

И. С. Алексеев

ДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ
КОНЦЕПЦИЯ
ПОЗНАНИЯ
И РЕАЛЬНОСТИ

Избранные труды
по методологии физики



Игорь Серафимович Алексеев
(1935-1988)

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
ИМ. С. И. ВАВИЛОВА
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

И. С. Алексеев

**Деятельностная концепция
познания и реальности**

Избранные труды
по методологии и истории физики

Москва



1995

Ответственные редакторы:
доктор философских наук Н. Ф. Овчинников,
кандидат философских наук Н. И. Кузнецова

Составители:
Е. С. Бойко, Е. С. Дорошенко, Л. С. Сычева

*Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту 95-06-319176*

A47 **Алексеев И. С.** Деятельностная концепция познания и реальности. Избранные труды по методологии и истории физики. М.: Руссо, 1995. — 528 с.: ил.

ISBN 5-88721-031-1

Настоящее издание представляет избранные труды по методологии и истории физики известного философа И. С. Алексеева. Центральными темами его творчества были проблемы методологического анализа физической теории, идеалы и нормы современного естествознания, критерии рациональности, принцип дополнительности, проблема существования в современной физике и космологии. Книга включает также воспоминания коллег и друзей И. С. Алексеева, рисующие общественно-политическую и интеллектуальную атмосферу в советской философии 60—80-х гг.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов — всех, кто интересуется проблемами современной философии и истории науки.

А 4602030000--019
15И(03)—95 без объявл.

ББК 22.3г

- © И. С. Алексеев, 1995
© К. И. Алексеев, Н. И. Кузнецова — предисловие, 1995
© А. В. Ахутин, Е. С. Бойко, Вик. П. Визгин, Вл. П. Визгин, В. Л. Дорошенко, Л. Г. Деденко, Н. Ф. Овчинников, А. П. Огурцов, Р. Ф. Полишук, С. М. Половинкин, М. А. Розов, В. С. Степин, В. В. Ученова, С. С. Хоружий, Б. Я. Штивельман, Б. Г. Юдин — воспоминания, 1995

ISBN 5-88721-031-1

ИГОРЬ СЕРАФИМОВИЧ АЛЕКСЕЕВ (1935—1988)

Имя И. С. Алексеева хорошо известно специалистам в области философии, методологии и истории науки, ибо он принадлежал к числу тех исследователей, которые даже в период жесткого духовного прессинга работали творчески и нетрадиционно. Алексеева знали, его работы читались, их обсуждали, с ним жаростно спорили, им восхищались... Это был человек, который запоминался, даже если знакомство было случайным и мимолетным.

Дистанция времени уже позволяет утверждать, что в огромной массе «серой» философской литературы советского периода, созданной в русле господствующих догм и под влиянием явных идеологических заказов, необходимо выделить и сохранить ростки подлинной мысли, которые не смогли сдержать никакие препоны, никакая «колючая проволока» и «железные занавесы». Работы И. С. Алексеева — это те зерна свободной рациональной мысли, которые в трудные времена позволили сберечь традиции серьезного философско-методологического исследования, они не утратили своей эвристичности и значимости в контексте сегодняшнего дня.

В центре внимания И. С. Алексеева находились философские вопросы современной физики, прежде всего — квантовой механики и теории относительности. Он пытался понять и сформулировать суть интеллектуальной революции XX в., связанной с возникновением и развитием новых фундаментальных физических теорий, построивших новую картину мира и изменивших категориальные основы научного мышления. Как гносеолог он стремился также ответить на вопрос, что такое научная теория, каковы ее структурные компоненты, в чем состоит динамика развития научного знания.

В конечном итоге ему удалось построить оригинальную концепцию физического познания и физической реальности. Он называл себя «субъективным материалистом» и пытался отстаивать право на такую необычную позицию не только в дружеском кругу, но и публично. Этот экстравагантный — особенно для традиционной советской философии — термин указывал на стремление увидеть человеческую деятельность даже за самыми абстрактными построениями естествознания: только в деятельности человек и открывает действительность, и познает ее.

Игорь Серафимович Алексеев родился 16 мая 1935 г. в пос. Ташино (ныне — г. Первомайск) Горьковской обл. В 1953 г. он поступил на физический факультет МГУ. Специализировался в области теоретической ядерной физики (научный руководитель — Г. Т. Зацепин), дипломная работа была посвящена μ -мезонам высокой энергии. В составе первых студенческих строительных отрядов И. С. Алексеев выезжал на Целину (в 1964 г. награжден медалью «За освоение целинных земель»). В 1959 г. окончил с отличием физфак МГУ и поступил в аспирантуру (научный руководитель — академик С. Н. Вернов). В ноябре 1960 г. И. С. Алексеев перешел в аспирантуру на кафедру диалектического материализма естественных факультетов МГУ (научный руководитель — Н. Ф. Овчинников); в ноябре 1961 г. он перешел в заочную аспирантуру и стал ассистентом той же кафедры. При поддержке Н. Ф. Овчинникова и И. А. Акчурина И. С. Алексеев организовал на физическом факультете МГУ философский кружок для студентов-физиков, который сразу привлек внимание московской молодежи той поры неординарностью обсуждаемых проблем, остротой выступлений, открытостью дискуссий. Атмосфера кружка насторожила бдительных партийных цензоров.

Выступление И. С. Алексеева на одном из многочисленных тогда диспутов в Политехническом музее стало поводом для идеологической «проработки» на заседании кафедры диалектического материализма. Об этом свидетельствуют следующие сухие строки официальной характеристики, выданной ему в июне 1962 г.: «В силу отсутствия специального философского образования не имеет достаточно ясного представления о предмете марксистской философии и ее отношении к естествознанию...».

В августе 1962 г., так и не закончив философской аспирантуры МГУ, И. С. Алексеев уезжает в Новосибирск для работы в недавно созданном научном центре (Академгородок Сибирского отделения АН СССР). Он — преподаватель философии самого молодого тогда университета: сначала ассистент, затем старший преподаватель (с октября 1964 г.), доцент (сентябрь 1967 г. — сентябрь 1970 г.). Его профессиональное мастерство оратора и полемиста привело к тому, что учебные семинары по марксистской философии начали пользоваться большой популярностью среди студентов — физиков и мате-

матиков, обычно пренебрежительно относящихся к какой бы то ни было «философии». Когда же он начал читать курсы лекций, то это стало заметным событием в духовной жизни всего Академгородка 60-х гг.

В 1964 г. в Институте философии в Москве И. С. Алексеев защитил кандидатскую диссертацию «Категория структуры и развитие представлений о строении атома» (научный руководитель — Н. Ф. Овчинников); в 1968 г. была опубликована его первая монография «Развитие представлений о структуре атома. Философский очерк».

В те годы И. С. Алексеев принимает деятельное участие в работе философского семинара, организованного в Академгородке М. А. Розовым, и одновременно знакомится с работой Московского методологического кружка Г. П. Щедровицкого, становится поборником новых идей и подходов, которые развивались в рамках этого направления.

В 1968 г. И. С. Алексеев подписал известное письмо в поддержку правозащитников А. Гинзбурга и Ю. Галанскова. Партийные характеристики характеризуют этот поступок совершенно определенным образом: «В решении отдельных вопросов допускал политические ошибки. Такой ошибкой было подписание им письма в январе 1968 года, которое было использовано империалистической пропагандой» (июнь 1970 г.); «Вместе с тем И. С. Алексеев проявлял политическую незрелость. В 1968 г. партийной организацией НГУ ему был вынесен строгий выговор с занесением в учетную карточку за грубую политическую ошибку, выразившуюся в подписании коллективного письма, использованного буржуазной пропагандой в антисоветских целях. Взыскание снято решением Советского РК КПСС в августе 1970 г.» (август 1970 г.).

С сентября 1970 г. по январь 1971 г. И. С. Алексеев работал старшим научным сотрудником Отдела философии Института истории, филологии и философии СО АН СССР. В 1971 г. он переезжает в Москву: с января по апрель 1971 г. — старший научный сотрудник Института философии АН СССР; с апреля 1971 г. — старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР. Он продолжает заниматься философскими проблемами физики и выдвигает новую для методологии и истории науки исследовательскую программу. И. С. Алексеев и Н. Ф. Овчинников — инициаторы и руководители коллективной работы, которая в дальней-

шем привела к выпуску сборника «Методологические принципы физики» (М., 1975), вызвавшего живейший интерес научного сообщества.

С 1972 г. И. С. Алексеев ведет также преподавательскую работу на кафедре философии Московского физико-технического института (в 1976 г. ему присвоено ученое звание доцента, в 1981 г. — профессора). В 1977 г. — защита докторской диссертации на тему «Концепция дополнительности. Историко-методологический анализ»; в 1978 г. опубликована монография с тем же названием.

В 1982—85 гг. И. С. Алексеев работал заведующим кафедрой философии завода-вуза при ЗИЛе. В марте 1985 г. он возвращается в ИИЕТ (старший научный сотрудник сектора истории физики и механики).

В марте 1988 г. И. С. Алексеев был приглашен для работы в Институт философии, но 23 апреля внезапно оборвалась его жизнь...

Предлагаемая вниманию читателей книга содержит не только избранные методологические и историко-научные работы И. С. Алексеева, но и воспоминания о нем физиков и философов, знавших его как однокурсника, преподавателя, коллегу, друга. Эти заметки-воспоминания не только запечатлели неповторимый облик этого незаурядного человека, но в какой-то степени позволили нарисовать общественную, социально-политическую и идейную атмосферу, в которой Игорь Серафимович формировался, жил и работал, развивал свои взгляды.

Главная задача, которую ставили перед собой составители и издатели этой книги, состояла в том, чтобы представить читателю целеустремленный поиск И. С. Алексеева и поэтапное построение им оригинальной концепции, призванной выразить глубинные гносеологические измерения естествознания XX столетия. Думается, что его «деятельностная концепция познания и реальности» занимает достойное место в современной философии и методологии науки. Бесспорно, эта концепция заслуживает не только исторического описания, но — тщательного критического анализа, осмысления и развития. Бесспорно и то, что работы И. С. Алексеева, как это было и раньше, побуждают к размышлению, дают толчок к спору, увлекают перспективой дальнейшего философского поиска.

Деятельностная концепция физического познания

О РОЛИ СУБЪЕКТИВНОГО МОМЕНТА В ФИЗИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ*

Более ста лет тому назад К. Маркс записал в своем первом тезисе о Фейербахе: «Главный недостаток всего предшествующего материализма... 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».

Эти слова представляют собой одно из наиболее четких воплощений нового способа мышления о мире. Домарксовский материализм считал любое упоминание о субъекте отражением либо «призраков пещеры», либо «призраков рода», и ставил своей методологической целью вытравить малейшие следы субъекта из теоретического выражения результатов познания. Диалектический же материализм, признав практику общественно-исторического человека основой познания и критерием его истинности, узаконил рассмотрение действительности и в субъективном ее аспекте. Благодаря этому была преодолена наивная противоположность между субъектом и объектом. Категория «объективное» как бы расщепилась на две. С одной стороны, она продолжала употребляться в прежнем смысле, характеризуя объект познания вне всякого упоминания о субъекте. С другой стороны, понятие объективного, будучи отнесено к *результату* познания, стало характеризовать не только объект, но и объективные черты субъекта познания¹. Если в первом случае человек как субъект познания противопоставляется природе как объекту, то во втором он рассматривается внутри природы как один из ее фрагмен-

* Ученые записки Томского государственного университета. № 61. Проблемы методологии и логики наук. Вып. 2. Томск, 1965. С. 147—149.

1 Рыбакова Н. В. О соотношении объективной и субъективной сторон познания // Некоторые вопросы диалектического материализма. Л., 1962. С. 157.

тов. Тем самым достигается наивысшая объективность результата познания, возможная для данного уровня развития общественной практики¹, которая учитывает не только свойства объекта, но и объективные характеристики субъекта познания. При этом, как справедливо указал В. Н. Сагатовский², следует различать информационные и вещественно-энергетические свойства субъекта.

Целью настоящего сообщения является выявить факт наличия субъективного момента в понятийном аппарате таких физических теорий, как классическая механика точки, классическая статистическая механика, специальная теория относительности и нерелятивистская квантовая механика.

Понятийный аппарат классической механики точки как будто не содержит никакой, даже косвенной ссылки на познающего субъекта. Однако внимательный анализ показывает, что дело обстоит не так просто, как кажется на первый взгляд.

Философской основой классической механики служит созерцательный механистический материализм³, который считал, что действительный мир доступен созерцанию (изучению без существенного изменения объекта исследования) субъекта во всем многообразии своих проявлений. Это означало, что вещественно-энергетические свойства субъекта познания таковы, что взаимодействие его с объектом в процессе познания либо носит характер одностороннего воздействия объекта на субъект (как, например, при астрономических наблюдениях), либо существенно не меняет исследуемое явление. В дополнение к этому подразумевалось, что субъект способен, хотя бы в принципе, созерцать все многообразие явлений действительности и аккумулировать информацию обо всех них. Эта мысль нашла последовательное воплощение в доктрине лапласовского детерминизма, нарисовавшего идеал оперирования *всей* возможной информацией о явлениях природы.

Естественно, что такие сильные предположения о познавательных способностях субъекта, допускавшие в принципе его всеведение, позволяли считать результаты познания абсолютно не зависящими от субъекта.

1 Ленин В. И. Сочинения. 4-е изд. Т. 38. М., 1958. С. 223.

2 Сагатовский В. Н. О природе элементарных «акта» и «образа» в процессе познания // Ученые записки Томского государственного университета. № 61. Проблемы методологии и логики наук. Вып. 2. Томск, 1965. С. 45—52.

3 Энгельс Ф. Диалектика природы. М., 1963. С. 6.

Классическая статистическая механика системы большого количества точек сделала субъекту уступку в том отношении, что признала фактическую его неспособность фиксировать огромное количество начальных условий, знание которых было необходимо для описания поведения каждой из частиц, входящих в систему. Отражением этой уступки в понятийном аппарате теории было понятие вероятности. Тем самым субъект признавался недостаточно информационно емким — он не был способен аккумулировать количество информации, необходимое для однозначного предвычисления будущего. И хотя вещественно-энергетические свойства субъекта считались теми же, что и в механике точки, — весь мир по-прежнему был созерцаем, и субъект мог получить информацию о любой его части, — сил субъекта не хватало на созерцание всего. Он мог эффективно оперировать только со средними величинами, которые, хотя и давали неполную информацию о мире, были вполне достаточны для нужд практики.

Обе только что рассмотренные теории никак не отражали влияние на непосредственный результат познания средств передачи информации от внешнего мира к субъекту. Теория относительности учла, что основной агент наблюдения — свет — распространяется с максимально возможной в природе, но все же конечной скоростью. Из этого следовало, что движение субъекта (или объекта) со скоростями, сравнимыми со скоростью агента передачи информации, существенно влияет на количественную определенность непосредственных результатов созерцания. Непосредственно созерцаемыми оказались не абсолютно реальные величины (инварианты), а лишь проекции этих величин на ту систему отсчета, где находится наблюдатель, которые, таким образом, обладают лишь относительной реальностью.

Процесс созерцания по-прежнему считался не изменяющим созерцаемых объектов. Он оказывал влияние лишь на результаты созерцания. По ним субъект без труда мог восстановить истинную природу объекта «самого по себе», переработав непосредственно поступившую к нему информацию.

Квантовая механика впервые учла в своем понятийном аппарате вещественно-энергетические характеристики субъекта (правда, в косвенной форме). Благодаря резкому различию пространственно-временных масштабов субъекта, принадлежащего к макромиру, и объекта (микромира), процесс

наблюдения (взаимодействия между субъектом и объектом) так воздействует на объект, что нельзя больше говорить о созерцании. Результаты наблюдения теперь не всегда дают информацию о свойствах объектов «самих по себе», вне зависимости от средств наблюдения. Только такие свойства микрообъектов, как заряд, масса покоя, спин по-прежнему относятся к объектам «самим по себе». Остальные же свойства (импульс, координата, энергия и т. д.) становятся относительными к средствам наблюдения¹. Это значит, что не только количественная, но и качественная определенность их (т. е. сам факт существования тех или иных свойств) зависит от определенности средств наблюдения (приборов)².

Таким образом, наблюдение дает субъекту информацию только о свойствах взаимодействия «прибор—объект», которое в рамках теории обладает целостностью и не может быть разложено на суперпозицию взаимных воздействий прибора и объекта друг на друга, как это можно было сделать в классической физике. Поскольку же прибор служит объектом-посредником между субъектом и исследуемым объектом, по нашему мнению, следует говорить о возрастании роли субъективного момента в квантовой механике по сравнению с классическими теориями. Это, в частности, выражается в требовании описывать приборы в терминах классической физики, несмотря на то, что они обладают атомной структурой и взаимодействуют с микрообъектами на атомном уровне. Об этом же говорит факт отсутствия динамической теории индивидуального микропроцесса и принципиальная невозможность сформулировать такую теорию на базе канонического математического формализма квантовой механики (когда состояния задаются векторами в гильбертовом пространстве функций).

Сказанное, на наш взгляд, позволяет утверждать, что, благодаря расширению сферы человеческой практики, доля субъективного момента в теоретическом выражении ее результатов значительно возросла. При этом из-за разной специфики предметной познавательной деятельности субъекта, определяемой как спецификой исследуемого объекта, так и вещественно-

1 Фок В. А. Об интерпретации квантовой механики // *Философские вопросы современной физики*. М., 1959. С. 160.

2 Давыдов А. С. *Квантовая механика*. М., 1963. С. 50.

энергетическими свойствами субъекта, результаты деятельности должны быть оформлены по-разному. Это, естественно, никоим образом не снижает объективности теорий и не дает никаких оснований говорить о субъективизме последних, если под «объективным» понимать не только характеристики объекта практики, но и объективные характеристики самой практики, а значит, и субъекта.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В СИСТЕМЕ ТЕОРИИ*

Пожалуй, уже можно считать, что в советской литературе по логике научного исследования прочно утвердилось мнение о системном характере всякой теории¹, как чисто математической, так и естественнонаучной, хотя общее согласие по поводу строгого определения понятия «теоретическая система» все еще отсутствует².

