти», которая выполняется из магнитных дисков, ферритовых сердечников, прочно и надолго фиксируется необходимый для работы машины объем начальной, связанной информации. Кроме внутренней, часто предусматривается обширная внешняя (тоже долговременная) «память», играющая роль «библиотеки»,

в которую можно было бы при случае обратиться за недостающей информацией.

На вход ЦЭВМ подается информация, которая является закодированной на «понятном машине языке» программой решения данной задачи, составленной человеком на основании найденного математиками алгоритма — последовательности этапов решения задачи. Если эта задача закодирована на перфоленте, то при движении последней мимо фотоэлемента информация в виде определенной совокупности отверстий на ленте считывается и перекодируется, преобразуется (по принципу соответствия каждому отверстию перфоленты импульса тока) в качественно иную форму машинной информации — определенную совокупность импульсов, направляемых и в арифметическое устройство, где происходит «счет». Кроме того, необходимая для решения задачи информация может поступать автоматически от выполняющих, образно говоря, роль «органов чувств» различных датчиков ЦЭВМ, от других машин и даже в какой-то степени непосредственно от вступающего с ней в связь человека.

В информационном плане сущность работы ЦЭВМ заключается во взаимодействии связанной информации с поступающей в машину свободной информацией при общем «руководстве» со стороны управляющего блока, обеспечивающего синхронную, согласованную работу всех частей машины (в мозгу, кстати, таких отдельных блоков нет). В результате этого взаимодействия вырабатывается новая информация, которая и является решением задачи. На выходе она подается в форме, соответствующей той роли, которая отведена счетной или управляющей машине. В последнем случае ЦЭВМ сама осуществляет управление на основе вновь вырабатываемой информации.

На первый взгляд кажется, что ЦЭВМ — это просто «большой арифмометр», что она делает, по П. Коссу, лишь то, что ей абсолютно точно предписано, «проигрывает» только те информационные преобразования, которые до мельчайших подробностей разработаны человеком в программе. Однако это не совсем так. Дело даже не в том, что благодаря огромной скорости счета лишь ЦЭВМ способна управлять некоторыми быстротекущими процессами (космические полеты и т. п.), что однаж-

ды составленная программа решения типовой задачи (вычисление погоды, расчет полотна железной дороги и другие проектные работы) используется многократно с учетом лишь некоторых данных о конкретной ситуации. Машине свойственны *самопрограммирование и научение*; составление программы, осуществляемое человеком с использованием типовых подпрограмм, уже сегодня до некоторой степени автоматизировано²⁸⁸. Правда, оно ограничено рамками математической логики, с одной стороны, и заданными человеком ведущими критериями программы — с другой. Иными словами, оно производится частично, и такая возможность должна быть заранее предусмотрена человеком (в частности, включение в программу операторов «условного перехода»).

Если число в данной позиции есть положительная величина или нуль, то машина переходит к исполнению следующей команды; если же оно величина отрицательная, то машина следует команде номер такой-то. Одним словом, выполнение следующей операции зависит от результата предыдущей. Это и есть условный переход. В связи с этим нельзя не согласиться с Б. В. Ахлибинским, который делает вывод, что при реализации программы «в подавляющем большинстве случаев в качестве универсального принципа выступает однозначная детерминированность в ходе всего процесса переработки информации»²⁸⁹.

Научение тоже заранее определяется конструкцией машины и соответствующей программой. Причем необходимым условием научения является использование обратной связи, как это имеет место при функционировании нервной системы человека. В противном случае устройство действует по жестко фиксированной программе и не в состоянии учитывать даже явные «ненормальности» в работе (например, поломку режущего инструмента, отсутствие обрабатываемой детали в станках с цифровым управлением без обратной связи).

Такова принципиальная схема информационных преобразований в ЦЭВМ.

Сходство информационных процессов в ЦНС и ЦЭВМ рассматривается как результат *моделирования* первых вторыми. В последние годы проблема моделирования интенсивно разрабатывается, появилось много моногра-

²⁸⁸ Н. В. Винер. Новые главы кибернетики, стр. 16; Ж. и Ж. Пуайен. Электронный язык. ИЛ, 1963, стр. 56.

²⁸⁹ Б. В. Ахлибинский. Ленинская теория отражения и кибернетика, стр. 13.

фий и статей на эту тему. Следует, однако, отметить тот печальный факт, что нет единодушия даже в трактовке объема этого понятия. Причина такого положения дел заключается в многозначности понятия «модель».

Термин «модель» используется не только как общекибернетическое понятие. Он может означать и технический аналог и, наконец, служить для характеристики познавательных процессов. При этом модель рассматривается не только как обладающий наглядностью идеальный образ, но и как теория (модель мира или его фрагмента на современном этапе развития науки) и как метод в теории познания²⁹⁰. Многозначность термина «модель» увеличивается за счет употребления его в разных временных интервалах: как результат филогенеза, онтогенеза, отображаемой конкретной ситуации. В последнем случае моделирование с опережением суть информационный процесс, в котором все остальные временные уровни оказываются «снятыми».

В основе *технического моделирования* лежит сходство явлений реальной действительности (мысль — тоже реальность, но идеальная). Однако моделирование предполагает не только сходство оригинала и модели, но и их различие, в противном случае оно не имело бы никакого смысла. Оригинал, иначе говоря, воспроизводится лишь в некотором отношении; качественное же различие остается.

По характеру воспроизводимых сторон различают субстратные, структурные, функциональные (в том числе информационные), смешанные модели. Иную классификацию моделей предлагает А. К. Веников, В. А. Штофф органически связывает моделирование с наглядностью. Иногда единственным и достаточным показателем модельных отношений считают сходство объектов. В этом случае ликвидируется всякая специфика понятия модели. Так, например, А. Лернер пишет: «Если между двумя объектами может быть установлено сходство хотя бы в каком-то отношении, то между этими объектами существуют отношения оригинала и модели»²⁹¹. Согласно такой точке зрения, любое отображение фактически можно рассматривать как модель. Часто о менее сложных организмах говорят как о моделях более сложных. Нас в дальнейшем будут интересовать лишь информационные, в частности аналоговые и цифровые модели.

Возникающая в мозгу человека идеальная модель выступает необходимой предпосылкой моделирования в технике, ибо, прежде чем создать материальную модель (моделирование моделирования), человек вначале кон-

²⁹⁰ А. И. Берг, Б. В. Бирюков. Кибернетика и прогресс науки и техники. В сб.: Ленин и современное естествознание. М., 1969, стр. 358.

²⁹¹ А. Лернер. Начала кибернетики, стр. 40.

струирует в мозгу ее мысленный прообраз. Между прочим, моделирование биологических объектов и процессов, например, производилось человеком издавна, и на этом поприще он добился больших успехов, как правило, превосходя в некоторых отношениях моделируемый оригинал (самолет летает значительно выше, дальше и быстрее птиц, ЦЭВМ по скорости и точности счета превосходит человеческий мозг и т. д.), не копируя его слепо. Итак, моделирование есть воспроизведение в квазиобъекте (модели) отдельных сторон оригинала, поэтому не следует переносить все свойства оригинала на ее модель. ЦЭВМ моделирует *операции счета и логические операции*. Чтобы яснее представить себе сходство и различие информационных процессов в мозгу и машине, рассмотрим это на примере сложения чисел в ЦЭВМ. Пусть, например, нужно сложить 5 и 7, а арифметическое устройство выполнено из обычных ламповых триодов. Тогда в первой цепи триггеров (см. схему 20) с помощью импульсов будет зафиксирована в двоичной системе цифра 7 (III), а во второй цепи — слагаемое 5 (101). Оба триода соединены в триггере таким образом, что если ток идет через первую лампу, то он не проходит через вторую. После первого импульса лампы меняются местами в смысле проводимости, а после второго триггер, кроме того, сам испускает импульс. Если принять, что импульсы на схеме испускаются теми триггерами, левый триод которых проводит ток, то из схемы следует, что в итоге триггеры 1 и 2 суммирующей цепи «опрокинутся» дважды, т. е. вернутся в нулевое положение, получив по два импульса, а триггеры 3 и 4 «опрокинутся» по разу, придя в единичное положение. В результате в суммирующей цепи происходит фиксация двоичных знаков следующей последовательности: 1100. Перевод в десятичную систему исчисления дает 12. Задача решена, и вновь выработанная информация посылается машиной на выход. Примечательно, что ЦЭВМ моделирует непосредственно лишь четыре простейшие арифметические действия (обычно даже одно сложение). Все остальные предварительно приводятся к этим простейшим²⁹².

Техническое выполнение ЦЭВМ имеет многочисленные вариации. Так, если первое поколение машин созда-

²⁹² Г. О. Ефимов. Математическая логика и машины. М., 1962, стр. 42.

валось на радиолампах, второе — на транзисторах, полупроводниках, то третье поколение монтируется на интегральных схемах, выполняемых на молекулярном уровне. В машинах четвертого поколения предполагается резкое увеличение объема памяти и скорости выборки информации, работа в режиме «разделения времени», использование дублирующих элементов в ау и уп, дальнейшее сближение алгоритмического и машинного языков. Для

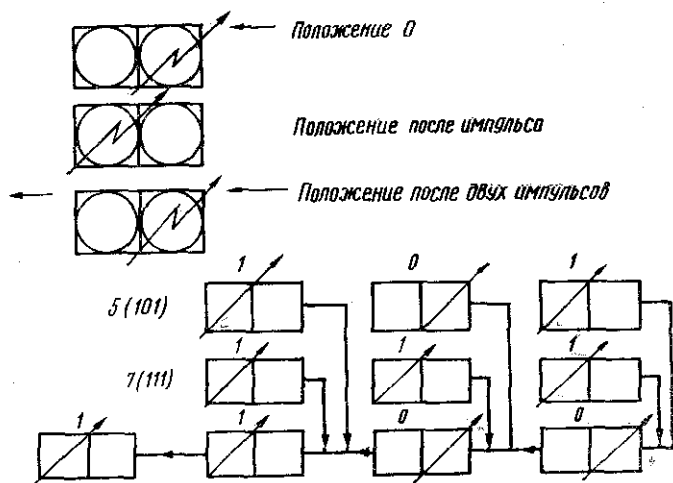


Схема 20 (по Э. Кольману)

уплотнения машинная информация в современных машинах группируется в байты (1 байт эквивалентен 8 двоичным знакам).

Созданы машины, для которых сильна десятичная система счисления (например, «Минск-32», ориентированная преимущественно на решение задач по учету и организации производства); устройства («Мир 2»), которые не нуждаются в ретрансляторах для перевода программы с алгоритмического языка на язык машины данной модели. Язык такой машины настолько приближен к математическому языку человека, что программирование отдельных видов задач осуществляется без использования промежуточного между человеком и машиной абстрактного языка. Это упрощение достигается частично за счет того, что для такой машины не всегда математические задачи нужно раскладывать на элементарные операции: машина «считает блоками».

Важны некоторые существенные отличия в работе машины и деятельности мозга, представляющие значительный методологический интерес.

В человеческом мозгу память используется одновременно и по адресному, и по ассоциативному принципу, тогда как в машине выборка информации осуществляется одним, как правило, адресным способом. В мозгу вообще происходит это принципиально иначе: действует весь мозг, а не только считываемая его часть ²⁹³.

Использование информации, зафиксированной в памяти человека, приводит не к постепенной ее деструкции (как это имеет место в ЦЭВМ), а, наоборот, к закреплению в памяти. К тому же обычной машине обучение почти недоступно, так что «конструктор» похож больше на родителя, чем на учителя» ²⁹⁴.

В живой природе блестяще решена проблема надежности. Решение этой, по выражению академика А. И. Берга, «проблемы № 1» — результат длительного эволюционного развития, действия естественного отбора, создавшего в высшей степени целесообразные функциональные системы в природе. Представляется, что надежность в живом организме обусловлена в первую очередь вероятностным характером мозговых процессов — вещественных, энергетических, информационных. Вот почему «сбои» в работе отдельных клеток и даже их гибель практически ничего не значат: мозг человека нормально функционирует в случае потери даже миллионов клеток.

В специальной литературе описан такой случай: мозг железнодорожника Ф. Гайджа был пронзен стержнем диаметром в 3 см насквозь (стержень вошел в левую щеку и вышел около темени), и тем не менее он нормально жил и работал в течение 12 лет. Исследования его мозга показали, что были повреждены обе лобные доли. Этот мозг и по сей день экспонируется в Гарвардском университете как символ исключительной надежности мозга человека.

Мозг удивительно оптимально фильтрует информацию, в известном смысле способен уплотнять ее, а при эмоциональном напряжении и резко увеличивать скорость ее восприятия. Все эти отличия обусловлены вероятностным характером процессов в человеческом мозгу.

²⁹³ Л. П. Крайзмер. Техническая кибернетика. М.—Л., 1964.

²⁹⁴ М. М. Бонгард. Проблема узнавания. М., 1967, стр. 250.

Как видим, ЦЭВМ — это нечто большее, чем просто устройство для счета. Это информационная машина, позволяющая не только хранить, но и использовать наличествующий объем информации.

Интегральные и дифференциальные уравнения удобнее решать на машинах непрерывного действия, где это производится, правда, порядка на три медленнее и по иному принципу, чем в ЦЭВМ. Если работа ЦЭВМ основана на обработке числовых данных, то в существующих аналоговых машинах мы имеем физическую (обычно электрическую) модель исследуемого процесса. Отсюда «специализация» этих устройств и сравнительно небольшая точность. Избавиться от этих ограничений очень трудно в силу «привязанности» функции машины к свойствам протекающего в ней физического процесса (дискретные автоматы свободны от этого недостатка, имея дело лишь с цифровой информацией).

Например, решение дифференциального уравнения с постоянным коэффициентом до 6-го порядка включительно осуществляется на моделирующей установке ПВМ-2. Эта пневматическая вычислительная машина работает следующим образом²⁹⁵. Пусть уравнение имеет вид

$$a_1 \frac{d^3x}{dt^3} + a_2 \frac{d^2x}{dt^2} + a_3 \frac{dx}{dt} + x = f(t).$$

Решение этого уравнения производится методом понижения порядка производной. Член с высшей производной выражается через остальные члены; затем, считаясь известным, подается на первый интегратор, выход из которого соединен с входом второго, и т. д. Члены, стоящие в уравнении справа, заводятся на сумматор как кор-

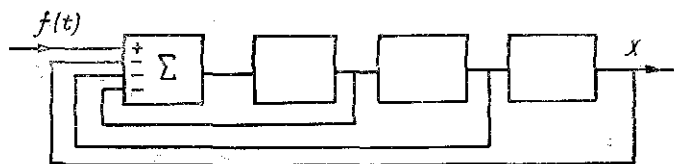


Схема 21 (И. Николаев и др.)

²⁹⁵ В. Дмитриев, В. Чернышев. Пневматические вычислительные приборы непрерывного действия. М.—Л., 1962, стр. 72.

ректирующая информация, туда же подается и возмущающее действие $f(t)$.

Электронные аналоговые машины способны решать лишь определенный класс уравнений: обычных дифференциальных, математической физики, алгебраических²⁹⁶.

Они являются специализированными устройствами и требуют предварительного соединения функциональных блоков в соответствующую решаемому уравнению электрическую схему. Роль сигналов в них выполняют величины электрических напряжений.

Единого мнения относительно принципиальных возможностей и будущего аналоговых машин нет. Некоторые считают их перспективными, другие, наоборот, высказывают мысль, что они себя уже изживают. Во всяком случае аналоговые машины успешно моделируют самые различные физические процессы (состояние плотности, например).

Занимающее все больший удельный вес в операциях ЦЭВМ моделирование логических операций («машинное мышление») осуществляется тоже формально, по правилам математической логики.

Известно, что наши суждения соединяются связками «и», «или», «если.., то», «тогда и только тогда.., когда», «не». (В булевой алгебре «не» связывает не суждения между собой, а субъект и предикат в суждении). Этим связкам в алгебре логики — разделе математической логики, занимающимся исчислением высказываний, соответствуют операции конъюнкции ($p \wedge d$), дизъюнкции ($p \vee d$), импликации ($p \rightarrow d$), эквивалентности высказываний ($p \leftrightarrow d$) и отрицания (p')²⁹⁷.

Конъюнкция выражает логическое умножение, а дизъюнкция — логическое сложение. Моделируя их при помощи самых различных технических устройств (см. схему 21), а слова и суждения — буквами, например (в итоге импульсами тока), машина может, согласно введенной в нее программе, вычислить соответствующие умозаключения, выдать новую информацию, насколько, ра-

²⁹⁶ Н. Николаев и др. Аналоговая математическая машина УСМ-1. М., 1962, стр. 6.

²⁹⁷ Г. Ивс, К. В. Ньюсом. О математической логике и философии математики. М., 1968, стр. 9; См.: Вычислительная техника. Обработка информации (Словарь терминов). М., 1970.

зумеется, это возможно в рамках формальной логики ²⁹⁸.

(Идея применения исчислений к электрическим контактным схемам была предложена одновременно русским ученым В. И. Достакковым и американцем К. Шенноном).

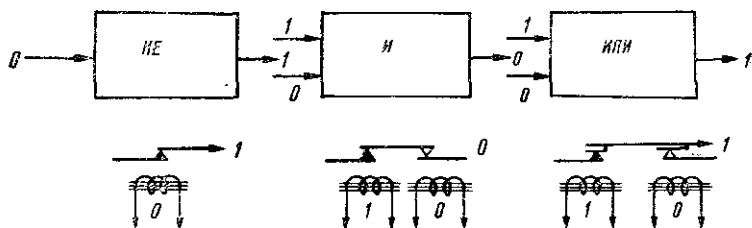


Схема 22

Релейные схемы, моделирующие логические связи (В. В. Парин, Р. М. Баевский. Введение в медицинскую кибернетику. М., 1969, стр. 54)

Широко известны эксперименты по моделированию доказательств теорем евклидовой геометрии (получены доказательства 400 теорем), сочинению музыки, стихов, переводу с одного языка на другой, реферированию статей и пр. ²⁹⁹

Здесь важно, что формальная логика, выражая момент устойчивости и дискретности логического мышления, принципиально не в состоянии воспроизвести мышление как *процесс*, конкретную по своему характеру диалектическую логику (Э. Кольман, А. Г. Спиркин) ³⁰⁰. Поэтому кажутся необоснованными надежды на то, что «наша советская философия и изобретательская мысль сумеют вложить в будущие машины и программы операции диалектической логики» ³⁰¹. Как указывают специа-

²⁹⁸ См.: В. В. Парин, Р. М. Баевский. Введение в медицинскую кибернетику, стр. 54.

²⁹⁹ Ван-Хао. На пути к математической механике. «Кибернетический сборник», № 5, стр. 11.

³⁰⁰ Философские вопросы кибернетики, стр. 101; Строительство коммунизма и общественные науки. М., 1962, стр. 217.

³⁰¹ В. М. Моисеев. Вопросы кибернетики в биологии и медицине. М., 1965, стр. 23.

листы вслед за Гёделем, даже теорию натуральных чисел невозможно представить без противоречий в формализованной системе с конечным числом исходных аксиом, а средствами любой формальной системы полностью формализовать человеческие знания³⁰². Это связано с тем, что математические теории строятся аксиоматическим путем, исключая не только формальнологическое, но и диалектическое противоречие, что ведет в свою очередь к неразрешимым противоречиям любой формализованной системы (использование метатеории только отодвигает их)³⁰³.

Как уже отмечалось, формализация фиксирует не процесс мышления, а его результат, «предпочитает» статику динамике, предполагает однозначные зависимости, а не вероятностный характер процессов³⁰⁴. Можно сказать, что техника и математика умертвляют, огрубляют движение, а затем имитируют его (мышление, в частности) в рамках лапласовского детерминизма, в, так сказать, урезанном виде.

При моделировании на ЦЭВМ реальных жизненных ситуаций человек сталкивается с тем, что практически невозможно на каком-то определенном этапе полностью математически описать конкретные явления во всех их бесконечных связях. Как и познание абсолютной истины, это можно осуществить, по Энгельсу, лишь «в бесконечном ряду поколений». В этих условиях человеку часто приходится завершать решение задач, моделируемых машиной.

В клинике А. А. Вишневого машина «Урал-2» автоматически ставит диагноз врожденных пороков сердца. В зу этой машины заложены 150 симптомов пятидесяти (из 100 известных современной медицине) видов заболеваний этого рода, поддающихся лечению хирургическим путем. Методами, не причиняющими боли, выявляют симптомы заболевания. Эта информация фиксируется в виде пробирок (отверстий) в соответствующих местах перфокарты, закладываемой затем в машину. Через несколько минут работы ЦЭВМ автоматически исключает все невозможные для данного случая заболевания, а затем на этапе «вероятностной логики» выдает 2—3 названия болезни с указанием их вероятности в процентах. Если информация оказалась недостаточной для решения задачи, присту-

³⁰² В. М. Глушков. Мышление и кибернетика. «Вопросы философии», 1963, № 1, стр. 39.

³⁰³ См.: Э. Кольман. Философские проблемы современной математики. Сб. «Философия и естествознание». М., 1965, стр. 218.

³⁰⁴ Б. В. Бирюков. Логические проблемы. В кн: Проблемы кибернетики, стр. 106.

пают ко второму, более тяжелому для больного этапу обследования, и машина снова решает эту задачу. Однако в любом случае окончательное решение в постановке диагноза принимает человек, учитывая при выборе одного из названий болезни конкретные особенности заболевания, которые не получили полного математического выражения (характер болей и пр.)³⁰⁵. Подобная картина наблюдается при решении различных задач социального характера (в военном деле, например, когда неучтенных моментов еще больше).

Возникает вопрос, может ли в машинах будущего возникнуть сознание и может ли машина стать живой. Этот часто встречающийся в популярной и научной литературе вопрос в значительной мере теряет смысл. Ясно, что, несмотря на определенное структурно-функциональное сходство в работе машины и деятельности мозга, в машине принципиально не может возникнуть сознание, которое, по К. Марксу, с самого начала есть общественный продукт и остается им, пока вообще существуют люди. Сознание могло бы возникнуть лишь в результате искусственного синтеза живого организма и его длительной эволюции, создания общества искусственно созданных существ. А это было бы уже не моделирование, а воспроизведение живого во всей его полноте. Мозг всегда будет качественно отличаться от «электронного мозга», хотя по числу элементов и их миниатюрности компьютер может в принципе превзойти мозг человека. Вмонтажирование же искусственно выращенных клеток в предметы неорганической природы бесполезно, поскольку в нервных клетках должен иметь место биологический обмен веществ, а в указанных предметах его нет. Как говорится, «в одну телегу впрячь не можно коня и трепетную лань».

Это вовсе не означает, что ставится какой-то предел возможностям «думающих» машин по моделированию психических функций мозга. Возможности эти нельзя априорно ограничивать, но возникновение сознания в машинах немыслимо. В решении же отдельных задач кибернетические устройства уже сегодня превосходят человека: точно вычислить прогноз погоды на следующий день человек без ЦЭВМ не может, поскольку на решение задачи требуется 7—9 дней, машина же «Погода» делает это за два часа. Указанное обстоятельство не дает оснований считать, как это зачастую делалось в работах зарубежных кибернетиков (Н. Винер, Р. Эшби, А. Тьюринг), будто машина становится умнее своего «создателя». Как справедливо замечает академик А. И. Берг, в машине нет и не может быть сознания³⁰⁶.

³⁰⁵ См.: Наука и человечество. М., 1966, стр. 38.

³⁰⁶ «Вопросы философии», 1962, № 9, стр. 169; «Коммунист», 1963, № 16, стр. 64.

С проблемой «машинного мышления» тесно связаны вопросы образования «понятий» автоматами, распознавания речи и опознания образов³⁰⁷. В машине никаких понятий, конечно, не образуется, поскольку там нет сознания. Происходит лишь имитация обобщения событий одного класса. Образование понятий—прерогатива обладающего сознанием человека, понятийная сторона слова машине принципиально недоступна. Проблема же опознания образа, решение которой позволило бы машине непосредственно «воспринимать» информацию в виде текста, схемы, рисунка без предварительного перевода подобной информации в иные промежуточные формы, является в практическом отношении очень важной.

По мнению специалистов, некоторые обнадеживающие успехи в этом отношении есть³⁰⁸. В ВИНТИ, например, создан читающий автомат, который «узнает» буквы латинского, русского и английского текстов и передает эту информацию в зу машины «Урал-4» со скоростью 10—15 знаков в минуту. В АН УССР считывающий автомат «Ока» (в блоке с «Киевом») читает отпечатанный на машинке «Москва» текст со скоростью 200 знаков в 1 сек.

Ученые стараются при этом как можно шире использовать принципы переработки информации органами зрения. Делаются попытки использовать и метод «научения», не предусматривающий предварительной фиксации в зу соответствующего «эталона» опознаваемых образов. Тем не менее, несмотря на большие затраты, перевод обычного текста машиной не вышел за рамки эксперимента. То же самое можно сказать и о распознавании изображений вообще. По мнению Ф. Розенблата, сложные образы смогут восприниматься только «потомками современных машин».

Существенно, что воспринимаемые человеком образы осмысливаются, он выделяет при чтении рисунка, схемы лишь нужные ему в данной обстановке в зависимости от поставленной цели линии, элементы; схватывает при чтении обычно лишь верхнюю половину букв текста, осознает не все слова в одинаковой степени и т. д. При этом используется опять-таки *вероятностный способ распознавания объектов*, вот почему у человека (в отличие

³⁰⁷ Д. Маккей. Проблема образования понятий автоматами. В сб. «Автоматы», 1956; См.: Ю. П. Сафонов и др. Распознающие устройства. М., 1970, стр. 79—82.

³⁰⁸ Читающие автоматы и распознавание образов. Киев, 1965; Ф. Розенблат. Принципы нейродинамики. М., 1965, стр. 452.

от перцептрона) нет проблемы, связанной с различием почерка, шрифта, поворота букв и т. д.