Если подойти к анализу состава системы естественнонаучного теоретического знания, беря в качестве объекта анализа реально имевшие место в истории науки теории, а в качестве средств такого анализа — представления об основной задаче теории (дать знания о действительности³ и об эмпирическом и теоретическом уровнях знания⁴), то в общем случае можно выделить следующие компоненты состава теории, каждая из которых представляет собой некоторую подсистему знания:

А. Эмпирические знания — знания об объектах и результатах эмпирических процедур.

Б. Искусственный язык с правилами оперирования в нем. Как правило, он представляет собой математический аппарат, но может быть и языком химических формул, чертежей, диаграмм типа фейнмановских графов и т. п.

* Материалы к симпозиуму по логике науки. Киев, 1966. С. 98—110.

1 Йолон П. Ф. Система теоретического знания // Логика научного исследования. М., 1965. С. 100.

2 Там же. С. 109.

3 Там же. С. 107.

4 Смирнов В. А. Уровни знания и этапы процесса познания // Проблемы логики научного познания. М., 1964. С. 23.

В. Онтологические знания — знания о существовании реальных объектов, о свойствах и связях между ними (знания о том, что «происходит на самом деле»).

Г. Знания, фиксирующие принципы и средства связи элементов первых трех подсистем друг с другом в единую теоретическую подсистему и осуществляющие эту связь.

Среди этих подсистем наименее исследованной, пожалуй, является подсистема онтологических знаний. Особенно мало разработан вопрос об их происхождении и генезисе. Обычно в этом вопросе ограничиваются общей ссылкой на объективную действительность, с которой совпадают онтологические знания, либо на практику. Тем самым эта объективная действительность предполагается как бы заранее известной, онтологические знания либо неявно считаются данными, существующими «от века», либо появляются как *deus ex machina* из практики.

В настоящем сообщении на материале, почерпнутом из истории физики, предпринимается попытка методологического подхода к анализу происхождения и функционирования онтологических знаний в системе теории.

История науки показывает, что первые теоретические системы носили качественный характер — в них отсутствовала подсистема Б искусственного языка, необходимым условием возникновения которой является переход исследования на количественный уровень. Уже первые натурфилософские системы (Фалес, Анаксимен и др.) представляли собой теоретические системы, которые строились для решения единственной задачи — задачи объяснения эмпирически наблюдаемых явлений и процессов. Эта задача выступала как внешнее требование к теории, являясь основной причиной ее построения. Но, в противовес единственности задачи, объяснительная функция не была единственной функцией онтологических знаний в системе теории. Поскольку объяснение достигалось путем сведения многообразия знаний об эмпирических явлениях к онтологическому единству, то можно говорить, что онтологические знания выполняли функцию объединения эмпирических знаний, которая служит уже внутрисистемной характеристикой онтологических знаний как средств, обеспечивающих единство предмета исследования теории.

По происхождению онтологические знания качественных натурфилософских теорий были эмпирическими — знания о

типах объекта строились по аналогии с эмпирическими знаниями (вода Фалеса, воздух Анаксимена). Но к характеристике содержания онтологических знаний присоединялось существенное предположение о большей степени реальности по сравнению с содержанием эмпирических знаний, конкретизировавшееся в предположениях о неуничтожимости, сохранении, неизменности первоматерии, которые также входили в содержание онтологических знаний. Благодаря этим характеристикам эмпирически наблюдаемая вода не была тождественна воде как первоматерии. Апейрон Анаксимандра представляет собой более полное освобождение от эмпирических характеристик и перевод онтологии на ненаблюдаемый уровень.

После выделения конкретных наук из философии способ получения онтологических знаний по аналогии с эмпирическими долго оставался неизменным, хотя функционирование их изменялось по мере выхода научного исследования на количественный уровень. Так, у В. Гильберта (1600 г.) наблюдается типично натурфилософский способ построения онтологических знаний. В его качественной теории электрических и магнитных явлений онтологические знания по-прежнему решали задачи объяснения и объединения эмпирического материала. При этом онтологические знания об электрических истечениях, функционировавшие как средство объяснения явления притяжения легких тел натертым янтарем по принципу близкодействия, строились на основании аналогии с эмпирическими знаниями о сближении тел, плавающих на поверхности воды¹, а онтологические знания о причине магнитных явлений получались на базе представлений о дальнедействующей активности нематериальной формы, восходящих по своему происхождению к телеологической натурфилософии Аристотеля². Функционировали онтологические знания у В. Гильберта точно так же, как и в натурфилософских системах античности, будучи средством объяснения каждого из единичных эмпирических явлений и их объединения на общей основе.

На первых стадиях развития механики (теория перемещения макроскопических тел), когда она еще не оформилась в

1 Гильберт В. О магните. М., 1956. С. 93.

2 Там же. С. 104, 109.

самостоятельную теорию, отличную от натурфилософии, часть онтологических знаний по-прежнему функционирует, обеспечивая единство предмета исследования (перводвигатель Аристотеля как общая причина движения тел). Ньютонские знания об абсолютном пространстве и времени — общей для всех тел арене движения — можно квалифицировать как наследие натурфилософского способа мышления, требовавшего объединения эмпирического материала обязательно на онтологической основе. Правда, знания о пространстве и времени уже не были средством объяснения движения. Эту функцию приняли на себя знания о законах движения, оформленные при помощи искусственного языка и связанные с эмпирическими знаниями через посредство знаний о моделях — идеальных объектах типа материальной точки (элементов подсистемы Γ).

Существенно, что значительная часть онтологических знаний была в механике с самого начала фрагментом системы эмпирического знания, не образуя собой подсистемы. С течением времени, по мере того, как из механики были элиминированы понятия абсолютного пространства и времени, все онтологические знания вошли в состав подсистемы A . На современном уровне ее развития самостоятельной подсистемы онтологических знаний в механике не существует совсем — все, что «происходит на самом деле», фиксируется в подсистеме A , и все, зафиксированное в подсистеме эмпирических знаний, происходит на самом деле. Таким образом, подсистемы A и B в механике полностью совпадают.

Функционируют онтологические знания в механике так же, как и эмпирические — с одной стороны, они выступают в качестве объекта теоретического исследования, а с другой — как средство проверки содержательной истинности знания, полученного в результате оперирования в подсистеме B .

Знания о моделях внешне очень похожи на онтологические знания. Поэтому часто говорят, что модели образуют особую абстрактную онтологию — мир идеальных объектов теории. Тем не менее, с точки зрения развитого выше понимания онтологических знаний как знаний о том, что происходит на самом деле, знания о моделях ни в коей мере не являются онтологическими. В системе механики они функционируют как заместители онтологических знаний в подсистеме Γ , обеспечивая связь между результатами оперирования в подсистеме

ме *Б* с результатами эксперимента и наблюдения — с результатами реального оперирования с реальными объектами, которые зафиксированы в эмпирических (онтологических) знаниях подсистемы *А*. Никто не будет сейчас говорить, что в действительности существуют материальные точки и абсолютно твердые тела, хотя знания о такого рода моделях и принимают на себя в механике, вместе с законами движения, функцию объяснения и объединения, утраченную онтологическими знаниями.

Эмпирический характер онтологических знаний, характерный для классической макромеханики, утрачивается в кинетической теории газов, где роль онтологических знаний принимают на себя знания, которые в системе макромеханики функционировали как знания о моделях. Эту роль они начинают играть не сразу — при построении кинетической теории газов модельный характер взятых из механики представлений вначале четко осознается, и им не придается онтологического смысла¹. С течением времени это осознание утратилось и представление о газе как состоящем из молекул, ведущих себя подобно упругим шарам, приобрело характер онтологического знания, которое вновь взяло на себя функцию объяснения и объединения эмпирических знаний. Существенно, что здесь, как и в натурфилософских системах античности, онтологические знания были знаниями о ненаблюдаемых объектах, недоступных эмпирическому изучению. Эмпирически наблюдаемые эффекты имели в кинетической теории газов, как и в натурфилософии, «второсортную» реальность, выступая в своеобразной функции знаков «первосортной» настоящей реальности. Однако строились онтологические знания уже не путем превращения некоторых эмпирических знаний в онтологические, а более сложно — путем переноса подсистем искусственного языка из одной теории (механики) в другую (кинетическую теорию) и превращения при этом знаний о моделях первой теории в онтологические знания второй теории.

В теории электромагнитного поля онтологические знания первоначально отсутствовали — при создании теории Максвелл вполне осознавал нереальный, модельный характер представлений о движении жидкости, отталкиваясь от кото-

1 *Максвелл Дж.* Пояснения к динамической теории газов // Основатели кинетической теории материи. М.-Л., 1937. С. 187.

рых он выводил свои уравнения¹. Появившаяся было тенденция онтологизировать эти модели быстро угасла, и одно время в теории не было ни модельных, ни онтологических знаний, что нашло отражение в известном изречении Г. Герца «теория Максвелла — это уравнения Максвелла». Уравнения как элемент подсистемы *Б*, таким образом, взяли на себя как функцию объединения, так и функцию объяснения эмпирических знаний. Но в конце концов традиция взяла верх, и в теории возникли новые онтологические знания об электромагнитном поле — первоначально как об особом состоянии возбуждения эфира, а потом как о самостоятельной реальности. Происхождение этих знаний было необычным — они возникли в результате прямой онтологизации основных символов, входящих в уравнения Максвелла — символов *E* и *H*, которые стали трактоваться как обозначения компонент напряженности электрического и магнитного полей. Поллю, как и молекулам в кинетической теории газов, приписывалась первичная, настоящая реальность, а наблюдаемые эффекты трактовались как «отблески» этой реальности на эмпирическом уровне, обладавшие такой же «второсортной» реальностью, как и тепловые явления. Онтологические знания о поле приняли на себя, наряду с уравнениями Максвелла, функцию объединения эмпирических знаний и монополизировали функцию объяснения — как эмпирических знаний, так и самих уравнений Максвелла, несмотря на то, что исторически они сами возникли на базе этих уравнений.

Резюмируя результаты проведенного выше рассмотрения (само собой разумеется, весьма беглого и неполного) некоторых эмпирически наличных в науке систем теоретических знаний, можно сделать следующие выводы:

1. Онтологические знания выполняют в системе теоретического знания функцию объединения эмпирических знаний. Наряду с этим они выполняют функцию объяснения эмпирических знаний, а иногда — и основных уравнений теории.

2. Онтологические знания возникают в результате переноса отдельных фрагментов из подсистемы эмпирического знания, либо на базе знаний о моделях, изымаемых из подсистемы *Г*. Особым случаем возникновения онтологических зна-

¹ Максвелл Дж. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М., 1954. С. 18.

ний является онтологизация некоторых элементов подсистемы искусственного языка теории.

3. Возможны теории без специальной подсистемы онтологического знания, отличной от подсистемы эмпирического знания. В таком случае функции объединения и объяснения эмпирического материала берут на себя основные уравнения теории.

4. В случае наличия специальной подсистемы онтологических знаний содержание подсистемы эмпирических знаний обладает «второсортной» реальностью по сравнению с «первичной» реальностью содержания онтологических знаний. В случае отсутствия таковой содержание подсистемы *A* обладает первичной и единственной реальностью.

В связи с этими выводами можно поставить методологический вопрос, касающийся понимания основной задачи теории. Следует ли обязательно считать, как было принято выше, такой задачей получение знаний о действительности, отличной от эмпирической? Если принять такую постановку проблемы, то теорию нужно считать незаконченной до тех пор, пока в ней не появится специальная подсистема онтологических знаний, не совпадающих с эмпирическими. Тем самым эмпирические знания будут считаться феноменологическими, т. е. имеющими отношение к реальности «второго сорта» по сравнению с той реальностью, о которой идет речь в онтологических знаниях.

Указанное понимание основной задачи можно квалифицировать как следование способу мышления о реальности только в форме объекта — именно этот способ позволяет считать эмпирическую реальность второсортной, ибо в этой реальности далеко не всегда имеются объекты, а часто — только события, которые стремятся во что бы то ни стало представить как результат взаимодействия объектов, находящихся на более глубоком уровне реальности. Этот способ, в частности диктует и необходимость во что бы то ни стало найти онтологический коррелят для каждого символа подсистемы *B* — для $\sqrt{-1}$ в теории относительности, ψ -функции в квантовой механике и т. п., т. е. вызывает требование, чтобы каждый термин искусственного языка что-то обозначал, чтоб для него существовало обозначаемое¹. Решение проблемы ин-

1 Крымский С. Б. Интерпретация научных теорий // Логика научного исследования. М., 1965. С. 114—115.

терпретации при этом ищется на жестко определенном пути, превращаясь в решение проблемы построения онтологической подсистемы знания.

Однако даже после того, как система онтологических знаний сложилась, обогащение подсистемы эмпирических знаний в результате осуществления новых экспериментов приводит нередко к перестройке подсистемы *В*, причем иногда довольно существенной — те объекты, которые раньше считались существующими, перестают считаться таковыми (например, флогистон и эфир), а те, в существовании которых сомневались, получают более прочные аргументы в пользу своего существования (как было с атомами). В конечном счете оказывается, что вопрос о существовании или несуществовании тех или иных объектов, ответ на который дают онтологические знания, ставится в прямую зависимость от уровня развития эмпирических знаний, которые оказываются гораздо более весомыми на чаше весов спора, чем онтологические знания.

Поэтому можно предложить иное понимание основной задачи теории, нежели было принято выше. Это понимание будет основано на способе мышления о реальности, о мире как о человеческой чувственной деятельности, практике, сформулированном К. Марксом в его первом тезисе о Фейербахе. Оно позволит смотреть на знания, обычно называемые онтологическими, как на средства, т. е. главным образом с точки зрения выяснения их функционирования. Заключается это понимание в том, что основной задачей теории является объединение, объяснение и предсказание новых эмпирических знаний — вне зависимости от средств, которыми эта задача решается. В частности, эта задача может решаться и без использования специальной подсистемы онтологических знаний. В поддержку такого понимания можно привести ряд высказываний крупных ученых на задачи теории¹.

При таком понимании эмпирические знания будут всегда знаниями о «первосортной» реальности, и ситуация, характерная для классической макромеханики, где отсутствует специальная подсистема онтологических знаний, станет общей для любой теории. Иными словами, онтологическими знани-

¹ См., например: Герц Г. Принципы механики, изложенные в новой связи. М., 1959. С. 13—14; Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 121, 124.

ями будут только эмпирические знания, и слова «на самом деле» тогда следует понимать буквально — происходит на самом деле то, что имеет место в процессе и результате реальных, предметных действий. Инвариантность фактов, неоднократно отмечавшаяся в литературе по логике научного исследования, получает простое истолкование в онтологических терминах, относящихся к реальности.

Знания, обычно называемые онтологическими, в отличие от эмпирических следует тогда трактовать как знания о моделях в подсистеме G , либо как знания о структуре фрагментов подсистемы B — т. е. как знания о средствах объединения, объяснения и предсказания, но не как знания об объектах действительности.

Предлагаемое понимание не отрицает ограниченной законности способа мышления о мире в форме объекта. Оно только ликвидирует первостепенную значимость такого способа мышления, делая его вторичным по сравнению с мышлением о мире в форме деятельности, ликвидируя объектный фетишизм. Если при первом способе мышления онтологические знания являются конечным продуктом теории, то при втором они, теряя право называться онтологическими, превращаются в средства получения продукта, которым будут новые знания об эмпирической действительности.

О ПРИНЦИПАХ И СРЕДСТВАХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К АНАЛИЗУ ИЗМЕРЕНИЙ*

Среди методологических проблем, выдвигаемых современным естествознанием, одно из первых мест заслуженно занимают проблемы, связанные со стремлением вскрыть природу измерения как некоторого познавательного процесса. В первую очередь эта тенденция стимулируется запросами, поступающими от представителей специальных наук. В квантовой механике, например, «единственным принципиальным пунктом, в котором расходятся мнения как физиков, так и философов, является интерпретация процесса измерения фи-

* Проблемы методологии научного познания. Новосибирск, 1968. С. 91—104.

зических величин», — пишут Ю. М. Ломсадзе, А. Е. Ковальчук и И. Ю. Кривский¹. Существующее в настоящее время отсутствие ясности в понимании основных понятий и величин *ОТО*, как считает А. З. Петров, может быть ликвидировано только на базе теории физических измерений². Число подобных высказываний при желании может быть значительно умножено. Не лишним будет напомнить и о том, что завоевания физики XX в., связанные с созданием *СТО* и квантовой теории, не в последнюю очередь обусловлены тщательным методологическим анализом процедур измерения соответствующих величин, осуществленным А. Эйнштейном и Н. Бором.

Все эти потребности делают важной разработку общеметодологических вопросов, связанных с анализом эмпирического знания и, в особенности, с проблемой измерения. Поскольку в работах, специально посвященных анализу измерений, обычно реализуется какой-то один из возможных методологических подходов и не всегда осуществляется рефлексия по поводу применяемых средств и принципов, не лишним будет попробовать, поставив проблему измерения в центр рассмотрения и наметив хотя бы некоторые возможные подходы к ее решению, обратить основное внимание именно на средства и принципы методологического анализа, а не на их реализацию. Настоящая статья и представляет собой такого рода попытку изложить, опираясь на работы ряда авторов, основные принципы и средства одного из подходов к решению указанной проблемы. Категоричность некоторых формулировок следует рассматривать только как стремление к ясности изложения точки зрения, но отнюдь не как претензию на обладание непреложной истиной в последней инстанции.

Специфика позиции методолога

В отличие от позиции предметника (*П*), работающего в области естественных наук, который принимает за объект исследования тот или иной фрагмент внешнего мира, методолог исследует фрагмент деятельности предметника по изуче-

1 Ломсадзе Ю. М., Ковальчук А. Е., Кривский И. Ю. К проблеме понимания процесса измерения в квантовой теории // Методологические проблемы теории измерений. Киев, 1966. С. 94.

2 Петров А. З. Построение теории гравитационных волн и физический эксперимент // Там же. С. 66, 68.