Выступая против утверждения Бар-Хиллела о возможности полностью автоматизированного машинного перевода, американский специалист по программированию М. Таубе пишет: «Такое заявление ничуть не более научно и не более содержательно, чем утверждение тео-

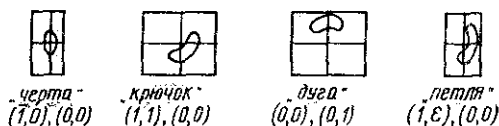


Схема 23 (по М. Изену)

Представление об объединении элементов английского слова дают две нижние схемы. На первой из них изображена последовательность штрихов (элементов) рукописного текста, а на второй изображен результат применения правил сочленения элементов слова globe.

Четырех указанных на схеме элементов практически оказывается достаточно для формализации любого языка с латинским шрифтом, а также кириллицы, древнееврейского, арабского, древнегерманского, армянского языков и даже китайского «травяного письма»

лога, проповедующего, что мир не наступит до тех пор, пока Христос снова не явится на землю».

Это высказывание имеет основания, хотя излишняя эмоциональная окраска суждения не может служить аргументом в научном споре.

Примечательно, что распространенный способ распознавания рукописного текста предполагает предварительное разложение букв на элементы (см. схему 23) — «абстрактные объекты», а затем объединение их по фиксированным в памяти машины правилам. Комбинация этих элементов и дает эквивалент рукописного текста. По данным американской печати, ЦЭВМ пока затрачивает на решение этих задач больше времени, чем человек со средней подготовкой.

Все это говорит об исключительной сложности процессов человеческого восприятия окружающих объектов и должно учитываться не только при конструировании опознающих автоматов, но и инженерной психологией, занимающейся изучением и выработкой рекомендаций о том, как лучше всего в информационном плане обеспечить взаимодействие в системе «человек—машина», рассматривающей широкий комплекс вопросов, начиная от выбора цветового решения производственного интерьера до измерения возможности человека осмысленно воспринимать поступающую от приборов информацию и своевременно производить нужные действия.

С методологической точки зрения при моделировании процесса опознавания, который у человека неотделим от всех остальных психических функций вероятностного характера, допускаются все те же два, тесно между собой связанных упрощения: 1) целостный образ сводится к совокупности дискретных элементов (игнорируется момент непрерывности); 2) с помощью однозначно детерминированных процессов делается попытка воспроизвести указанную стохастическую деятельность мозга.

Отсюда невозможность полного предвидения и математического описания природных стохастических процессов. При таком положении дел важно понимать принципиальные возможности машины, с тем чтобы направлять усилия конструкторской мысли в нужное русло, а не по ложному пути попыток создания вечного двигателя.

На подобные упрощения указывает и один из крупнейших советских специалистов по проблеме распознавания образов М. М. Бонгард. Правильно определив главную трудность моделирования сознания, он пишет: «Программист, который пытался бы шаг за шагом писать программу для думающей машины, очень скоро заметил бы, что он сам не в состоянии проследить, какие обстоятельства, на что и по каким законам должны влиять»³⁰⁹. Это отмечает и американский психолог П. Колерс, по мнению которого воспринимаемая информация перерабатывается не по шаблонным, жестко фиксированным, а творческим программам, зависимым от целого ряда факторов, главным образом внутреннего свойства (концепции, идеи, желания, планы и т. д.). Миф о конечном числе правил переработки информации мозгом, познав которые можно было бы создать «искусственный разум», не имеет под собой научных оснований, выражает ту же мысль Д. Финк.

³⁰⁹ М. М. Бонгард. Проблема узнавания. М., 1967, стр. 7; Распознавание образов. М., 1970, стр. 16; Д. Финк. Вычислительные машины и человеческий разум. М., 1967, стр. 280.

3. Специфика информационных процессов при «вероятностном» моделировании

Как уже отмечалось, классические методы моделирования мыслительной деятельности человека на обычных цифровых машинах не приводят и не могут привести к созданию «искусственного разума». Если 10—15 лет назад с появлением электронно-вычислительных машин с обычным программным управлением господствовало мнение, что прогресс в создании «искусственного разума» упирается только в объем памяти и скорость счета, то сегодня стало ясно, что суть совершенно в другом. Лозунг «дайте нам большую память и большую скорость работы, и мы сделаем думающую машину», по выражению М. М. Бонгарда, оказался «неоплаченным векселем», который выдала кибернетика, ибо на пути решения этой задачи в рамках старого метода возникли непреодолимые трудности принципиального плана³¹⁰.

Классический метод моделирования предполагает предварительное создание четкого, подробного алгоритма, арифметизацию задачи и последующее ее решение на «детерминированном автомате» с конечной памятью. (Термин «детерминированный автомат», употребляемый в технической кибернетике для обозначения машин, отличных от тех, что используют «вероятностные» принципы, берется в кавычки, так как «недетерминированных» явлений в природе не бывает).

Этот метод оказался далеко не лучшим, а зачастую практически и невозможным в силу того, что в целом ряде областей, точнее везде в естественных природных условиях, не представляется возможным учесть все случайности процесса, все заранее предвидеть и расписать (особенно в социально-экономической области, где задачи всегда имеют в этом смысле «плохую структуру»). Каким бы хорошим счетоводом ни была машина, трудность указанного плана оказывается непреодолимой: не помогают ни точность, ни скорость счета.

Не привели к успеху и попытки моделирования отдельных актов поведения животного и человека. Этап создания электронных «лис», «мышей», «черепашек» и других «зверей» историей науки и техники предан забвению в силу явной бесперспективности. В качестве примера ими-

³¹⁰ Проблема узнавания. М., 1967, стр. 8.

тации физиологической и психической деятельности мозга возьмем «образование условного рефлекса» (схема 24)³¹¹.

Подача импульсов тока, имитирующего действие безусловного раздражителя, на вход Н будет всегда, очевидно, вызывать импульсы тока на выходе, ибо порог формального нейрона Т равен 1. При поступлении импульса только на вход К этого не произойдет, поскольку нейрон И имеет порог не 1, а 2. Однако если несколько

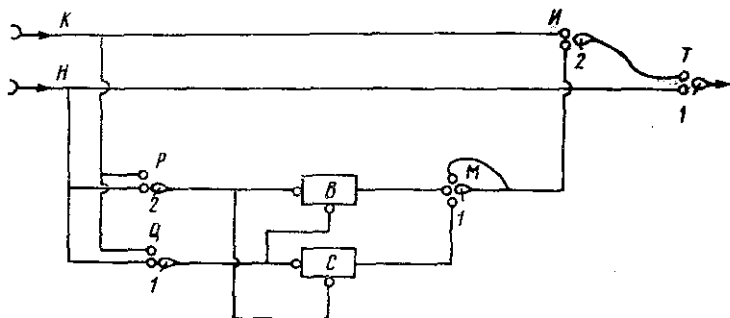


Схема 24

Структурная нервная сеть, моделирующая условный рефлекс (С. Брайнес и др. Нейрокибернетика, стр. 33):

К — вход от «условного раздражителя»; Н — вход от «безусловного раздражителя»; Р, И — нейроны с порогом $n=2$; А, М, Т — нейроны с порогом $n=1$; В, С — накопители «возбуждения» (счетчики импульсов)

раз подкрепить этот импульс посылкой тока на вход Н, то в результате совмещения двух импульсов в нейроне Р счетчик В пропустит импульс к нейрону М и от входа К обеспечит прохождение тока на выход. «Условный рефлекс» выработан: теперь даже поданный со входа импульс К будет беспрепятственно проходить на выход, так как образовался второй путь проведения тока — через счетчик С.

Регулирование зависимости образования «условного рефлекса» от числа подкреплений в этом примере производится путем изменения параметров счетчиков импульсов В и С человеком. Изменение же скорости образования условного рефлекса у человека (и животных) происходит, так сказать, автоматически, путем резкого изменения под действием гормонов синаптической проводимости нейро-

³¹¹ С. Брайнес и др. Нейрокибернетика, стр. 33.

нов мозга (точнее, проводимости их мембран для определенных ионов), в зависимости от ценности воспринимаемой человеком информации, эмоционального состояния организма, окружающей обстановки. Впрочем, отсутствие психического уровня регуляции в технических устройствах обуславливает формальный, механистический характер моделирования любой стороны деятельности животного, в том числе и научения. Положение не меняется и при создании «блоков эмоций».

Метод прямого моделирования умственной деятельности человека путем создания систем из искусственных нейронов тоже не оправдал себя. При моделировании структуры мозга с помощью «формальных» нейронов возможна лишь имитация отдельных сторон психической деятельности (условного рефлекса, эмоций и пр.). При этом «формальный нейрон» (триггер, реле и другие двухстабильные элементы) нервной сети воспроизводит момент дискретности в работе нервной клетки.

Мак-Каллок, например, справедливо отмечает, что нервная сеть способна вычислить любую функцию, которую может вычислить машина Тьюринга с конечной лентой, и в этом смысле подобна ей. Для всякого логического выражения, удовлетворяющего некоторым условиям, пишет он, «можно найти сеть, имеющую описываемое этим выражением поведение»³¹². Однако утверждение Неймана, будто результат Мак-Каллока и Питса «кладет конец» разговорам о невозможности выполнения деятельности и функции нервной системы человека с помощью обычного механизма», просто неверно. Оно игнорирует указанные упрощения.

Допустимые в теории нервных сетей упрощения вынуждены были впоследствии признать и авторы фундаментальных работ по этим проблемам. Во-первых, предполагалось, что нейрон работает сугубо по принципу «все или ничего», тогда как на самом деле работа нервной клетки основана на значительно более сложных закономерностях (наличие различных стадий в работе нейрона, связь с глияльными клетками и пр.)³¹³.

Во-вторых, настоящий нейрон имеет 3—4 тысячи контактов-шипов на аксоне, что дает возможность, по самым скромным подсчетам, в мозгу образовывать 56×10^{12} связей (если дискретная математика здесь может помочь). Структурное различие «формально-

³¹² Автоматы. М., 1956, стр. 362.

³¹³ Бионика сегодня и завтра. М., 1969, стр. 85.

го» и настоящего нейрона ведет к функциональным различиям качественного порядка.

Наконец, логически связанное с первым главное, существенное отличие. Так или иначе нервная сеть рассматривается как жестко детерминированная конструкция, в то время как нейрон и особенно ансамбли нервных клеток мозга имеют вероятностно-статистический характер организации и работы³¹⁴. Вот это главное обстоятельство и не учитывали кибернетики, которые пытались стохастические мозговые процессы воспроизвести с помощью жестко и однозначно детерминированных. Налицо опять-таки огрубление моделируемого природного процесса в силу абсолютизации момента дискретности в нем. В этом заключается особенность всякого технического моделирования природных процессов. Не лишенной оснований представляется в связи с этим мысль Н. А. Бернштейна о том, что период попыток моделирования живого организма в целом изжил себя³¹⁵.

Итак, однозначно детерминированный характер работы нервных сетей обусловлен дискретностью структуры и свойств формального нейрона. Мозгу же человека присущ вероятностный принцип функционирования (который, кстати, объясняет феномен восстановления и компенсации некоторых временно утраченных в результате травм и патологических процессов функций мозга). Кибернетики опять столкнулись с трудностями принципиального плана, важнейшая из которых заключалась в том, что вынужденное упрощение при моделировании нейрона — абсолютизация дискретности в работе нервной клетки в соответствии с принципом «все или ничего» — оказывалось роковым и имитация получалась слишком грубой, чтобы иметь какую-то ощутимую практическую ценность. Исследователи пришли в общем-то к единодушному мнению, справедливо считая «создание машин с разумным поведением слишком трудной целью, чтобы можно было надеяться достигнуть ее, начиная с нуля»³¹⁶. Нейрон оказался интегрирующей системой, значительно более сложной, чем самая совершенная современная электронно-вычислительная машина.

Все это вынудило специалистов перейти с *физиологического на информационный* уровень моделирования мозговой деятельности, вернее возвратиться к нему (на но-

³¹⁴ А. Б. Коган. О принципах организации функциональных систем мозга из нейронных элементов. Сб. «Кибернетические аспекты в изучении работы мозга», стр. 33—34; Мкртчян. Нейроны и нейронные сети. М., 1971, стр. 30.

³¹⁵ А. Напалков и Н. Чичварина. Мозг и кибернетика. М., 1967, стр. 7; В. Д. Моисеев. Центральные идеи и философские основы кибернетики. М., 1965, стр. 322.

³¹⁶ Вычислительные машины и мышление. М., 1967, стр. 20.

вой основе), поскольку «детерминированный автомат», смонтированное на триггерах арифметическое устройство, в частности, моделирует, на наш взгляд, не столько работу нервных клеток головного мозга, сколько умственную операцию счета в целом.

Все эти трудности настолько закалили кибернетиков, а создание «искусственного разума» казалось настолько заманчивой, актуальной и благодарной задачей, что они стали искать новый, значительно более эффективный, чем прежний, метод моделирования умственной деятельности. Появился метод так называемого *эвристического программирования*, который стал усиленно разрабатываться как за рубежом (А. Ньюэллом, Г. Саймоном, Д. Шоу, Э. Файгенбаумом и др.), так и в нашей стране. В чем же заключается его сущность?

Природные процессы имеют стохастический характер, в которых необходимость, по выражению Ф. Энгельса, дополняется случайностью и проявляется через нее. Стало быть, для моделирования такого рода процессов не годятся методы однозначной детерминации. Более того, даже задачи с полностью предсказуемыми событиями (задачи с «хорошей структурой», какие имеются только в искусственной среде), т. е. те, которые в принципе можно *полностью формализовать* и переложить на язык математики, практически не могут быть успешно решены «детерминированными машинами». Классический пример — игра в шахматы.

Перед очередным ходом этой машины оказывается несколько альтернативных решений, каждое из которых в свою очередь ведет к различным тоже альтернативным последствиям (см. схему 25). При выборе хода машина «руководствуется» не только тем, чтобы поставить мат, (конечная площадка), но и достичь промежуточных целей, следование которым обеспечивает сокращение перебора вариантов (обеспечение безопасности короля, контроль над центральными полями, развитие фигур, осада короля противника, передвижение пешек и т. д.).

В принципе такое дерево решений можно проанализировать детально и до конца, выработав в итоге самую оптимальную стратегию из всех возможных. Однако такой метод проб и ошибок, дающий возможность достичь цели, двигаясь по лабиринту решения задачи, оказывается неэффективным, так как требует огромного количества

времени даже в случае использования самых быстродействующих машин современности или обозримого будущего.

С точки зрения лабиринтного подхода шахматы содержат примерно 10^{120} путей, и современная машина со скоростью счета порядка миллиона операций в секунду вынуждена была бы тратить в состязании с опытным

игроком на «обдумывание» каждого очередного хода десятилетия. Такой классический путь решения задачи, очевидно, бесперспективен, особенно если иметь в виду, что быстродействие машин подходит к своему физическому пределу.

По мнению специалистов, при линейных размерах пути прохождения тока в 30 см машина может выполнить в принципе не более 10^8 элементарных актов в секунду, в то время как существуют уже машины со скоростью счета 10^7 таких актов в секунду. Некоторое расширение возможностей даст, по-видимому, применение принципа параллельной работы элементов, обеспечивающее одновременное выполнение большого числа операций и программ. Однако вряд ли это может существенно изменить положение дел³¹⁷.

(исходная
площадка)

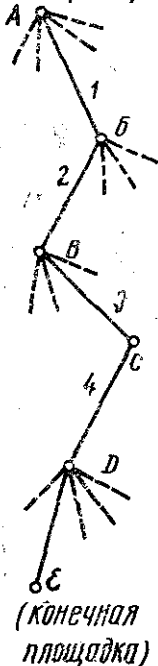


Схема 25

Принципиальная схема «дерева» возможных ходов в шахматной игре (по Э. Файгенбауму и Дж. Фельдману):

1 — ближайшие возможные ходы белых, 2 — возможные ответные ходы черных, 3 — возможные ответные ходы снова белых и т. д. Жирной чертой АБВСДЕ показан итоговый путь в лабиринте

Это означает, что для разумного решения проблемы необходимо резкое улучшение стратегии поиска за счет сокращения ходов и вариантов игры, отсекация заведомо бесперспективных ветвей дерева решения. Подобная оптимизация стратегии поиска может быть осуществлена путем создания сложных многоуровневых программ. При этом программа более высокого уровня, не обеспечиваю-

³¹⁷ Информация и кибернетика. М., 1967, стр. 18.

щая самообучения непосредственно, производит анализ ситуации на предмет выявления наиболее эффективных для решения данной задачи подпрограмм, формируя программы низшего уровня. В случае неэффективности этой программы программа более высокого уровня включает другие блоки программ, формирует новую систему подпрограмм или переделывает старую. Короче говоря, в ходе своеобразного обучения происходит перестройка и перегруппировка программ (методом, например, «подъема по градиенту») в направлении к оптимуму³¹⁸. Таким способом достигается улучшение стратегии поиска, а перспективные, ведущие к выигрышу партии «запоминаются»: происходит в некотором роде самообучение, самооптимизация.

Мало чем отличается от метода «эвристического программирования» другой «вероятностный» метод моделирования сознания — «эволюционное программирование», который нами специально не рассматривается.

Нет сомнения, что этот путь моделирования психической деятельности обеспечивает большее сходство в работе машины с деятельностью мозга, дает лучшие практические результаты, чем старый, классический способ. Нас в данном случае эта проблема интересует с чисто методологической точки зрения. А наиболее существенным в этом плане представляется следующее.

1. Перестройка и перегруппировка программ происходит с использованием *элемента случайности*, что исключено в работе жестко «детерминированного автомата» (за исключением, пожалуй, машин со «случайными переходами»). Истины ради следует отметить, что ценой за эту «вольность» является потеря оптимальности при решении той или иной задачи в силу неполноты предварительного математического анализа проблемы.

2. По-прежнему основным приемом решения задачи остается *метод проб и ошибок*, метод перебора вариантов, что вытекает из самой сути эвристического программирования: делается неполный математический анализ задачи и его результаты используются для последующей организации более эффективного поиска³¹⁹.

³¹⁸ См.: М. Минский. На пути создания искусственного разума. Сб. «Вычислительные машины и мышление», стр. 406.

³¹⁹ Вычислительные машины и мышление, стр. 405.

3. Машина с эвристической программой учится решению каких-то *задач определенного класса*. Налицо довольно узкая специализация.

В связи с этим нельзя не согласиться с А. В. Напалковым в том, что «ни одна из созданных эвристических программ не моделирует мышления вообще или решения всех проблем мозгом человека, она рассчитана только на узкий класс информационных процессов». Больше того, «часто оказывается невозможным точно определить тот класс задач, к решению которых она может быть успешно применима»³²⁰. Моделирование, иначе говоря, осуществляется «наощупь». Не случайно на международном симпозиуме по имитации высших функций мозга (в Суханове) известный специалист по «вероятностному» моделированию профессор Гелернтер заявил, что он прервал работу над программами для доказательства теорем в силу их узкой специализации, не отражающей механизмов мышления при других видах умственной деятельности³²¹.

4. Наконец, последнее (но, пожалуй, первое по важности) характеризующее метод «эвристического программирования» положение касается той главной исходной посылки, которая лежит в его основе, может рассматриваться как исходный принцип. Сторонники этого метода исходят из того, что все сложные психические процессы могут быть предварительно *разложены на дискретные элементы* (квантование), последние промоделированы математически, а затем синтезированы в различных комбинациях. Однако постановка вопроса в таком плане, как уже отмечалось, вызывает самые серьезные возражения. Она является методологически уязвимой в силу того, что процесс мышления, представляющий собой (как и отображаемые им природные процессы) единство прерывного и непрерывного, *не исчерпывается простой суммой дискретных элементов и не сводится к математическому дереву решений*, как склонны считать многие инженеры и математики³²². (Отсюда, кстати, проистекает методологическая ошибка рассматривать человеческую информацию как снятую в результате выбора неопределенность).

³²⁰ Информация и кибернетика. М., 1967, стр. 220.

³²¹ Познание и мышление. М., 1968, стр. 6.

³²² Дж. Пирс. Символы, сигналы, шумы. М., 1967, стр. 137.

В свое время это принципиальное положение диалектического материализма Ф. Энгельс и В. И. Ленин продемонстрировали на примере простейшей формы движения — механического перемещения тел в пространстве (вспомним знаменитые апории Зенона). Движение, каким является и мышление, нельзя выразить, исчерпать совокупностью дискретных моментов. Вот почему метод «эвристического программирования» принципиально не отличается от прежних, классических способов кибернетики, воспроизводящих, как известно, формальнологическую сторону мышления.

К этому следует добавить, что метод альтернативного выбора, дихотомический принцип, олицетворяющий формальнологический способ мышления по принципу «да — нет», метафизичен по своему существу. А он-то и остается «ядром» «эвристического программирования», утверждает И. Минский, в то время как для мышления человека метод дихотомии является далеко не единственным и даже не главным.

В качестве иллюстрации — задача с явно «плохой структурой»: известная головоломка — как построить из 6 спичек четыре треугольника. Решение, как правильно отметил В. Н. Пушкин, состоит в том, чтобы выйти в трехмерное пространство, построить трехгранную пирамиду. В терминах лабиринта подобные творческие задачи непредставимы; однако человек справляется с решением подобных задач сравнительно легко при отсутствии в голове ветвей дерева решения (четкое дерево может быть только в искусственных играх). И вообще метод проб и ошибок имеет в сознании человека не ведущее, а вспомогательное значение. Эвристическая деятельность человека основывается на его опыте, получаемой информации, образе, а также модели потребного будущего — идеальной и динамической по своему характеру цели³²³.

Мышление имеет вероятностный характер, соответствующий отображаемой стохастической действительности. По выражению Неймана, «язык мозга не есть язык математики». Отсутствие математической строгости — это та цена, которую человек платит за эвристическое в полном смысле этого слова мышление, за интуитивные решения. Отсюда и «неопределенность» понятий «сознание», «мышление», обычно так удручающая математика³²⁴.

³²³ См.: В. П. Пушкин. Эвристика — наука о творческом мышлении. М., 1967; В. П. Пушкин. Психология и кибернетика. М., 1971.

³²⁴ А. В. Напалков, Ю. В. Орфеев. Вступительная статья в сб. «Вычислительные машины и мышление». М., 1967, стр. 7.

Творческие мыслительные процессы невозможно точно и до конца выразить с помощью алгоритмов и программ. И хотя эвристическая программа содержит правила и операторы условных переходов, в машинном мышлении содержится только намек на интуицию, которая, как и сознание в целом, имеет вероятностный, хотя и вполне детерминированный, характер.

В связи с этим попытки создать общую теорию эвристического программирования, распространив ее на мозговую деятельность, представляются необоснованными³²⁵. За пределами технической и математической кибернетики эта терминология имеет вполне ощутимый привкус механицизма (например, выражение «списочная организация памяти» того же У. Рейтмана). «Выдвижение целей», «создание планов», «рассмотрение гипотез», «распознавание аналогий» в машинах есть не более, как имитация соответствующей психической деятельности человека. Такое же качественное различие имеется между эвристическими принципами мышления (интуицией) и их имитацией с помощью логических исчислений, что, к сожалению, часто не учитывается.

Такова главная причина, по которой метод эвристического программирования теоретически несостоятелен для решения проблемы воссоздания мышления в его качестве искусственным путем. Разум, таким образом, еще раз доказал свое превосходство перед своими творениями — техническими моделями.

Однако все это ни в коей мере не умаляет практического значения эвристического программирования, необходимости его дальнейшего развития на базе совершенствования математических методов, но лишь способствует реальной оценке возможностей этого метода, правильной ориентации научной общественности в методологических аспектах проблемы.

Большой вклад в разработку методов программирования внесли советские ученые А. Бонгард, А. Кронрод и др. Дуэль советских и американских шахматных программ 1967 г. выявила преимущество советской программы. Метод эвристического программирования и в экономике позволяет осуществлять более оптимальное планирование, чем при использовании только обычного арсенала математических средств для количественного анализа моделируемых явлений (линейное и динамическое программирование, теория игр. и т. п. теории «математической кибернетики»).

³²⁵ У. Рейтман. Познавание и мышление, М., 1968, стр. 5; О. Ф. Серебрянников. Эвристические принципы и логические исчисления. М., 1970.

4. Количество информации и энтропия

Освещение проблем теории информации, анализ понятия информации в частности, часто начинают с количественной характеристики последней, с изложения современной математической теории информации. Такой подход нам представляется несостоятельным ни в методическом, ни в методологическом отношении. Еще Гегель указывал на необходимость начинать любое научное исследование с выяснения качественной стороны изучаемого объекта как наиболее важной и определяющей. Количество всегда беднее качества, и путь изучения должен, по Гегелю, осуществляться в направлении «качество — количество — мера»³²⁶. Маркс в «Капитале» свое исследование тоже начинал с анализа качественных отношений стоимости, в то время как до него в политической экономии ограничивались изучением количественных характеристик меновых отношений. Наконец, В. И. Ленин в «Философских тетрадах» обращает внимание на то, что всякий анализ начинается с ощущений, в которых дано и качество³²⁷.

Все это свидетельствует в пользу того, что к характеристике количественной стороны информации следует приступать после выяснения качественных особенностей различных видов информации.

Современный математический аппарат, основанный на использовании теории вероятностей, пригоден лишь для вычисления количества дискретной (селективной) информации в технике, т. е. такой свободной информации, которая в естественной природе не встречается. Свободная же информация биологического и социального вида всегда представляет собой, как уже отмечалось, единство прерывного и непрерывного. Вспомним хотя бы информацию, которая кодируется в рецепторах и передается по нерву: качество раздражителя кодируется формой импульса, а количество — числом импульсов в залпе.

Дискретная информация в процессе передачи по техническим каналам связи перекодируется, т. е. переводится в систему сигналов иной физической модальности. Закономерно встает вопрос о ее количественном определении, о пропускной способности каналов связи в зависимости от системы кодирования информации, т. е. от кода. Эти имеющие большое не только теоретическое, но и практическое значение вопросы в общем виде нашли свое

³²⁶ Г. Гегель. Соч., т. V, М., 1937, стр. 201.