нию некоторого фрагмента внешнего мира. Это положение следует рассматривать как определение позиций методолога и предметника (рис. 1). В соответствии с этим определением знание, полученное предметником, квалифицируется им как знание об одном из фрагментов объективной материальной действительности. Знание же, полученное методологом — это знание о фрагменте деятельности предметника. Иными словами, действительность предметника — это мир объектов его деятельности (внешний мир), действительность методолога (также являющаяся миром объектов его, методолога, деятельности) — это мир деятельности предметника. Действительность методолога также объективна — ее развитие совершается по объективным законам, но эта объективность иного рода, чем объективность действительности предметника (ср. указание В. И. Ленина о двух формах объективного процесса: природе и целеполагающей деятельности человека).

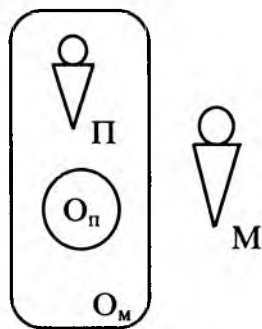


Рис. 1

Процесс измерения как элемент познавательной деятельности предметника может быть полностью исследован только с *М*-позиции, ибо *П*-позиция по определению не допускает включения в объект исследования познающего субъекта, будучи целиком направленной на внешний мир. В лучшем случае процесс измерения будет трактоваться предметником как взаимодействие объекта и прибора, происходящее по законам природы и не требующее участия наблюдателя.

Введенное различие позиций методолога и предметника и распределение их между разными индивидуумами представляет собой исходное теоретическое различие, необходимое для дальнейшего анализа процесса познания. В реальном же, эмпирически осуществляющемся познавательном процессе один и тот же индивидуум может выступать как в *П*-позиции, так и в *М*-позиции, которая есть не что иное, как позиция рефлексии. Но одновременно занимать обе позиции нельзя. Результаты, полученные в *М*-позиции (знания методолога), могут затем быть использованы в *П*-позиции: это имело место, например, у А. Эйнштейна в процессе создания *СТО*. При этом

происходит так называемое опредмечивание деятельности¹, в результате которого знание, полученное как знание о деятельности, затем начинает пониматься только как знание об объекте этой деятельности. Отсутствие осознания этого (а такое осознание возможно только при различении *М*- и *П*-позиций) часто ведет к превращению опредмечивания в отчуждение и, в итоге, к объектному фетишизму, речь о котором пойдет несколько ниже. Применительно к проблеме измерения это означает трактовку знаний об измерении только как знаний об объекте измерения, что можно делать далеко не всегда.

Отсутствие указанного различения влечет за собой еще один методологический недостаток, являющийся наследием натурфилософского способа мышления, при котором философские категории понимаются либо только как характеристики объекта деятельности предметника, либо как характеристики и объекта, и деятельности предметника, принципиально не отличающиеся друг от друга. В обоих случаях *М*-позиция рассматривается как другая *П*-позиция — т. е. и методолог, и предметник считаются имеющими один и тот же объект познания, но исследующие его разными средствами. Вся разница между методологом и предметником при таком понимании сводится к тому, что методолог (философ) изучает всеобщие характеристики объекта, а предметник — особенные характеристики того же самого объекта. Таким образом, правильно отмечая различие средств методолога и предметника, натурфилософский подход не различает их объекты, что является одной из причин, обуславливающих его крайнюю ограниченность.

Уровни методологического анализа

Как и во всякой познавательной деятельности, в деятельности методолога можно выделить три уровня анализа, развивающиеся между собой по виду экстерниоризации (внешнего выражения) смысла знаний об объекте и процедурах этой деятельности².

1 Батищев Г. С. Противоречие как категория диалектической логики. М., 1963. С. 12.

2 Генисаретский О. И. Логический смысл моделей и моделирования // Тезисы докладов и выступлений на симпозиуме «Метод моделирования в естествознании». Тарту, 1966. С. 45.

Первый уровень, который можно назвать понятийным, характеризуется тем, что анализ осуществляется средствами естественного языка (включая специализированные языки отдельных наук). Смысл знаний об объектах исследования и исследовательских процедурах над ними целиком остается при этом в сфере сознания проводящих исследование индивидуумов. Единственным способом экстериоризации знаний об объектах и процедурах на этом уровне исследования является их выражение при помощи терминов естественного языка, фиксирующих лишь знаковую форму, но не смысл выражаемых этими терминами понятий. Поскольку смысл слов может быть различным для различных индивидуумов, возможно возникновение многочисленных споров по вопросу об определении понятий, что затрудняет взаимопонимание в процессе исследования. Примером работ по анализу научного знания, выполненных на понятийном уровне, могут служить почти все работы по философским вопросам естествознания, опубликованные как в нашей стране, так и за рубежом.

Второй уровень анализа — модельный — предполагает, помимо экстериоризации смысла понятий, в которых фиксируется знание об объекте исследования, в терминах естественного языка, специальное изображение этого смысла в особых структурных схемах: моделях. Модели могут быть рисуночного, графического или абстрактно-знакового характера. Смысл знаний о возможных процедурах с объектами и изображающими их моделями, как и на понятийном уровне, остается в сфере сознания, будучи экстериоризованным только с помощью слов естественного языка. Вследствие большей экстериоризованности смысла модельный уровень анализа позволяет достигнуть гораздо большей определенности при исследовании, чем понятийный уровень, в значительной степени освобождая от трудностей, связанных с неоднозначностью и расплывчатостью терминов естественного языка. Примером такого рода анализа может служить использование языка химических формул в химии, чертежей в механике и геометрии и т. п.

Наконец, третий — формальный — уровень исследования требует экстериоризации не только смысла знаний об объектах, но и смысла знаний о допустимых процедурах оперирования с объектами и их моделями. Смысл этих знаний фиксируется в особых правилах, в идеале исчерпывающе перечисляющих возможные способы оперирования с объектами и их

моделями. На таком уровне анализ осуществляется в оперативных системах математики и математической логики.

Как в советской, так и в зарубежной литературе по логике и методологии науки имеются многочисленные попытки осуществления методологического исследования на формальном уровне, в которых основным является стремление к представлению научного знания в виде формальной логической системы. Однако существенные успехи в этом направлении достигнуты только в области анализа структуры математики.

Можно предположить, что указанные три уровня анализа представляют собой необходимые последовательные этапы развития научного исследования как с позиции предметника, так и с позиции методолога. Отсюда, в частности, следует, что, во-первых, выходу на формальный уровень должна предшествовать тщательная и кропотливая работа на модельном уровне, и, во-вторых, — различие в типах моделей может повлечь за собой и различие в типах оперативных систем (математик), так что те математики, которые сформировались на базе моделей определенного конкретного вида, могут принципиально не быть пригодными для обслуживания моделей других видов. Это, с одной стороны, объясняет, как нам кажется, весьма ограниченные достижения в деле применения аппарата математической логики к методологическому анализу структуры естественных наук типа физики и химии (это отмечают многие авторы)¹, а с другой — может предостеречь от некритического переноса методов математической логики за пределы их применимости.

Модели процесса познания

То, что процесс познания — это взаимодействие субъекта и объекта, кажется самоочевидным и бесспорным. Между тем эта модель (рис. 2), вообще говоря, представляет собой лишь одну из возможных в рамках диалектического материализма моделей процесса познания, причем, с нашей точки зрения, далеко не лучшую для целей логики и методологии науки.

¹ См., например: *Швырев В. С.* Некоторые проблемы применения символической логики к анализу естественнонаучного знания (на примере эволюции неопозитивистской «логики науки») // Ученые записки Томского государственного университета. № 41. Проблемы методологии и логики наук. Томск, 1962. С. 72.

Дело в том, что коль скоро мы принимаем фундаментальное положение марксистской гносеологии, что «подлинным субъектом выступает человек не как отдельный индивидуум, а как общество»¹, что «человек — это мир человека» (Маркс) и, в соответствии с этим, будем понимать под объектом объективную реальность, взаимодействующую с субъектом, то это положение, носящее мировоззренческий

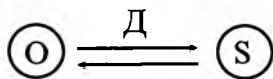


Рис. 2

характер, будет справедливым и пригодным лишь для характеристики процесса познания, взятого в целом, во всей его всеобщности, безотносительно к конкретным историческим условиям и к уровню развития общества. Эта модель, таким образом, является слишком общей и поэтому недостаточна для решения конкретных методологических задач, которые связаны с анализом не процесса познания, взятого в целом, а с анализом конкретных познавательных актов. Неудивительно в этой связи, что ряд авторов затем приходят к необходимости различать понятия «объективная реальность» и «объект»² или говорить о двух видах объективной реальности. Короче говоря, смысл категорий «субъект» и «объект» оказывается слишком богатым, чтобы его можно было изобразить в простой модели взаимодействия. К тому же трактовка процесса познания как взаимодействия субъекта и объекта наталкивается на следующие трудности логического характера.

Согласно смыслу понятия «взаимодействие» как характеристики самого взаимодействия, трактуемого при таком подходе как деятельность субъекта, так и характеристики результата взаимодействия — знания в случае познавательной деятельности — должны определяться характеристиками взаимодействующих элементов: в данном случае субъекта и объекта. Приписывая определяющую роль в характеристике деятельности и ее результатов объекту, как это обычно делается, мы нарушаем логическую симметрию субъекта и объекта как участников взаимодействия. Эта симметрия обычно восстанавливается путем указания на то, что субъект по своей природе однороден объекту, представляя такую же объективную реальность, как и взаимодействующий с ним объект.

1 Копнин П. В. Введение в марксистскую гносеологию. Киев, 1966. С. 62.

2 Там же. С. 69.

На следующую существенную трудность, с которой сталкивается трактовка процесса познания как взаимодействия субъекта и объекта, указал еще Кант. Чтобы иметь возможность вывести характеристики результата взаимодействия (знания) из характеристик взаимодействующих элементов, мы должны знать характеристики познаваемого объекта до того, как мы их познали.

По сути дела в только что проведенном рассуждении «мы» как субъект познания стояли в позиции S_2 (рис. 3) и претендовали на знание характеристик O_1 и S_1 , имея в качестве своего объекта O_2 взаимодействие S_1 и O_1 , в то время как субъект S_1 не знал нужных ему характеристик своего объекта O_1 . Эта модель, очень похожая на модель, иллюстрирующую разли-

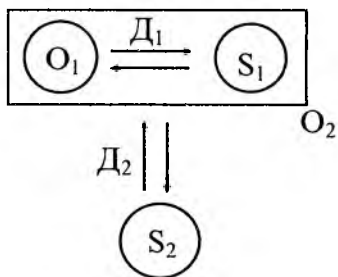


Рис. 3

чение методолога и предметника, противоречит, однако, первоначальному предположению о единственности гносеологического субъекта, существенно для модели «субъект—объект». Выхода из этой трудности в рамках принятой модели не видно. Можно, правда, сказать, что (как это обычно и делается) S_1 судит о характеристиках O_1

по результатам своего взаимодействия с ним. Это означает признание категории деятельности логически первичной по отношению к понятиям объекта и субъекта.

Итак, модель, «субъект—объект», требующая логической вторичности понятия «деятельность» по отношению к понятиям «субъект» и «объект», оказывается, при буквальном понимании смысла терминов, входящих в ее описание, внутренне противоречивой. Поэтому многие авторы, следуя логике первого тезиса К. Маркса о Фейербахе, наполняют понятия, фигурирующие в описании этой модели, существенно иным содержанием. Придавая категории деятельности логически первичный характер, В. А. Лекторский, например, пишет, что «гносеологический субъект — это не просто система предметов, а прежде всего определенная деятельность»¹, «некое един-

1 Лекторский В. А. Проблема субъекта и объекта в классической и современной буржуазной философии. М., 1965. С. 113.

ство предметности и деятельности»¹. П. В. Копнин говорит об общественном характере не только субъекта, но и объекта познания и невозможности изоляции последнего от деятельности субъекта². С нашей точки зрения это фактически есть использование другой модели познавательного акта, нежели взаимодействие субъекта и объекта — модели деятельности, которая представляется более адекватной для решения задач логики и методологии науки.

Прежде чем излагать подход к методологическому моделированию процесса познания, основанный на придании логической первичности категории деятельности, скажем несколько слов о модели «объект—субъект—условия познания», развиваемой в последнее время группой киевских философов во главе с П. С. Дышлевым³.

Введение в модель процесса познания третьего элемента — условий познания (*У*), опосредствующих взаимодействие субъекта и объекта (рис. 4), приводит, в результате требования конкретности *У*, к необходимости конкретизации характеристик *О* и *С*. Тем самым *С* теряет право называться гносеологическим субъектом (последний включает в себя *У*) и, по-видимому, представляет собой отдельного индивидуума. К сожалению, П. С. Дышлевый не конкретизировал характеристик субъекта в своей модели, обратив все внимание

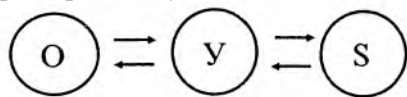


Рис. 4

на характеристику *У* и *О*. Модель *О—У—С*, таким образом, больше не является мировоззренческой моделью познания, при-

обретая зато право быть средством методологического исследования конкретных познавательных актов, что, несомненно, является ее достоинством. К числу недостатков модели, кроме серьезной неясности в конкретизации характеристик субъекта, на наш взгляд, следует отнести ее неполноту. Она представляет собой не модель целостного конкретного акта познания, а только модель начала акта познания, модель исходного положения субъекта по отношению к объекту. Этот

1 Лекторский В. А. Проблема субъекта и объекта... С. 114.

2 Копнин П. В. Введение в марксистскую гносеологию. С. 65—66.

3 Дышлевый П. С. Объект, субъект и условия познания в физике // Методологические проблемы теории измерений. Киев, 1966. С. 3.

упрек можно бросить и в адрес $S—O$ модели, взятой не в мировоззренческом аспекте, а в качестве средства анализа конкретного познавательного акта. Знание как продукт акта деятельности никакого отображения в этих моделях не находит.

Поэтому представляется весьма желательным получить в качестве средства методологического исследования более полную модель познавательного акта, которая была бы свободна от упомянутых выше недостатков и служила более адекватной экстериоризацией того смысла, который уже давно фактически вкладывается в термины, описывающие модель «субъект—объект» при конкретном применении последней.

Что такое деятельность

Придание логической первичности понятию «деятельность» по сравнению с понятиями «субъект» и «объект» означает, что как характеристики субъекта, так и характеристики объекта должны определяться характеристиками деятельности. Можно сказать, что субъект и объект являются полюсами деятельности (рис. 5), не существующими друг без друга¹. При этом, конечно, объект понимается не в мировоззренческом смысле — как объективная реальность, материя, а функцио-

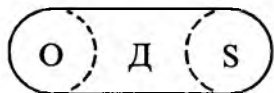


Рис. 5

нально — как то, на что направлен отдельный акт деятельности. Субъект же означает при таком понимании индивидуума, осуществляющего данный акт деятельности.

Для того, чтобы и субъект, и объект были действительно определены через деятельность, характеристики последней должны быть заданы независимо. Следуя способу, примененному К. Марксом в «Капитале» для выделения характеристик производственной деятельности (труда)², в акте познавательной деятельности можно выделить пять элементов³: задачу, объект, средства, процедуры и продукт (рис. 6). Эта пятичленная модель *состава* акта познавательной деятельности может быть использована как методологическое средство при ана-

1 Ср.: Копнин П. В. Введение в марксистскую гносеологию. С. 67; Лекторский В. А. Проблема субъекта и объекта... С. 105.

2 Маркс К. Капитал. Т. I. М., 1937. С. 43, 171.

3 Шедровицкий Г. П. Проблемы методологии системного исследования. М., 1964. С. 12.

лизе процесса измерения на модельном уровне. Элементы, входящие в состав модели, представляют собой функциональные блоки — одна и та же по материалу вещь (материальная или идеальная) может выступать в функции объекта, средства или продукта деятельности. Определяющим элементом деятельности являются средства — слова К. Маркса «экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится. Средства труда не только мерило развития



Рис. 6

человеческой рабочей силы, но и показатель тех общественных отношений, при которых совершается труд¹, характеризующие производственную деятельность, можно считать справедливыми и для характеристики познавательной деятельности, если заменить в них слово «эконо-

мические» на «научные», «производится» на «познается», «труд» на «познание», «рабочая сила» на «познавательная способность».

Термин «средства» кажется нам обладающим гораздо более определенным смыслом, чем термин «условия познания». Кроме этого, в пятичленной модели деятельности отпадает необходимость задавать характеристики субъекта-индивида — они распределяются по блокам «задача», «средства» и «процедуры». С точки зрения этой модели субъект-индивид есть система средств и задач и исполнитель процедур. Средства могут быть как материальными (приборы), так и идеальными (понятия, знаковые системы, категории, законы). Сама деятельность в этой модели задается безлично, бессубъектно. Это не исключает возможности использования других ее моделей, включающих субъект.

Конкретная структура деятельности зависит от конкретного характера ее задач, используемых в ней средств и совершаемых процедур. Важным моментом деятельности является уже упоминавшееся выше опредмечивание, достигающееся

1 Маркс К. Капитал. Т. 1. С. 172.

разнообразными и сложными способами путем отнесения знаний к объектам и выражения их в языке. Смысл терминов, обозначающих различные фрагменты деятельности (вещи, свойства, отношения, связи и их системы), и представляет собой способ существования опредмеченной познавательной деятельности.

Благодаря такому опредмечиванию познавательная деятельность «угасает» (Маркс) в продукте познания и «кристаллизуется» в смысле (аналоге стоимости) онтологических знаний — знаний о существовании фрагментов действительности, приобретая статический характер. Утрата осознания связи знаний с деятельностью по их получению (особенно онтологических) приводит к отчуждению продукта¹, в результате чего на явления и процессы природы становится возможным смотреть не как на объекты деятельности (производственной и познавательной), а как на существующие абсолютно независимо от нее. Этот взгляд, характерный для домарксовского созерцательного материализма, можно назвать объектным фетишизмом по аналогии с товарным фетишизмом, разоблаченным К. Марксом в «Капитале». Для разоблачения объектного фетишизма методолог должен произвести распредмечивание смысла знаний, зафиксированных в современном ему языке, что значит проследить и выявить генетический механизм становления этого смысла (формирования понятий) путем реконструкции структуры деятельности, результатом которой являются эти знания.