³²⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 301.

решение в трудах американского инженера К. Шеннона, нашедшего формулу для определения меры количества информации и пропускной способности технического канала связи. Для количественной характеристики какой информации пригоден этот математический аппарат?

Количественная оценка селективной информации основана на выяснении вероятности возможных исходов. «За единицу количества информации, — пишет Н. Винер, — принимается количество информации, передаваемое при выборе равновероятных альтернатив»³²⁸. В этом случае вероятность, очевидно, равна $1/2$, и один бит информации (см. А на схеме 21) будет равен $\log_2 2$, ибо при отсутствии выбора, т. е. при 100% вероятности последующего сигнала селективной информации, приемник никакой информации не получает: исход известен заранее, и всякая неопределенность отсутствует, $\log_2 1 = 0$.

В случае 4 возможных исходов степень неопределенности соответственно будет равна $\log_2 4 = 2$. В общем случае для K равновероятных исходов (например, при бросании кости с K совершенно одинаковыми по площади и форме гранями, изготовленной к тому же из совершенно однородного материала) неопределенность предсказания исходов опыта может быть определена как $\log_2 K$.

Очевидно, что вероятность выпадения каждой грани в нашем примере обратно пропорциональна количеству граней $P = \frac{1}{K}$, а математическая неопределенность исхо-

дов опыта с увеличением их числа возрастает³²⁹. Стало быть, количество информации, точнее снимаемая результатом опыта неопределенность, должна быть представлена формулой $H = \frac{\log_2 K}{K} = P \log_2 \frac{1}{P} = -P \log_2 P$. Эта формула в теории вероятностей известна как формула Хартли.

Речь все время идет о количественной (частотной) вероятности. В силу этого неправомерно распространять все то, что присуще дискретной информации в технике, на другие виды информации. Например, понимание инфор-

³²⁸ Н. Винер. Кибернетика. М., 1958, стр. 23.

³²⁹ См.: А. Н. Курчи́ков. Категория неопределенности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора философских наук. М., 1970.

мации как того, что ликвидирует неопределенность в результате выбора, справедливо для селективной информации, но «не работает» в случае социального вида информации. Как известно, с получением новой информации, знаний неопределенность часто не только не уменьшается, но, наоборот, увеличивается. Например, чем больше круг наших знаний, тем больше точек соприкосновения этих знаний с еще непознанным. Это признают

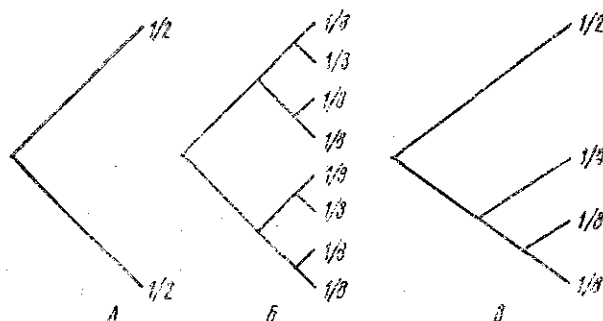


Схема 26

Схематическое изображение равных и неравных вероятностей (по К. Шеннону).

Выбор, оцениваемый в 1 бит информации, можно сравнить с выпадением герба или решетки при бросании монеты (см. А).

даже те, кто склонен рассматривать всякую информацию как снятую неопределенность³³⁰.

На практике чаще всего имеют дело с *разновероятными возможными исходами* (даже при передаче сообщений в кодовой системе Морзе). Поэтому приходится довольствоваться усредненным значением, мерой количества информации.

При M всех возможных исходов с заданными вероятностями $P_1, P_2 \dots P_K$, составляющими в сумме 1, эта мера может быть определена как $H = -(P_1 \log_2 P_1 + P_2 \log_2 P_2 + \dots + P_K \log_2 P_K) = -\sum_{i=1}^K P_i \log_2 P_i$ (1), где

$P_1 = \frac{n_1}{M}, P_2 = \frac{n_2}{M}, \dots P_K = \frac{n_K}{M}$ и $M = n_1 + n_2 + \dots n_K = 1$.

³³⁰ В. Д. Моисеев. Центральные идеи и философские основы кибернетики. М., 1965, стр. 154.

Итак, для определения количества информации в подобных случаях приходится на основе результатов прошлого опыта предварительно составлять таблицу вероятностей, где была бы отражена частотная вероятность исходов каждого вида по отношению ко всем возможным. Информация рассматривается при этом не как знание, передаваемое людьми, а как определенное последовательное сочетание элементарных сигналов, символов, знаков (по К. Шеннону). Усредненное значение меры количества информации используется в инженерных расчетах для определения более или менее оптимального кода и условий передачи дискретной информации по техническому каналу связи с конкретными параметрами.

Зная ширину полосы пропускания B и отношение мощности сигнала P_s к мощности помех P_n , легко определить пропускную способность технического канала связи: $C = B \log_2 \frac{P_s + P_n}{P_n}$. Так, пропускная способность обычного телефонного канала, имеющего полосу пропускания 3100 гц, а отношение «сигнал/помеха» — 100000, равна $3100 \log_2 100000 \approx 50000$ бит/сек.

Отметим ограничения, связанные с использованием основной формулы Шеннона (1).

1. Эта формула является результатом применения теории вероятностей к решению задач в области технической связи и способствует нахождению оптимальных условий работы канала связи на основе использования заданной или найденной опытным путем таблицы вероятностей. Существенно, что математическая теория информации основана на дискретности информации, которая «должна находиться в связи с понятием выбора из множества возможных сообщений»³⁹¹. В этом ее узость и ограниченность.

2. Формула применима для количественной характеристики только свободной информации в технике (при соблюдении вышеуказанных условий, разумеется) и имеет чисто прикладное значение. В силу этого надежды на то, что благодаря теории информации «мы сможем точно определить, какое количество информации содержится в законах специальной теории относительности, общей

³⁹¹ К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике, стр. 405.

теории относительности, в квантовой теории и т. д.»³³², представляются необоснованными.

3. Определяется, строго говоря, не количество информации, а мера неопределенности следования очередного атомарного сигнала, зависящая от разнообразия элементарных сигналов того или иного кода (введение формулы для определения «относительной негэнтропии», которая могла бы выражать прагматический аспект получаемой информации, а также непрерывность последней, в принципе ничего не меняет, поскольку связано с вынужденным упрощением). В рамках современной математической теории информации осуществляется, стало быть, количественное определение кодового обозначения, сигналов, а не закодированной в них социальной информации.

Совпадение формулы (1) Шеннона с формулой термодинамической энтропии, введенной Больцманом, есть результат применения в обоих случаях одного и того же статистико-вероятностного метода. В литературе господствует мнение, что противоположность знаков сравниваемых формул указывает на взаимоисключающую направленность описываемых этими формулами процессов, один из которых совершается в замкнутой системе и связан, согласно второму началу термодинамики, с переходом к наиболее вероятному состоянию, второй же предполагает возрастание упорядоченности и организованности объектов и воздействий.

Понятие термодинамической энтропии имеет иной смысл, чем понятие «энтропия информации». Первое используется для характеристики энергетических процессов чисто физического плана, второе же имеет отношение только к информационным явлениям, указывая на степень неопределенности следования атомарных сигналов. Целесообразная упорядоченность связанной и свободной информации, по мнению Ю. П. Петрова, никакого отношения к указанным формулам не имеет, хотя стохастический характер природной среды, наличие шумов так или иначе ведут к возрастанию энтропии кибернетической системы и ее упорядоченных, информационных воздействий. Такая точка зрения требует пристального внимания³³³.

Возрастание термодинамической энтропии в замкнутых системах означает однонаправленность превращения

³³² А. Д. Урсул. Природа информации, стр. 162.

³³³ «Природа», 1970, № 2, стр. 71. Ко Вселенной в целом второе начало термодинамики неприменимо. См. послесловие редакторов в кн: Л. А. Петрушенко. Самодвижение материи в свете кибернетики. М., 1971, стр. 275.

всех видов энергии в тепловую, обесценение энергии в силу рассеивания последней в виде тепла. С точки зрения диалектического материализма этот принцип неприменим ко всей Вселенной, так как в противном случае противоречил бы закону превращения и сохранения энергии в его качественном выражении, согласно которому природа никогда не теряет способности к образованию систем высших форм движения материи, включая мыслящую материю — мозг. Критикуя теорию «тепловой смерти Вселенной», Ф. Энгельс выразил уверенность в том, что естествознание в будущем покажет, «каким образом излученная в мировое пространство теплота становится снова *используемой*»³³⁴. В настоящее время установлено, что наряду с остыванием звезд происходит противоположный процесс образования новых звезд.

Что касается кибернетических систем, то противодействующее возрастанию дезорганизации управление и регулирование в них осуществляются на макроуровне. Кстати, замкнутыми их следует считать лишь в некотором отношении, поскольку из окружающей среды они получают вещество, энергию и информацию.

Итак, *понятие энтропии* претерпело значительную трансформацию в содержании и объеме. В результате этот термин стал характеризовать не только термодинамические процессы, но и информационные явления, в частности биологическую организацию, означая деструкцию органоидов клетки, нарушение связанной информации внутриклеточных структур.

Обобщение понятия энтропии, вернее смешение различных смысловых оттенков этого термина, послужило причиной неоправданных попыток дать полноценную количественную характеристику всякой энтропии и информации, объявив негэнтропийность принципом информации вообще. Действительно, информация имеет антиэнтропийный характер, но назвать информацию негэнтропийной значит игнорировать тот факт, что формула (1) принципиально не подходит для количественного определения, например, семантической информации. Как уже отмечалось, она достаточна для характеристики селективной информации, и то только в тех случаях, когда вероятности отдельных исходов обладают устойчивостью, могут быть определены математически на основе прошлых опы-

³³⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 599.

тов, когда соблюдается принцип дихотомии, совсем не обязательный в случаях деятельности мозга³³⁵.

Любопытно в связи с этим суждение одного из зарубежных специалистов по проблемам информации Л. Бриллюэна, который признает, что мы определяем информацию как нечто отличное от знания, для которого у нас нет количественной меры.

Некорректность выражения «негэнтропийный принцип информации» очевидна, если учесть, что в технической кибернетике термин «энтропия» часто употребляется в смысле математической оценки информации (в выражении «энтропия информации» у Шеннона, например). Существующий математический аппарат никак не учитывает значимости, ценности и в этом смысле количества информации в нетехнических сферах, что фактически признает даже Л. Бриллюэн, склонный «негэнтропийный принцип информации» считать в теории информации главным. Ценность, смысл информации, вынужден огорчить он, «...игнорируется в настоящей теории...» «Когда мы дойдем до проблем ценности,— продолжает он противоречить самому себе,— то мы начнем уже вторгаться на территорию, принадлежащую философии»³³⁶. Характерно, что и у основоположника математической теории информации К. Шеннона тоже встречаем недвусмысленные замечания относительно того, что «...поиск путей применения (математической.— Н. Ж.) теории информации в других областях не сводится к тривиальному переносу терминов из одной области науки в другую»³³⁷.

Итак, важно различать *два разных смысла* понятий «вероятность», «энтропия» и «количество информации». В узком смысле они имеют отношение лишь к современной теории вероятностей и характеризуют с количественной стороны отдельные простейшие случаи передачи информации в технике связи. В широком же, собственно научном смысле они используются для характеристики обширного класса явлений. Смещение объема и смысла этих понятий — одна из причин той путаницы, которая еще имеет место в кибернетической литературе.

Невозможность с помощью современной количественной (точнее шиноновской) теории, которая является «главой» математической теории вероятностей, учесть содержательную сторону информационных явлений в живой природе и обществе вовсе не означает, что она совершенно бесполезна в этих областях³³⁸. Как уже отмечалось

³³⁵ Б. Ф. Ломов. Человек и техника. Л., 1963, стр. 110.

³³⁶ Л. Бриллюэн. Наука и теория информации, стр. 16.

³³⁷ См.: К. Шеннон, Бандвагон. В кн: Работы по теории информации и кибернетике.

³³⁸ Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. М., 1962, стр. 457; С. Кульбак. Теория информации и кибернетика. М., 1967, стр. 7.

на примере количественного определения связанной биологической информации (в случае равновероятности структур), она способствует более глубокому познанию информационных явлений в живой природе и моделированию последних в технике.

Особенно ограничен такой подход, когда речь идет об общественных явлениях, социальной информации. Так, по данным этой математической теории, «пропускная способность» мозга человека составляет 50 бит/сек, ЦЭВМ — 10^5 ³³⁹. Но ведь очевидно, что два различных сообщения с одинаковым числом знаков, букв, с одинаковым количеством бит информации могут нести совершенно разный объем информации, иметь разную для человека ценность, значение (к примеру, сообщение о новейших парижских модах и о выходе первого человека в Космос).

С позиций математической теории информации проводятся работы и в области лингвистики. Усредненное количество информации, несомое каждой буквой (в русском языке оно равно $\log_2 32 = 5$ битам) и отдельным словом, важно, например, для организации автоматического (машинного) перевода, создания оптимального варианта «машинного языка», при языковой реформе и пр. Кстати, количественная оценка такого рода представляет известный теоретический интерес и в плане выявления специфики человеческой информации. Исследования в этой области позволили, в частности, подтвердить тот факт, что большая «избыточность информации» в поэзии связана с ее значительной эмоциональной окраской. (Работы эти проводились в статистической лаборатории под руководством академика А. А. Колмогорова, усовершенствовавшего методику К. Шеннона по определению «избыточности информации» и статистических связей в языке). Вот почему такой количественный подход совершенно недостаточен для выявления количества, объема, ценности семантической информации. Как правильно заметил академик А. Н. Колмогоров, никакого реального смысла нет говорить о «количестве информации, содержащейся в тексте «Войны и мира»³⁴⁰.

Недостаточность современного математического аппарата теории информации для определения количества семантической информации хорошо видна на примере неудачных попыток некоторых логиков *вычислить информацию, содержащуюся в понятиях*³⁴¹.

Более реалистичен подход к количественному определению прагматического аспекта социальной информации, осуществляемый Ю. А. Шрейдером. Он исходит из того, что информация — то новое,

³³⁹ И. М. Яглом. Теория информации. М., 1961, стр. 33.

³⁴⁰ Проблемы передачи информации. М., 1965, т. 1, вып. 1, стр. 3.

³⁴¹ Е. К. Войшвилло. Понятие как форма мышления. «Вопросы философии», 1969, № 8, стр. 35; Ю. А. Шрейдер. Об одной модели семантической информации. В сб. «Проблемы кибернетики». М., 1965.

что дополняет прежний имеющийся запас знаний (тезаурус, словник). Однако опять-таки количественное определение информации в этом случае на современном этапе развития науки — дело, на наш взгляд, безнадежное, так как при этом вынужденно абсолютизируется момент дискретности семантической информации.

Для характеристики связанной информации биологических и других систем организованной природы иногда используются нестатистические математические методы (топологический, комбинаторный, алгоритмический). Однако следует напомнить, что невероятностный подход применим лишь в случаях равновероятности расположения структурных элементов³⁴² и совершенно неправомерен для исследования неорганических объектов, где он создает только видимость решения проблемы. По этой же причине несостоятельны попытки Карнапа и Бар-Хиллела количественно определить семантическую информацию на основе результатов индуктивной (вероятностной) логики, когда «количество информации высказывания» характеризуется как отрицательный логарифм его меры. Как уже отмечалось, даже в живой природе в случае отсутствия равновероятности структур такие расчеты не имеют смысла. К сожалению, предпринимаемые некоторыми учеными попытки использовать математические невероятностные методы в области неорганической природы (например, в химии — Н. Рашевским, в биофизике — М. В. Волькенштейном) ошибочно истолковываются как доказательство превращения понятия информации во всеобщую категорию и *вывода теории информации за пределы кибернетики*³⁴³. В этом случае качественная теория информации фактически сводится к современной математической теории информации.

То обстоятельство, что теория вероятностей применяется не только для характеристики кибернетических систем, служит одной из причин неправомерного выведения теории информации за пределы кибернетики. Вначале заявляют о том, что теоремы шенноновской математической теории работают в области наук о неживой естественной природе. После отождествления математической теории информации с общей теорией информации выносят последнюю за пределы кибернетики и объявляют ее всеоб-

³⁴² Ю. А. Шрейдер. Об одной модели семантической теории информации. «Проблемы кибернетики». М., 1965.

³⁴³ Молекулы и жизнь. Введение в молекулярную биофизику. М., 1965, стр. 39.

щей теорией. Незаметное и безобидное на первый взгляд смешение теорий и понятий приводит к большим издержкам в науке, к отрицательным последствиям — к превращению теории информации в ранг всеобщей методологии.

Эти примеры и факты подтверждают важное в методологическом отношении положение о недостаточности, ограниченности современного математического аппарата теории информации для характеристики информации в живой природе, а тем более в обществе. Это положение сегодня признается многими учеными. В свое время А. Н. Колмогоров справедливо заметил, что «...теория информации находится в еще начальной стадии своего развития. Весьма вероятно, что при дальнейшем ее развитии увлечение, господствующее сейчас, сводить все вопросы к подсчету количества информации сменится поисками путей более полной математической характеристики различных видов информации, не игнорируя полностью их качественного своеобразия»³⁴⁴.

Количественная оценка социальной информации, воспринимаемой и вырабатываемой мозгом человека, требует принципиально иных подходов, иного, более сложного математического аппарата (в этом направлении пока что отыскиваются лишь соответствующие подходы и приемлемые способы). Учет этого методологически важного положения избавит от заранее обреченных на неудачу попытки вычислить содержательную сторону человеческой информации, ее ценность с помощью существующего математического аппарата³⁴⁵. Отсутствие методологической четкости в этом ведет к ошибочному отождествлению количества информации и информации, количества информации и ее ценности, к смешению и смещению этих понятий³⁴⁶.

Итак, информация в «искусственной природе» имеет своим «первоисточником» деятельность человека³⁴⁷. Эти

³⁴⁴ А. Н. Колмогоров. О передаче информации. Сессия АН СССР по научным проблемам автоматизации производства, т. 1. М., 1956.

³⁴⁵ А. А. Харкевич. О ценности информации. «Проблемы кибернетики», 1960, № 4; Кибернетику на службу коммунизму, т. 3, стр. 275—293.

³⁴⁶ С. Гольдман. Теория информации. М., 1957; Л. Бриллюэн. Наука и теория информации; Электроника и кибернетика в биологии и медицине, стр. 175.

³⁴⁷ Ф. Энгельс. Диалектика природы, стр. 141.

информационные процессы в технике представляют собой упрощенную модель, имитацию того, что наблюдается в живой природе и обществе. Если в энергетических устройствах и аналоговых машинах осуществляется передача информации *непрерывного вида*, то в цифровых автоматах используется *дискретная* информация: в технической сфере свободная информация бывает непрерывной или дискретной. Это объясняется тем, что математический язык выражает или момент непрерывности, или (чаще всего) момент дискретности изучаемых объектов (Э. Кольман) ³⁴⁸.

Такая особенность информационных явлений в технике неизменно ведет в общем-то к *однозначной детерминации* в работе даже таких машин, которые используют «эвристические», «вероятностные» методы моделирования мышления, поскольку абсолютизация момента дискретности моделируемого явления исключает подлинную стохастичность информационных процессов в технике. (О причинах и последствиях часто наблюдаемого переноса «дискретно-математического» стиля мышления в область биологических и социальных наук будет сказано в заключении).

С дискретностью свободной информации в технике неизменно связана трактовка ее количества как *снятой в результате выбора неопределенности*, что совершенно не характерно для свободной информации в системах естественной природы. Отсюда попытки использовать современный математический аппарат теории информации для определения количества биологической и ценности социальной информации могут привести к «кибернетическому» механизму. Семантическая информация не сводима к селективной, дискретной информации, сознание не есть совокупность дискретных «атомов»; как и всякий процесс в природе, мышление есть единство прерывного и непрерывного.

Конкретное по своему характеру мышление с помощью математической логики принципиально невоспроизводимо. Трудность математического моделирования и заключается в том, что любое исследуемое конкретное явление *полностью математически можно было бы описать* лишь бесконечным числом уравнений и множеств,

³⁴⁸ См.: Философия и естествознание. М., 1965, стр. 216.

ибо оно связано с бесчисленным количеством объектов действительности. К тому же практически невозможно *заранее учесть все случайности* стохастической среды, моделируемые математикой естественные процессы никогда не бывают жестко детерминированными, следовательно, для них нельзя построить точную математическую модель ³⁴⁹.

Важно различать *два смысла* понятий вероятности, энтропии, количества информации (соответственно качественную, общую и количественную, математическую теории информации). В первом, узком смысле эти понятия используются для характеристики передаваемой в технике связи информации, в то время как во втором, более широком смысле они распространяются на все организованные системы. Отождествление и смешение этих понятий ведет к издержкам в теории и опосредованно—в практике создания и эксплуатации кибернетической техники.

³⁴⁹ Р. Ли. Оптимальные оценки, определение характеристик и управление. М., 1966, стр. 12.

ПОНЯТИЕ «ИНФОРМАЦИЯ» И ОСНОВНОЙ ВОПРОС ФИЛОСОФИИ

Как уже отмечалось, анализ любого объекта науки или фрагмента действительности должен осуществляться с позиций всеобщих, философских понятий и предельно широких представлений. Иными словами, оперирование категориями частных наук при изучении того или иного вопроса нельзя осуществить иначе, как с использованием категориального аппарата философской науки.

Ф. Энгельс неоднократно отмечал, например, что без употребления логических категорий, философских понятий мышление невозможно. «Естествоиспытатели,—писал он,—воображают, что они освобождаются от философии, когда игнорируют или бранят ее. Но так как они без мышления не могут двинуться ни на шаг, для мышления же необходимы логические категории..., то в итоге они все-таки оказываются в подчинении у философии»³⁵⁰.

В. И. Ленин, указывая на методологическое и логическое значение категориального аппарата материалистической диалектики, необходимость в решении частных вопросов руководствоваться общеполософскими понятиями и положениями, писал: «Кто берется за частные вопросы без предварительного решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу бессознательно для себя «натыкаться» на эти общие вопросы»³⁵¹.

Примечательно, что к признанию этого вынужден был прийти в свое время всемирно известный физик А. Эйнштейн. Наука без теории познания (насколько это вообще мыслимо) становится, писал он, примитивной и путанной.

Теория, как известно, выступает одновременно и методом получения новых знаний. Метод есть резюме теории, сама теория, обращенная к практике дальнейших научных исследований. Гегель эту мысль выразил так: «Ме-

³⁵⁰ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 524.

³⁵¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 15, стр. 368.

... сознание формы внутреннего самодвижения содержания»³⁵². Философские категории выступают подлинными узлами постоянно развивающейся категориальной «сети», которая в процессе познания как бы «накладывается» на изучаемый объект.

Диалектический метод имплицитно содержит в себе весь понятийный аппарат философской науки, который определенным образом «кодируется» в мозгу человека, формируясь в ходе онтогенеза духа. А поскольку мышление имеет категориальный характер, постольку можно согласиться с положением Гегеля, согласно которому любая частная наука является в определенном смысле «прикладной логикой»³⁵³. Отдельные ошибки логико-методологического характера, которые имели место в работах некоторых естествоиспытателей и философов, стоящих на позициях диалектического материализма, не дают оснований сомневаться в методологической и логической роли философской науки. Другое дело, что проблемы естествознания невозможно решить без использования категорий самой частной науки, что общеполитические понятия могут и должны использоваться в единстве с ними, так сказать, просвечиваясь через них³⁵⁴. Но недооценивать методологическую и логическую роль материалистической диалектики — значит искусственно тормозить развитие науки. В связи с этим утверждения, будто логический анализ естественнонаучных понятий и проблем есть возрождение натурфилософии, не кажутся убедительными³⁵⁵. Они перекликаются с позитивистскими идеями, ведущими в итоге к разрыву науки как целостной системы знаний. Этот разрыв хорошо виден, например, в утверждении современного позитивиста П. Киршенманна, по мнению которого анализ понятия информации должен производиться в пределах категориального аппарата самой кибернетики, без использования философских категорий, «неточных терминов теории отражения»³⁵⁶.

³⁵² Гегель. Соч., т. V. М.—Л., 1937, стр. 34.

³⁵³ Гегель. Соч., т. IV. М.—Л., 1939, стр. 221.

³⁵⁴ Категории диалектики и методология современной науки. Воронеж, 1970, стр. 7.

³⁵⁵ См.: И. Л. Юрова. Об отношении марксистско-ленинской философии к естествознанию. М., 1970, стр. 7.

³⁵⁶ P. Kirschmann. Problems of Information in Dialectical Materialism. «Studies in Soviet Thought». Dordrecht, 1968, vol. 8, № 2—3.

1. Определение понятия информации

Сложность и многоплановость понятия «информация» объясняет тот широкий диапазон (подчас взаимно отрицающих друг друга) определений, которые даются ему в литературе. Уяснение общности и различий между типами и видами информации поможет правильно сориентироваться в море информации и дезинформации об информации и, минуя острова и рифы заблуждений, двигаться к берегу истины. Думается, что важнейшей задачей при определении информации является поиск того критерия, который дает возможность отличать информацию от структуры вообще, присущей всем без исключения системам — объектам действительности и их воздействиям.

Согласно весьма распространенным в научной литературе взглядам, структура представляет собой способ взаимосвязи элементов целостной системы, ее инвариант. Структурой обладают все целостные образования независимо от того, являются они духовными или материальными, относятся к сфере неорганической или органической природы, суть естественные или искусственные образования. Структура обуславливает целостность системы, ее интегративный характер, неаддитивность свойств по отношению к составляющим ее элементам, когда существенное изменение в одном элементе вызывает изменение системы в целом ³⁵⁷.