Мощным методологическим средством распредмечивания смысла знаний, интенсивно развивающимся за последние годы, являются методы системного исследования².

Общая характеристика системы естественнонаучного знания

С точки зрения системного подхода всякое научное знание представляет собой определенным образом организованную систему. С точки зрения концепции деятельности оно есть продукт, в котором опредмечена вся предшествующая его получению деятельность. Таким образом, соединение систем-

1 Коткин П. В. Введение в марксистскую гносеологию. С. 73; Батищев Г. С. Противоречие как категория диалектической логики. С. 12—15, 59.

2 Щедровицкий Г. П. Проблемы методологии системного исследования. М., 1964.

ного подхода с теорией деятельности требует рассмотрения системы знания как системы деятельности.

Самую общую модель системы естественнонаучного знания можно изобразить в виде следующей схемы (рис. 7). Она состоит из четырех элементов, связанных друг с другом. Каждый из элементов представляет собой относительно самостоятельную подсистему знаний, получаемых путем специфической деятельности.

Блок Э — это подсистема эмпирических знаний, вырабатываемых посредством деятельности над материальными объектами, доступными непосредственному наблюдению либо невооруженными органами чувств, либо с помощью различного рода приборов. Наблюдаемость или ненаблюдаемость объектов является относительной к развитию средств наблюдения, используемых в Э-блоке. Так, до изобретения микроскопа бактерии как предполагаемая причина болезней были ненаблюдаемы и находились в О-блоке, после же изобретения микроскопа они перешли в Э-блок, став непосредственно наблюдаемыми.

Блок М — это деятельность по применению математического аппарата, представляющего собой некоторую оперативную знаковую систему, и знания, полученные в результате этой деятельности.

Элемент О — это блок онтологии, знаний об объектах, существующих на ненаблюдаемом уровне. Они получают на базе гипотез о существовании, выдвигаемых на основе интерпретации математического аппарата и результатов измерений.

Блок У — это «пульт управления» системой знания, связывающий между собой остальные три блока и содержащий мировоззренческие принципы, регулирующие деятельность в О-блоке, принципы интерпретации деятельности в Э- и М-блоках, модельные представления.

Так, в системе квантовой механики «содержимым» Э-блока будет экспериментальная деятельность по исследованию фотоэффекта, комптон-эффекта, дифракции электронов и т. п. М-блок образуют вычисления с помощью формализма матричной или волновой механики. О-блок составляют знания о

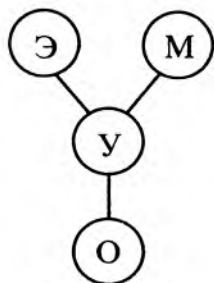


Рис. 7

свойствах микрочастиц. В У-блок входят принципы, обеспечивающие интерпретацию результатов измерений и вычислений (статистическое толкование волновой функции, принцип дополнительности и т. п.). Связь всех этих элементов в рамках квантовой механики существует достаточно очевидно.

Специфика деятельности в каждом блоке определяется спецификой средств и объектов деятельности. Ни один из этих блоков не является замкнутым, хотя и обладает относительной самостоятельностью. Так, например, на деятельность в Э-блоке оказывают существенное влияние элементы О-блока, обеспечивающие определенное «видение» процедур и результатов деятельности в Э-блоке. Туманный след в камере Вильсона (продукт деятельности в Э-блоке) сразу же видится как след микрочастицы благодаря наличию в О-блоке знаний о существовании микрочастиц, а в У-блоке — знаний о принципах интерпретации результатов непосредственного наблюдения на базе знаний об ионизации движущейся микрочастицей атомов воздуха и способности ионов быть центрами конденсации.

Самостоятельность и замкнутость всей системы знаний, образующих данную науку, также является относительной. Математический аппарат, используемый в М-блоке, как правило, не вырабатывается специально для нужд данной науки, а создается исходя из внутренних потребностей математики, откуда берется уже готовым. Мировоззренческие принципы и принципы интерпретации, входящие в У-блок, также испытывают влияние уровня знаний, предшествующего существованию данной науки. То же самое можно сказать и о содержимом О-блока. Поэтому полное распредмечивание смысла всех знаний, входящих в систему науки, требует анализа всей истории деятельности, приведшей к образованию этих знаний. Часто этого не требуется, и за начало распредмечивания выбираются знания, непосредственно предшествующие возникновению анализируемых знаний.

Наряду с генетическим методологическим исследованием, задачей которого является раскрытие структуры деятельности построения знаний, может осуществляться функциональный методологический анализ. Его задача — выявить структуру функционирования различных элементов системы знания при фиксированных средствах деятельности. Методы генетического и функционального анализа в конкретном исследовании могут комбинироваться.

Измерение как фрагмент познавательной деятельности

В рамках модели, рассматривающей систему знания как систему деятельности, измерение представляет собой фрагмент деятельности в Э-блоке. Его результатом (продуктом) является число, выражающее отношение измеряемой величины к другой, качественно однородной ей величине, принятой за единицу измерения¹. Получение такого числа составляет задачу измерения — как и в общем случае, формулирование задачи всегда связано с указанием на тип продукта. Можно сказать, что формулировка задачи — это идеальное полагание продукта в виде цели², а действительное получение продукта — это материализация цели, овеществление ее в материале знаковой формы. Средствами измерения служат как материальные средства (приборы, органы чувств), так и разнобразные идеальные, знаковые средства (понятия, оперативные системы математики). В соответствии с этим, с точки зрения методолога, измерительные процедуры вовсе не исчерпываются манипулированием с приборами — процедуры выражения результата измерения в числе, предполагающие оперирование со знаками, также представляют собой процедуры, входящие в состав деятельности измерения.

Системный характер познавательной деятельности обуславливает тесную связь измерения как деятельности в Э-блоке с деятельностью в остальных блоках системы знания. В первую очередь сюда относится деятельность в М-блоке, результаты которой выступают как предсказание или обоснование результата измерения путем получения числа, совпадающего с числом, в котором выражается этот результат, при помощи вычислений на базе некоторого математического аппарата, т. е. при помощи иной деятельности, нежели измерение. Само измерение зачастую осуществляется только для того, чтобы проверить результаты теоретических вычислений, проведенных в М-блоке, так что сама задача измерения оказывается в этом случае порожденной деятельностью вне Э-блока.

Связь измерения с деятельностью в О-блоке достигается благодаря понятию о физической величине, под которой понимаются «характеристики физических процессов, свойств

1 Омельяновский М. Э. Измерение // *Философская энциклопедия*. Т. 2. М., 1962. С. 244; Матиков С. Ф., Тюрин Н. И. Введение в метрологию. М., 1966. С. 23, 24.
2 Маркс К. Капитал. Т. 1. С. 171.

или состояний физических тел»¹. Именно это понятие как элемент *О*-блока управляет деятельностью в *Э*-блоке и обеспечивает однородность смысла чисел, получаемых как продукты разного типа деятельности — в *Э*- и *М*-блоках. Эти числа интерпретируются как количественные характеристики одной и той же физической величины, только полученные различными способами. Связь между деятельностью в *Э*-, *М*- и *О*-блоках осуществляется с помощью принципов интерпретации результатов измерений и математических вычислений, находящихся в *У*-блоке.

Системно-деятельностный подход позволяет достигнуть большей ясности и определенности в понимании сходства и различия прямых и косвенных измерений.

В метрологии «прямыми называют измерения, заключающиеся в экспериментальном сравнении измеряемой величины с мерой этой величины, или в отсчете показаний измерительного прибора, непосредственно дающего значения измеряемой величины. Простейшими примерами прямых измерений являются измерения длины линейкой с делениями, температуры — термометром, объема жидкости — мерником, электрического напряжения — вольтметром и т. д.»². Если под измерением понимать только манипулирование материальными средствами измерения (точка зрения предметника), то можно сказать, что результат прямого измерения получается непосредственно из самого измерения³.

Косвенными называют измерения, результат которых определяется на основании прямых измерений величин, связанных с измеряемой величиной известной зависимостью. Например, объем прямоугольного параллелепипеда можно определить по результатам прямых измерений длины его ребер в трех взаимно перпендикулярных направлениях, электрическое сопротивление — по результатам измерения падения напряжения и силы тока и т. п.⁴ Иными словами, наряду с манипулированием материальными средствами измерения, косвенные измерения включают в себя вычисления, использующие в качестве средств известные зависимости между величи-

1 Маликов С. Ф., Тюрин Н. И. Введение в метрологию. С. 22.

2 Там же. С. 76.

3 Омельяновский М. Э. Измерение // Философская энциклопедия. Т. 2. С. 244.

4 Маликов С. Ф., Тюрин Н. И. Введение в метрологию. С. 76.

нами — результатами прямых измерений и величиной, определяемой в косвенном измерении. Включение в состав измерений вычислений позволяет сказать, что результат косвенного измерения так же, как и результат прямого измерения, получается непосредственно из самого измерения, которое, однако, имеет более сложную структуру, чем прямое, ибо включает по крайней мере два этапа — манипулирование с приборами и вычисления.

Различие между прямым и косвенным измерением, таким образом, всецело обуславливается разным типом средств измерения. Применение других средств может превратить прямое измерение в косвенное и наоборот. Так, сопротивление может быть измерено прямым способом, если использовать в качестве средства измерения омметр, а температуру можно измерять косвенно, измеряя прямым путем увеличение длины тела при нагревании и рассчитывая температуру на основе знания закона линейного расширения тел при нагревании.

Прогресс измерительных средств связан с тенденцией превращения косвенных измерений в прямые. Это достигается своеобразным опредмечиванием процедур вычислений в приборе посредством усложнения его конструкции, в результате чего измерительная шкала позволяет непосредственно снимать с нее показания о сложных по своей структуре величинах (скорости, мощности и т. п.). Такое опредмечивание деятельности сопровождается ее свертыванием, переходом от сложной структуры деятельности, включающей использование многих средств, к более простой, ибо использование одного прибора, как бы сложно устроен он ни был, представляет собой одну элементарную познавательную операцию, использование одного средства (если не рассматривать деятельность по подготовке прибора к действию).

С этой точки зрения, все прямые измерения, за исключением измерений длины с помощью масштабной линейки, являются свернутыми косвенными измерениями, ибо, как отмечают многие авторы, все измерения сводятся в конечном счете к измерениям длины¹. Исследование конкретного механизма превращения косвенных измерений в прямые путем свертывания деятельности представляет собой важную методологическую проблему, до сих пор почти не разработанную.

1 Вавилов С. И. Собрание сочинений. Т. 3. М., 1956. С. 155.

Существенным и необходимым требованием, предъявляемым к приборам, является их макроскопичность. Это означает, что показания прибора, свидетельствующие об изменении его состояния, должны быть доступны восприятию органами чувств субъекта-индивида, работа которых обязательна для выражения показаний прибора в числе. В простейшем случае прямых измерений это число просто считывается со шкалы прибора, в более сложных случаях косвенных измерений показания прибора (как, например, трек микрочастицы в фотоэмульсии или в камере Вильсона) в свою очередь подвергаются измерению, часто с привлечением дополнительных средств, усиливающих органы чувств (микроскопов и т. п.). Будучи следствием макроскопической природы органов чувств, неотъемлемых средств познавательной деятельности в Э-блоке, это методологическое требование, часто называемое принципом Бора¹, однозначно фиксирует понятийный аппарат, единственно возможный для описания приборов и результатов наблюдений — понятийный аппарат классической физики.

Проблема интерпретации результатов измерений

Принцип Бора, требующий, чтобы язык непосредственных наблюдений, осуществляемых с помощью органов чувств, был языком классической физики, выдвигает ряд вопросов, связанных с интерпретацией результатов таких измерений. В общем случае задача интерпретации состоит в объяснении результатов измерений, осуществляемых в Э-блоке, с помощью понятий О-блока, что предполагает связывание знаний о физических величинах, характеризующих состояние прибора, с физическими величинами, характеризующими состояние исследуемого объекта. Последние величины зачастую носят весьма абстрактный характер, как, например, в физике элементарных частиц (спин, четность и т. п. квантовые числа).

С позиций системно-деятельностного подхода необходимым предварительным условием анализа процесса интерпретации является различение трех типов объектов, которые по-разному функционируют и обладают разным онтологическим статусом — различение объекта оперирования, объекта исследования и объекта отнесения знаний.

¹ Петров А. З. Построение теории гравитационных волн... С. 66.

Объекты оперирования — это объекты, над которыми совершаются познавательные процедуры. В Э-блоке они представляют собой макроскопические материальные объекты, существование которых может быть зафиксировано с помощью органов чувств. В М-блоке объектами оперирования являются математические символы, над которыми совершаются различного рода преобразования, регулируемые правилами соответствующей оперативной системы. Для дальнейшего существенно, что объекты, знание о существовании которых зафиксировано в О-блоке, не могут быть объектами оперирования.

Объекты исследования — это объекты, по отношению к которым ставится познавательная задача в том или ином акте деятельности. Они могут быть также названы объектами вопроса. Находятся они в любом из трех нецентральных блоков системы знания.

Объекты отнесения представляют собой объекты, к которым относится, «прикрепляется» знание — продукт акта познавательной деятельности.

Важным методологическим требованием, регулирующим процесс интерпретации в рамках системно-деятельностного подхода, является требование совпадения по материалу объекта исследования и объекта отнесения — знание-продукт должно относиться к тому же самому объекту, по отношению к которому сформулирована познавательная задача.

В системе классической механики все три вида объектов совпадают по материалу. Например, при астрономических наблюдениях объектами оперирования служат звезды и планеты, по отношению к которым ставится задача определения характеризующих их физических величин (положения на небесном своде, скорости и направления движения и т. п.) — те же звезды и планеты представляют собой и объекты исследования. Знания, полученные в результате наблюдений (деятельность в Э-блоке) и вычислений на базе небесной механики (деятельность в М-блоке), относятся к тем же самым звездам и планетам. Таким образом, совпадение всех трех типов объектов налицо.

В системе деятельности, использующей классическую электродинамику Максвелла при решении задач определения характеристик электромагнитного поля, объектами оперирования являются макроскопические пробные тела. Знания о

силах, действующих на них, получаемые в результате измерений в Э-блоке, первоначально относятся к тем же пробным телам, а затем трансформируются посредством знания о законах связи сил, действующих на пробные тела, с характеристиками электромагнитного поля, и переносятся на это поле (элемент О-блока), которое функционирует как объект отнесения знаний, в рамках решения данных задач совпадающий с объектом исследования.

Более сложная ситуация имеет место в квантовой механике при решении задач, связанных с определением физических величин, характеризующих микрочастицы. В этой ситуации объектом исследования являются как будто микрочастицы как элементы О-блока. Объектами оперирования служат макроскопические тела (приборы, мишени и т. п.). Однако принципы интерпретации квантовой механики, основанные на концепции дополнительности, устанавливают целостность процесса наблюдения и требуют относить полученные знания не к микрочастице как таковой, а к системе «микрочастица + макроприбор». Требование совпадения объекта исследования и объекта отнесения при такой формулировке задач не выполняется. Выполнение его требует переформулировки задач — это означает, что задачи, вообще говоря, должны ставиться не по отношению к микрочастице, а по отношению к системе «микрочастица + макроприбор», если они предполагают измерение таких физических величин, как импульс, координата, момент количества движения и т. п.¹

В данном случае, таким образом, выбор объекта исследования определяется возможностью отнесения знаний — в методологическом «уравнении» «объект исследования = объект отнесения» известной является правая часть, а левая содержит неизвестное. Словесно это может быть выражено в требовании совпадения объекта исследования с объектом отнесения, а не объекта отнесения с объектом исследования. Многие затруднения в интерпретации квантовой механики, на наш взгляд, вызваны признанием определяющей роли объекта исследования по сравнению с объектом отнесения вне учета

¹ Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 91, 102; Ломсадзе Ю. М., Ковальчук А. Е., Кривский И. Ю. О косвенных измерениях в квантовой теории // Методологические проблемы теории измерений. Киев, 1966. С. 115.

возможности отнесения получаемых знаний к выбранному независимо объекту исследования, выделенному вопросом. Такое признание, характерное для классической физики, в квантовой механике в общем случае несправедливо, хотя и там есть физические величины (спин, заряд), которые можно относить к микрочастице как таковой, а не к системе «микро-частица + макроприбор», что, в частности, обуславливает возможность задания существования микрочастиц как элементов *О*-блока.

Развитие интерпретации квантовой механики как раз и было связано с тем, что «физики постепенно научились ставить правильные вопросы»¹ по мере осознания того, что «то, что мы наблюдаем — это не сама природа, а природа, которая выступает в том виде, в котором она выявляется благодаря нашему способу постановки вопросов»².

Поскольку процедура отнесения знаний и постановки вопросов об объекте исследования основаны на использовании *О*-блока, то проблема интерпретации результатов измерений тесно связана с проблемой физической реальности, решение которой заключается в выяснении конкретных механизмов образования знаний о конкретных элементах *О*-блока, что требует анализа структуры деятельности по выработке онтологических представлений с целью установления зависимости типа представлений о реальности от типа используемых в системе деятельности средств.

Такой анализ показывает, что конкретный вид онтологических знаний непосредственно зависит от вида математического аппарата, используемого в *М*-блоке, на базе которого формируются модели, впоследствии онтологизируемые. От типа деятельности в *Э*-блоке деятельность в *О*-блоке непосредственно не зависит — результаты измерений (экспериментальные факты) налагают на онтологию лишь требование полноты охвата эмпирического материала, на интерпретацию которого претендуют данные онтологические представления.

* * *

Настоящий краткий очерк программы методологических исследований природы измерения, основанной на системно-

1 Гейзенберг В. Физика и философия. М., 1963. С. 16.

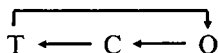
2 Там же. С. 36.

деятельностном подходе, никоим образом не претендует на полноту и исчерпывающую ясность. Но хотя в его разработке сделаны лишь первые шаги, этот подход кажется весьма многообещающим. Актуальной задачей современного этапа исследований в рамках, очерченных принципами системной теории деятельности, которые излагались выше главным образом на понятийном уровне, является переход к модельному уровню анализа.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА НАБЛЮДЕНИЯ В КЛАССИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ*

Для построения исходной модели наблюдения как познавательного процесса будет использована схема «объект—субъект—условия познания», предложенная П. С. Дышлевым¹ и базирующаяся на ленинской характеристике трехчленности познавательного процесса². Согласно этой схеме, существует некоторый объект (O), служащий предметом наблюдения (наблюдаемым) в некоторых условиях для некоторого познающего субъекта (C) — наблюдателя.

Существенно, что со стороны наблюдателя наблюдение является целенаправленным. То, что ищет C в O , определяется теорией (T) наблюдаемого, которой руководствуется C и которая, таким образом, представляет собой одно из необходимых условия наблюдения:



Мы сделали предположение, что теория наблюдаемого O уже существует. Тем самым процесс построения такой теории остается в стороне.

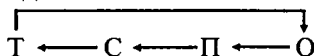
Как правило, процесс наблюдения осуществляется не «невооруженным глазом», а с помощью объекта-посредника —

* Ленинское философское наследие и особенности развития современного естествознания. Материалы республиканской научной конференции. Харьков, 1969. С. 162—166.

1 Дышлевый П. С. Объект, субъект и условия познания в физике // Методологические проблемы теории измерений. Киев, 1966. С. 3.

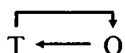
2 Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 29. М., 1963. С. 163—164.

прибора (P), который представляет собой другое необходимое условие наблюдения:

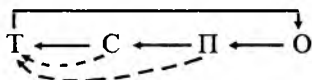


Прибор представляет собой канал связи, по которому информация от O передается к C , чтобы быть зафиксированной в T . Это дает право представить акт наблюдения в виде последовательности двух актов: акта измерения ($P \leftarrow O$) и акта считывания информации о результате наблюдения со шкалы прибора ($C \leftarrow P$).

В классической механике T считается точным и полным выражением способа существования O . Это предполагает, что процесс измерения $P \leftarrow O$ улавливает всю информацию о механических величинах, которыми объективно обладает O . Кроме этого, P считается абсолютно «прозрачным» для качества информации — считается, что в акте $P \leftarrow O$ не происходит преобразования качества информации. Это дает возможность непосредственно соотнести T с O , совершенно исключив промежуточный этап передачи информации $C \leftarrow P$:

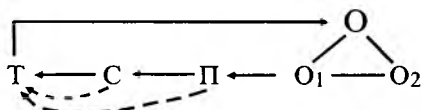


Методологические принципы классической электродинамики отличаются от принципов механики лишь в одном пункте. P , по-прежнему улавливая всю информацию об O , меняет ее качество — превращает «электродинамическую» информацию в «механическую». Это вызвано тем, что наблюдатель, в силу природы своих органов чувств, не может без помощи P — преобразователя информации — реагировать на все проявления O — электромагнитного поля и зарядов. Принципы качественного преобразования информации содержатся в T (закон Кулона, формула для силы Лоренца) и дают выражения для механических сил, связанных с немеханическими объектами, благодаря которым результаты наблюдения можно соотносить как с T , так и с O . Наличие таких принципов нельзя интерпретировать иначе как учет в T объективных характеристик наблюдателя и P . Последний можно сравнить с идеальным (в смысле совершенства) усилителем-преобразователем качества информации, как и раньше, количественно «прозрачным». T при этом играет роль «очков», через которые C только и может считывать информацию об O с P .



В статистической физике термодинамические величины (температура, энергия, давление и т. п.) несут далеко не всю информацию, ответственную за тепловые явления. Они являются лишь средними величинами. Акт наблюдения $C \leftarrow P \leftarrow O$ доносит до C и, что наиболее существенно, до T , далеко не полную информацию об O — системах огромного количества частиц. Тем самым P в акте измерения $P \leftarrow O$ уже не является «прозрачным» ни в качественном, ни в количественном отношении. Он осуществляет преобразование информации, сопровождаящееся ее потерей. Этот факт выражается введением в T статистических представлений.

Факт неполной прозрачности P , обуславливающий статистичность T , вызывает некоторые затруднения. Что называть O — *систему* частиц, рассматриваемых в целом, как один объект (информацию о ней дают средние величины, измеряемые P), или *систему частиц*, рассматриваемую как их совокупность? Поскольку O — система частиц — рассматривается на двух уровнях информации, нам представляется целесообразным применять термин «объект» к обоим аспектам рассмотрения, взятым в их единстве:

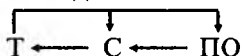


где O — объект; O_1 — O на уровне средних величин, информацию о которых C получает с помощью P , а O_2 — O на уровне частиц, информацию о которых C получает с помощью T . Необходимость такого расчленения информации об O обуславливается опять объективной природой C , не могущего непосредственно получать информацию в аспекте O_2 .

В статистической физике возможно получить непосредственную информацию об O на уровне флуктуаций — более глубоком, чем уровень O_1 , но менее глубоком, чем O_2 . Примером может служить наблюдение броуновского движения частицы — достаточно крупной, чтобы быть непосредственно наблюдаемой с помощью микроскопа, и в то же время достаточно мелкой, чтобы передавать наблюдателю информацию о флуктуациях — отклонениях характеристик системы от

средних значений. Существенно, что при такого рода наблюдениях броуновская частица играет роль рабочей части Π и описывается в теории статистически.

Согласно наиболее распространенной сейчас интерпретации квантовой механики, считается, что T аккумулирует информацию не об O в том смысле, как он понимается в классической физике, а о возможных результатах актов измерения $\Pi \leftarrow O$. Это обстоятельство выражается во введенном Н. Бором понятии «целостность процесса наблюдения»¹. Таким образом, наблюдаемым следует считать целостное единство ΠO . О свойствах O вне определенного класса приборов Π говорить не имеет смысла. Кроме того, в аппарат T явно входят моменты, связанные с изменением знания C — при интерпретации редукции волнового пакета², так что схема акта наблюдения имеет вид:



Можно заключить, что, во-первых, решение гносеологических проблем, связанных с анализом наблюдения, немыслимо без учета роли T в деле интерпретации акта наблюдения, а во-вторых, правомерно, если T будет явно или неявно учитывать характеристики Π и C в процессе осуществления такой интерпретации. Это находится в согласии с известным указанием В. И. Ленина о двух формах объективного процесса — природе и целеполагающей деятельности человека.

ОБ ОДНОЙ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ*

1. Несмотря на довольно широкий смысловой спектр современного употребления слова «методология», можно с уверенностью констатировать, что «методологичность» знания

1 Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 90—91.

2 Гейзенберг В. Физика и философия. М., 1963. С. 33—34; Ковальчук А. Е., Ломсадзе Ю. М. Гносеологический анализ процесса измерения в квантовой теории. Препринт УжГУ, КТФ—1968—1. Ужгород, 1969. С. 10.

* Методологические основы теории научного знания. Краткие тезисы к общеакадемическому симпозиуму. Ч. 1. Свердловск, 1973. С. 114—117.

или рассуждения предполагает ту или иную отнесенность их к познавательной деятельности. В то время как исходной и основной целью науки является познание объективного мира, при методологическом анализе «мы имеем дело не с естественными, природными процессами, протекающими вне воли и сознания человека, а с человеческой деятельностью, которая характеризуется применением — осознанным, неосознанным или осознанным в той или иной степени — известных средств и приемов»¹.

Можно сказать поэтому, что специфика собственно научного знания состоит в отнесенности его к тому или иному объекту, закономерности которого проявляются в естественно-историческом плане. Особенно выпукло это проявляется в естественных науках, в частности, в физике. Специфика методологического знания состоит в его отнесенности к человеческой деятельности познания объекта, закономерности которой проявляются в плане «искусственного», в сфере целеполагания. В то время как собственно научное знание является предметным по своему содержанию, методологическое знание имеет сугубо деятельностное содержание.

2. В классической физике научные и методологические компоненты знания были четко разделены. Во всех классических теориях итоговое знание, являющееся результатом научно-познавательной деятельности, представляло собой исключительно знание об объекте этой деятельности. Все характеристики деятельности, отображенные в соответствующих методологических знаниях и принципах, оставались за пределами картины реальности, рисовавшейся классической физикой. Они играли роль своеобразных строительных лесов, необходимых для процесса построения физической картины реальности, но безжалостно элиминировавшихся после окончания строительства. В итоговое знание попадал «только результат измерения, показанный аппаратом наблюдателя, тогда как способ действия этого аппарата и даже его присутствие полностью были исключены из описания. Наблюдатель настолько эффективно «помещен снаружи», что совершенно исчезает из картины»².

1 Лекторский В. А., Швырев В. С. Методологический анализ науки // Философия. Методология. Наука. М., 1972. С. 7.

2 Розенфельд Л. Развитие принципа дополнительности // Нильс Бор. Жизнь и творчество. М., 1967. С. 72.

Существенно, что число, являвшееся результатом измерения, в итоговой картине мира классической физики трактуется как характеристика объекта «самого по себе», т. е. в объективном плане. Его методологическая, деятельностная характеристика (что оно является результатом измерения) остается «за кадром».

Резюмируя, можно сказать, что картина реальности классической физики по своему содержанию была только научной, но ни в коей мере не методологической.

3. Физика XX в. в лице теории относительности и особенно квантовой механики радикально отличается в этом отношении от классической. Ее картина мира, которую можно назвать квантово-релятивистской, является двухплановой, представляя собой сочетание научных и методологических компонентов. Это означает, что эта картина есть не только картина мира исключительно в форме объекта «самого по себе», но и картина его познания. Она включает, помимо характеристик объектов (научных компонентов), и характеристики измерительных познавательных процедур (методологические компоненты).

4. Начало этому положила специальная теория относительности, в которой конкретная определенность численных значений пространственных и временных характеристик физических объектов и событий стала зависеть от системы отсчета. Качественная определенность их связана с типом операций по измерению этих характеристик. Длина тела — это результат последовательного откладывания жестких масштабов, временные промежутки определяются с помощью часов, синхронизированных путем операций посылки и приема световых сигналов. В тексте основополагающей работы Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел» можно встретить выражение «длина, определяемая операцией»¹.

На методологичность релятивистской картины реальности указывает и то обстоятельство, что масштабы, часы и системы отсчета нельзя рассматривать как природные явления. Это — характеристики определенного способа функционирования природных тел в человеческой познавательной деятельности. В природе «самой по себе» нет ни масштабов, ни часов, ни систем отсчета — лишь особое употребление делает природные тела или процессы таковыми.

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1. М., 1965. С. 12.

В итоге релятивистская картина реальности содержит как объектные, сугубо научные компоненты (инварианты, не зависящие от системы отсчета), так и методологические (неинвариантные величины, приобретающие свою определенность только по отношению к конкретной системе отсчета, являющейся одним из средств познавательной деятельности).

5. Еще дальше в этом отношении пошла квантовая механика, которая ставит в зависимость от средств познания (приборов) не только количественную определенность физических величин, но и само их существование. Координата, например, существует лишь по отношению к приборам соответствующего типа, относительно которых нельзя говорить о существовании импульса («относительность к средствам наблюдения», по выражению В. А. Фока).

Наиболее ярко методологичность квантовомеханической картины реальности выражается в боровском определении явления «исключительно в связи с наблюдениями, произведенными в точно определенных условиях, включающих указания о всем опыте в целом»¹, что влечет за собой «радикальный пересмотр наших взглядов на проблемы физической реальности»². Этот пересмотр состоит в осознании необходимости включения в картину мира картины познания.

С этой точки зрения, конфликт Бора и Эйнштейна по эпистемологическим проблемам физики представляет собой конфликт двух принципов построения физической картины мира. В то время как Эйнштейн продолжал придерживаться классического идеала сугубо научной картины реальности, не допускающей какой бы то ни было ссылки на наблюдателя и его деятельность, Бор настаивал на обязательности включения в картину мира и методологических, деятельностных компонентов. Этот конфликт нельзя считать разрешенным и по сей день, хотя боровская концепция представляется более предпочтительной.

1 Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 91.

2 Там же. С. 85.

ВОЗМОЖНАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ ФИЗИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ*

Логико-методологические работы И. В. Кузнецова находятся в русле исследований структуры научного знания. В статье «Структура физической теории»¹ он предложил выделить три основные части теории: основание, ядро и воспроизведение конкретного в понятиях². То, что в состав первой и последней части теории И. В. Кузнецов включил эмпирический базис³, показывает, что теория рассматривалась им как единица физического знания в целом, как некоторый относительно замкнутый и завершённый его фрагмент⁴. Выбор же в качестве частей теории основания, ядра и воспроизведения, как нам кажется, свидетельствует о неудовлетворенности общепринятым противопоставлением эмпирического и теоретического.

Продолжая эту линию, можно попытаться построить модель структуры единицы физического знания, в логико-методологическом описании которой вообще не фигурировали бы термины «эмпирическое» и «теоретическое». Следующие ниже соображения имеют своей целью наметить общие контуры такой модели.

Противопоставление эмпирического и теоретического знания

Традиционное противопоставление эмпирического и теоретического выглядит настолько естественным и неизбежным, что анализ структуры научного знания в современной логико-методологической литературе, как правило, разворачивается в его рамках. При этом отмечается, что «и с формальной, и с содержательной стороны теория существенно опирается на внетеоретические средства»⁵.

В связи с этим многие включают в состав теории ее исходную эмпирическую основу — множество зафиксированных в

* Проблемы истории и методологии научного познания. М., 1974. С. 207—214.

1 Кузнецов И. В. Структура физической теории // Вопросы философии. 1967. № 11. С. 86—98.

2 Там же. С. 87.

3 Там же. С. 87—88, 96.

4 Ср.: Копнин П. В. Логика научного познания // Вопросы философии. 1966. № 10. С. 42.

5 Попович М. В., Садовский В. Н. Теория // Философская энциклопедия. Т. 5. М., 1970. С. 206.

соответствующей отрасли науки фактов, представляющих собой знания о результатах наблюдения и эксперимента¹. В итоге создается довольно парадоксальная, а с точки зрения исходного расчленения даже незаконная ситуация — противопоставление эмпирического и теоретического реализуется внутри теории. Кроме того, в логико-методологической литературе нередко можно встретить выражение «эмпирическая теория»², также не имеющее право на существование, если придерживаться точного смысла противопоставления «эмпирическое — теоретическое».

Указанные логико-методологические факты, свидетельствующие о том, что это противопоставление не имеет характера дихотомии, обычно объясняются с помощью представления о «единстве эмпирического и теоретического»³. В результате понятия, связанные с терминами «эмпирическое» и «теоретическое», становятся довольно неопределенными по своему содержанию⁴, и их соотношение все еще остается проблемой. Во всяком случае можно констатировать, что термин «теория» все чаще и чаще употребляется в качестве синонима термина «научное знание», а для анализа структуры научного знания (=теории) начинают применяться менее отягощенные разнообразными способами употребления и поэтому более определенные понятия, нежели «эмпирическое» и «теоретическое».

Поскольку всякое знание выражается в языке, задача логико-методологического анализа научного знания часто формулируется как задача анализа языка науки⁵ — того языка, на котором пишутся научные работы и ведутся дискуссии.

Всякий язык — в том числе язык науки — имеет два плана — выражение и содержание. Они, конечно, связаны между собой — наблюдаемый план выражения (форма языка), как показывает само его название, выражает мыслимый план содержания (смысла, значения). Вследствие этого

1 Попович М. В., Садовский В. Н. Теория // *Философская энциклопедия*. Т. 5. С. 205.

2 Там же. С. 206.

3 Лекторский В. А. Единство эмпирического и теоретического в научном познании // *Проблемы научного метода*. М., 1964. С. 81—107.

4 См., например, трактовку этих терминов: Рубашкин В. Ш. Материалы к симпозиуму по логике науки. Киев, 1966. С. 93—94.

5 См.: Попович М. В. О философском анализе языка науки. Киев, 1966.

одним из главных направлений логико-методологических исследований языка науки стало моделирование именно плана выражения, а точнее — его структуры. В качестве «стройматериала» для моделей структуры плана выражения выступают логико-математические исчисления, зачастую специально конструируемые для этой цели. Особенности выбранного таким образом «стройматериала» приводят к тому, что роль стандартной модели структуры физического знания играет гипотетико-дедуктивная структура¹, анализу и интерпретации которой посвящено огромное количество работ.

Оказывается, однако, что ограничение только планом выражения оставляет «за бортом» многие стороны реального физического знания². Это неудивительно, ибо полный успех в деле применения логико-математических исчислений для анализа структуры реального физического знания возможен лишь при условии, что мыслимая структура плана содержания полностью и без остатка выражается в наблюдаемой структуре плана выражения. А это не так — логико-математические модели по самой природе своего материала «ухватывают» и наглядно изображают далеко не все компоненты физического мышления. Многое просто «не умещается» в них.

Поэтому осуществляемая ниже попытка построения логико-методологической модели единицы физического знания будет главным образом нацелена на план содержания. Если смотреть на физическое знание в этом ракурсе, то прежде всего приходится констатировать, что оно, как и всякое знание, есть знание о чем-то. Назовем это «что-то» объектами отнесения знания, зафиксировав тем самым общую характеристику знания в плане содержания.

Напомним, что за единицу физического знания взята теория³. Таким образом, выбранная единица знания не есть нечто элементарное, напротив, она представляет собой сложную

1 Печенкин А. А. Логико-методологические проблемы естественнонаучного знания // Вопросы философии. 1967. № 8. С. 87.

2 Таванец П. В. Логика научного познания и современная формальная логика // Вопросы философии. 1964. № 3. С. 73.

3 Появление в этом предложении термина «теория» не следует рассматривать как отказ от высказанного выше намерения не применять термины «теоретическое» и «эмпирическое» в логико-методологическом контексте. Это предложение является интерпретативным, связывающим логико-методологический термин «единица знания» с термином «теория» на языке физики.

систему элементов знания — понятий, суждений, умозаключений, которые приобретают свое подлинное содержание только в рамках этой системы¹.