Структура не всякой целостной системы является информацией. Молекула, например, есть, вне всякого сомнения, интегративная, целостная система, свойства которой не сводятся к свойствам составляющих ее элементов. Однако представляется достаточно очевидным, что структуру молекулы нельзя еще считать информацией (в отличие от знания о ней). Необходимо, чтобы объект принадлежал организованной природе. Каков же в таком случае наиболее существенный признак, характеризующий информацию? Таким признаком является целесообразность. Именно она позволяет отличать системы организованной природы от систем и объектов неживой естественной природы. Свободная и связанная информация — это не структура вообще, а *целесообразно упорядоченная структура*. Целесообразную упорядоченность обычно нетрудно

обнаружить. Напомним, что в обществе и технике она опосредована деятельностью человека, в живой же природе целесообразность относительна и является результатом действия естественного отбора.

Что касается *актуальной информации*, то она есть функциональное свойство кибернетических систем, информационный процесс. Это особое свойство выступает как *способность кибернетической системы воспринимать, перерабатывать, хранить и использовать информацию*, полученную преимущественно из окружающей среды, для управления и регулирования. Отличительная черта функционального свойства заключается в том, что при отсутствии деятельности системы его нет. Как уже отмечалось, при отсутствии притока информации мозг перестает функционировать, засыпает. Этот факт — одно из свидетельств в пользу того, что связанная информация предполагает свободную (и наоборот), так что вне информационно-регулятивных процессов об информации можно говорить только как о чем-то потенциально возможном. «Информация, — справедливо замечает Е. А. Чернов, — возникает в процессе управления, т. е. в процессе приспособления к внешнему миру»³⁵⁸. И это не теоретический постулат, а факт, который можно наблюдать в случае деятельности любой кибернетической системы. Вспомним, например, что до выработки условного рефлекса индифферентный раздражитель практически не несет животному информации, тогда как после образования условной нервной связи приобретает сигнальный характер.

Подобные факты, показывающие несостоятельность «атрибутивной» концепции информации, приводились нами из всех трех областей *организованной природы*. Все они говорят о том, что возможность использования свободной информации, а зачастую и ее наличие зависят от приемника информации, от объема и характера связанной информации отражающей кибернетической системы.

Актуальная информация есть разрываемое лишь мысленно органическое единство связанной и свободной информации — сходное, но не тождественное сознанию функциональное свойство, внутреннее состояние кибернетической системы, *целесообразно упорядоченное отражение*. Причем на разных стадиях процесса отражения информация неодинакова. Так, независимо от природы

³⁵⁸ Е. А. Чернов. Философские проблемы кибернетики. Куйбышев, 1969, стр. 52.

кибернетической системы на стадии отображения осуществляется активация, считывание части связанной информации, тогда как на остальных — передача свободной информации как таковой, целесообразно упорядоченной структуры прямых и ответных воздействий. Последняя принципиально отличается от обычных внешних воздействий, которые в соответствии со своей организацией упорядочивает сама отражающая кибернетическая система, формируя собственно информацию. Как это делается человеком, пытался показать еще Кант. Однако метафизическое и идеалистическое толкование принципа априоризма и агностицизм лишили его возможности правильно решить этот вопрос.

В кибернетической литературе неизменно фигурирует термин «организация». И это не случайно. Целесообразная упорядоченность и организация — два близких по смыслу понятия, характеризующие особенность всех без исключения информационных процессов, их отличие от структуры объектов и соответствующих воздействий неживой естественной природы³⁵⁹. Подобно тому как в физике энергия является мерой движения, так информация выступает мерой организации (Н. Винер, как известно, рассматривал кибернетику в качестве теории организации). В связи с этим нам кажется неправомерным отождествление организации со структурой³⁶⁰. Организация — это скорее характеристика системы, способной к достижению целесообразного эффекта, степень упорядоченности кибернетической системы — объекта организованной природы³⁶¹. Организация присуща не только обладающей связанной информацией кибернетической системе, но и свободной информации, поскольку та тоже целесообразно упорядочена. Таким образом, «организация» органически связана с двумя другими характерными для кибернетических систем особенностями — «целесообразностью» их структуры и «функцией», обеспечивающими достижение целесообразного эффекта. Эти три понятия можно рассматривать как категории кибернетики.

³⁵⁹ Принципы самоорганизации. М., 1966, стр. 316.

³⁶⁰ Л. Н. Петрушенко. Принцип обратной связи. М., 1967, стр. 7, 26.

³⁶¹ Г. Кастлер. Возникновение биологической организации. М., 1967.

С понятием информации тесно связано понятие «шум». Впрочем, сказать, что они являются взаимодополняющими — значит сказать нечто банальное. Важно другое — согласовать это с тем, что информация и управление образуют пару категорий, а также ответить на вопрос о причинах возникновения шума.

«Троичность» понятий *управления, информации и шума* не нарушает парности категорий «информация» и «шум», «управление» и «информация» и перестает казаться необычной, как только обратимся к таким категориям, как «необходимость» и «случайность», «необходимость» и «свобода», «возможность» и «действительность», «возможное» и «невозможное».

Значительно более сложным оказывается вопрос о природе шума. Диалектика соотношения информации и шума такова, что шум может выступать в качестве информации, а информация стать шумом. Как отмечал еще К. Шеннон, шум для техника связи может стать на время информацией, а само содержание передаваемого сообщения — шумом, отвлекающими внимание досадными помехами. Причем такого рода ситуация не ограничивается сферой техники.

Что же является причиной шума при передаче свободной информации от приемника к потребителю? (Дезорганизация определенной степени, возрастание энтропии может иметь место, конечно, и в самой организованной системе, в ее связанной информации).

Ответ на этот вопрос заключен в том, что на предметы действуют не изолированные объекты, кибернетической системой воспринимается не одно, а сразу несколько, в том числе и «посторонних», воздействий. Задача приемника в том и состоит, чтобы из спектра всех воздействий воспринять только необходимое для нормального функционирования системы (к сожалению, достичь этого полностью почти никогда не удастся). При восприятии биологической и социальной информации дело усложняется еще и тем, что соотношение между информацией и шумом меняется в зависимости от подготовки, потребностей отображающей кибернетической системы.

Итак, в суждениях о природе информации мы исходим из ее целесообразного характера. Не случайно достижению целесообразного эффекта, своеобразному активному уравниванию системы со средой подчинено управле-

ние по принципу обратной связи. Такое приспособление возможно только при наличии определенного уровня организации систем и получения ими соответствующей информации извне. Эти и другие кибернетические категории образуют, по выражению Г. Клауса, своеобразное «понятийное поле», кибернетический образ мышления, абсолютизация которого обычно приносит горькие плоды и дает повод для справедливых упреков его сторонников в механицизме и упрощенчестве.

Анализ понятия информации осложняется некоторыми важными нюансами, которые требуют дополнительных разъяснений.

Во-первых, с позиций толкования актуальной информации как функционального явления как будто неправомерно говорить о связанной информации неработающего технического устройства (или какого-то сооружения искусственной природы), а также о наличии «мертвой» информации в неиспользуемых в данный момент книгах, документах, перфолентах, перфокартах и других носителях духовной культуры.

Человеку, не владеющему языком, на котором составлен текст, заключенная в нем информация недоступна, между тем социальная информация там наличествует. Объяснение этого мнимого противоречия заключается в том, что указанная «мертвая» информация выработана ранее, отличается своей целесообразной упорядоченностью от информационных возможностей («потенциальной информации») всех объектов неживой естественной природы и соответствующих им воздействий (сектор Б и В на схеме). К тому же использование «мертвой» информации какой-то вполне определенной кибернетической системой впоследствии предполагается.

Объекты и воздействия (соответственно вещи, свойства, отношения) неживой естественной природы представляют собой возможность формирования собственно информации. Воздействия окружающей абиотической среды упорядочивает в соответствии со своей организацией уже простейшее живое существо. Человек же не только упорядочивает падающие на его органы чувств воздействия, но и постигает сущность самих объектов, выступающих их источником. Вырабатывая соответствующую социальную информацию, он может кодировать ее в виде знаков, а также создавать объекты искусственной природы и тем самым воплощать свои знания в технику, в средства производства. Впрочем, процесс этот двусторонен: человек способен не только сам создавать «мертвую» информацию, но и использовать книги, фильмы, технические устройства в качестве источника «готовой» информации общества.

Во-вторых, как уже отмечалось, в науках о неорганической природе (физике, например) используется *вероятностный математический метод*, который широко применяется в теории информации. На первый взгляд этот факт не согласуется с функциональной природой актуальной

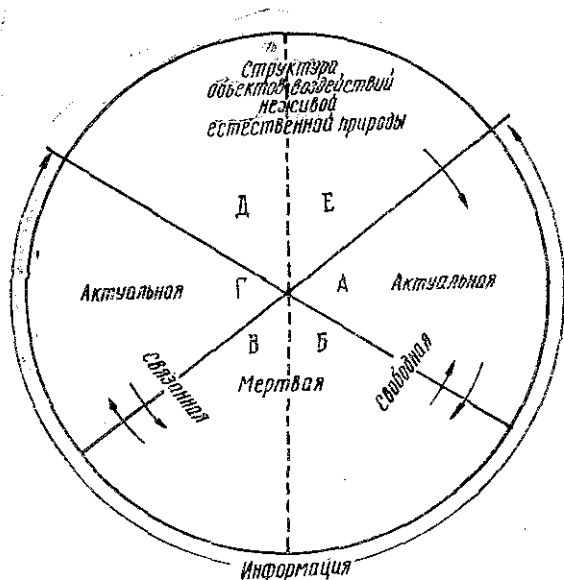


Схема 27

Схематическое изображение существующих в природе типов информации (диаграмма не претендует на точное объемное соотношение понятий)

Стрелками показана тенденция перехода «потенциальной информации» в актуальную (свободную и связанную), актуальной — в «мертвую», а «мертвой» — в свободную, а также в связанную информацию мозговых структур (этап взаимопревращения актуальной информации в «мертвую» и обратно осуществляется только в обществе)

информации. Но это только на первый взгляд. При более вдумчивом подходе оказывается, что такие попытки не аргумент в пользу наличия информации в неживой естественной природе. Как известно, математическая теория вероятностей, которая в применении к некоторым случаям исчисления меры количества информации в технике

связи и определения оптимальных условий передачи селективной информации дает шенноновскую (математическую) теорию информации, и раньше широко использовалась в науках о неорганической природе (в термодинамике, например), поскольку вероятность присуща всем массовым явлениям естественной природы. Тем самым теория вероятностей, в последние годы усиленно эксплуатируемая в области кибернетики, как и вся математика, еще раз подчеркивает широкую общность изучаемых ею областей действительности.

Использование в науках о неживой естественной природе иных математических методов, чем вероятностные (топологический, алгоритмический, комбинаторный и пр.), вопреки утверждениям некоторых увлекающихся исследователей тоже не является доказательством того, что содержательная, общая теория информации по объему шире кибернетической науки³⁶². Оно лишь свидетельствует о существовании невероятностного, нестатистического подхода к математическому описанию самых разнообразных систем, в том числе и кибернетических.

Впрочем, попытки вывести общую теорию информации за рамки кибернетики обусловлены не только широким использованием математического аппарата теории вероятностей и комбинаторики в науках о неживой естественной природе. Они объясняются и *трудностью чисто философского порядка*. Поясним ее на примере.

До возникновения человека логических понятий о законах не было, существовал лишь источник, объективная основа этих понятий, которую мы в силу необходимости и свойств языка не можем выразить иначе, как с помощью тех же логических понятий. Ввиду взаимопроникновения онтологического и гносеологического аспектов, «совпадения» субъективной диалектики с объективной обычно не проводят различий между законом как таковым и его понятийным образом, семантической информацией, в известном смысле игнорируя при этом субъективную сторону логического понятия, всех психических образов, неполноту наших представлений. Если об этом вынужденном огрублении забыть, то возникает опасность «распять» природу на кресте современных представлений, опасность забвения относительности наших знаний. Как известно,

³⁶² См.: А. Д. Урсул. Природа информации, стр. 106.

В. И. Ленин, как и Л. Фейербах, критиковал тех, кто отождествлял субъективное с объективным, идеальное с материальным, субъективный образ с вне нас существующей действительностью, вкус соли с объективным свойством соли, «вещь для нас» с «вещью в себе».

Подобная картина наблюдается ныне с информацией вообще. Строго говоря, в неживой естественной природе информации нет. И только при воздействии на кибернетическую систему соответствующая часть информационных возможностей воздействующих объектов превращается в действительность. В силу трудности проведения такого различия оно часто не учитывается, и мы обычно говорим: «всем объектам свойственна информация», «воздействия среды несут животному информацию» и т. д. и т. п. При игнорировании такого рода вынужденных упрощений возникает реальная опасность возведения теории информации в ранг «всеобщей методологии науки», что фактически и сделал французский ученый Л. Бриллюэн в своей книге ³⁶³.

Из этого следует, что при ответе на вопрос о наличии информации в неживой естественной («неорганизованной») природе должна быть проявлена известная осторожность. Конечно, «атрибутивная» концепция информации с неизбежностью ведет к отождествлению структуры всех объектов и воздействий соответственно со связанной и свободной информацией, к последующему выводу теории информации за рамки кибернетической науки (и даже к телеологии в силу органичной связи информации с целесообразностью).

Вторая, *функциональная* точка зрения является более правильной, хотя и она имеет свою ахиллесову пятю, если отсутствует специальная оговорка по поводу наличия во всей неживой естественной природе объективной основы, потенциальной возможности информации ³⁶⁴. (Только в этом смысле можно говорить об определенном сближении противоположных точек зрения на информацию).

Кстати сказать, наличие такой «потенциальной информации» является, на наш взгляд, одной из причин того, что центральным понятием кибернетики подавляющее большинство специалистов считают информацию, в то время как определение этой науки обычно

³⁶³ Л. Бриллюэн. Научная неопределенность и информация. М., 1966, стр. 12.

³⁶⁴ «Вопросы философии», 1964, № 12, стр. 157.

связывают прежде всего с понятием управления³⁶⁵. (Исключение, пожалуй, составляют академики А. А. Колмогоров, который в 51 томе БСЭ определяет кибернетическую науку через понятие «информации», и В. М. Глушков, рассматривающий кибернетику как науку о закономерностях преобразования информации в сложных управляющих системах).

При функциональном толковании информации, как видом, она выступает целесообразно упорядоченным изменением, используемым для управления, а само понятие информации оказывается категорией кибернетики (теория информации — соответственно разделом кибернетической науки). Информация в таком случае не является свойством всей материи, хотя это понятие мы и употребляем столь же широко, как общенаучные и философские категории, как бы отождествляя ее со структурой всех объектов и соответствующих им вещественно-энергетических воздействий. Безоговорочное расширительное толкование информации как всякого разнообразия, различия, структуры (А. Д. Урсул, Й. Земан, Р. Эшби) чревато опасностью возведения этого понятия в ранг философских категорий³⁶⁶. А это примерно такое же насилие, какое допускается при «укладывании» природы в прокрустово ложе сформулированных человеком на данном этапе развития законов науки³⁶⁷.]

(Нельзя согласиться и с мнением, будто понятие информации является только психологической категорией. Понятие актуальной информации по объему значительно шире понятия сознания, но уже философского понятия отражения. При анализе субординации этих понятий необходимо учитывать логический закон обратного соотношения объема и содержания понятий: понятие информации по объему шире понятия сознания, но значительно беднее последнего по содержанию и по сравнению с ним представляет собой довольно «тощую» абстракцию. Впрочем, этот вопрос перерастает в проблему соотношения его с основным вопросом философии.]

Еще раз о типах информации — этого емкого и многопланового понятия, значение которого можно установить в каждом конкретном случае лишь из контекста.

³⁶⁵ Кибернетика, мышление, жизнь. М., 1962, стр. 53.

³⁶⁶ А. Д. Урсул. Информация и мышление. М., 1970, стр. 16.

³⁶⁷ См.: В. Н. Голованов. Гносеологическая природа законов науки. М., 1967; В. Н. Голованов. Законы в системе научного знания. М., 1970.

1. *Актуальная информация* — информационный процесс, актуальное отражение целесообразного характера, функциональное свойство кибернетических систем, сходное с сознанием, но не тождественное ему, разрываемое лишь мысленно единство вовлеченных в процесс управления связанной и структурной информации (секторы А и Г).

2. *Связанная информация* — целесообразно упорядоченная структура кибернетических систем, их структурная организация, память, информация в широком смысле этого слова (секторы Г и В).

3. *Свободная информация* — это и целесообразно упорядоченная пространственно-временная структура воздействия — «сведения» об отражаемом, относительная информация (сектор А) и вместе с тем знаковая информация (сектор Б). Свободная информация представляет собой наиболее распространенное в науке значение термина «информация»).

4. *«Мертвая» информация* — выработанная кибернетической системой, но находящаяся в «покое» зафиксированная информация. Сюда относится связанная информация недействующего технического устройства, точнее, целесообразная форма всех предметов материальной культуры (сектор В), а также закодированная в знаках свободная информация, вся созданная человеком духовная культура, все духовные ценности (сектор Б). «Мертвая» информация выходит за пределы актуального отражения, но она тоже представляет собой целесообразно упорядоченную структуру.

Закодированная в знаках «мертвая» информация образует как бы промежуточное звено между связанной и относительной информацией: она перестала быть вовлеченной в процесс управления свободной информацией, но ее еще нельзя считать связанной информацией, так как она не прошла стадию опредмечивания, хотя и объективирована в знаках, чертежах и других материальных носителях духовной культуры.

Наконец, «потенциальная информация» — структура объектов и воздействий неживой естественной природы (секторы Д и Е), представляющая собой основу и возможность формирования собственно информации. Отличие ее от последней заключается в том, что она не обладает целесообразностью.

Информация, как уже отмечалось, различается также по видам, соответствующим основным видам отражения в организованной природе (биологическая, техническая, социальная). Анализу этих видов информации были посвящены три предыдущих главы.

2. Проблема субъект—объект и ее обобщение в кибернетике

В многочисленных определениях понятия информации речь шла о соотношении его с такими важнейшими философскими категориями, как «движение», «отражение», «структура». Очевидно, что анализ проблемы на этом не может считаться завершенным. Необходимо показать соотношение информации с материей и сознанием — предельно широкими гносеологическими категориями, дать анализ понятия информации *в плане основного вопроса философии*.

Было бы ошибочным считать, что эта проблема никогда никем не ставилась и не рассматривалась. Попытки «вписать» понятие информации в систему важнейших философских категорий предпринимались и ранее как в нашей, так и в зарубежной литературе. Основоположник кибернетики Н. Винер пытался выразить свое отношение к этому вопросу, заявив, что «механический мозг не секретирует мысль, «как печень выделяет желчь», что утверждали прежние материалисты, и не выделяет ее в виде энергии, подобно мышцам. Информация есть информация, не материя и не энергия. Тот материализм, который не признает этого, не может быть жизнеспособным в настоящее время»³⁶⁸.

Дальнейший анализ проблемы и следует начать именно с этой формулировки, поскольку в ней наиболее ярко отразилось как стремление осмыслить место понятия информации в системе сложившихся общенаучных представлений, так и невозможность с иных методологических позиций, чем диалектико-материалистические, не только решить, но и правильно поставить этот вопрос.

В марксистской литературе уже неоднократно отмечалось, что формулировка Н. Винера в целом верна, но она мало что дает для решения интересующего нас вопро-

³⁶⁸ Н. Винер. Кибернетика и общество. М., 1958, стр. 166.

са о соотношении информации с материей и сознанием. К тому же материя в ней по существу метафизически отождествляется с веществом. Вот почему для позитивного решения проблемы необходимо прежде всего вкратце остановиться на том, как понимается основной вопрос философии марксизма, поскольку в специальной литературе понятие материи трактуется зачастую по-разному.

В последние годы все настойчивее проводится мысль о том, что в объяснении основного вопроса философии есть ряд важных нюансов, которые в послеленинский период оказались забытыми. Решение и трактовка первой стороны основного вопроса философии давались, как правило, в самом общем виде: для этого считалось, например, вполне достаточным привести общую формулу о первичности материи и вторичности сознания.

Ревизионисты использовали это как повод для обвинения современной советской философии в «догматизме», в неспособности ее к дальнейшему развитию, в «склерозе», который якобы наступил у нас в области философской мысли. Как всегда, упрощенное истолкование отдельных формулировок классиков марксизма-ленинизма, которое было допущено некоторыми нашими философами-популяризаторами (особенно в период, когда материалистическая диалектика сводилась к четырем чертам), фактическое противопоставление этих формул духу марксизма-ленинизма как целостной и вместе с тем постоянно развивающейся открытой системе вызвало резко негативную реакцию со стороны ряда зарубежных философов, как правило, не способных к объективной оценке общей прогрессивной тенденции в развитии нашего общества, его духовной культуры.

«Убедительность критики буржуазных и ревизионистских наскоков на нашу теорию и практику,— говорил Л. И. Брежнев на XXIV съезде,— в огромной степени усиливается тогда, когда она опирается на активное и творческое развитие общественных наук, марксистско-ленинской теории». (Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, стр. 103).

Представляется, что в условиях становления и широкого проникновения в ткань современной науки кибернетического (функционального) и системно-структурного методов (применительно к изучению ряда процессов, конкретизирующих основные принципы диалектики) отдель-

ные и вместе с тем важные положения Маркса, Энгельса и Ленина могут и должны получить более глубокое истолкование и дальнейшее развитие. На некоторых из них, имеющих самое непосредственное отношение к основному вопросу философии, и следует здесь остановиться.

Прежде всего термин «материя» употребляется для обозначения того, что абсолютно противоположно сознанию, противопоставляется ему. Но и здесь обнаруживается несколько оттенков этого термина. Под материей, в частности, понимается тот *фрагмент объективной действительности*, который «высвечивается» в конкретной ситуации действующим и познающим человеком в ходе активного взаимодействия его с внешним миром. В философии этот фрагмент носит название «объект», образующий вместе с «субъектом» сложную систему деятельности, функциональную систему, которая предполагает целенаправленное взаимодействие человека с окружающим его предметным миром (Н. Ф. Овчинников) ³⁶⁹.

Правомерен ли такой подход? На наш взгляд, правомерен, если его не абсолютизировать, не считать единственным и исключительным. Положительным для него является то, что он учитывает определенный *временной срез изучаемой* реальной действительности, предполагая как бы мгновенный снимок с на самом деле очень сложного и исключительно динамичного по своему характеру взаимодействия человека с окружающим миром. К тому же при этом обеспечивается конкретность анализа субъект-объектных отношений, при которых «материя» и «сознание» в определенном смысле «меняются местами», выступая и причиной и следствием ³⁷⁰. Этот подход соответствует ленинскому определению материи как «объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них» ³⁷¹.

Однако такой подход за пределами философской науки обычно не учитывается, поскольку не выдерживает конкуренции с так называемым «здравым смыслом». И вот почему.

³⁶⁹ См.: Сб. «Материалистическая диалектика и методы естественных наук». М., 1968, стр. 11.

³⁷⁰ С. Василев. Теория отражения и художественное творчество, стр. 95.

³⁷¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 131.

Фактически не представляется возможным (если, повторяем, такая ситуация не становится сама объектом изучения) учесть постоянную текучесть, изменчивость высвечиваемого сознанием фрагмента изучаемого предмета, т. е. той части окружающей действительности, которая с помощью органов чувств человека и приобретенных им знаний отливается в информацию, в соответствующий упорядоченный психический образ, используемый человеком в данной конкретной обстановке при взаимодействии его с окружающим предметным миром.

В силу постоянного перемещения «луча сознания» под объектом обычно понимается вся изучаемая вещь, весь предмет, вся объективная действительность, которая когда-либо воспринималась, воспринимается и может восприниматься органами чувств человека непосредственно или с помощью приборов — усилителей наших органов чувств.

По этому поводу С. Т. Мелюхин справедливо замечает: «Материя охватывает не только те объекты и системы, которые непосредственно воспринимаются органами чувств человека или его измерительными установками, но и все те, которые не воспринимаются в настоящее время, но могут быть в принципе восприняты в будущем, поскольку они взаимодействуют со всеми другими телами, способны вызвать изменения в известных нам материальных образованиях»³⁷². Иначе говоря, различие между «объектом» в специальном, узкогносеологическом смысле (высвечиваемом лучом сознания фрагментом действительности) и объектом во втором, широком, общепотребительном смысле по этой причине не учитывается³⁷³. Отсюда и представление о материи как совокупности материальных образований, как о природных телах, онтологизация этого понятия³⁷⁴.

³⁷² С. Т. Мелюхин. Ленинское понимание материи и его значение для диалектико-материалистического мировоззрения. «Философские науки», 1970, № 2, стр. 64.

³⁷³ Б. Я. Пахомов. Ленинская концепция объективной истины и современная физика. «Вопросы философии», 1970, № 1, стр. 59; В. А. Амбарцумян. Современное естествознание и философия. Сб. «Философия и современность». М., 1971, стр. 249; Л. М. Косарева. Проблема предмета науки с точки зрения марксистской категории «деятельность». Ростов-на-Дону, 1971.

³⁷⁴ Л. Фейербах. Избр. философск. произвед. М., 1955, т. 1, стр. 198.

Нынешние ревизионисты не понимают сути этого обстоятельства. Им чужд дифференцированный подход к основному вопросу философии. Они вырывают из целостной системы знаний марксизма-ленинизма отдельные положения, цитаты, абсолютизируют их, а затем воюют с созданными ими же ветряными мельницами. Так, югославский философ М. Маркович считает приведенное нами ленинское определение материи слишком общим, поскольку оно, по его ошибочному мнению, позволяет отнести к числу предметов гипостазированные идеи, различные вымыслы объективных идеалистов и вообще мышление общественного человека, так как существование последнего есть объективный факт, не зависящий от воли и сознания того или иного отдельного человека. Он определяет материю как «совокупность объектов, находящихся в пространстве и времени»³⁷⁵. Но очевидно, что такое толкование понятия материи не может быть противопоставлено ленинскому определению.

Аналогичным путем трактуется и понятие «субъект». В конкретной ситуации актуализируется лишь определенный фрагмент всей связанной информации мозга человека, внутреннее состояние которого таким способом приводится в соответствие с отображаемой конкретной ситуацией, а также опытом и потребностями человека. Ясно, что эту текучесть опять-таки практически не представляется возможным учесть, так что под субъектом тоже обычно понимается не конкретный психический образ, соответствующий отображаемой ситуации, а человек как носитель общественного сознания, познающее существо.