Можно сказать, что единицы физического знания в первую очередь отличаются своими объектами отнесения². То же самое справедливо и в отношении элементов физического знания. Но здесь ситуация сложнее — далеко не все объекты отнесения элементов знания служат элементами объекта отнесения единицы знания. В качестве примера достаточно указать на знание о самосопряженности оператора, символизирующего физическую величину в квантовой механике: входя в состав той единицы знания, которой является квантовая механика, оно относится не к ее объекту отнесения (микрочастицам в макроситуации), а к оператору — к одному из элементов математического аппарата квантовой механики.

Типология элементов знания

Для типологии элементов физического знания можно использовать в качестве ее основания тип их объектов отнесения. Обозревая существующие в настоящее время единицы физического знания, можно установить четыре типа его элементов.

К первому типу относится знания о наблюдаемом (*H*-знания)³. Их объекты отнесения — это непосредственно наблюдаемые (непосредственно измеримые) фрагменты действительности — физические объекты, их свойства, отношения и взаимодействия. Примерами *H*-знаний могут служить знания типа «масса данного тела равна 2 кг», «одноименные заряды отталкиваются», «тело *A* начинает двигаться одновременно с телом *B*, но в противоположном направлении» и т. п.

Разумеется, непосредственную наблюдаемость объектов отнесения *H*-знаний нужно понимать *cum grano salis*, а не в буквальном смысле. Во-первых, поскольку в конечном счете «фактическое содержание наблюдений состоит лишь из пространственно-временных совпадений»⁴, то даже скорость

1 Кузнецов И. В. Структура физической теории. С. 86.

2 Там же. С. 88.

3 Ранее мы называли эти знания эмпирическими, что представляется с точки зрения нашей теперешней задачи неудовлетворительным.

4 Борн М. Эйнштейновская теория относительности. М., 1964. С. 399; см. также: Вавилов С. И. Собрание сочинений. Т. 3. М., 1956. С. 155.

не является непосредственно измеряемой величиной в буквальном смысле, не говоря уже о заряде и массе. Однако мы не будем разделять точку зрения, фактически рассматривающую непосредственно наблюдаемые величины как синоним чистых *sense data* «здесь» и «теперь». Все, что вкладывается в смысл термина «непосредственно наблюдаемое» — это требование, чтобы свойства, отношения и взаимосвязи, о которых идет речь в *H*-знаниях и которые сами по себе, может быть, и не являются непосредственно наблюдаемыми в буквальном смысле (т. е. чувственно воспринимаемыми), считались бы относящимися к непосредственно наблюдаемым физическим объектам (вещам). В буквальном смысле должны непосредственно наблюдаться только последние.

Во-вторых, в число непосредственно наблюдаемых объектов будут включаться не только объекты, воспринимаемые с помощью невооруженных органов чувств, но и объекты, наблюдаемые с помощью разнообразных «насадок» на эти органы — микроскопов, телескопов и т. п., усиливающих их способность восприятия. Это делает наблюдаемость относительной к средствам наблюдения — то, что не наблюдаемо по отношению к одним средствам, является таковым по отношению к другим.

Наконец, необходимо разъяснить, в каком смысле мы употребляем термин «объект». В своем первом смысле этот термин синонимичен термину «вещь», обозначая относительно самостоятельно существующий фрагмент материальной действительности. Этот смысл близок к смыслу аристотелевского термина «первичная сущность», о которой «сказывается все остальное» (свойства, отношения и т. д.), но которая не сказывается ни в чем другом¹. Второй смысл термина «объект» чисто функциональный. В этом смысле объект — это то, на что направлена какая-либо операция. Так, словосочетание «объект отнесения знания» подразумевает, что в роли объекта отнесения (того, к чему относится знание) могут выступать как объекты в первом смысле этого слова (вещи), так и свойства, и отношения, и т. д. В каком именно смысле употребляется термин «объект», легко усматривается из контекста.

Ко второму типу относятся знания, объектами отнесения которых служат непосредственно ненаблюдаемые физичес-

1 Аристотель. Категории. М., 1939. С. 9, 10.

кие объекты, их свойства, отношения и взаимодействия — \bar{H} -знания¹. Примеры их: «позитрон имеет заряд, равный и противоположный заряду электрона», «нейтрон распадается на протон, электрон и антинейтрино» и т. п.

В силу относительности наблюдаемости к средствам наблюдения граница между H - и \bar{H} -знаниями также является относительной. Но в каждом конкретном случае ее можно провести достаточно определенно. Разделение онтологических знаний на H - и \bar{H} -компоненты полезно хотя бы потому, что объекты отнесения H -знаний являются «инвариантными» по отношению к исторической смене способов их объяснения, осуществляемого с помощью объектов отнесения \bar{H} -знаний. С течением времени, по мере накопления новых знаний, некоторые объекты отнесения \bar{H} -знаний «отмирают» (так было, например, со знаниями об эфире и теплороде), а на смену им приходят новые. Таким образом, объекты отнесения \bar{H} -знаний, вообще говоря, неинвариантны относительно общего процесса развития знаний.

Третий тип знаний образуют знания о математических объектах, их свойствах и отношениях (M -знания). К M -знаниям физики относятся все используемые в ней знания о числах, линиях, тензорах, операторах, уравнениях и т. п. как таковых. Их объекты отнесения представляют собой не фрагменты физической реальности, как это было в случае H -знаний и \bar{H} -знаний, а, если можно так выразиться, элементы математической реальности, функционирующей в качестве математического аппарата физики. Таким образом, будучи по происхождению математическими, объекты отнесения M -знаний сами входят в состав физического знания, являясь элементами его структуры, чего нельзя было сказать об объектах отнесения H - и \bar{H} -знаний.

1 Ранее мы называли эти знания онтологическими (см., например: *Алексеев И. С. О принципах и средствах методологического подхода к анализу измерений // Проблемы методологии научного познания. Новосибирск, 1968. С. 98; см. также настоящий сборник, с. 33.*), что представляется явно неудачным, ибо с таким же, если не с большим, правом онтологическими могут быть названы и H -знания, поскольку в них также идет речь о действительно существующем (о бытии).

Модель структуры физического знания

Говоря об отношениях, мы имели в виду знание о таких объектах, которое принадлежит к тому же типу, что и знание об их отношениях — H -отношения между H -объектами и т. п. Но такого рода ситуации далеко не исчерпывают всего богатства возможных в структуре физического знания отношений, которые могут существовать и между объектами разного типа. H - \bar{H} -отношения (между H -объектами и \bar{H} -объектами), M - H -отношения и M - \bar{H} -отношения можно назвать интерпретативными, ибо с их помощью осуществляется интерпретация математического аппарата и результатов наблюдения (измерения). Так, M - H -отношения, устанавливающие соответствие между M -объектами и H -объектами, суть не что иное, как интерпретация математического аппарата с помощью наблюдаемых объектов, традиционно называемая эмпирической интерпретацией, а M - \bar{H} -отношения реализуют то, что обычно называют семантической интерпретацией. С помощью M - \bar{H} -отношений осуществляется объяснение наблюдаемых явлений через их ненаблюдаемую сущность, что также можно считать специфическим видом интерпретации, который можно назвать сущностным.

Указанные отношения смешанного типа являются объектами отнесения соответствующих интерпретативных знаний, относящихся к четвертому типу¹. Примером M - \bar{H} -знания может служить такое: « e — это заряд электрона», H - \bar{H} -знания — «температура представляет собой движение молекул», M - H -знания — « g — это ускорение свободного падения тела».

Вообще говоря, отношения смешанного типа являются направленными. Если M - \bar{H} -отношения связаны с семантической интерпретацией, то обратные им \bar{H} - M — это отношения описания (обозначения) объектов отнесения \bar{H} -знаний с помощью объектов отнесения M -знаний — элементов математического аппарата. Аналогичное справедливо для M - H - и H - M -отношений. \bar{H} - \bar{H} -отношения, обратные отношениям сущностной интерпретации (H - \bar{H} -отношениям), можно назвать отношениями косвенной наблюдаемости, ибо они уста-

¹ В предыдущих работах интерпретативные знания включались нами в отдельную группу так называемых U -знаний, управляющих деятельностью с остальными знаниями. Поскольку здесь рассматривается только статическая структура знания, постольку такой необходимости не возникает.

навливают возможность непосредственного наблюдения не самих фрагментов ненаблюдаемой реальности \bar{H} , а лишь его проявления H .

Нетрудно видеть, что в рамках принятой типологии объектов отнесения возможны только указанные шесть разновидностей отношений смешанного типа (с учетом их направленности) и соответственно только шесть разновидностей знаний смешанного типа.

Очень часто отношения между объектами отнесения разного типа знаний устанавливаются не непосредственно, как в приведенных выше примерах, а через объекты-посредники. В роли последних выступают идеализированные объекты (абстрактные объекты, или, как их часто называют, конструкты, наделенные небольшим числом свойств и простой структурой¹). Примерами посредников в M - H -отношениях являются материальная точка и абсолютно твердое тело. Материальная точка может выступить в роли объекта-посредника и в M - \bar{H} -отношениях. При таких объектах-посредниках, которые функционируют как модели H -объектов и \bar{H} -объектов, интерпретация объектов отнесения M -знаний осуществляется сначала на эти модели, и только потом соответствующие знания переносятся на сами моделируемые объекты.

Введение идеализированных объектов-посредников (они относятся к объектам отнесения знаний смешанного типа — к тому же, как и опосредствуемые ими отношения) позволяет, во-первых, выделить из набора свойств, которыми обладают реальные H - и \bar{H} -объекты, только те, которые нужны для решения конкретных задач, а во-вторых, приписать этим свойствам точную количественную определенность, необходимую для выполнения математических расчетов.

Что же касается H - \bar{H} -отношений, то они осуществляются без посредников. Это характерная черта сущностной интерпретации, отличающая ее от эмпирической и семантической.

Сказанное выше можно наглядно изобразить с помощью следующей модели структуры физического знания. Эта модель схематически изображает статическую структуру единицы физического знания. Точнее, она является изображением структуры, элементами которой являются объекты отнесения знаний, т. е. структуры содержания знания. Благодаря отно-

1 Кузнецов И. В. Структура физической теории. С. 90.

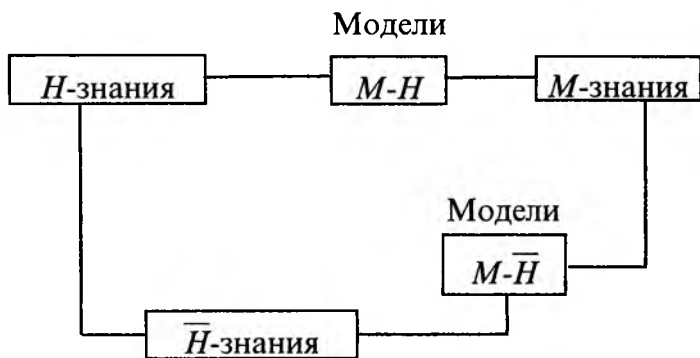


Рис. 1

шениям смешанного типа M -знание может затем интерпретироваться и как H -, и как \bar{H} -знания, а H -знания — только как \bar{H} -знания (рис. 1).

Предложенная модель, как представляется, позволяет осуществить более однозначное и более богатое отображение реального физического знания, нежели традиционные модели, построенные с помощью категорий эмпирического и теоретического. С ее помощью можно осуществить первичную логико-методологическую обработку фактов, доставляемых прошлой и современной историей физики.

Кроме того, на основе этой модели, которую можно назвать глобальной, ибо она изображает только общие типы отношений между типами элементов содержания физического знания, можно построить более конкретные, локальные модели как содержаний конкретных знаний, так и оперирования с ними, т. е. перейти от статической структуры строения знания к функциональной структуре оперирования с ним. Наконец, ретроспективный анализ истории физики на основе этой модели может дать описание механизма порождения нового содержания знания (точнее, содержания, когда-то бывшего новым) и факторов, влияющих на него. Однако все это темы для других статей.

О СТРУКТУРЕ БОРОВСКОГО ПРИНЦИПА СООТВЕТСТВИЯ*

Уже в пионерной работе И. В. Кузнецова, посвященной философскому анализу принципа соответствия, было показано, что выдвинутая Бором методологическая идея в конечном счете представляет собой «не просто доказательство соответствия между теми или иными отдельными, хотя и важными высказываниями классической и квантовой теории, а доказательство взаимосвязи и соответствия обеих этих теорий в целом»¹. Впоследствии И. В. Кузнецов еще раз обратил внимание на это обстоятельство, подчеркнув, что в своей обобщенной форме принцип соответствия выражает «интегральную взаимосвязь между системами понятий как целостными образованиями»².

Примечательно, что интегральный характер взаимосвязи двух последовательных теорий, по мысли И. В. Кузнецова, воплощался в отношении предельного перехода между математическими аппаратами новой и старой теорий. Это отчетливо видно из предложенной им общей формулировки принципа соответствия³, которая сразу же стала общепринятой в советской философско-методологической литературе, так что ее с полным правом можно назвать «каноническая».

Отметим важную для дальнейшего обсуждения особенность канонического понимания соответствия, отождествляющего последнее с отношением предельного перехода. Хотя это отождествление и не означает отождествления физической теории с математическим аппаратом, оно все же придает последнему решающее значение. Будучи лишь одним из структурных компонентов теории, математический аппарат с точки зрения канонической формулировки принципа соответствия выступает в роли полномочного представителя физической теории в целом. Только при этом условии предельный переход может считаться существом принципа соответствия, выражающего интегральную взаимосвязь между новой и старой теориями.

* Принцип соответствия. М., 1979. С. 107—118.

1 Кузнецов И. В. Принцип соответствия в современной физике и его философское значение. М.-Л., 1948. С. 18.

2 Кузнецов И. В. Преемственность, единство и минимизация знания — фундаментальные черты научного метода // Материалистическая диалектика и методы естественных наук. М., 1968. С. 341.

3 Кузнецов И. В. Принцип соответствия в современной физике... С. 56.

К этому следует добавить, что математический аппарат рассматривался И. В. Кузнецовым как неразрывно связанный с физическим содержанием теории: «Математический аппарат теоретической физики не есть нечто внешнее ее физическому содержанию, не является просто символической, удобной записью последнего. Аппарат составляет одну из важнейших сторон этого содержания»¹. Именно благодаря такому пониманию математический аппарат и выступает в качестве представителя всей физической теории.

Последующее развитие методологических исследований в нашей стране было связано, в частности, с более жестким различением формальной и содержательной сторон физической теории. Формальная сторона стала рассматриваться воплощенной в математическом аппарате, который начал трактоваться как математический формализм. Его физическая интерпретация (предметное содержание) в качестве структурного компонента физической теории получила самостоятельное существование², отличное от существования математического формализма.

Но господствующее понимание принципа соответствия как предельного перехода осталось прежним. Это обусловило рассогласование канонической трактовки принципа и нового обогащенного понимания физической теории. Исследователи стали констатировать, что «принцип соответствия... выражает отношение между формальными аппаратами старой и новой теорий. Отношение же между теориями гораздо сложнее и должно, в частности, включать логику перехода от одного понятия сущности к другому... Переход старого содержания в новое выступает как переход в противоположность»³. Поэтому «соответствие» характеризует лишь одну сторону взаимоотношения старых и новых теорий, а вторую сторону составляет «взаимоисключение». Короче говоря, принцип соответствия (в его каноническом понимании) перестал рассматриваться в качестве отношения, характеризующего взаимосвязь новой и старой теорий в целом: «...соответствие имеет место между математическими формализмами, но не их пред-

1 Кузнецов И. В. Принцип соответствия в современной физике... С. 108.

2 Кузнецов И. В. Избранные труды по методологии физики. М., 1975. С. 34.

3 Арсеньев А. С., Библер В. С., Кедров Б. М. Анализ развивающегося понятия. М., 1967. С. 248—249.

метным содержанием»¹; «...механизм перехода между сменяющимися друг друга фундаментальными теориями вовсе не исчерпывается принципом соответствия»².

С другой стороны, стали высказываться соображения об отнюдь не элементарной структуре самого отношения соответствия³. Отношение предельного перехода предлагалось рассматривать лишь как один из компонентов последнего⁴. Указанные отношения трактовались и как различные моменты более общего отношения между новой и старой теориями — отношения преемственности⁵. Все эти попытки объединены одним общим пунктом — отказом от канонического понимания принципа соответствия, отождествляющего его с предельным переходом.

Однако трактовка принципа соответствия как предельного перехода все еще продолжает оставаться наиболее распространенной, несмотря на осознание утраты им статуса интегрального отношения между теориями как целостными системами. В этой ситуации высказываются предложения дополнить принцип соответствия в его канонической формулировке теми или иными положениями, также носящими характер принципов (например, «правилом фиксированных параметрических интервалов»⁶, нередко сопровождающиеся надеждами на достижение в будущем нового понятия о соответствии, обобщающего прежнее⁷. К числу такого рода предложений относится и формулирование «принципа несоответствия»⁸, противостоящего канонической трактовке принципа соответствия и дополняющего ее.

Резюмируя сказанное, приходится согласиться с тем, что проблема анализа смысла принципа соответствия далеко еще

1 *Оганезов К. С.* Принцип соответствия и его место в логической структуре физической теории // *Философские науки*. 1975. № 1. С. 31.

2 *Зотов А. Ф.* Принцип соответствия // *Методологические принципы физики*. М., 1975. С. 346.

3 Там же.

4 Там же. С. 380.

5 Там же. С. 381.

6 *Оганезов К. С.* Принцип соответствия... С. 34.

7 Там же. С. 38.

8 *Кард П. Г.* Принцип несоответствия // *Ученые записки Тартуского государственного университета*. Вып. 360. Методологические вопросы физики. Тарту, 1975. С. 21; ср. в этой связи: *Арсеньев А. С., Библер В. С., Кедров Б. М.* Анализ развивающегося понятия. С. 249.

не «закрыта»¹. В этом убеждают также и работы зарубежных авторов — как марксистских², так и немарксистских³. Проблематичной стала даже трактовка отношения соответствия как предельного перехода от математического аппарата квантовой механики к математическому аппарату классической. Оказалось, что формальное устремление постоянной Планка к нулю далеко не во всех случаях гарантирует переход квантовомеханического уравнения Шредингера в уравнение Гамильтона—Якоби классической механики⁴. Аналогичное положение дел обнаруживалось и при переходе в область больших квантовых чисел⁵. Для обеспечения предельного перехода к классической механике в ряде случаев приходится вводить дополнительные физически содержательные предположения.

Со своей стороны, мы также выскажем ряд соображений по поводу содержания и структуры принципа соответствия, обеспечивающего связь между классической и квантовой теориями, а также по поводу связи отношений соответствия и предельного перехода. Эти соображения, с одной стороны, опираются на историко-методологический анализ развития идеи соответствия в работах Бора, а с другой — на модель структуры физического знания, предложенную нами в 1974 г.⁶

В разные периоды своего творчества Бор по-разному применял принцип соответствия и оценивал его роль в развитии квантовой теории. Содержание принципа также не оставалось неизменным. Анализ теории развития «аргумента соответствия» с разной степенью подробности можно найти в соответствующей литературе⁷. Поэтому мы ограничимся

1 Зотов А. Ф. Принцип соответствия. С. 346.

2 См., например, обзор польских работ в книге: Принцип соответствия. С. 346.

3 См.: *Petersen A.* On the philosophical significance of the correspondence argument // *Boston studies in the philosophy of science.* Vol. 5. Dordrecht, 1969. С. 251.

4 *Rosen N.* The relation between classical and quantum mechanics // *Amer. J. Phys.* 1964. Vol. 32. № 8. P. 597—600; *Cohn I.* Quantum theory in the classical limit // *Amer. J. Phys.* 1972. Vol. 40. № 3. P. 463—467.

5 *Liboff R.* Bohr's correspondance principle for large quantum numbers // *Foundat. Phys.* 1975. Vol. 5. № 2. P. 271—293.

6 *Алексеев И. С.* Возможная модель структуры физического знания // Проблемы истории и методологии научного познания. М., 1974. С. 207—214; см. также настоящий сборник, с. 49—57.

7 *Глебов Л. А.* Из истории создания квантовой механики // Труды Института истории естествознания и техники АН СССР. 1959. Т. 23. С. 421—433; *Meyer-Abich K.* Korrespondenz, Individualität und Komplementarität. Wiesbaden, 1965; *Jammer M.* The conceptual development of quantum mechanics. N. Y., 1966.

ниже воспроизведением лишь узловых этапов этой истории, не углубляясь во все ее детали.

В трудах Бора по «старой квантовой теории» отчетливо выделяются два этапа развития общей идеи соответствия между классической и квантовыми теориями. Первый этап характеризуется требованием асимптотического соответствия между этими теориями в области больших квантовых чисел (малых частот). На втором этапе, кроме этого, устанавливается соответствие между спектром и движением атомной системы (соответствие «спектр—движение»).

Мысль об асимптотическом совпадении результатов вычислений, проведенных с помощью классических и квантовых представлений в области больших длин волн (малых частот), была высказана Бором уже в статье 1913 г. «О строении атомов и молекул»¹. Термин «соответствие» тогда еще не употреблялся, но суть дела от этого не меняется.

Отметим две характерные черты боровской трактовки «асимптотического соответствия», важные для дальнейшего обсуждения.

Во-первых, совпадение результатов классической квантовой теории в области малых частот имело место только по отношению к *численным результатам* вычислений. Формулы, по которым проводились эти вычисления, и, что особенно важно, физические представления о механизме излучения, описываемые этими формулами, оставались фундаментально различными и непримиримыми. Согласно классической теории излучение происходило непрерывно, и его частота совпадала с частотой обращения электрона вокруг ядра. Согласно квантовой теории излучение происходило дискретными квантами при переходах между стационарными состояниями атома. Его частота никак не была связана с движением внутриатомных электронов. Таким образом, с самого начала боровская идея соответствия не имела целью включить классическую теорию в квантовую в качестве предельного случая. Напротив, Бор не устал подчеркивать фундаментальное различие между классическими (непрерывными) и квантовыми (дискретными) представлениями о механизме излучения². Иными словами, с самого начала идея соответствия у Бора

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. I. М., 1970. С. 96.

2 Там же. С. 253, 293, 392, 493, 506.

содержала в себе «принцип несоответствия», предполагающий несовместимость онтологических картин излучения в классическом и квантовом случаях.

Во-вторых, предельный переход, приводящий к асимптотическому совпадению численных значений частот излучения, осуществлялся Бором не путем формального устремления постоянной Планка к нулю, а путем перехода в область больших квантовых чисел, где разность квантовых чисел, нумерующих стационарные состояния, между которыми осуществлялся переход, была мала по сравнению с самими этими числами¹. Постоянная Планка при этом оставалась конечной, что символизировало дискретный характер излучения даже в этой предельной области.

Итак, на этапе «асимптотического соответствия» интегральное отношение квантовой и классической теорий сводилось к следующим структурным составляющим.

1. Квантовая и классическая теории имели общую эмпирическую область применения — область длинных волн (малых частот), в которой их предсказания экспериментально подтверждались с равной степенью точности.

2. В этой области вычисления частот излучения с помощью формул квантовой и классической теорий приводили практически к одним и тем же численным результатам.

3. Онтологические представления квантовой и классической теорий о механизме излучения в этой области были несовместимыми — между ними существовало только отношение противоположности.

Следующий этап развития идеи соответствия начался в 1918 г., когда Бор добавил к требованию асимптотического соответствия новый важный момент. Этот момент касался третьей составляющей интегрального отношения асимптотического соответствия, устанавливая определенное структурное соответствие между онтологическими механизмами и описывающими их фрагментами математического аппарата классической и квантовой теорий. Это позволило добиться численного соответствия (но не совпадения!) не только между частотами, но и между интенсивностями и поляризациями спектральных линий, рассчитанных согласно классическим и квантовым представлениям.

¹ Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 172.

Собственно говоря, квантовых методов расчета интенсивности и поляризации излучения тогда еще не было. Постулаты Бора обеспечивали возможность расчетов без опоры на классические представления только для частот, но не для интенсивностей или поляризаций. Соответствие «спектр—движение», постулированное Бором, однако, позволяло строить квантовые формулы излучения на основе классических. Именно на этом этапе принцип соответствия (в форме соответствия «спектр—движение») сыграл решающую эвристическую роль в деле развития «старой квантовой теории», выражая собой, как впоследствии скажет Бор, «тенденцию использовать при систематическом развитии теории квантов каждую черту классической теории»¹.

Вот как формулировал Бор существо соответствия «спектр—движение»: «Хотя мы и должны отказаться от применения механики при описании перехода из одного стационарного состояния в другое, тем не менее можно построить связную теорию этих состояний, пользуясь обычной механикой для описания движения в самих стационарных состояниях. Далее процесс излучения, связанный с переходом из одного стационарного состояния в другое, не может быть прослежен в деталях с помощью обычных электромагнитных представлений. Свойства излучения атома с точки зрения этих представлений обусловлены непосредственно движением системы и разложением этих движений на гармонические компоненты. Тем не менее оказалось, что существует далеко идущее *соответствие* между различными типами возможных переходов от одного стационарного состояния к другому, с одной стороны, и различными гармоническими компонентами разложения — с другой. Таким образом, рассматриваемая теория спектров может считаться до некоторой степени обобщением представлений обычной теории излучения»².

При этом Бор снова подчеркнул, что «механизм излучения в обоих случаях совершенно различен. По обычной теории излучения различные компоненты испускаемого атомом излучения, соответствующие различным компонентам движения, излучаются одновременно с относительной интенсивностью, определяемой отношением амплитуд колебания. Со-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 15.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 250.

вершено иначе обстоит дело в интерпретации теории квантов. Согласно этой теории различные спектральные линии соответствуют совершенно различным процессам, состоящим в переходе из одного стационарного состояния в различные близкие стационарные состояния... При этом относительная интенсивность отдельных спектральных линий излучения зависит от относительной вероятности различных переходов»¹.

Несмотря на то, что возможность осуществления определенного квантового перехода согласно соответствию «спектр—движение» была обусловлена² наличием определенной «соответственной» компоненты в фурье-разложении классического движения электрона, эта обусловленность не имела онтологического характера, как это было в классической теории. Она носила логический характер — из наличия определенной гармонической компоненты в классическом фурье-разложении движения электрона можно было делать вывод о возможности осуществления квантового перехода, приводящего к получению «соответственной» спектральной линии.

Таким образом, третья структурная составляющая интегрального отношения соответствия «спектр—движение» может быть сформулирована в следующем виде: несовместимость онтологических моделей механизма излучения в классической и квантовой теориях сопровождается количественно определенным соответствием между гармоническими компонентами движения классической модели движения электрона и переходами между стационарными состояниями, возможными согласно квантовой модели излучения.

На этапе становления современной квантовой механики в ее матричной формулировке принцип соответствия «спектр—движение» был заложен в исходные основания теории. Благодаря этому он перестал быть средством «систематического угадывания» квантовых формул — его требования выполнялись теперь автоматически для любых конкретных задач. Матричная механика оказалась, таким образом, «точной формулировкой тенденций, заключенных в принципе соответствия»³, поскольку матричные элементы в ней стоят в

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 253.

2 Там же. С. 335.

3 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 23.

таком же отношении к квантовому излучению, как коэффициенты ряда Фурье классической модели к ее излучению¹.

Только после этого Бор, упоминая о принципе соответствия, стал характеризовать его путем указания на соотношение величины действия в квантовой и классической теориях, т. е. фактически на предельный переход путем устремления к нулю постоянной Планка². Но это асимптотическое соответствие, как и раньше, не означает включения классической теории в квантовую. Предельный переход от квантовой теории к классической совершается непрерывно лишь в плоскости математического формализма. В области же онтологических представлений этот переход представляет собой скачок, «переключающий» модель с одного типа на другой. Поэтому нет никаких оснований утверждать, как это иногда делается, что «классические величины должны выражаться через квантовые, коль скоро мы считаем, что классическая механика должна рассматриваться как предельный случай квантовой»³.

При выделении структурных составляющих интегрально-го отношения соответствия между классической и квантовыми теориями мы уже фактически неявно использовали определенные представления о структуре физического знания. Согласно этим представлениям, развитым нами в работе⁴, системной единицей физического знания является теория, в которой можно выделить три типа элементов, различающихся своими объектами отнесения: знания об элементах математического аппарата теории (*М*-знания), знания о непосредственно наблюдаемых объектах, их свойствах и отношениях (*Н*-знания) и знания о ненаблюдаемом механизме явлений (*Н*-знания). Учет таким образом понимаемого состава физической теории приводит к тому, что отношение соответствия между теориями как целостными образованиями можно разложить на взаимосвязанные отношения между типами знаний, в результате чего оно предстанет как определенная система отношений. Связи между более элементарными отноше-

1 Гейзенберг В. Физические принципы квантовой теории. М.-Л., 1932. С. 84.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 66, 100, 260, 381, 485, 500, 527.

3 Стрельцов В. Н. К предельному переходу от нерелятивистской квантовой механики к классической. Препринт ОИЯИ Р2-4944. Дубна, 1970. С. 3.

4 Алексеев И. С. Возможная модель структуры физического знания // Проблемы истории и методологии научного познания. М., 1974. С. 207—214; см. также настоящий сборник, с. 49—57.

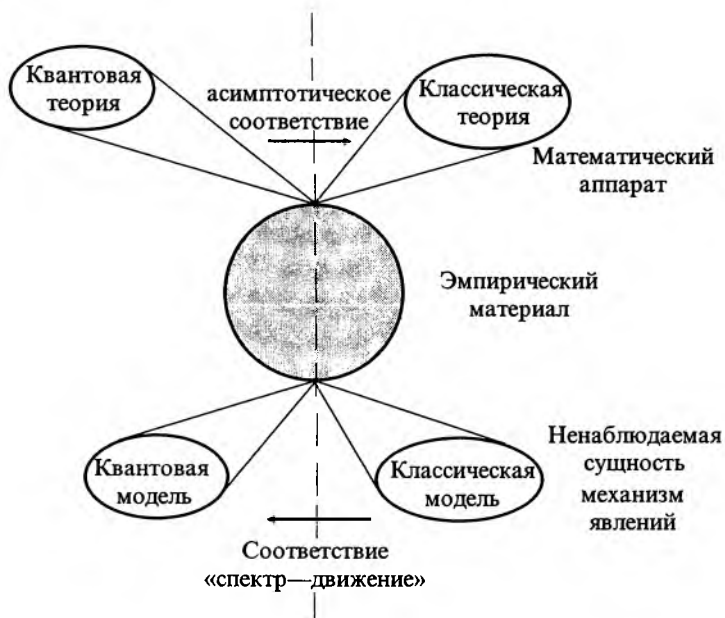
ниями, образующими эту систему, возникают на базе связей между элементами различных типов знаний, входящих в систему теорий.

В нашем случае H -знания представляют собой знания о частотах, интенсивностях и поляризациях спектральных линий. Они получаются в результате вычислений, проводимых с помощью M -знаний на базе \bar{H} -знаний. По отношению к ним требование асимптотического соответствия утверждает, что в области малых частот H -знания о частотах излучения будут одними и теми же как в квантовой, так и в классической теориях атома. Соответствие «спектр—движение» распространяет это совпадение на H -знания об интенсивностях и поляризациях излучения.

M -знаниями у нас являются знания об элементах и структуре математического аппарата классической и квантовой теорий — короче, о математических формулах. Асимптотическое соответствие устанавливает совпадение в области малых частот результатов вычислений частоты, проведенных согласно формулам классической и квантовой теорий; соответствие «спектр—движение», помимо этого, требует «формальной аналогии» между отдельными элементами структуры математических формул указанных теорий. Сами по себе эти формулы остаются различными.

В роли \bar{H} -знаний выступают знания о механизме излучения, с помощью которых приписывается физический смысл M -знаниям и вскрывается сущность явлений, зафиксированных в H -знаниях. В случае асимптотического соответствия \bar{H} -знания классической и квантовой теорий резко контрастируют между собой, и этот контраст исчерпывает отношения между ними как таковыми. В рамках соответствия «спектр—движение» этот контраст дополняется соответствием между различными структурными компонентами классической и квантовой моделей механизма излучения.

Таким образом, отношение соответствия между классической и квантовыми теориями мы продолжаем понимать как интегральное. Но оно оказывается имеющим сложную структуру, включающим в себя отношение предельного перехода (в области M -знаний), отношение совпадения (в области H -знаний), а также отношение несоответствия (в области \bar{H} -знаний). Если учесть, что отношение несоответствия представляет собой особый тип соответствия — соответствие



между различным, даже противоположным, то многозначный смысл термина «соответствие» станет особенно очевидным. Во всяком случае, он не исчерпывается отношением предельного перехода (см. рисунок).

Изложенные выше соображения, как хотелось бы надеяться автору, могут помочь разрешению проблемной ситуации, описанной в начале статьи, и внести некоторую ясность в употребление термина «соответствие». Впрочем, как это довольно часто бывает, может случиться так, что они лишь усугубят разноречивость точек зрения.

ОБ ОНТОЛОГИЧЕСКОМ СТАТУСЕ МОДЕЛЕЙ*

В обширной литературе, посвященной анализу природы моделей и их роли в научном познании, давно сложилось и закрепилось представление о модели как некотором объекте, замещающем в процессе научного исследования другой объект (оригинал). По этому вопросу взгляды представителей самых различных школ и направлений обнаруживают завидное и редкое для логики и методологии единодушие.

Однако уже в понимании характера замещения оригинала моделью единодушие отсутствует. Одни авторы считают, что модель всегда некоторым образом отражает или воспроизводит оригинал, так что ее можно рассматривать как более или менее точную копию оригинала¹, т. е. считать знание о модели (а иногда даже саму модель) некоторой формой знания об оригинале. Другие авторы, отказываясь рассматривать модель как знание об оригинале, считают ее средством получения знаний об оригинале². Но и они убеждены в том, что для того, чтобы выступать в качестве модели, объект обязательно должен быть аналогичным объекту-оригиналу, соответствовать ему (имитировать его)³. Лишь при выполнении этого условия знание о модели может быть перенесено на оригинал, представлено как знание об оригинале.

Только что описанное понимание замещения «модель—оригинал» изображено на рис. 1. Над объектом-моделью (M) совершаются некоторые познавательные процедуры Δ , результатом которых является знание о модели $3H$, которое затем можно отнести к объекту-оригиналу O , потому что между M и O существует соответствие, носящее характер сходства (\approx).

* Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 331. Методологические вопросы физики. Тарту, 1974. С. 50—61.

1 См., например: Штофф В. А. О роли моделей в познании. Л., 1963. С. 8—12; Вальт Л. О. Познавательное значение модельных представлений в физике. Автореферат диссертации. Тарту, 1963. С. 6.

2 Глинский Б. А., Грязнов Б. С., Дынин Б. С., Никитин Е. П. Моделирование как метод научного исследования. М., 1965. С. 28; Зиновьев В. А., Ревзин И. И. Логическая модель как средство научного исследования // Вопросы философии. 1960. № 1. С. 83.

3 Штофф В. А. О роли моделей в познании. С. 8; Глинский Б. А., Грязнов Б. С. и др. Моделирование как метод... С. 30; Зиновьев В. А., Ревзин И. И. Логическая модель... С. 83; Вальт Л. О. Познавательное значение... С. 6.

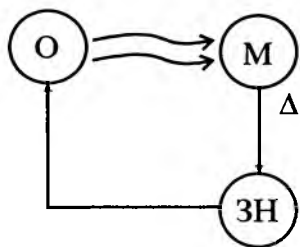


Рис. 1

Для дальнейшего существенно, что переносить знания с M на O можно именно благодаря предположению о наличии такого сходства — предположение о сходстве обосновывает перенос знаний с модели на оригинал. Само это предположение кажется самоочевидным и не нуждающимся в обосновании.

Вследствие широкой распространенности подобного рода понимание характера соответствия $M—O$ можно назвать каноническим. Выражаясь несколько метафорически, его можно еще назвать концепцией «отражения в мутном зеркале» — исходные знания о модели служат как бы неполной, иногда нечеткой, но все же копией знаний об оригинале (модель соответствует оригиналу!) — только поэтому они могут стать основой для получения новых знаний об оригинале.