Подобным образом человек вынужден поступать при анализе других временных структурных уровней сознания. Поскольку наука развивается, наши знания об окружающих явлениях уточняются, постольку в научном обиходе допускается и такое вынужденное упрощение, в результате которого «вещь для нас» — познанная наукой данного этапа развития сторона, момент «вещи в себе» — практически отождествляется с последней³⁷⁶. В результате этой операции с моделью, копией «вещи в себе», с «вещью для нас» оперируют так, как если бы это была сама «вещь в себе», сам оригинал. Строго говоря, здесь допускаются сразу два упрощения: вынужденно игнорируется относительность, неполнота наших знаний и, кроме того, мысленно оперируют с моделью, как с самим материальным оригиналом.

³⁷⁵ М. Маркович. Dialekticka teorija zncenja. Beograd, 1961, str. 206.

³⁷⁶ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 119.

Это второе упрощение мы вынуждены делать в силу принципа простоты, по сути самого языка «перевода дела природы на свой собственный человеческий язык». Именно поэтому при определении научного понятия фактически определяется сам существующий независимо от нас предмет, вещь, объект. Определить понятие о предмете — все равно что определить сам предмет³⁷⁷. (Если под субъектом понимать общество, то объектом будет та часть природы, которая, по словам К. Н. Любутина, «осваивается обществом практически и духовно»).

Всех этих тонкостей не понял Рихард Авенариус, который договорился до утверждения о невозможности существования объекта как такового вне субъекта. Но Авенариус не имел никакого права отождествлять два значения термина «объект». В результате же их отождествления он фактически повторил довод Беркли, по мнению которого «существовать — значит быть воспринимаемым».

Не внесла принципиальных изменений в решение основного вопроса философии и предпринятая позже Махом модернизация своей эпистемологической концепции, главный результат которой выразился в трактовке «элементов мира» и как физического, и как психического. Отсутствие конкретно-исторического подхода к анализу взаимодействия человека с внешней средой, смещение и подмена разных значений терминов «объект» и «субъект» явились, на наш взгляд, важнейшей причиной ошибки махистов в решении основного вопроса философии. Окончательная дискредитация махизма произошла после логически неизбежного отождествления психического образа с материальным объектом — основного принципа русских махистов, которые «критиковали» марксистско-ленинскую философию за ее мнимый дуализм³⁷⁸.

Вынужденные упрощения, о которых шла речь, трудно понять и даже заметить с позиций «здравого смысла». Это иногда приводит к забвению того факта, что наши знания относительны, к игнорированию всяких различий (по содержанию) между «вещью в себе» и «вещью для нас», между «оригиналом» и «копией», между *собственно информацией* (в данном случае речь идет о социальном виде информации) и *ее объективной основой* в виде структуры существующих независимо от нашего сознания материальных образований неживой естественной природы, их свойств и отношений.

К сожалению, эти ленинские указания не учитываются некоторыми нашими учеными, которые при осве-

³⁷⁷ П. Д. Пузиков. Понятия и их определение. Минск, 1970, стр. 14.

³⁷⁸ См.: В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 13.

щении несколько более широкой проблемы — соотношения управляющей системы с управляемым объектом в системе управления — считают возможным истолковывать всякое различие или структуру объектов и воздействий неживой естественной природы как информацию в собственном смысле этого слова. Между тем никакой информации до и вне деятельности кибернетических систем, каковой является и сам человек, быть не могло: кибернетическая система в соответствии со своей организацией сама формирует информацию (если та не выработана другой кибернетической системой ранее), целесообразно упорядочивая падающие на нее воздействия внешней среды, управляемого объекта. Иная, противоположная точка зрения противоречит фактам и ведет к телеологии.

Как видим, субъект-объектные отношения обобщаются кибернетикой до уровня проблемы взаимодействия «управляющей системы» с «управляемым объектом» в функциональной системе управления, где в качестве управляющей системы может выступать не только человек, но любая кибернетическая система, регулятор любого типа начиная от генома простейшего организма и кончая управляющей электронной машиной в сложной системе управления, а в качестве объекта — внешняя среда. Соответственно этому речь должна идти о всех трех видах информации (биологической, социальной и технической), а не только о человеческой.

Мы далеки от того, чтобы утверждать, будто кибернетика, теория информации в частности, позволит учесть всю специфику взаимодействия субъекта с объектом. Самое большее, на что она способна, — выявить некоторый общефункциональный, кибернетический подход при комплексном решении этой важнейшей теоретико-познавательной проблемы. Однако и это не так уж мало. К тому же сам факт обобщения проблемы субъект — объект привлекает к ней то большее внимание, которого она заслуживает в современной науке.

Ошибка при решении вопроса об объеме понятия информации ярко проявилась у французского физика Л. Бриллюэна, который в своей наиболее поздней работе довел идею о всеобщности, атрибутивности информации до логического конца, объявив теорию информации не разделом, не частью кибернетики, а фактически всеобщей методологией науки³⁷⁹.

³⁷⁹ Л. Бриллюэн. Научная неопределенность и информация. М., 1966, стр. 12.

Этот философствующий физик поставил, что называется, точки над «и» и оказался в том же методологическом кризисе, в котором пребывали его коллеги по профессии на рубеже XIX—XX вв. в связи с неверным истолкованием новейшей революции в естествознании. Для некоторых естествоиспытателей *кибернетика сегодня тоже оказалась камнем преткновения*, своеобразной лакмусовой бумажкой на предмет выявления их способности к диалектическому мышлению. Еще раз восторжествовала истина о том, что никакое знание математики и физики, частных наук вообще не может компенсировать недостатка культуры философского мышления. Кстати, если для естествоиспытателя, как правило, руководствующегося в своих изысканиях и теоретических объяснениях «здравым смыслом», все эти тонкости эпистемологии обычно остаются «терра инкогнита», то для философа-профессионала игнорирование подобных нюансов недопустимо, так как безоговорочное толкование понятия информации как всеобщего автоматически влечет за собой признание целесообразности структуры объектов и воздействий всей неживой естественной природы³⁸⁰. А это, как известно, уже телеология со всеми вытекающими отсюда и далеко идущими последствиями.

При освещении основного вопроса философии на всех его временных и структурных уровнях должен учитываться тот факт, что возникающая в мозгу человека цель, как правило, формируется на базе психического образа — результата адекватного отображения объективной реальности. Отсюда очевидна неправомерность противопоставления (активному отношению человека к природе) психического отражения в мозгу человека окружающего мира как существенно важной детерминанты деятельности субъекта. *Принцип активности субъекта в ходе его взаимодействия с объектом не противоречит принципу отражения.* Это положение становится еще более очевидным, если обратиться теперь к двум другим временным планам отражения — результату формирования и развития индивидуального и общественного сознания.

Как известно, несмотря на относительную самостоятельность, внутреннюю логику своего развития, наука

³⁸⁰ Философия естествознания. М., 1966, стр. 396.

как форма общественного сознания формировалась в результате многократного отображения объективной действительности в ходе практической и теоретической деятельности коллективов людей всех эпох³⁸¹. (В данном случае речь идет главным образом о теоретическом уровне познания, когда зачастую отсутствует признак наглядности понятийных конструктов). То же самое можно сказать относительно онтогенеза духа: формирование, развитие сознания индивида есть (в итоге, во всяком случае) результат отображения в течение всего предшествующего периода его жизни процессов природной и социальной среды и, разумеется, усвоения выработанной другими людьми социальной информации. Одним словом, принцип отражения является важнейшим принципом теории познания. Но он должен рассматриваться в неразрывном единстве с принципом деятельности, а также в трех временных аспектах, присущих человеку и человечеству.

Взаимополагание принципов отражения и деятельности означает, что философский анализ взаимодействия субъекта с объектом не может и не должен ограничиваться узкогносеологическим аспектом, при котором они рассматриваются как два полярных полюса единого отношения. Этого же требует теоретическая кибернетика с ее принципом обратной связи и важнейшим понятием «функциональная система» (в отличие от термина «кибернетическая система» оно отображает не структурный, а деятельный, поведенческий аспект).

Все это свидетельствует о том, что соотношение материального и идеального имеет несколько аспектов и без обращения к историческому, временному аспекту (принципу трехплановости отражения), а также без учета структурных уровней социального организма, его духовной жизни невозможно дифференцированно подойти к решению основного вопроса философии, который в рамках конкретной ситуации выступает как проблема субъект — объект, а в онтогенезе и филогенезе духа обращается вопросом о соотношении природной и социальной среды с индивидуальным и общественным сознанием (как известно, в обществе действует общесо-

³⁸¹ См.: П. Копнин, В. Лекторский. Материалистическая диалектика — методологическая основа научного познания. «Коммунист», 1971, № 7, стр. 94.

циологическая закономерность, в силу которой общественное бытие, «социальная материя» является определяющей по отношению к общественному сознанию).

Без такого конкретно-исторического подхода трудно дать аргументированную критику современного философского ревизионизма по основному вопросу философии и некоторым другим пограничным проблемам. Используя недооценку в прошлом некоторыми нашими философами активности субъекта в ходе его взаимодействия с объектом (об активности общества по отношению к природе обычно говорилось достаточно), современные ревизионисты, ничтоже сумняшеся, взяли за правило игнорировать принцип отражения как важнейший, центральный принцип теории познания. Против подобного нигилистического отношения к принципу отражения следует выступать решительно.

Итак, *основной вопрос философии*, решение которого необходимо для построения всякой философской системы знаний, *не должен ограничиваться общей формулой* о первичности материи по отношению к сознанию. Важно также иметь в виду оттенки соотношения «материи» и «сознания» в различных временных интервалах и на разных структурных уровнях социального организма, что позволит выполнить важнейшее требование диалектики о необходимости конкретно-исторического подхода к изучению процессов окружающей нас действительности. И второе. Теоретическая кибернетика обобщает традиционную в философии проблему субъект — объект.

Итак, соотношение сознания и материи не исчерпывается отношением «субъект — объект»³⁸². Попытаемся теперь сопоставить понятия «информация» и «материя», имея в виду многозначность этих терминов.

3. Материя, материальное, информация

Анализ отношения «субъект—объект» связан с толкованием материи как «объективной реальности, данной нам в ощущении». Так понимаемая материя представляет собой непосредственную реальность, которая воспри-

³⁸² В. В. Ким, И. Я. Лойфман. Проблемы диалектического материализма в работах свердловских философов. «Философские науки», 1971, № 2, стр. 177; См. также: В. А. Лекторский. Проблема субъекта и объекта в классической и современной буржуазной философии. М., 1965; К. Н. Любутин. Категории субъекта и объекта в немецкой классической и марксистско-ленинской философии. Свердловск, 1969.

нимается органами чувств, противостоит сознанию отдельного человека и может быть отображена непосредственно на чувственной ступени познания.

По современным господствующим естественнонаучным воззрениям, эта «конкретная материя» существует в виде взаимно предполагающих и способных взаимно превращаться друг в друга вещества и поля, в виде субстрата как основы свойств и отношений конкретного объекта. В совокупности подобные материальные образования и составляют окружающую нас природу.

Но как быть в таком случае со свойствами и отношениями этих материальных образований, предметов, объектов? Можно ли говорить об их материальности, не стирается ли в этом случае всякая грань между материальными и идеальными явлениями?

Любой материальный объект обладает множеством свойств, которые проявляются в отношениях этого объекта к другим окружающим его предметам, телам природы. Но если объект воздействует на органы чувств человека, значит данные свойства материальны так же, как и сам объект. Свойства и отношения природных объектов, безотносительно к тому, воспринимаются, познаются они или нет, являются материальными. Их существование не зависит от сознания человека. Они имели место в природе и до возникновения общества людей.

Правда, материальные свойства и отношения познаются главным образом на ступени абстрактного мышления (например, материальные по своему характеру производственные отношения между людьми). «Главным образом» потому, что «познание» некоторых биологически важных закономерных связей, отношений и, следовательно, отображение общего осуществляется даже высшими животными, не говоря уже о возможностях чувственного восприятия человеком. У животного это возможно благодаря наличию родового и индивидуального «опыта», необходимого объема связанной информации мозга. Животное может и должно, пусть в неосознанной форме, отображать закономерные связи внешней среды, иначе оно не выживет, не сможет успешно приспособиться к постоянно меняющейся обитаемой среде. Что же касается человека, то можно сказать, что встречавшееся ранее в некоторых философских работах мнение о невозможности чувственного отображения общего с позиций науки сегодняшнего дня не совсем правильно³⁸³. В истории философии еще со времен Лейбница был введен специальный термин «апперцепция», который обозначает зависимость каждого последующего восприятия от индивидуального опыта человека, предполагая роль каждого акта отражения в формировании общего.

³⁸³ См.: Диалектический материализм. М., 1962, стр. 323.

Различие в «познавательных» способностях человека и животного обусловлено качественным различием структурных уровней природы, непосредственно связано с несводимостью социального к биологическому. Животное способно фиксировать, «познавать» лишь некоторые субстратные свойства тел и простейшие закономерные связи природной среды; человек же познает функциональные свойства и отношения сложных систем, а также социальные явления. При этом индивидуальное сознание не покрывает общественное сознание, поскольку отдельный человек в состоянии познать лишь небольшую часть тех свойств и отношений объектов материального мира, которые известны обществу данной ступени развития.

Если по отношению к индивидуальному сознанию, вернее, к чувственной сфере сознания отдельного человека материя выступает как «объект» или, как принято считать, совокупность материальных образований, объектов природы, то по отношению к общественному сознанию, а тем самым и к абстрактному мышлению отдельного человека материя истолковывается в ином смысле. Материя в этом случае рассматривается как нечто абстрактное, как *субстанция*, основа всего существующего, всеобщая основа акциденций, всеобщий субстрат своих атрибутивных свойств³⁸⁴. Это понятие было выработано в результате длительного исторического развития философской науки, в ходе познания и практики человечества и применяется достаточно широко.

С теми или иными различиями в деталях эту точку зрения разделяют многие советские философы. «Как субстанция, — справедливо отмечает, например, А. П. Шептулин, — материя противопоставляется не сознанию, а своим проявлениям, в число которых входит и сознание, как субстанция материя является основой всего существующего»³⁸⁵. В понимании материи как единственной и конечной основы всех явлений и процессов, — в том же духе высказывается С. Т. Мелюхин, — раскрывается наиболее общая сущность мира³⁸⁶.

³⁸⁴ В. Библер. Материя. Философская энциклопедия, т. 3, стр. 266.

³⁸⁵ А. П. Шептулин. Система категорий диалектики. М., 1969, стр. 115; См.: Диалектика и логика научного познания. М., 1966, стр. 188.

³⁸⁶ «Философские науки», 1970, № 2, стр. 61.

Думается, что такая позиция полностью согласуется с высказываниями Ф. Энгельса по данному вопросу. «...Такие слова, — писал он, — как «материя» и «движение», суть не более, как *сокращения*, в которых мы охватываем, сообразно их общим свойствам, множество различных чувственно воспринимаемых вещей»³⁸⁷. Очевидно, что речь здесь идет о материи как субстанции, основе всего мироздания. Субстанцию непозволительно отождествлять с *субстратом*, основой свойств конкретного объекта, вещи, предмета. К этому нас обязывает хотя бы то обстоятельство, что именно субстанции присущи всеобщие, атрибутивные свойства материи — движение, пространство, время, отражение.

Нельзя ограничиваться трактовкой материи в первом смысле при решении основного вопроса философии и потому, что в противном случае, как справедливо отмечают многие философы, «игнорируется направленность понятия материи против объективного идеализма и религии»³⁸⁸. Между тем общественное сознание тоже необходимо противопоставлять в гносеологическом плане материи, понимаемой как субстанция, в то время как «конкретная» материя в узкогносеологическом плане абсолютно противопоставлена лишь чувственной ступени познания отдельного человека, что в принципе приемлемо для любой философской системы объективного идеализма (Гегеля, например, который рассматривал общественное сознание, абсолютный дух в качестве творца всей реальной действительности). Одним словом, при решении основного вопроса философии можно и нужно пользоваться понятием «материя» в смысле как всеобщей субстанции, основы всего сущего, так и субстрата свойств и отношений конкретного объекта. При этом объективно существующие свойства и отношения объектов являются *материальными*.

В. И. Ленин дал не только определение «конкретной» материи, но вслед за Ф. Энгельсом истолковывал материю и как всеобщую субстанцию. В полном соответствии с принципом материалистического монизма материя, по Ленину, выступает как всеобщая основа мира. Мы дол-

³⁸⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 550.

³⁸⁸ Э. Г. Гендель. Проблема единства мира и категория материи. «Ученые записки Новозыбковского госпединститута», т. IV. Брянск, 1958, стр. 68.

жны, указывал гениальный мыслитель, углубить наше познание материи до понятия субстанции³⁸⁹. Очевидно, что в данном случае материя трактуется во втором смысле, когда общественное и индивидуальное сознание оказываются одним из свойств материи, в котором природа познает самое себя. Так понимаемая материя существовала, существует и будет существовать вечно, (так же, как и «конкретная материя», в которой проявляется единая субстанция мира).

Выражения типа «материя проявляется в конкретных явлениях» не следует понимать в том смысле, что общее существует до и вне отдельных предметов. Формальное, неверное истолкование подобных выражений является, на наш взгляд, одной из причин объективного идеализма, «реализма» в частности.

Понимание материи как всеобщей субстанции означает выход за рамки узкогносеологического аспекта в сферу *социального отражения*, когда под субъектом подразумевается общество, точнее, общественное сознание. Полностью за рамки гносеологического аспекта выходят тогда, когда под объектом понимают не высвечиваемый сознанием индивида фрагмент действительности («объект»), а действительность саму по себе как совокупность природных тел, вещей, предметов — «материю» в общеупотребительном смысле³⁹⁰.

Процедура вывода «материи» за рамки гносеологического аспекта равносильна признанию ее в онтологическом плане и является следствием утверждения, согласно которому отрицание правомерности употребления понятия «материя» в онтологическом смысле означает отрицание существования материального мира до возникновения человека на Земле. Отсюда распространенное мнение, что понятие материи не является чисто гносеологической категорией, что существует философское понятие материи вне основного вопроса философии. А. П. Шептулин пишет, что «при определении материи мы не должны ограничиваться установлением ее отношения к сознанию. Указывая на ее отношение к сознанию, мы должны отметить и такие черты, которые

³⁸⁹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 142.

³⁹⁰ М. С. Козлова. Об общих принципах марксистского подхода к проблеме субъекта. «Научные записки», вып. 1. Л., 1970, стр. 57.

характеризуют ее самое по себе, вне сознания»³⁹¹. Понимая под «материей» совокупность материальных образований природы, А. П. Шептулин указывает на самостоятельное и в этом смысле объективное существование объектов, тел природы.

Такое толкование материи созвучно с утверждением Энгельса, что «доступная нам природа образует некую систему, некую совокупную связь тел, причем мы понимаем здесь под словом тело все материальные реальности, начиная от звезды и кончая атомом и даже частицей эфира, поскольку признается реальность последнего»³⁹².

Без признания объективного существования реальной природы, без признания материи в онтологическом смысле трудно логически обосновать материальное единство мира — это с одной стороны. С другой стороны, утверждение некоторых советских и зарубежных философов-марксистов, которые пытаются объявить рассматриваемое в онтологическом плане сознание материальным на том основании, что в мире нет ничего, кроме движущейся материи, ведет к другой метафизической крайности — отрицанию сознания как идеальной реальности, к растворению идеального в материальном, к повторению ошибки Диогена³⁹³. Подобные альтернативные решения находятся в явном противоречии с принципами диалектической логики, о чем уже говорилось ранее.

Все философские понятия имеют всеобщий характер, отображаемые ими процессы обнаруживаются во всех без исключения сферах материальной и духовной действительности³⁹⁴. Именно в силу своей *всеобщности* философские понятия выступают логическими категориями, с помощью которых мыслят представители любой науки. В связи с этим возникает вопрос, можно ли гносеологические категории «материя» и «сознание» считать философскими. Ведь с формальнологической точки зрения они не обладают всеобщностью.

По-видимому, все же трудно найти философа, который бы отказывал этим категориям в философском статусе. Ясно и другое: гносеологические категории «материя» и «сознание» обладают неповторимой специфи-

³⁹¹ А. П. Шептулин. Система категорий диалектики, стр. 105; его же. Категории диалектики. М., 1971, стр. 104.

³⁹² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 392.

³⁹³ См.: В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 257.

³⁹⁴ В. С. Тютин. Проблемы теории отражения. Автореферат на соискание степени доктора философских наук. М., 1970, стр. 8.

кой. На этой специфике и следует остановиться, иначе трудно логически обосновать их философский статус.

Категории «материя» и «сознание» суть единственные гносеологические понятия. Отсюда и вытекает их специфика. Не обладая всеобщностью, что следует рассматривать скорее как достоинство, чем недостаток, они вместе с тем выступают необходимым исходным ориентиром и условием для конструирования любой философской системы. Не случайно Ф. Энгельс отношение сознания к материи называет основным вопросом всякой философии³⁹⁵, а не «псевдовопросом», как рассматривают его некоторые зарубежные ученые, стоящие на чуждых нам позициях.

Все остальные философские понятия, обладая признаком всеобщности, проявляют свое действие и в сфере материального, и в сфере духовного. Те же категории, которые не обладают всеобщностью (кроме этих двух гносеологических понятий), философскими, на наш взгляд, считать нельзя, хотя они и употребляются почти во всех науках. К ним относятся и понятия математики (множество, разнообразие, изоморфизм, гомоморфизм), и категории психологии, эпистемологии, социологии, этики и других философских наук. Короче говоря, каждая частная (общественная и естественная) наука имеет свой «набор» категорий, но одновременно использует в обязательном порядке и всеобщие, философские понятия.

Понятия «субъект» и «объект» огрубляют действительный процесс взаимодействия субъекта с объектом, человека с природой. Динамику этого взаимодействия выражает категория «деятельность», на что К. Маркс недвусмысленно указывал в первом тезисе о Фейербахе. «Главный недостаток всего предшествующего материализма — включая и феербаховский, — писал он, — заключается в том, что предмет, действительность, чувственность берется только в форме *объекта*, или в форме *созерцания*, а не как *человеческая чувственная деятельность, практика*, не субъективно. Отсюда и произошло, что *деятельная* сторона, в противоположность материализму, развивалась идеализмом, но только абстрактно,

³⁹⁵ Ф. Энгельс. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии. М., 1952, стр. 15.

так как идеализм, конечно, не знает действительной, чувственной деятельности как таковой»³⁹⁶. Полярными моментами деятельности человека и является то, что в философии именуется «субъектом» и «объектом». Эти противоположности, как уже отмечалось, рассматриваются в узкогносеологическом аспекте, в качестве полярных моментов соответствующей функциональной системы и абсолютно тождественны по содержанию.

Современные «критики» теории отражения не учитывают то важное обстоятельство, что использование понятий «материя» и «сознание», вернее, «субъект» и «объект» для характеристики конкретной ситуации необходимо (хотя и недостаточно), так как анализ противоположных, полярных моментов деятельности позволяет осуществить последующий синтез и получить более полное представление о взаимодействии человека с окружающим миром.

Этого не понимают и новоявленные ревизионисты, которых хватило только на то, чтобы подметить некоторое гипертрофирование отдельными советскими философами аспекта отражения при объяснении сознания человека. А между тем у В. И. Ленина есть совершенно определенные высказывания по поводу необходимости использования категорий «деятельность» и «практика» для более глубокой и точной характеристики психического процесса, познания. Читая Гегеля, В. И. Ленин подчеркивал необходимость *соединения познания и практики*³⁹⁷. «Истина,— писал Ленин,— есть процесс. От субъективной идеи человек идет к объективной истине через «практику»³⁹⁸. «Замыкание» познания на практику происходит на всех временных уровнях, в конкретной ситуации особенно хорошо подчеркиваясь наличием принципа обратной связи и выражаясь термином «деятельность».

Итак, в марксистской философии право на существование имеют понятия «материя» (в двух смыслах) и «материальное». Основной вопрос философии о первичности материи и вторичности сознания следует понимать не только в плане первичности «конкретной» материи по отношению к индивидуальному сознанию, но и учитывать более высокий структурный уровень, когда материя выступает в качестве всеобщего единой субстанции, а сознание — в первую очередь как общественное сознание, не сводимое к индивидуальному. Подобно сознанию, материя, стало быть, может рассматриваться и как общее, и как единичное, истолковываться не только в гносеологическом, но и в онтологическом плане. В отличие от всех иных философских категорий, которые

³⁹⁶ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 3, стр. 1.

³⁹⁷ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 198.

³⁹⁸ Там же, стр. 183.

характеризуют все материальные и духовные явления, материя и сознание не являются «сквозными». В этом особенность этих важнейших и логически исходных философских понятий.

Вернемся к вопросу о соотношении понятий информации, материи и материального. Как справедливо в свое время писал еще Н. Винер, информация не может быть, не является ни материей, понимаемой как совокупность природных материальных образований, объектов природы, ни энергией. Возражать против этого, как пытались делать некоторые ученые, — значит игнорировать достижения современного естествознания и философии, значит идти против логики фактов. Материя действительно не является информацией, в то время как материальные свойства и отношения могут быть ею, если целесообразно упорядочены какой-то кибернетической системой (не обязательно человеком). В последнем случае мы будем иметь информацию об информации.

Итак, информация может быть как *идеальной*, так и *материальной* (но не материей). Однако это лишь половина проблемы. Вторая ее часть — соотношение объема и содержания понятий информации и сознания.

4. Актуальная информация и сознание

Как уже отмечалось, актуальная информация может быть как материальной, так и идеальной. С материальной информацией имеешь дело при анализе информационных явлений в клетке организма, в технических устройствах, в любых системах организованной природы. Под идеальной информацией понималась актуальная информация социального вида — осознанная часть процесса и результата взаимодействия получаемой извне свободной информации со связанной информацией мозга человека. А поскольку сознания вне мыслящих людей не существует, постольку и наличие идеальной информации ставится в зависимость от деятельности мозга.

В связи с этим две существенные оговорки. Первая: принято считать, что идеальная, семантическая информация свойственна не только мозгу человека, но и написанным или произнесенным словам, тексту, имея в виду, что знаки естественного языка рано или поздно будут восприняты человеком и вызовут в нем состояние, сходное

с состоянием мозга того, кто создал эту социальную информацию. Короче говоря, принято считать, что в материальных знаках языка и звуках, сигналах речи содержится идеальная информация, хотя, строго говоря, идеальное есть внутреннее состояние мозга, слово не материально-идеальный кентавр.

Вторая: иногда под сознанием понимается не актуальная информация — конкретное, неповторимое состояние мозга человека, момент актуального отражения, а лишь результат, итог онтогенеза духа, нечто материальное — сложная структура мозга, а не его функция. Заметим, что термин «сознание», «психика» в данном значении употребляется (преимущественно физиологами и психологами) не совсем правомерно.

Из этого следует, что соотношение информации и сознания можно рассматривать в трех ракурсах:

1. *Связанная* информация вообще и связанная информация мозга, его сложная структура, в которой закодирован весь опыт субъекта. В этом случае соотношение понятий наглядно отражено на диаграмме «а». (Схема 28).

2. *Относительная* информация вообще и получаемая человеком от других людей информация в виде целесообразно упорядоченной структуры отображаемых воздействий — сигналов естественного языка. Кстати, это наиболее распространенное значение термина «информация» применительно к характеристике деятельности людей (диаграмма «б» на схеме 28).

3. *Актуальная* информация вообще и сознание в собственном смысле слова — внутреннее состояние мозга человека.

Поскольку первые два случая в силу своей очевидности и простоты не требуют каких-то дополнительных разъяснений, в дальнейшем ограничимся анализом соотношения актуальной информации и сознания.

Некоторые зарубежные философы и ученые из того, что понятие «актуальная информация» по объему оказывается значительно более широким, чем понятие «сознание», делают вывод, будто диалектический материализм в связи с возникновением, становлением и развитием кибернетических представлений устаревает. Подорываются его главные устои — основной вопрос философии, поскольку, дескать, наряду с понятием материи и созна-

ния в науке возникло третье, более широкое понятие — «информация», которое нарушает, устраняет «дихотомический принцип» марксистской философии, а с ним и противоположность между материализмом и идеализмом (Г. Гюнтер)³⁹⁹.

В том же духе высказывается и западногерманский естествоиспытатель К. Штейнбух. «В «сознание», — пишет он, — поступают два вида информации: во-первых,

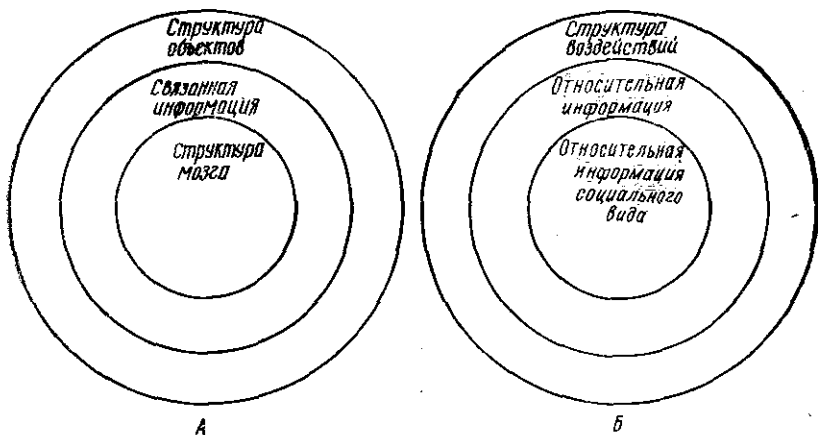


Схема 28.

информация о внешнем мире, получаемая через рецепторы, и, во-вторых, информация, циркулирующая в замкнутом контуре (в мозгу. — Н. Ж.). Если признать обе эти возможности поступления информации, то принятие двух субстанций — «материя» и «сознание» — кажется основанным на недоразумении.

Из этого следует тот неизбежный вывод, что искусственно созданные физические системы могут обладать сознанием»⁴⁰⁰.

Разбирать всю путаницу приведенной выдержки не имеет смысла, поскольку это означало бы повторять то, что подробно уже обосновывалось. Ограничимся лишь замечанием по поводу того, как необудительно пытаются

³⁹⁹ G. Günter. Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik. Krefeld—Baden-Baden, 1963.

⁴⁰⁰ К. Штейнбух. Автомат и человек, стр. 388.

некоторые зарубежные ученые «опровергнуть» основной вопрос философии, насколько безуспешны эти попытки.

То же самое можно сказать и по поводу другого философского «откровения» К. Штейнбуха, согласно которому понятие информации «...гораздо ближе тяготеет к старому «идеалистическому» образу мышления, чем к материалистическому. Об этом же свидетельствуют и те мучения, которые оно доставляет философам-материалистам»⁴⁰¹.

Против «материалистического ответа» на основной вопрос философии выступает и П. Киршенманн, рассматривающий информацию как антитезу духа и материи, Ф. Блом, видящий в информации особый элемент бытия, который якобы возвышается над объективным и субъективным, и другие зарубежные ученые⁴⁰². Общим для их позиции является отрицание основного вопроса философии. Факт возникновения понятия информации и кибернетического подхода к изучению и объяснению многих процессов внешнего мира некоторые западные философы и идеологи пытаются, таким образом, использовать для очередного «опровержения» диалектического материализма теперь уже под новейшим, так сказать, кибернетическим соусом.

Всякий непредубежденный человек, мало-мальски знакомый с философией диалектического материализма, понимает, конечно, что подобные попытки свидетельствуют лишь о нищете философии апологетов капитализма, затрепавших старую, как мир, идею третьей линии в философии. Ведь очевидно, что понятие «информация», более широкое по объему, чем понятие «сознание», нельзя считать выходящим за рамки понятий «идеальное» и «материальное». Кроме материальных и идеальных процессов, в мире ничего нет и быть не может, и в семантической информации, точнее в сознании, отображается существующая независимо от человека, т. е. вполне объективно, материальная информация. Понятие информации в известном смысле обогащает понятие сознания, характеризует его еще с одной, информационно-регулятивной, кибернетической стороны, ни в коей мере не претендуя на исчерпывающую характеристику, а тем более подмену последнего.

⁴⁰¹ К. Штейнбух. Автомат и человек, стр. 389—390.

⁴⁰² P. Kirschenmann. Kybernetik. Information. Wiederspielung. Verlag A. Pustet. München und Salzburg, 1969, s. 275.

К этому следует добавить, что и раньше в истории философии, особенно в связи с ленинским этапом развития философии, было выработано понятие, по объему еще более широкое, чем «информация». Это понятие — «отражение» — давно получило права гражданства и широко используется не только в нашей, но и зарубежной науке⁴⁰³.

Если изобразить схематично соотношение объемов этих находящихся в родо-видовых отношениях понятий, то, очевидно, получим три концентрических круга, больший из которых соответствует понятию *актуального отражения*, средний — *актуальной информации*, а меньший — *сознанию*. Здесь налицо прекрасная иллюстрация логического закона об обратном соотношении объема и содержания понятий, по которому самое узкое по объему понятие сознания является наиболее содержательным. Соотношение между ними таково, что актуальное отражение как процесс, сторона внешнего взаимодействия объектов имеет всеобщий, атрибутивный характер; актуальная информация суть информационный процесс, присущий лишь действующим кибернетическим системам организованной природы, а сознание есть высшая форма актуального отражения, высший вид информационных процессов, в котором так или иначе отображаются все объективные процессы внешнего мира.

Эта схема, правда, игнорирует то, что, кроме сознания человека, в природе существует еще животная психика, так что психические процессы (идеальное) не исчерпываются сознанием. Следовательно, в схеме должно быть место идеальному в широком смысле слова, следовало учесть идеальную природу животной психики. Однако эта деталь в данном случае для нас принципиального значения не имеет и потому в диаграмме отражения не нашла.

Такое схематическое изображение, не претендующее, разумеется, на точность объемных соотношений рассматриваемых понятий, фактически дает представление и об их генетической, исторической последовательности возникновения: если актуальная информация возникла только вместе с жизнью на Земле, то сознание есть продукт общественных отношений, становление которого происходило более или менее одновременно с выделением человека из животного мира, в то время как отражение всегда было присуще всей материи.

Все сказанное по поводу соотношения понятий информации и сознания, как видим, не имеет ничего обще-

⁴⁰³ В. Вайскопф. Наука и удивительное. М., 1965, стр. 287.

го ни с усилиями современных буржуазных философов воскресить третью линию в философии, ни с той, принятой еще в конце XIX в. Оствальдом попыткой утвердить в науке пресловутую идею «энергетизма», блестящую критику которой дал В. И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм».

Крупный ученый-химик Оствальд, как известно, оказался совершенно беспомощным в области философии.

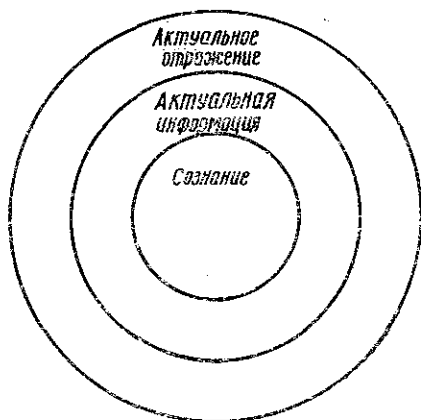


Схема 29

Схема объемного соотношения понятий актуального отражения, актуальной информации и сознания

Пытаясь преодолеть противоположность материализма и идеализма, он допустил сразу две грубых методологических ошибки.

Во-первых, понятие энергии, которое было выработано всем ходом развития науки для характеристики движения материальных объектов, он неправомерно распространял на психические процессы, сделав попытку подвести противоположные по своей природе понятия материального и идеального под понятие энергии.

По его мнению, понятие «энергия» — родовое понятие по отношению к понятиям сознания и материи (материю Оствальд понимал как «пространственно расположенную группу различных энергий»). «Оствальд, — писал В. И. Ленин, — пытался избежать... неминуемой

философской альтернативы (материализм или идеализм) посредством неопределенного употребления слова «энергия», но именно его попытка и показывает лишний раз тщетность подобных ухищрений»⁴⁰⁴.

Во-вторых, Оствальд допустил вопиющую непоследовательность и путаницу, понимая под энергией то материальные процессы, то психические явления, то то и другое, вместе взятое.

Не устарела ли ленинская критика «энергетизма» в связи с формированием в науке понятия информации, более широкого по объему, чем понятие сознания? Отнюдь нет. Становление понятия информации, как уже отмечалось, не изменяет и не может изменить принципиальной постановки и решения основного вопроса философии диалектическим материализмом, а следовательно, и лишить актуальности критику В. И. Лениным всяких попыток преодолеть противоположность между материализмом и идеализмом. Наоборот, в свете ленинской критики «энергетизма» яснее становится тот факт, что в связи с успехами кибернетической науки можно и нужно говорить о возникновении принципиально нового, *функционального подхода* к изучению и объяснению процессов «организованной» природы. При этом понятие «информация» приобретает гораздо большую значимость и роль в характеристике указанных процессов, чем понятие «энергия». Значительно большую потому, что информационные процессы оказываются, если можно так выразиться, явлениями более высокого порядка и сложности, чем энергетические, так что соотношение их, по общему мнению, подобно отношению «всадника и коня» (по Н. А. Бернштейну).

К тому же, если вопреки ошибочным идеям Оствальда научное понятие энергии не имеет никакого отношения к психическим явлениям и основному вопросу философии в целом, то с понятием информации вырисовывается картина совершенно иного порядка, ибо оно имеет *прямое отношение к основному вопросу философии* и тем самым способствует дальнейшему уточнению естествонаучной картины мира. В связи с этим можно, на наш взгляд, говорить даже об *изменении формы материализма*, возможность каковой в свое время отмечали Ф. Эн-

⁴⁰⁴ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 286.

гельс и В. И. Ленин. Указывая на такую возможность в связи с составляющими эпоху открытиями в области «естественноисторической», В. И. Ленин не видел в подобной «ревизии натурфилософских положений» (т. е. естественнонаучной картины мира) ничего ревизионистского. Махистам он ставил в упрек отнюдь не такой пересмотр, а «их чисто ревизионистский прием — изменять сути материализма под видом критики формы его»⁴⁰⁵.

Заявление о поглощении понятием «информация» предельно широких философских понятий звучит так же ненаучно, необоснованно, как и идея Оствальда о всеобщности понятия «энергия». Информация не является «пятым атрибутом материи»⁴⁰⁶.

Опираясь на эту ленинскую мысль, можно сказать, что нынешний пересмотр наших естественнонаучных представлений соответствует духу марксистско-ленинской философии, ибо означает не появление какого-то нового вида материализма по сравнению с диалектическим, а изменение наших представлений в связи с современной научно-технической революцией, в связи со становлением кибернетического, функционального подхода к изучению и объяснению процессов в системах организованной природы.

Однако эти изменения несколько иного порядка, чем то, которое было связано с составившими эпоху открытиями в области физики на рубеже XIX—XX вв. Нынешнее изменение формы материализма — одно из важнейших следствий кибернетизации науки, значительного развития и уточнения наших представлений в области наук, изучающих функциональные системы. Другим признаком кибернетизации науки явилось обобщение некоторых важнейших понятий современной науки до уровня кибернетических абстракций, а также широкое использование принципов, методов и понятий кибернетики в самых различных науках.

Итак, понятие «информация» находится в сложной взаимосвязи с гносеологическими понятиями «материя» и «сознание», которые в системе марксистской философии тоже оказываются неоднозначными. Это и породило ту путаницу, которая еще имеется в литературе по проб-

⁴⁰⁵ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 266.

⁴⁰⁶ Г. Г. Воробьев. Информационная культура управленческого труда. М., 1971, стр. 3.

лемам теории информации, объясняя одну из причин негативных высказываний некоторых зарубежных ученых относительно методологической значимости материалистической диалектики для современного естествознания вообще, решения проблем теории информации в частности. Неправоммерный вывод общей теории информации (о необходимости разработки которой говорил на последнем Международном конгрессе по кибернетике в сентябре 1969 года в Лондоне Ф. Буланже)⁴⁰⁷ за рамки кибернетики объясняется двумя причинами.

1. Использованием математического аппарата теории вероятностей за пределами наук об организованной природе, т. е. в сфере наук, изучающих процессы неживой естественной природы (термодинамики и др.).

2. Употреблением термина «информация» предельно широко, что создает видимость философского статуса этой центральной категории кибернетики.

Последнее в свою очередь объясняется исключительной спецификой понятия «информация», ее неповторимым своеобразием по сравнению со всеми ранее известными категориями науки. Кибернетика в связи с этим явилась пробным камнем для диалектики мышления исследователя; и тот, кто не выдержал испытания, оказался в таком же методологическом кризисе, какой наблюдался на рубеже XIX—XX вв. в связи с новейшими открытиями в области естествознания и неумением ученых понять диалектику абсолютной и относительной истины, объяснить специфику и прогресс человеческого познания. Можно думать, что кибернетика за рубежом рождает диалектический материализм, как это наблюдалось в физике начала века. Тогда отождествление относительной истины с абсолютной (точнее, *социальной информации*, законов науки с законами действительности) привело от догматизма через релятивизм к субъективному идеализму, ныне же отождествление информации вообще со структурой объектов и воздействий неживой естественной природы ведет к телеологии. История повторяется.

⁴⁰⁷ См.: Б. В. Бирюков. Проблемы методологии на Международном конгрессе по кибернетике. «Вопросы философии», 1970, № 9, стр. 160.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При исследовании проблемы информации ставилась главная задача — проанализировать объем и содержание понятия «информация». Чтобы выяснить различные смысловые оттенки термина «информация», пришлось подробно исследовать информационные явления *на всех структурных уровнях* организованной природы, а также охарактеризовать типы информации.

Поскольку это понятие оказывается чрезвычайно емким и многоплановым, значение его каждый раз может быть выявлено лишь в контексте, в котором этот термин употреблено. Тем не менее должно быть какое-то общее определение, выражающее сущность, специфику этого понятия. Таким определением, согласно изложенной в монографии концепции, следует считать следующее: *информация — это целесообразно упорядоченная структура объектов и воздействий*. В этом определении выражен главный признак информации, ее наиболее характерная черта — целесообразная упорядоченность.

Такое определение можно считать стержневым среди других, в которых «информация» рассматривалась во взаимосвязи с другими категориями науки («отражение», «движение» и т. д.). При характеристике какого-то отдельного типа или вида информации общее определение сужается, обретает более конкретную форму. Так, *относительная информация — это структура воздействий, используемых отображающей кибернетической системой для управления*. *Связанная же информация есть целесообразно упорядоченная структура кибернетических систем*.

Результатом и процессом взаимодействия информации этих двух типов является *информационный процесс, актуальная информация*, которая имеет функциональную природу, свойственна лишь системам управления, является связью управляющих систем с управляемыми

объектами. Этот процесс, сходный с сознанием, но не тождественный ему, определен как *сторона функционального, целесообразно упорядоченного отражения; момент движения*, изменение, используемое для управления. В данном определении фиксируется неразрывная связь информации с управлением.

Промежуточное положение между связанной и относительной занимает «мертвая» информация, а вернее, та часть свободной информации социального вида, которая обусловлена деятельностью разумных существ и закодирована в знаках естественного языка. Поскольку она объективирована обычно дискретным способом, ее определение выглядит проще. Это *целесообразно упорядоченная совокупность знаков*. При использовании ее после предварительной формализации в технике говорят о целесообразно упорядоченной (теперь уже во времени) последовательности сигналов различной физической модальности — импульсов тока и т. п. атомарных сигналов машинной информации.

Классификация информационных явлений осуществлялась по четырем основаниям: а) в плане двух важнейших типов (свободная и связанная, в узком и широком смысле); б) актуальная отличалась от мертвой, а собственно информация — от структуры вообще; в) под углом зрения того, являлась информация непрерывной, дискретной или прерывно-непрерывной; г) в соответствии с важнейшими структурными уровнями (и основными формами движения материи) различались биологический, социальный и технический виды информации, уяснение особенностей которых имеет теоретическое и большое *практическое значение* для технического моделирования биологических и социальных процессов.

К этому следует добавить, что на иных структурных уровнях организованной природы информационные явления имеют некоторые дополнительные особенности, а социальная информация к тому же подвергается сложной классификации, обусловленной сферами ее использования (политическая, медицинская, военная, научно-техническая, правовая и т. д. и т. п.).

Узловым вопросом исследования явилось то, что, несмотря на использование термина «информация» предельно широко, теоретически объем его приходится ограничивать рамками кибернетики. Это, во-первых, дик-

туется общеизвестными фактами (например, выработка условного рефлекса у животного, когда индифферентный до того раздражитель становится сигналом—носителем информации). Во-вторых, тем, что информация обладает целесообразностью, которая отсутствует в неживой естественной природе. Уже поэтому простая замена терминов «структура», «разнообразие», «отражение», «различие» термином «информация» представляется неправомерной. Кроме того, нельзя игнорировать то, что кибернетическая система способна не только воспринимать выработанную ранее информацию, но и сама формировать ее, целесообразно упорядочивая отображаемые воздействия в соответствии со всей организацией⁴⁰⁸. Правда, этот нюанс обычно трудно учесть. Однако игнорировать его—значит отождествлять возможность и действительность, значит возвести понятие «информация» в ранг всеобщей философской категории, а теорию информации—во всеобщую методологию науки.

Большое теоретическое и практическое значение имеет то, что машине доступна не сама социальная информация, выраженная знаками естественного языка, а закодированная в формализмах логическая структура какого-то фрагмента знаний. Эта структура кодируется дискретным способом, с помощью построенного аксиоматическим путем алгоритмического языка и средств математической логики.

Если в словах естественного языка выражается социальная информация прерывно-непрерывного вида, то знаками искусственного языка кодируются дискретные «атомы» ее содержания. Тем не менее подобная процедура не приводит к бессодержательности формализмов, как упрощенно представляют себе формализацию некоторые исследователи.

«Квантование» социальной информации, которое осуществляется в математике и технике, есть частный случай огрубления естественного движения (мышления, в частности), за которым следует попытка воспроизвести изучаемый процесс в рамках более или менее однознач-

⁴⁰⁸ Как и ранее (В. Ю. А. Методологические проблемы теории информации. «Вопросы философии», 1968, № 10, стр. 141), А. Д. Урсул видит в этом субъективизм. (А. Д. Урсул. Информация. М., 1971, стр. 15). Однако нельзя же наряду с человеком обвинять в субъективизме одноклеточное, животное, машину.

ных зависимостей. Следствием подобного технического моделирования сознания явилась широкая экспансия технических и математических терминов (алгоритм, изоморфизм, гомоморфизм, тезаурус, экспликация понятий и т. п.), перенесение «инженерно-математического» *стиля мышления* в науки о естественных процессах (т. е. использование метода, неадекватного последним), отождествление и смешение выражаемых одинаковыми терминами понятий философии, кибернетики и математики (функция, вероятность, неопределенность, структура, множество и др.)⁴⁰⁹.

Данное, зачастую неосознаваемое специалистами обстоятельство помогает уяснить методологическую уязвимость попыток чисто количественного (по формулам Шеннона) определения семантической информации, ошибочного истолкования социальной информации как снятой в результате выбора неопределенности (кибернетика в связи с этим выступила своеобразным пробным камнем диалектики исследователя).

Технический прогресс сопровождается, как видим, известным *оживлением метафизического способа мышления* и в силу этого определенным нарушением системности научных представлений. Эти трудности в некотором роде могут рассматриваться как артефакт ускоренного развития науки. Подобные издержки роста в дальнейшем будут, конечно, преодолены на основе принципов диалектики. Кстати, в странах, где безраздельно господствует единый и единственно правильный универсальный метод познания, сделать это значительно проще и легче, чем в условиях отсутствия единой методологии, единого мировоззрения. К сожалению, такое преимущество еще не всегда и далеко не полностью используется нашими учеными.

Необходимость постоянной систематизации знаний на единой методологической основе марксистской философии становится особенно актуальной в связи с широким распространением в последнее десятилетие на нашем книжном рынке потока иностранной литературы. Дело в том, что обилие философских школ и течений в странах капиталистической системы делает невозможным освещение естественнонаучных проблем с единых позиций.

Отсюда нарушение системности научного знания, в какой-то мере переносимое через переводную литературу в нашу страну.

Бессистемность в науке вредна тем, что обрекает исследователей на идейный разброд и блуждания. Еще большую опасность она представляет в условиях современной идеологической борьбы, вызывая скепсис к методологическим возможностям марксистской философии и уж никак не способствуя формированию цельного научного мировоззрения у молодежи.

Вопрос о нарушении соответствия методов объекту изучения в работе рассматривается на фоне более широкой теоретико-познавательной проблемы. Суть последней заключается в том, что в ходе аналитической деятельности мышления человек неизбежно огрубляет изучаемые процессы. В этом кроется потенциальная опасность упрощенного понимания изучаемого явления, так как *процесс мысленного расчленения объекта, подобно скальпелю, умерщвляет живую ткань изучаемого среза действительности.* Только сознательное использование диалектики позволяет «снять» эти огрубления, избежать метафизического истолкования изучаемых процессов. Говоря словами Маркса, объект в голове исследователя должен постоянно «витать» как целое. Яркий пример подобной ситуации можно было видеть при анализе психических процессов: сущность идеального и соотношение физиологического с психическим невозможно понять без обращения к принципу обратной связи, выражающему момент направленности и непрерывности психической деятельности.

Факт выражения мыслей, прерывно-непрерывного процесса в дискретных сложных знаках (словах) приобретает все большее значение в исследовании оснований современной науки. В свете его по-новому, например, звучит проблема соотношения диалектической и формальной логики, органичной связи формальной логики с математикой и структурализмом. Существенно, что структуры, которые рассматриваются современной математикой, имеют принципиальное отличие от структур естественных процессов: как и формальная логика, дискретная математика предполагает вычленение моментов дискретности и статичности (устойчивости) естественных процессов. Отсюда необходимость различения

системно-структурного подхода в науке и структурально-го метода с его неоправданными претензиями на универсальность и исключительность. Первый предполагает процессуальный момент, динамику, а второй—только результат, статику.

Проблема огрубения изучаемого движения, в том числе и самого процесса познания, заслуживает особого внимания в связи с упомянутым выше техническим и математическим моделированием психических процессов. Здесь во весь рост встает вопрос о принципиальной *несводимости* вероятностного и конкретного по своему характеру мышления к совокупности дискретных «квантов» и манипуляциям этими «атомами» с помощью средств математической логики и формальных языковых систем в рамках по существу однозначной детерминации, исключающей подлинную стохастичность. Методологическая значимость этого принципиального положения очевидна и оно имеет *выход в практику*.

Кибернетика в свою очередь стимулирует дальнейшее развитие философской науки. Можно, например, отметить, что с позиций общей теории информации более глубокое истолкование и несколько иное звучание получают такие «старые» философские проблемы, как проблема «вторичных качеств», относительной самостоятельности сознания, двойной детерминации поведения, сущности психики, отражения общего, отношений на чувственной ступени познания, наличия идеальной стороны в слове, соотношения общественного и индивидуального сознания — вопросы, которые в последние годы активно обсуждаются в печати. Большую эвристическую ценность приобретает идея превращения свободной, точнее, относительной информации в связанную, идея, которой в истории философии в некотором роде созвучен принцип апперцепции. Различие информации и отражения в широком и узком смысле позволяет с более широких позиций подойти к оценке и критике философского наследия прошлого (проблема априоризма, «физиологического идеализма» и пр.), а также современного философского ревизионизма в области теории отражения.

Понятие информации углубляет наши представления о таких фундаментальных категориях марксистской философии, как идеальное и материальное, движение, взаимосвязь, отражение, единичное и общее, качество и коли-

чество, прерывность и непрерывность, содержание и форма, возможность и действительность, необходимость и случайность, устойчивость и изменяемость. Очевидна и плодотворность взаимного влияния теории информации и теории отражения как таковых.

Заслуживает особого внимания то, что понятие актуальной информации по объему оказывается значительно более широким, чем понятие сознания. Это, на наш взгляд, имеет не только методологическое значение для естествознания, но и определенное мировоззренческое значение для философии, свидетельствуя об *изменении формы материализма* в смысле уточнения естественно-научной картины мира.

Кибернетизация современной науки заключается и в другом. В связи со становлением кибернетического подхода за последние два десятилетия значительно изменилось содержание многих ведущих понятий науки, главным образом в направлении их обобщения, экстенсивного развития. К ним прежде всего относятся такие понятия, как «приспособление», «поведение», «гомеостаз», «информация», «управление», «организация», «программа», «код», «память», «сигнал», «модель», «энтропия», «функциональное свойство», «цель» и «целесообразность». Трудность заключается в том, что эти понятия используются ныне не только в чисто биологическом, техническом или психологическом смысле, но и в кибернетическом, более широком плане. Многозначность часто приводит к смешению и смещению понятий.

Положение дел осложняется тем, что эти и многие другие понятия имеют различные смысловые оттенки при употреблении их для характеристики процессов филогенеза, онтогенеза и конкретной отображаемой ситуации. Показателем в этом отношении термин «модель». Под моделью понимается не только результат и процесс отображения конкретной ситуации (информационное состояние кибернетической системы), но и итог всего исторического развития этой системы, ее память, связанная информация. Кроме того, можно говорить о модели каждого структурного уровня в организме (в том числе мозга). Наконец, понятие «модель» имеет различный смысл и объем в зависимости от того, употребляется оно для характеристики биологических явлений, психических процессов, логических построений или технических

конструкций. Все эти оттенки термина «модель» можно уловить тоже лишь в контексте.

Идея *трехплановости* отражения в организованной природе — одна из «сквозных» методологически важных идей, значение которой выходит за пределы проблемы информации. Уже говорилось, как она работает при анализе проблем наследственности и изменчивости, формальной и диалектической логики, индивидуального и общественного сознания, основного вопроса философии. Эта идея логически лежит в основе принципа двойной детерминации поведения кибернетической системы и опережающего характера отражения. Однако она должна использоваться совместно с системным подходом. В единстве исторического и системно-структурного методов проявляется важнейшее требование диалектики — необходимость конкретно-исторического подхода к изучению и объяснению явлений действительности.

И последнее. В печати нередко проскальзывает мысль о том, что задача философии — лишь истолковывать достижения частных наук, следовать за ними, плестись в хвосте естествознания. Подобное умаление методологической роли философии, допускающееся, кстати, даже некоторыми философами, принижает ее эвристическую ценность, таит в себе значительную опасность. Конечно, философия — оружие обоюдоострое. Неверное, субъективистское использование ее положений отдельными учеными способно временно затормозить развитие тех или иных частных наук (хотя бы ту же кибернетику). Однако как квинтэссенция всего человеческого познания марксистско-ленинская философия при правильном использовании арсенала ее логических средств выступает могучим стимулом развития всех отраслей научного знания. Отрицать мировоззренческую, методологическую, логическую роль и значение философских абстракций для частных наук на том основании, что не всегда и не всеми философами и естествоиспытателями правильно оценивались те или иные достижения естествознания в прошлом, — значит за деревьями не видеть леса. Материалистическая диалектика всегда была и будет той ариадниной нитью, которая помогает ученому выбирать из лабиринта научных фактов на широкую столбовую дорогу Науки.

ЛИТЕРАТУРА

Маркс К. К критике политической экономии. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 13.

Маркс К. Капитал, т. I. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 26.

Маркс К. Введение (из экономических рукописей 1857—1858 гг.). К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 12.

Маркс К. и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М., 1956.

Маркс К. и Ф. Энгельс. Немецкая идеология. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 3.

Энгельс Ф. Наброски к критике политической экономии. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 1.

Энгельс Ф. Анти-Дюринг. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20.

Энгельс Ф. Диалектика природы. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20.

Энгельс Ф. Людвиг Фейербах и конец классической немецкой философии. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 21.

Ленин В. И. Отношение к буржуазным партиям. Полн. собр. соч., т. 15.

Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Полн. собр. соч., т. 18.

Ленин В. И. Еще раз о профсоюзах. Полн. собр. соч., т. 12.

Ленин В. И. Карл Маркс. Полн. собр. соч., т. 26.

Ленин В. И. Философские тетради. Полн. собр. соч., т. 29.

Ленин В. И. О значении воинствующего материализма. Полн. собр. соч., т. 45.

Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971.

Программа Коммунистической партии Советского Союза, ч. II, раздел V, § 3.

О мерах по дальнейшему развитию общественных наук и повышению их роли в коммунистическом строительстве. Постановление Пленума ЦК КПСС (1967 г.). «Справочник партийного работника», вып. 8. М., 1968.

Брежнев Л. И. Дело Ленина живет и побеждает. М., 1970.

Абрамян Л. А. Гносеологические проблемы теории знаков. Ереван, 1965.

Абрамян Л. А. Основные понятия семиотики. «Вопросы философии», 1966, № 10.

Абрамова Н. Т. Сфера деятельности и уровень активности. «Вопросы философии», 1970, № 9.

Автоматы. М., 1956.

Автоматизированные системы управления. М., 1970.

Агаджанян Н. А. Биологические ритмы. М., 1967.

Агудов В. В. Категории «форма» и «структура». М., 1970.

- Актуальные проблемы диалектики. «Вопросы философии», 1965, № 10.
- Айзерман М. А. и др. Логика, автоматы, алгоритмы. М., 1963.
- Акчурин И. А., Веденов М. Ф., Сачков Ю. В. Методологические проблемы математического моделирования в естествознании. «Вопросы философии», 1966, № 4.
- Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Материалистическая диалектика — методология и логика современного естествознания. М., 1970.
- Амосов Н. М. Моделирование информации и программ в сложных системах. «Вопросы философии», 1963, № 12.
- Амосов Н. М. Моделирование мышления и психики. Киев, 1965.
- Антомонов Г., Казанцев В. Кибернетика — антирелигия. М., 1964.
- Анисимов С., Вислобоков А. Некоторые философские вопросы кибернетики. «Коммунист», 1960, № 2.
- Андрющенко М. Н. Некоторые философские вопросы кибернетики. «Философские науки», 1959, № 3.
- Анисимов С. Человек и машина (философские проблемы кибернетики). М., 1959.
- Антонов Н. П., Кочергин А. Н. Природа мышления и проблема его моделирования. «Философские науки», 1963, № 2.
- Анохин П. К. Теория отражения и современная наука о мозге. М., 1970.
- Анохин П. К. Опережающее отражение действительности. «Вопросы философии», 1962, № 7.
- Анохин П. К. Кибернетика и интегративная деятельность мозга. «Вопросы психологии», 1966, № 3.
- Анохин П. К. Химический континуум мозга как механизм отражения действительности. «Вопросы философии», 1970, № 6.
- Анохин П. К. Теория отражения и современная наука о мозге. М., 1970.
- Аптер М. Кибернетика и развитие. М., 1970.
- Аркадьев А., Браверман Э. Обучение машины распознаванию образов. М., 1964.
- Асмус В. Ф. Проблема интуиции в философии и математике. М., 1963.
- Асратян Э. А. Условный рефлекс и родственные ему явления. «Вопросы философии», 1962, № 8.
- Асратян Э. А., Симонов П. В. Надежность мозга. М., 1963.
- Афанасьев В. Г. Научное управление обществом. М., 1967.
- Ахлибинский Б. В. Ленинская теория отражения и кибернетика. Л., 1969.
- Ахлибинский Б. В. Информация и система. Л., 1969.
- Баженов Л. Б. Физика и теория информации. «Вопросы философии», 1961, № 8.
- Бабосов Е. М. Научно-техническая революция и модернизация католицизма. Минск, 1971.
- Бабский Е. Б., Парин В. В. Физиология, медицина и технический прогресс. М., 1965.
- Баженов Л. Б., Бирюков Б. В., Штофф В. А. Моделирование. Философская энциклопедия, т. 3. М., 1964.
- Бассин Ф. В. Проблема бессознательного. М., 1969.

Бассин Ф. В. Открытое письмо Э. А. Асратяну. «Вопросы философии», 1971, № 4.

Берг А. И. О некоторых проблемах кибернетики. «Вопросы философии», 1960, № 5.

Берг А. И., Новик И. Б. Развитие познания и кибернетика. «Коммунист», 1965, № 2.

Берг А. И. Кибернетика — наука об оптимальном управлении. М.—Л., 1964.

Батищев Г. С. Общественно-историческая деятельная сущность человека. «Вопросы философии», 1967, № 5.

Бейли Н. Математика в биологии и медицине. М., 1970.

Бернс В. Неопределенность в нервной системе. М., 1969.

Беркли Э. Символическая логика и разумные машины. М., 1961.

Бернштейн Н. А. Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой. «Вопросы философии», 1962, № 8.

Бернштейн Н. А. На путях к биологической активности. «Вопросы философии», 1965, № 10.

Бжалава Н. Т. Установка и поведение. М., 1968.

Биологические аспекты кибернетики. М., 1962.

Бионика сегодня и завтра. М., 1969.

Биоэлектрическое управление. Человек и автоматические системы. М., 1970.

Бир С. Кибернетика и управление производством. М.—Л., 1963. Бионика. М., 1967.

Бирюков Б. В. Логико-математические аспекты теории автоматов. «Философские науки», 1964, № 5.

Бирюков Б. В., Коноплякин А. А. Математика и логика. Сб. «Диалектический материализм и вопросы естествознания». М., 1964.

Бирюков Б. В., Петров Ю. А. Актуальные вопросы логического анализа языка науки. «Философские науки», 1967, № 6.

Бирюков Б. В., Спиркин А. Г. Философские проблемы кибернетики. «Вопросы философии», 1964, № 9.

Библер В. Материя. Философская энциклопедия, т. 3.

Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Н. Т. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. М., 1969.

Блох И. И. Основные понятия теории информации. Л., 1959.

Бодалев А. А. Восприятие человека человеком. Л., 1965.

Богданов А. Всеобщая организационная наука (тектология), т. II. М.—Л., 1927.

Бокарев В. А. Объем и содержание понятия «управление». «Вопросы философии», 1966, № 11.

Бонгард М. М. Проблема узнавания. М., 1967.

Боннер Дж. Молекулярная биология развития. М., 1967.

Богомолов А. С. Идеалистическая диалектика в двадцатом столетии. «Вопросы философии», 1966, № 3.

Брайнес С. Н., Свечинский В. Б. Проблемы кибернетики и нейробионики. М., 1968.

Бриллюзэн Л. Наука и теория информации. М., 1960.

Бриллюзэн Л. Научная неопределенность и информация. М., 1966.

Бродский И. Н., Серебрянников О. Ф. О характере современной формальной логики. «Вопросы философии», 1966, № 8.

- Братко А. А. Моделирование психики. М., 1969.
- Брушлинский А. В. Психология мышления и кибернетика. М., 1970.
- Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. М., 1968.
- Буева Л. П. Социальная среда и сознание личности. М., 1958.
- Вавилов С. И. Физика. «Под знаменем марксизма», 1935, № 1.
- Василев С. Теория отражения и художественное творчество. М., 1970.
- Ван Хао. На пути к математической механике. «Кибернетический сборник», № 5.
- Вайскопф В. Наука и удивительное. М., 1965.
- Вдовиченко Г. П. Ленинская теория отражения и информация. Киев, 1969.
- В. Ю. А. Методологические проблемы теории информации. «Вопросы философии», 1968, № 10.
- Взаимосвязь категорий. Свердловск, 1970.
- Веденов М. Ф., Кремянский В. И. Некоторые философские вопросы современной биологии. М., 1965.
- Веденов М. Ф., Кремянский В. И. Соотношение структуры и функции в биологии. М., 1966.
- Веккер Л. М. Психическое изображение как сигнал. «Вопросы философии», 1964, № 3.
- Веккер Л. М. Восприятие и основы его моделирования. Л., 1964.
- Вессель Г. Вирусы, чудо, противоречия. М., 1965.
- Веселовский В. Н. О сущности живой материи. М., 1971.
- Веников В. А. Моделирование в науке и технике. В кн.: Наука и человечество. М., 1966.
- Веников В. А. Теория подобия и моделирование. М., 1966.
- Вернадский В. И. Биосфера. М., 1967.
- Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., 1970.
- Ветров А. А. Семантика и ее основные проблемы. М., 1968.
- Винер Н. Кибернетика. М., 1968.
- Винер Н. Кибернетика и общество. М., 1958.
- Винер Н. Я — математик. М., 1964.
- Винер Н. Мое отношение к кибернетике, ее прошлое и будущее. М., 1969.
- Винер Н. Творец и робот. М., 1966.
- Вислобоков А. Д. О диалектике процесса познания природы и кибернетика. М., 1965.
- Владимиров С., Карев М. Информация и мы. М., 1970.
- Возможное и невозможное в кибернетике. М., 1963.
- Волькенштейн М. Молекулы и жизнь. М.—Л., 1965.
- Вопросы бионики. М., 1967.
- Востоков Б. И., Коршунов А. М., Полторацкий А. Ф. Проблемы идеального и современная наука. М., 1965.
- Вопросы статистической теории распознавания. М., 1967.
- Войшвилло Е. К. Понятие. М., 1967.
- Войшвилло Е. К. Понятие как форма мышления. «Вопросы философии», 1969, № 8.
- Волкова Э. В., Филюков А. И., Водопьянов П. А. Детерминация эволюционного процесса. Минск, 1971.
- Вулдридж Д. Механизмы мозга. М., 1965.
- Вычислительные машины и мышление. М., 1967.

- Вычислительная техника. Обработка информации. М., 1970.
- Гаврилов М. А. Построение релейных устройств и конечных автоматов из блоков. Известия АН СССР. Техническая кибернетика, 1963, № 3.
- Гастев Ю. А. Модель. Философская энциклопедия, т. 3.
- Генетика: наука и практика. М., 1968.
- Геллер Е. С. Моделирование в биологии и медицине. «Вестник АМН СССР», 1967, № 3.
- Гейзенберг В. Физика и философия. М., 1963.
- Гельфанд И. М., Цетлин М. Л. О математическом моделировании механизмов центральной нервной системы. Сб. «Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем». М., 1966.
- Георгиев Ф. И. и др. Чувственное познание. М., 1965.
- Георгиев Ф. И. Сознание и принцип отражения. «Философские науки», 1966, № 5.
- Георгиев Ф. И. Сознание, его происхождение и сущность. М., 1967.
- Гегель Г. Ф. Соч., т. IV и V. М., 1930—1959.
- Глезер В. Д., Цукерман И. И. Информация и зрение. М.—Л., 1961.
- Глинский Б. А. и др. Моделирование как метод научного познания. М., 1965.
- Глушков В. М. Введение в кибернетику. Киев, 1963.
- Глушков В. М. Мышление и кибернетика. М., 1966.
- Гольдман С. Теория информации. М., 1957.
- Голованов В. Н. Законы в системе научного знания. М., 1970.
- Грегори Р. Глаз и мозг. М., 1970.
- Готт В. С., Урсул А. Д. Определенность и неопределенность как категории научного познания. М., 1971.
- Греневский Г. Кибернетика без математики. М., 1964.
- Грязнов Б. С. и др. Гносеологические проблемы моделирования. «Вопросы философии», 1967, № 2.
- Гутенмахер Л. И. Электронные информационно-логические машины. М., 1962.
- Гутчин И. Б., Кузичев А. С. Бионика и надежность. М., 1967.
- Гробстайн К. Стратегия жизни. М., 1968.
- Глезер В. Д. Механизмы опознания зрительных образов. М., 1966.
- Дарвин Ч. Происхождение видов. М., 1952.
- Дельгадо Х. Мозг и сознание. М., 1971.
- Дробницкий О. Г. Мир оживших предметов. М., 1967.
- Друянов Л. Законы науки и научное объяснение. М., 1967.
- Демичев Г. М. Общественное бытие и общественное сознание. Кишинев, 1970.
- Дергачев В. В. Хранение информации (память) в живых системах. «Вопросы психологии», 1967, № 4.
- Декарт Р. Рассуждение о методе. М., 1960.
- Дейч С. Модели нервной системы. М., 1970.
- Джордж Ф. Мозг как вычислительная машина. М., 1963.
- Диалектика и логика научного познания. М., 1966.
- Диалектический материализм и вопросы естествознания. М., 1964.

- Диалектические противоречия в природе. М., 1967.
- Дмитриев В. Н., Чернышев В. И. Пневматические вычислительные приборы непрерывного действия. М.—Л., 1962.
- Добров Г. Наука о науке. Киев, 1966.
- Доклады V межвузовской конференции по физическому и математическому моделированию. М., 1968.
- Дубинин Н. П., Глембоцкий Я. А. Генетика популяций и селекция. М., 1967.
- Дубинин Н. П. Общая генетика. М., 1970.
- Дубровский Д. И. Психические явления и мозг. М., 1971.
- Жерарден Л. Бионика. М., 1971.
- Жданов В. М. Вирусы и генетика. «Вопросы философии», 1965, № 9.
- Живкович Л. Теория социального отражения. М., 1969.
- Жизнь, ее происхождение и развитие. М., 1967.
- Жуков Н. И. Философские основы кибернетики. Минск, 1970.
- Жуков Н. И. Информация. Минск, 1966.
- Жуков-Всережников Н. Н. Теория генетической информации. М., 1966.
- Зелены И. Можно ли говорить об изменениях в основании современной науки? «Вопросы философии», 1971, № 4.
- Завадский К. М. Вид и видообразование. Л., 1968.
- Закон, необходимость, вероятность. М., 1967.
- Земан И. Познание и информация. М., 1966.
- Зиновьев А. А. Логика науки. М., 1971.
- Иванов С. Г. Некоторые философские вопросы кибернетики. Л., 1960.
- Ивахненко А. Г., Лапа В. Г. Кибернетические предсказывающие устройства. Киев, 1966.
- Ивс Г., Ньюсом К. В. О математической логике и философии математики. М., 1968.
- Илиади А. Н. Практическая природа человеческого познания. М., 1962.
- Ильенков Э. Идеальное. Философская энциклопедия, т. 2. Информация и кибернетика. М., 1967.
- Информация. М., 1968.
- Исследования мышления в советской психологии. М., 1966.
- Исследование принципов переработки информации в зрительной системе. Л., 1970.
- Колмогоров А. Н. Три подхода к определению понятия «количество информации». «Проблемы передачи информации», вып. 2, т. I, 1965.
- Колмогоров А. Н. Информация. БСЭ, доп. т. 51, изд. 2, 1958.
- Колмогоров А. Н. Проблемы теории вероятностей и математической статистики. «Вестник АН СССР», 1965, № 5.
- Колмогоров А. Н. Теория передачи информации. М., 1956.
- Кольман Э. Я. Кибернетика. М., 1956.
- Кондратов А. М. Звуки и знаки. М., 1966.
- Кондратов А. М. Числа вместо интуиции. М., 1963.
- Концепция информации и биологические системы. М., 1966.
- Копнин П. В. Понятие мышления и кибернетика. «Вопросы философии», 1961, № 2.
- Копнин П. В. Философские идеи В. И. Ленина и логика. М., 1969.

Копнин П. В., Лекторский В. А. Материалистическая диалектика — методологическая основа научного познания. «Коммунист», 1971, № 7.

Корюкин В. И. Вероятность и информация. «Вопросы философии», 1965, № 8.

Косолопов В. В. Информационно-логический анализ научного исследования. Киев, 1968.

Косса П. Кибернетика. М., 1958.

Козлова М. С. Об общих принципах марксистского подхода к проблеме субъекта и объекта. «Научные записки». Л., 1970.

Коршунов А. М. Теория отражения и творчество. М., 1971.

Кочергин А. Н. Моделирование мышления. М., 1969.

Красин В. П. Кибернетика энергосистем. Минск, 1965.

Красовский А. А. Динамика непрерывных самонастраивающихся систем. М., 1963.

Краймер Л. П. Техническая кибернетика. М.—Л., 1964.

Крестьянский В. И. Возникновение организации материальных систем. «Вопросы философии», 1967, № 3.

Креч Д. Наследственность, среда, мозг и решение задач. «Вопросы психологии», 1966, № 3.

Крушинский Л. В. и др. Экстраполяционный рефлекс и его роль в эволюции поведения животных. «Проблемы кибернетики», вып. 16. М., 1966.

Кульбак С. Теория информации и статистика. М., 1967.

Кузьмин В. Ф. Философская категория сознания и современная наука. М., 1964.

Кузьмин Е. С. Основы социальной психологии. Л., 1967.

Курбаков К. И. Информационно-логические системы. М., 1967.

Курций Н. Т. Критика фрейдизма в медицине и психологии. М., 1965.

Козенко А. В., Половинчик А. Н. Эффективность научно-технической информации. М., 1967.

Кураев В. И. Логическая экспликация понятий и философское исследование. «Вопросы философии», 1971, № 2.

Куприянович Л. И. Резервы улучшения памяти. М., 1970.

Краев А. С. Вероятность и системы. Воронеж, 1970.

Кант И. Пролегомены. М.—Л., 1934.

Кант И. Критика чистого разума. СПб., 1907.

Кастлер Г. Возникновение биологической организации. М., 1967.

Категории диалектики и методология современной науки. Воронеж, 1970.

Карпинская Р. С. Проблема целостности и молекулярная биология. «Вопросы философии», 1969, № 10.

Кардашева А. С. Философский анализ проблемы биологической активности. «Вопросы философии», 1966, № 8.

Кедров Б. М. Энгельс и диалектика естествознания. М., 1970.

Кендрю Дж. Нить жизни. М., 1968.

Керженцев П. М. Принципы организации. М., 1968.

Келдыш М. В. Естественные науки и их значение для развития мировоззрения и технического прогресса. «Коммунист», 1966, № 7.

Кибернетика. М., 1967.

- Кибернетика и право. М., 1967.
- Кибернетику на службу коммунизму, т. 1, 2, 3, 4, 5.
- Кибернетические аспекты в изучении работы мозга. М., 1970.
- Кибернетические вопросы биологии. М., 1968.
- Киселинчев А. Марксистско-ленинская теория отражения и учение о высшей нервной деятельности. М., 1956.
- Китов А. И. Программирование информационно-логических задач. М., 1967.
- Классификация и номенклатура ферментов. М., 1962.
- Клаус Г. Кибернетика и философия. М., 1963.
- Кобринский Н. Е., Пекелис В. Быстрее мысли. М., 1963.
- Кобринский Н. Е., Трахтенберг Б. А. Введение в теорию конечных автоматов. М., 1962.
- Ковалгин В. М. Рефлекторная теория ощущений. Минск, 1963.
- Коут А. В поисках роботов. М., 1970.
- Кочергин А. Н. Моделирование мышления. М., 1969.
- Лавров С. С. Универсальный язык программирования. М., 1967.
- Ланге О. Введение в экономическую кибернетику. М., 1968.
- Ланда Л. Н. Алгоритмизация и обучение. М., 1966.
- Лаплас. Опыт философии теории вероятностей. М., 1908.
- Леви-Стросс. Структура мифов. «Вопросы философии», 1970, № 7.
- Лернер А. Я. Начала кибернетики. М., 1967.
- Левада Ю. Кибернетические методы в социологии. «Коммунист», 1965, № 14.
- Леонтьев А. Н., Криничик Е. П. Некоторые особенности процесса переработки информации человеком. «Философские науки», 1962, № 3.
- Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., 1965.
- Ленин как философ. М., 1969.
- Ленинизм и развитие марксистской философской мысли за рубежом. М., 1970.
- Ленин и современное естествознание. М., 1969.
- Ленинская теория отражения и современность. Свердловск, 1967.
- Ленинская теория отражения и современность. Москва—София, 1969.
- Левия Г. А. В. И. Ленин и современные проблемы теории познания. Минск, 1970.
- Левин Л. Методы решения технических задач на АВМ. М., 1966.
- Лекторский В. А. Принципы воспроизведения объекта в знании. «Вопросы философии», 1967, № 4.
- Лекторский В. А. Проблема субъекта и объекта в классической и современной буржуазной философии. М., 1965.
- Ли Р. Оптимальные оценки, определение характеристик и управление. М., 1966.
- Либерман Е. А. «Генераторы» и «насосы» клетки. М., 1965.
- Лилли С. Люди, машины и история. М., 1970.
- Лилли Дж. Человек и дельфины. М., 1965.
- Ломов Б. Ф. Человек и техника. Л., 1963.
- Лоренц К. Кольцо царя Соломона. М., 1969.
- Логика научного исследования. М., 1965.

- Лук А. Н. Память и кибернетика. М., 1967.
- Лурия А. Р. Мозг и психика. «Коммунист», 1964, № 6.
- Ляпунов А. А., Яблонский С. В. Теоретические проблемы кибернетики. «Проблемы кибернетики», в. 9. М., 1963.
- Любутин К. Н. Категории субъекта и объекта в немецкой классической и марксистско-ленинской философии. Свердловск, 1969.
- Мартека В. Бионика. М., 1962.
- Мамзин А. С. О форме и содержании в живой природе. Л., 1968.
- Мальцев В. И. Очерк по диалектической логике. М., 1964.
- Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., 1969.
- Математическое моделирование жизненных процессов. М., 1968.
- Марковец Г., Хауснер Б., Кадр Г. Симскрипт, алгоритмический язык для моделирования. М., 1966.
- Математические проблемы в биологии. М., 1966.
- Марков А. А. Математическая логика и вычислительная математика. «Вестник АН СССР», 1957, № 8.
- Мартынов В. В. Кибернетика, семиотика, лингвистика. Минск, 1966.
- Медунин А. Е., Новик И. Б. Биосфера как саморегулирующаяся система. «Вопросы философии», 1967, № 8.
- Мелюхин С. Т. Материя в ее единстве, бесконечности и развитии. М., 1966.
- Методологические проблемы современной науки. М., 1970.
- Медведев Н. В. Теория отражения и ее естественнонаучное обоснование. М., 1963.
- Мидоу Ч. Анализ информационно-поисковых систем. М., 1970.
- Милн Л. Д., Милн М. Чувства животных и человека. М., 1966.
- Миллер В. Перт-система управления. М., 1967.
- Милсум Д. Анализ биологических систем управления. М., 1968.
- Михайлов А. Н. и др. Основы информации. М., 1968.
- Михайлова Н. Б. Методы и формы познания. М., 1968.
- Миллер Д., Галантер Е., Прибрам К. Планы и структура поведения. М., 1965.
- Митрофанов А. С. Гносеологические проблемы информационного моделирования мышления. «Философские науки», 1971, № 1.
- Молевич Е. Ф. К вопросу о критерии органического прогресса. «Вопросы философии», 1965, № 8.
- Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие. М., 1966.
- Молибог А. Г. Программированное обучение. М., 1967.
- Моделирование психической деятельности. М., 1969.
- Может ли машина думать? «Вопросы философии», 1962, № 9.
- Моисеев В. Д. Центральные идеи и философские основы кибернетики. М., 1965.
- Мэгун Г. Бодрствующий мозг. М., 1965.
- Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании. М., 1969.
- Морозов В. Д. Проблема развития в философии и естествознании. Минск, 1969.
- Мкртчян С. О. Нейроны и нейронные сети. М., 1971.

Мотрошилова Н. В. Принципы и противоречия в феноменологической философии. М., 1968.

Напалков А. В., Чичварина Н. А. Можно ли моделировать работу мозга? М., 1966.

На пути к теоретической биологии. М., 1970.

Нарский И. С. Дialeктическое противоречие и логика познания. М., 1969.

Нарский И. С. Актуальные проблемы марксистско-ленинской теории познания. М., 1966.

Наука, техника, управление. М., 1966.

Наумов Н. П. О методологических проблемах биологии. «Философские науки», 1964, № 1.

Нейман Д. Вычислительные машины и мозг. «Кибернетический сборник». М., 1960.

Некоторые вопросы диалектического материализма. Л., 1962.

Николаев Н. и др. Аналоговая математическая машина УСМ-1. М., 1962.

Николау Э. Введение в кибернетику. М., 1967.

Нильсон Н. Обучающиеся машины. М., 1967.

Новик И. Б. Кибернетика, философские и социологические проблемы. М., 1963.

Новик И. Б. Философские идеи Ленина и кибернетика. М., 1969.

Нюберг Н. Д. О познавательных возможностях моделирования. В сб. «Математическое моделирование жизненных процессов». М., 1966.

Новиков П. С. Элементы математической логики. М., 1959.

Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения. М., 1966.

Окулов А. Ф. Советская философская наука и ее проблемы. М., 1970.

Опарин А. И. Возникновение и начальное развитие жизни. М., 1966.

Орлов В. В. К вопросу о философском понятии материи. «Философские науки», 1970, № 4.

Орлов В. В. Психофизиологическая проблема. Пермь, 1966.

Очерки методологии познания социальных явлений. М., 1970.

Павлов И. П. Полное собрание сочинений. М.—Л., изд. 3-е, т. III, кн. 2 и 1.

Павлов Т. Информация, отражение, творчество. М., 1967.

Павлов Т. К диалектическому единству дарвинизма и генетики. М., 1970.

Павлов Т. Теория отражения. Избранные философские произведения, т. 3. М., 1962.

Парин В. В. и др. Кибернетика и ее значение для познания и преобразования природы и общества. «Философские науки», 1967, № 1.

Парин В. В., Баевский Р. М. Введение в медицинскую кибернетику. М., 1966.

Парин В. В. и др. Кибернетика в биологии и медицине. «Коммунист», 1968, № 1.

Панов Е. Н. Сигнализация и «язык» животных. М., 1970.

Панцхава И. Д., Пахомов Б. А. Диалектический материализм в свете современной науки. М., 1971.

Парыгин Б. Д. Социальная психология как наука. Л., 1965.

- Пальгунов Н. Г. Заметки об информации. М., 1967.
- Переверзев Л. Б. Искусство и кибернетика. М., 1966.
- Петров Ю. А. Логические проблемы абстракций потенциальной осуществимости. М., 1967.
- Передача цифровой информации. ИЛ., 1963.
- Петрушенко Л. А. Самодвижение материи в свете идей кибернетики. М., 1971.
- Плющ Л. Н. Понятие информации. Сб. «Очерки по философским вопросам биологии и медицины». М., 1966.
- Пирс Д. Символы, сигналы, шумы. М., 1967.
- Пижа Ж. Психология, междисциплинарные связи и система наук. «Вопросы философии», 1966, № 12.
- Полетаев И. А. О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах. «Проблемы кибернетики», вып. 16. М., 1966.
- Полянский Ю. Н. Методологические проблемы биофизики. «Вопросы философии», 1967, № 2.
- Попович М. В. О философском анализе языка науки. Киев, 1966.
- Поспелов Д. А. Игры и автоматы. М.—Л., 1966.
- Поспелов Д. А., Пушкин В. Н., Садовский В. Н. Эвристическое программирование и эвристика как наука. «Вопросы философии», 1967, № 7.
- Познание и мышление. М., 1968.
- Полетаев И. А. Сигнал. М., 1958.
- Пономарев Я. А. Психика и интуиция. М., 1967.
- Прохоренко В. К. Методологические принципы общей динамики систем. Минск, 1969.
- Проблема уровней и систем в научном познании. Минск, 1970.
- Проблемы биофизики. М., 1965.
- Проблема бионики. М., 1965.
- Проблемы марксистско-ленинской философии. М., 1965.
- Проблемы мышления в современной науке. М., 1964.
- Проблема причинности в современной физике. М., 1960.
- Проблема передачи информации, вып. 15, 1963.
- Природа сознания и закономерности его развития. Новосибирск, 1966.
- Проблема отражения и современная наука. М., 1967.
- Проблема отражения. М., 1969.
- Проблемы сознания. Иваново, 1967.
- Проблемы инженерной психологии. М., 1967.
- Проблема ценности в философии. М.—Л., 1966.
- Проблема моделирования психической деятельности. Новосибирск, 1967.
- Проблемы научного творчества в современной психологии. М., 1971.
- Проблемы диалектического материализма в работах советских философов. «Вопросы философии», 1964, № 12.
- Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.
- Проблемы общественной психологии. М., 1967.
- Принципы самоорганизации. М., 1966.
- Поляков Г. И. О принципах нейронной организации мозга. М., 1965.
- Принципы построения самообучающихся систем. Киев, 1962.

- Прохоров Ю. В. Бионика — наука, рождающаяся на наших глазах. «Коммунист», 1965, № 4.
- Протасеня П. Ф. Происхождение сознания и его особенности. Минск, 1959.
- Пушкин В. Н. Эвристика — наука о творческом мышлении. М., 1967.
- Пушкин В. Н. Кибернетика и психология. М., 1971.
- Пушкин В. Н. Оперативное мышление в больших системах. М., «Энергия», № 1, 1965.
- Пуайен Жак, Пуайен Жанна. Электронный язык. М., 1963.
- Пузиков П. Д. Понятия и их определение. Минск, 1970.
- Равен Х. Оогенез. Накопление морфогенетической информации. М., 1964.
- Распознавание образов. М., 1970.
- Ракитов А. И. Курс лекций по логике науки. М., 1971.
- Ратнер В. А. Генетические управляющие системы. Новосибирск, 1966.
- Рашевский Н. П. Некоторые медицинские аспекты математической биологии. М., 1966.
- Рейвин А. Эволюция генетики. М., 1967.
- Рейтман У. Познание и мышление. М., 1968.
- Ревзин И. И. От структурной лингвистики к семиотике. «Вопросы философии», 1964, № 9.
- Регуляция клеточного обмена. М., 1962.
- Резников Л. О. Гносеологические вопросы семиотики. Л., 1964.
- Ригель Д. Энергия, жизнь и организм. М., 1967.
- Резен Р. Принцип оптимальности в биологии. М., 1969.
- Роль категорий диалектики в изучении биологических явлений. Минск, 1967.
- Ровенский З., Уемов Н., Уемова Е. Машина и мысль. М., 1960.
- Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики. М., 1965.
- Рогинский З. Н. Научные вопросы построения единой системы передачи информации. «Вестник АН СССР», 1962, № 1.
- Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, 1964.
- Роговин М. С. Философские проблемы теории памяти. М., 1966.
- Рузе М. Роберт Оппенгеймер и атомная бомба. М., 1963.
- Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание. М., 1957.
- Сапожников Р. А. Основы технической кибернетики. М., 1970.
- Сафронов Ю. П. и др. Распознающие устройства. М., 1970.
- Самоорганизующиеся системы. М., 1964.
- Сачков Ю. В. Эволюция стиля мышления в естествознании. «Вопросы философии», 1968, № 4.
- Семков Б. Ф. К вопросу о сущности жизни. «Вопросы философии», 1963, № 1.
- Свидерский В. И., Зобов Р. А. Новые философские аспекты элементарно-структурных отношений. Л., 1970.
- Седов Е. А. К вопросу о соотношении энтропии информационных процессов и физической энтропии. «Вопросы философии», 1965, № 1.

- Серебрянников О. Ф. Эвристические принципы и логические исчисления. М., 1970.
- Сент-Дьерди А. Биоэлектроника. М., 1971.
- Семков Б. Ф. Важные направления научного исследования, «Вопросы философии», 1966, № 9.
- Серебрянников О. Ф. О выражении эвристических принципов в логическом исчислении. Материалы к симпозиуму по логике науки. М., 1966.
- Сетров М. И. Об общих элементах тектологии А. Богданова, кибернетики и теории систем. «Ученые записки кафедр общественных наук вузов Ленинграда». Л., 1967.
- Соболев С. Л., Ляпунов А. А. Кибернетика и естествознание. В сб. «Философские проблемы современного естествознания». М., 1959.
- Симонов П. В. Что такое эмоции? М., 1966.
- Симонов П. В. Теория отражения и психофизиология эмоций. М., 1970.
- Славин А. В. Наглядный образ в структуре познания. М., 1971.
- Снякин П. Г., Есаков А. К. Вопросы восприятия и явление физиологической «настройки» органов чувств. «Вопросы философии», 1963, № 2.
- Смит Дж. Математические идеи в биологии. М., 1971.
- Современные проблемы эволюционной теории. Л., 1967.
- Современное программирование. М., 1967.
- Современные проблемы машинного анализа биологических структур. М., 1970.
- Современные проблемы теории познания диалектического материализма, т. I, II. М., 1970.
- Соколов Е. Н. Ориентировочный рефлекс как кибернетическая система. «Журнал высшей нервной деятельности», т. 13, № 5, 1963.
- Солодовников А. С. Введение в линейную алгебру и линейное программирование. М., 1966.
- Соколовский Ю. М. Кибернетика настоящего и будущего. Харьков, 1965.
- Спиркин А. Г. Происхождение сознания. М., 1960.
- Спиркин А. Г., Бирюков Б. В. Философские вопросы кибернетики. «Вопросы философии», 1962, № 9.
- Спиркин А. Г. Материя и сознание. «Вопросы философии», 1963, № 10.
- Степин В. С. Генезис теоретических моделей. «Философские науки», 1971, № 3.
- Страшников В. И. В. И. Ленин о свойстве отражения и некоторые вопросы технического прогресса. Иркутск, 1959.
- Строительство коммунизма и общественные науки. М., 1962.
- Стяжкин Н. И. Формирование математической логики. М., 1967.
- Субботин А. Л. Математическая логика — ступень в развитии формальной логики. «Вопросы философии», 1963, № 12.
- Талызина Н. Ф. Теоретические проблемы программированного обучения. М., 1969.
- Таубе М. Вычислительные машины и здравый смысл. М., 1964.
- Тарасенко Ф. П. К определению понятия «информация» в кибернетике. «Вопросы философии», 1963, № 4.
- Тарасенко Ф. П. Введение в курс теории информации. Томск, 1963.

- Теория информации в биологии. М., 1960.
 Теория связи в сенсорных системах. М., 1964.
 Теория информации. М., 1964.
 Теория познания и современная наука. М., 1967.
 Теория познания и современность. М., 1967.
 Теория отражения и современная наука. М., 1967.
 Герлецкий Я. П. Динамическое и статистическое. М., 1950.
 Техническая кибернетика в СССР. М., 1968.
 Тиннберген Н. Поведение животных. М., 1970.
 Томас К. и др. Перспективы программированного обучения. М., 1967.
 Тринчер К. С. Биология и информация. Элементы биологической термодинамики. М., 1965.
 Тростников В. Н. Человек и информация. М., 1970.
 Трошин В. Д. Методологические проблемы современной науки. М., 1966.
 Тьюринг А. Может ли машина мыслить? М., 1960.
 Тютин В. С. О природе образа (психологическое отражение в свете идей кибернетики). М., 1963.
 Тютин В. С. «Клеточка» отражения и отражение как свойство всей материи. «Вопросы философии», 1964, № 2.
 Тютин В. С. Отражение и информация. «Вопросы философии», 1967, № 3.
 Трубников Н. Н. О категориях «цель», средство, результат. М., 1968.
 Тугаринов В. П. В. И. Ленин и некоторые современные проблемы теории сознания. Л., 1969.
 Тугаринов В. П. Философия сознания. М., 1971.
 Уваров Л. В. Символизация в познании. Минск, 1971.
 Узнадзе Д. Н. Экспериментальные основы психологии установок. Тбилиси, 1961.
 Уемов А. И. Вещи, свойства и отношения. М., 1963.
 Уемов А. И. Логические основы метода моделирования. М., 1971.
 Украинцев Б. С. Отражение в неживой природе. М., 1969.
 Украинцев Б. С. Информация и отражение. «Вопросы философии», 1963, № 2.
 Успенский В. А. Алгоритм. Философская энциклопедия, т. 1. М., 1960.
 Управляющие математические машины. М., 1967.
 Уилсон А., Уилсон М. Информация, вычислительные машины и проектирование систем. М., 1968.
 Уолтер Г. Живой мозг. М., 1966.
 Уолд Д. Детерминизм, индивидуальность и проблема свободной воли. «Наука и жизнь», № 1 и 2, 1968.
 Урсул А. Д. Природа информации. М., 1968.
 Урсул А. Д. Нестатистические подходы в теории информации. «Вопросы философии», 1967, № 2.
 Урсул А. Д. Информация и мышление. М., 1970.
 Урсул А. Д. Информация. М., 1971.
 Уэллс Г. Крах психоанализа. М., 1968.
 Файнштейн А. Основы теории информации. М., 1960.
 Фейербах Л. Избр. философск. произвед., т. 1. М., 1955.

- Федосеев П. Н. Диалектика современной эпохи. М., 1966.
- Федосеев П. Н. XXII съезд и задачи научно-исследовательской работы в области философии. «Вопросы философии», 1962, № 3.
- Фейгинсон Н. И. Корпускулярная генетика. М., 1963.
- Философия и естествознание. М., 1965.
- Философские вопросы кибернетики. М., 1961.
- Философские вопросы естествознания. Казань, 1969.
- Философия естествознания, вып. I. М., 1966.
- Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии. М., 1963.
- Философские вопросы физики и кибернетики. Рига, 1966.
- Философские вопросы высшей нервной деятельности. М., 1964.
- Философия и современность. М., 1971.
- Философские вопросы биологии и биокрибернетики, вып. III. М., 1970.
- Философские проблемы современной биологии. М.—Л., 1966.
- Финк Д. Вычислительные машины и человеческий разум. М., 1967.
- Фогель Л. и др. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. М., 1969.
- Фрейд З. Основные психологические теории в психоанализе. М., 1923.
- Фролов И. Т. Очерки методологии биологического исследования. М., 1965.
- Фролов И. Т. Диалектика и генетика. М., 1968.
- Фролов И. Т. Органический детерминизм, телеология и целевой подход в исследовании. «Вопросы философии», 1970, № 10.
- Фриш К. Из жизни пчел. М., 1965.
- Ф. Энгельс и современные проблемы философии марксизма. М., 1971.
- Хайлов К. М. Упорядоченность биологических систем. «Успехи современной биологии», вып. 2, т. 61. М., 1966.
- Халифман И. А. Пчелы. М., 1963.
- Харкевич А. А. О ценности информации. «Проблемы кибернетики», в. 4. 1961.
- Харкевич А. Информация и техника. «Коммунист», 1962, № 17.
- Хилл Т. И. Современные теории познания. М., 1965.
- Холум Дж. Молекулярные основы жизни.
- Ходжкин А. Нервный импульс. М., 1965.
- Холличер В. Природа в научной картине мира. М., 1966.
- Цетлин М. Л. Исследования по теории автоматов. М., 1969.
- Цетлин М. Л. О поведении конечных автоматов в случайных средах. «Автоматика и телемеханика», т. XXII, № 10, 1961.
- Цомель Г. И. Опознавание речевых сигналов. М., 1971.
- Чавчанидзе В. В., Гельман О. Я. Моделирование в науке и технике. М., 1966.
- Чеголин П. М. Методы, алгоритмы и программы статистического анализа. Минск, 1971.
- Человеческие способности машин. М., 1971.
- Чернов С. Е. Философские проблемы кибернетики. Куйбышев, 1969.
- Черныш Б. И. Информационные процессы в обществе. М., 1968.

- Черныш В. И., Напалков А. В. Математический аппарат биологической кибернетики. М., 1964.
- Черняк В. С. Структурализм и математизация знания. «Философские науки», 1969, № 5.
- Читающие автоматы и распознавание образов. Киев, 1965.
- Чернов В. И. Анализ философских понятий. М., 1966.
- Шалютин С. М. Высшие и низшие формы движения. М., 1967.
- Шамбадаль П. Развитие и приложения понятия энтропия. М., 1967.
- Шароградский В. Н. К вопросу о соотношении энтропии и количества информации. «Вестник МГУ», 1967, № 2.
- Шантрен Ю. Биосинтез белков. М., 1963.
- Шалютин С. М. Кибернетика и религия. М., 1964.
- Шадринцев И. С. Что такое кибернетика. М., 1963.
- Шафф А. Введение в семантику. М., 1963.
- Шварц С. С. Современные проблемы эволюционной теории. «Вопросы философии», 1967, № 10.
- Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963.
- Шингаров Г. Х. Эмоции и чувства как формы отражения действительности. М., 1971.
- Шептулин А. П. Система категорий диалектики. М., 1967.
- Шептулин А. П. Категории диалектики. М., 1971.
- Шералиева Р. Некоторые философские вопросы теории информации. Фрунзе, 1966.
- Шилейко А. В. Основы аналоговой вычислительной техники. М., 1967.
- Широканов Д. И. Взаимосвязь категорий диалектики. Минск, 1969.
- Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. М., 1965, изд. 2-е.
- Шмальгаузен И. И. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск, 1968.
- Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. М., 1968.
- Шмальгаузен И. И. Проблемы дарвинизма. Л., 1969.
- Шмальгаузен И. И. Регуляция формообразования. М., 1964.
- Шорохова Е. В. Проблема сознания в философии и естествознании. М., 1962.
- Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? М., 1947.
- Шрейдер Ю. А. Об одной модели семантической теории информации. «Проблемы кибернетики». М., 1965.
- Штейнбух К. Автомат и человек. М., 1966.
- Штофф В. А. Моделирование и философия. М.—Л., 1966.
- Штофф В. А., Астафьев А. К. О познавательном значении и возможностях моделирования (тезисы докладов к симпозиуму «Философские проблемы моделирования в медико-биологических науках»). Л., 1966.
- Эндрью А. М. Мозг и вычислительная машина. М., 1967.
- Электроника и кибернетика в биологии и медицине. М., 1963.
- Экклс Д. Физиология синапсов. М., 1966.
- Эффективность научно-технического творчества. М., 1968.
- Эффективность научных исследований. М., 1968.

Эшби Р. Система и информация. «Вопросы философии», 1964, № 3.

Эшби Р. Введение в кибернетику. М., 1960.

Эшби Р. Конструкция мозга. М., 1962.

Югай Г. А. Диалектика части и целого в живой природе. М., 1966.

Юрова И. Л. Об отношении марксистско-ленинской философии к естествознанию. М., 1970.

Яблонский С. В. Основные понятия кибернетики. «Проблемы кибернетики», вып. 2. М., 1959.

Яглом А. М., Яглом И. М. Вероятность и информация. М., 1960.

Яглом И. М. Теория информации. М., 1961.

Яновская С. А. О философских вопросах математической логики. Сб. «Проблемы логики». М., 1963.

Яновская С. А. Преодолены ли в современной науке трудности, известные под названием «апоории Зенона»? «Проблемы логики». М., 1963.

Ярошевский Г. Сеченовские идеи о мышечной чувствительности в свете теории отражения и кибернетики. «Вопросы философии», 1963, № 10.

Яхот О. Очерки марксистской философии. М., 1968.

Якобсон Б. М., Розинкин А. Е. Автоматизированные системы управления производством. М., 1971.

Benze M. Seinitik. Allgemeine Theorie der Zeichen. Baden-Baden, Vegis-Verlag, 1967.

Blom V. Raum, Zeit und Elektron, Perspektiven der Kybernetik, München, 1959.

Günter G. Das Bewußtsein der Maschinen—Eine Metaphysik der Kybernetik. Krefeld. Baden-Baden, 1963.

«Deutsche Zeitschrift für Philosophie», 1959, N 2.

Neidhardt P. Einführung in die Informationstheorie. Berlin, 1952.

«Der dialektische Materialismus und der Aufbau des Sozialismus». Berlin, 1958.

Hartman G. Der Materialismus in der Philosophie der griechisch-römischen Antike, bd. I. Berlin, 1960.

Hartmann N. Ethik. Berlin—Leipzig, 1926.

Ostwald W. Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus. Wien, 1895.

Szilard L. Über die Entropieverminderung. «Zeitschrift für Physik», 53 (840), 1929.

Schramm E. Idee und Materie in der modernen Biologie. Bremen, 1965.

Kamaryt I. Die Bedeutung der Theorie des offenen Systems in der gegenwärtigen Biologie. «Deutsche Zeitschrift für Philosophie», 1961, N 9.

Kirschenmann P. Kybernetik. Information. Widerspiegelung. Verlag A. Pustet. München und Salzburg, 1969.

Kirschenmann P. Problems of Information in Dialectical Materialism. «Studies in Soviet Thought». Dordrecht, 1968. vol. 8, N 2—3.

Tim W. Zum Verhältnis von Bewußtsein und Information, «Deutsche Zeitschrift für Philosophie», N 7, 1963.

Bertalanffy L. Biophysik des Fließgleichgewichts. Braunschweig, 1953.

Wasmuth E. Der Mensch und die Denkmachine. Köln, 1956.

Markovic M. Dijalekticka teorija znacenja. Beograd, 1961.

Wetter G. Der dialektische Materialismus, seine Geschichte und sein System in der Sowjetunion. Frankfurt a/M, 1962.

Zimmermann W. Evolution. Die Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse. Freiburg-München, 1955.

Philosophie und Kybernetik, Nyrupfenburgen Verlagschandlung. München, 1970.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава I	
Ленинская теория отражения — важнейшая методологическая основа анализа понятия «информация»	11
1. Два типа информации и взаимосвязь онтологического, отражательного и гносеологического аспектов в философии	11
2. В. И. Ленин об атрибутивности отражения	22
3. Структура процесса отражения	28
4. Информация — сторона процесса отражения в живой природе, обществе, технике	42
Глава II	
Информация в живой природе	56
1. Возникновение биологической организации	59
2. Информация в одноклеточном	67
3. Информационные процессы в организме животного	81
4. Надорганизменные уровни информации	100
Глава III	
Социальная информация — высший вид информации	116
1. Информационно-регулятивный характер сознания	116
2. Коммуникативная и репрезентативная функции языка	128
3. Многогранность человеческой информации	142
4. Ценность информации и эффективность ее использования	152
Глава IV	
Информация в технике	168
1. Энергетические устройства	168
2. Информационно-логические и управляющие системы	174
3. Специфика информационных процессов при «вероятностном» моделировании	191
4. Количество информации и энтропия	201
Глава V	
Понятие «информация» и основной вопрос философии	213
1. Определение понятия информации	215
2. Проблема субъект — объект и ее обобщение в кибернетике	225
3. Материя, материальное, информация	234
4. Актуальная информация и сознание	242
Заключение	251
Литература	259

Николай Иванович Жуков

ИНФОРМАЦИЯ

Издательство «Наука и техника»
Минск, Ленинский проспект, 68

Редактор Г. Вольская
Художественный редактор Л. Усачев
Технический редактор И. Тихонова

Корректор Л. Шабуня

АТ 12953. Сдано в набор 24/IX-71 г. Подписано в
печать 15/XII-71 г. Формат 84×108¹/₃₂. Бум. тип.
№ 1. Физ. печ. л. 8,75. Усл. печ. л. 14,7. Уч.-изд.
л. 16,2. Изд. зак. 111. Тип. зак. 812. Тираж 5750 экз.

Цена 97 к.

Типография им. Франциска (Георгия) Скорины
издательства «Наука и техника» АН БССР и
Госкомитета Совета Министров БССР по печати.
Минск, Ленинский проспект, 68

Жуков Н. И.

Ж86 Информация (философский анализ центрального понятия кибернетики). Изд. 2-е, переработ. и доп. Под ред. В. И. Степанова. Мн., «Наука и техника», 1971.

280 с. 5750 экз. 97 к. В перепл.

В книге рассматривается проблема информации в философии и естествознании, излагаются содержание понятия «информация», его соотношение с важнейшими философскими категориями (материей, сознанием, движением, отражением, структурой), типы и виды информационных процессов в живой природе, обществе, их субординация. Список лит.: с. 259—276.

1-5-2

15-71

1М