Очевидно, что такая постановка вопроса с самого начала предполагает (не всегда явно), что оригинал обязательно уже существует как некоторый объект (либо в материальной действительности, либо в знании). При этом он в какой-то мере уже считается известным — предполагается, что существует некоторое знание о нем, на базе которого и строится модель как средство получения новых знаний, которые, будучи получены как знания о модели, затем относятся к этому же самому оригиналу. В любом случае как минимум считается, что наличие имеется знание о существовании объекта-оригинала (а иногда — и о способе его существования). Онтологические знания об оригинале таким образом оказываются необходимо первичными по отношению к онтологическим знаниям о модели, и характер сходства $M—O$ определяется оригиналом (на рис. 1 это изображено соответствующим направлением стрелок в знаке сходства).

Однако в реальной истории науки неоднократно имели место обратные ситуации — когда онтологические знания об оригинале формировались в самом процессе познания, возникая после специфической интерпретации (онтологизации) моделей, в роли которых выступали знаковые конструкции (фрагменты математического аппарата) или так называемые идеальные объекты особого рода. Эти знания оказываются,

таким образом, вторичными по отношению к онтологическим знаниям о моделях. К тому же эти знаковые конструкции и идеальные объекты начинают выступать в функции моделей только после онтологизации, до осуществления которой они не являются моделями, т. к. оригиналы для них просто-напросто отсутствуют.

Подобное реально имеющее место в познавательной деятельности переворачивание канонических представлений о характере замещения $M—O^1$, приводящее к первичности онтологических знаний об объекте-модели по отношению к онтологическим знаниям об оригинале, делает невозможным универсальное последовательное проведение наивной методологической модели познания как «отражения в мутном зеркале», на которой фактически основывается фигурирующее в каноническом понимании модели предположение об определяющей первичной роли знаний об оригинале в установлении соответствия $M—O$. Это переворачивание требует для своего анализа выхода в более широкую методологическую модель процесса познания, основанную на концепции деятельности.

Ниже будет сделана попытка более развернутого обоснования этих тезисов на базе (по необходимости краткого) эмпирического методологического анализа четырех различных случаев возникновения и употребления моделей, взятых из реальной истории науки и техники.

Первый случай (техническое моделирование) можно назвать каноническим, ибо его анализ полностью укладывается в каноническое понимание моделирования, ни в чем не выходя за его рамки. При техническом моделировании (рис. 1) познавательные задачи, которые ставятся относительно оригинала O , затем переносятся на модель M , которая служит в дальнейшем объектом оперирования, над которым непосредственно совершаются эмпирические познавательные процедуры Δ . Тот факт, что по материалу модель может начать существовать раньше оригинала (как, например, при моделировании мостов или плотин перед началом их строительства), не устраняет онтологической первичности оригинала, ибо онтологические характеристики модели определяются на основании знаний об онтологических характеристиках оригинала, существующего в виде проекта. Они дают возможность

1 Глинский Б. А., Грязнов Б. С. и др. Моделирование как метод... С. 229.

получить онтологические знания о M и построить M в соответствии с проектом оригинала.

Степень сходства между M и O четко зафиксирована требованиями, регулируемые правилами типа теории подобия, которые определяют конкретный способ отнесения к O знаний $ЗН$, полученных в результате оперирования с M (управляя процессом переноса знаний с M на O).

Таким образом, смысл замещения оригинала моделью при техническом моделировании заключается в том, что M , кроме того, что она обладает сходством с O , выступает как объект оперирования, замещающего оперирование с O , являясь тем самым одним из средств получения знаний об O . Онтологические характеристики M полностью определяются знаниями об онтологических характеристиках O .

Второй случай (классическая механика) сохраняет онтологическую первичность O по отношению к M , хотя функционирование M гораздо сложнее, чем в каноническом случае (рис. 2).

В целях простоты анализ будет ограничен рассмотрением механики точки. Оригиналы — реальные движущиеся тела (например, планеты) — выступают в функции объекта исследования (O) — по отношению

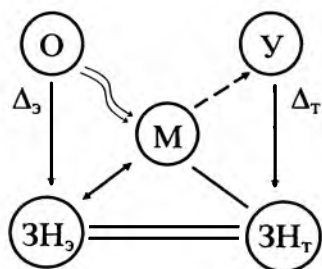


Рис. 2

к ним ставятся познавательные задачи. Характеристики оригинала ($ЗН_3$) получаются в результате эмпирических процедур Δ_3 и переносятся на M путем идеализации. Это обеспечивает как сходство $M—O$, так и онтологическую первичность O , требуемые каноническим пониманием. Од-

нако, в отличие от канонического случая, процедуры Δ_7 , имеющие целью получение нового знания об O , совершаются не над M , а над уравнениями Y , которые являются, таким образом, объектом непосредственного оперирования. Модель M , представляющая собой идеальный объект или чертеж, функционирует при этом как средство управления оперированием с Y (связь управления изображена пунктиром). Новое знание $ЗН_7$, полученное в результате этого оперирования, относится сначала к M , а затем переносится на O . Существенно, что $ЗН_7$

должны хотя бы в принципе допускать эмпирическую проверку — они представляют собой не что иное, как предсказание результатов эмпирических процедур Δ , до совершения последних (типа предсказания результатов наблюдения положением планет или звезд). Совпадение $3H_T$ и $3H_3$, полученных после фактического совершения Δ , (на рис. 2 обозначено двойной чертой), подкрепляет утверждение о сходстве $O—M$, определяемом оригиналом, и, тем самым, укрепляет каноническое понимание модели.

Тот факт, что U , являющиеся объектом оперирования в процессе получения новых знаний об O , теряют сходство с O , а M , сохраняющее это сходство, перестает быть объектом оперирования, порождает некоторую нечеткость в употреблении термина «модель». В данной статье этот термин сохранен для наименования объекта, сходного с оригиналом. Иногда моделью называют объект оперирования в процессе получения новых знаний $3H_T$ (в данном случае уравнения U), — когда говорят, например, о знаковых, логических или математических моделях¹. Однако вне зависимости от терминологии приходится констатировать, что в данном случае замещение оригинала моделью утрачивает простой характер, зафиксированный в каноническом понимании и имевший место в случае технического моделирования, где объект, замещающий оригинал в оперировании, сохранял за собой сходство с оригиналом.

Еще более сложный характер носит происхождение и функционирование моделей в науках с «двойной онтологией» типа кинетической теории газов. В этом случае нельзя говорить, что сходство $M—O$ определяется оригиналом. Имеет место обратная ситуация, когда онтологические знания о модели оказываются первичными по отношению к онтологическим знаниям об оригинале.

Кинетическая теория представляет собой механическую теорию теплоты (так, кстати, она и называлась при своем возникновении). Объектами эмпирического исследования O , (рис. 3а) являются макроскопические количества газа, характеризующиеся объемом, давлением, температурой и т. д. $3H_3$ типа закона Бойля—Мариотта, связывающие между собой изменения указанных характеристик, могут быть получены

1 Зиновьев В. А., Ревзин И. И. Логическая модель как средство... С. 85; Глинский Б. А., Грязнов Б. С. и др. Моделирование как метод... С. 99.

на эмпирическом уровне исследования без использования моделей. Теоретический вывод этих законов был осуществлен при помощи оперирования с уравнениями механики $У$ под управляющим влиянием $М$ — представления газа как системы материальных точек, движущихся по законам механики.

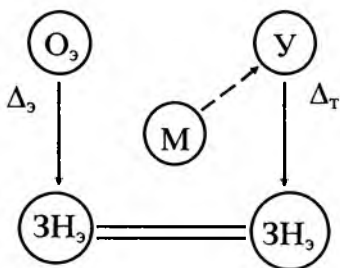


Рис. 3а

Существенно, что онтологические знания о $М$ были просто перенесены из механики, постулированы. В самой кинетической теории они носили характер гипотетических. Никакой процедуры, похожей на идеализацию O_3 , в кинетической теории не было — поэтому на стадии развития ее, изображенной на рис. 3а,

объект $М$, строго говоря, нельзя называть моделью, ибо ничего похожего на оригинал для него в кинетической теории тогда не существовало. Поэтому концепция «отражения в мутном зеркале» оказывается здесь абсолютно непригодной для объяснения происхождения $М$, которое может быть дано только на базе концепции деятельности.

Действительно, знания $3H_T$, полученные в результате оперирования с $У$ под управлением $М$, носят характер предсказания новых $3H_3$ — результатов будущих Δ_3 и относятся в конце концов к O_3 , с которыми у $М$ нет абсолютно никакого сходства в объектном смысле. Сходство (носящее характер совпадения) требуется и осуществляется не между $М$ и O_3 , а между результатами деятельности с $У$ и результатами деятельности с O_3 . Наличие такого сходства свидетельствует о пригодности $М$ к выполнению функции управления в оперировании с $У$ с целью получения $3H_T$. Оно же обосновывает гипотезы о характеристиках $М$.

Вообще говоря, рассуждая чисто логически, этим можно ограничиться и не требовать от $М$ никакого сходства в объектном смысле ни с каким другим объектом. Это отнюдь не превратило бы $М$ в методологическую фикцию, как считали ученые типа Маха и Оствальда. Однако методологическая традиция считать $М$ моделью, т. е. приписывать объекту, управляющему оперированием Δ_T , обязательное сходство с некоторого рода реально существующими объектами, которые

были бы оригиналами по отношению к M , в реальной истории науки взяла вверх (рис. 36). Было предположено и зафиксировано в соответствующем онтологическом знании, что газы реально состоят из молекул и атомов (O_T). Последние стали играть роль оригиналов по отношению к объекту M , который в результате этого стал моделью реальной атомно-молекулярной структуры газа (на рис. 36 структурная связь изображена линией с буквой S). Онтология науки стала «двойной» — наряду с эмпирической онтологией (знаниями о способе существования реальных газов O_3) в ней появились знания о способе существования атомов O_T — оригиналов для M , а также о способе структурной связи между O_T и O_3 .

Таким образом, знания о существовании атомов и молекул (онтологическое знание об оригинале O_T), полученные в результате онтологизации M , были достаточно надежно обоснованы лишь после того, как на практике было подтверждено совпадение $3H_T$ и $3H_3$.

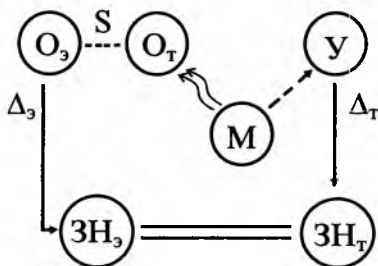


Рис. 36

Под онтологизацией здесь понимается процедура постулирования реального (материального) существования оригинала для объекта M , выполняющего функцию управления оперированием с Y . Эта процедура автоматически обеспечивает сходство $O—M$, которое, однако, становится определенным не O ,

как в первых двух рассмотренных случаях, а M (на рис. 36 это изображено соответствующим направлением стрелок в знаке сходства). Очевидно, что онтологические знания об оригинале, возникшие таким путем, оказываются вторичными по отношению к онтологическим знаниям об объекте M , который становится моделью только после онтологизации.

После осуществления онтологизации, когда онтологические знания о реальном существовании атомов теряют гипотетичность, становятся частью общепринятой физической картины мира и значительно обогащаются, направление стрелок в знаке сходства на рис. 36 меняется на противоположное, переход от знаний об O_T к знаниям о M трактуется как идеализация, и сходство $M—O_T$ снова, как и в первых двух рас-

смотренных случаях, рассматривается как определенное не M , а O_T . В результате для объяснения сходства $O_T—M$ вновь может быть использована концепция «отражения в мутном зеркале» и вновь вступает в силу каноническое понимание модели типа, описанного во втором случае.

Четвертый случай (квантовая механика) характерен тем, что в формировании математического аппарата (Y) этой науки и оперирования в нем объекты типа M вообще не играли серьезной роли. Управление операциями Δ_T над Y на первых стадиях оформления квантовой механики в ее современном виде осуществлялось в значительной мере сугубо математическими требованиями, предъявляемыми к виду матриц,

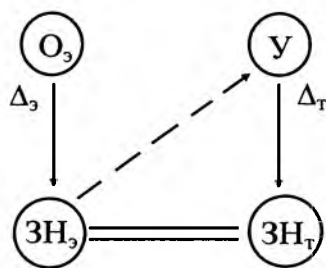


Рис. 4а

операторов, волновых функций и уравнений. Эти требования имели целью получение в результате Δ_T таких уравнений $3H_T$, которые совпадали бы с $3H_3$. Поэтому можно говорить, что функции управления Δ_T исходили от $3H_3$ (рис. 4а). Объекты типа M , которые осуществляли бы управление операциями Δ_T , вначале отсутствовали.

Эта стадия развития квантовой механики зафиксирована В. Гейзенбергом в следующих словах: «Математическое вооружение новой квантовой теории... было завершено в своих наиболее важных частях к середине 1926 г., но физический смысл ее был еще в высшей степени неясным»¹. Неясность физического смысла означала отсутствие в схеме квантовой механики представлений типа M , которые позволили бы дать ответ на вопрос «как понимать в теории термин “состояние”»². С течением времени «появились совершенно отличные друг от друга простые картины (M_1 и M_2 — И. А.), которые были “дополнительными” и которые могли сосуществовать без противоречий только в том случае, если их область применимости была ограничена»³ —

1 Гейзенберг В. Развитие интерпретации квантовой теории // Нильс Бор и развитие физики. М., 1958. С. 24.

2 Там же. С. 25.

3 Там же. С. 27.

известные представления о микрочастице как о корпускуле (M_1) и волне (M_2). Эти представления, по традиции названные моделями, взяли на себя функцию управления оперированием Δ_T , хотя по сути дела они были всего лишь посредниками в управлении Δ_T со стороны $3H_3$ (рис. 46).

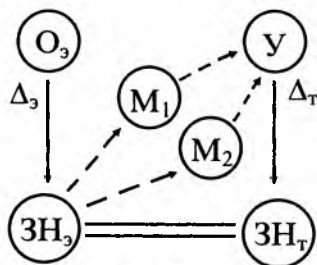


Рис. 46

В дальнейшем одна линия в интерпретации квантовой механики (копенгагенская) ограничилась этим методологическим уровнем — модели M_1 и M_2 существовали без оригиналов (т. е. по сути дела не являлись моделями с точки зрения принятого здесь употребления термина). Э. Шредингер описывает их статус следующим образом: «Эти картинки (M_1 и M_2 — И. А.) представляют собой лишь мысленные вспомогательные промежуточные средства, с помощью которых из результатов экспериментов, которые уже были проделаны ($3H_3$ — И. А.), выводятся разумные ожидания относительно результатов новых экспериментов, которые мы планируем ($3H_T$ — И. А.). Мы планируем их с целью увидеть, подтверждают ли они наши ожидания и, таким образом, ... являются ли картинки или модели, которые использовали, адекватными. Заметим, что мы предпочитаем говорить “адекватными”, но не “истинными”, ибо для того, чтобы описание могло быть истинным, оно должно допускать непосредственное сравнение с действительными фактами. В случае наших моделей обычно дело обстоит не так»¹.

Другая линия интерпретации квантовой механики, следуя традиции канонического понимания модели, пошла по пути конструирования оригиналов O_3 ¹ и O_T ² для объектов M_1 и M_2 способом, аналогичным описанному для третьего случая (рис. 4в). Именно таким путем в литературу вошли утверждения о двойственной, внутренне противоречивой природе микрообъектов.

В итоге мы видим, что тенденции к лишению объектов M статуса моделей в каноническом понимании этого термина (к

1 Schrödinger E. Nature of our «Models» // Schrödinger E. Science and Humanism. Physics in our time. Cambridge, 1952. P. 22.

лишению их оригиналов, с которыми они имели бы сходство), четко прослеживающаяся при последовательном рассмотрении случаев 1—4 и наблюдающаяся в истории современной

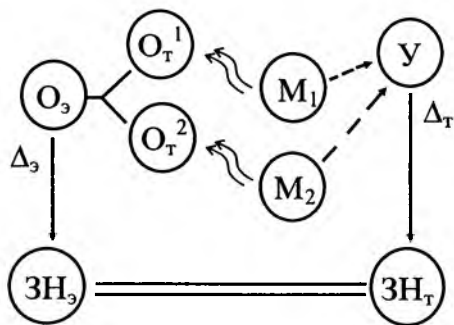


Рис. 4в

физики (еще более явно она проявляется в аксиоматическом подходе к построению квантовой теории поля), делает бессмысленным вопрос об их отношении к оригиналу, если эти оригиналы специально затем не конструируются путем онтологизации объектов M .

Это выбивает опору из-под наивной теории «отражения в мутном зеркале» в истолковании онтологического статуса объектов M , по традиции продолжающих называться моделями. Существование объектов типа M оказывается чисто функциональным и может быть адекватно проанализировано лишь на базе концепции деятельности, в которой соответствие (сходство) $3H_T$ (результатов оперирования с Y под управлением ME) и $3H_3$ (результатов оперирования с O_3) вовсе не требует объектного сходства M ни с каким другим объектом. Если же методологическая традиция конструирования оригинала (O_T) сходного с M в объектном смысле все же осуществляется (это позволяет применять каноническое понимание модели), то необходимо помнить, что онтологические знания об оригинале O_T оказываются вторичными по отношению к онтологическим знаниям о модели M .

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И ИДЕАЛ ФИЗИЧЕСКОГО ОБЪЯСНЕНИЯ*

То, что становление квантовой механики ознаменовало собой переход к новому стилю естественнонаучного мышления, радикально изменив представления о физическом мире, давно уже стало привычным и даже тривиальным. Тем не менее если задаться вопросом о конкретном характере этих изменений, то сразу же обнаружится весьма широкий спектр трактовок их содержания, особенно в философском плане — плане мировоззренческих и теоретико-познавательных выводов. Наряду с утверждениями о полноте квантовомеханического объяснения нередко можно встретить суждения, отказывающие квантовой механике в праве именоваться полноценной физической теорией, поскольку она якобы не дает надлежащего объяснения.

Неопределенность ситуации в оценке квантовой механики с точки зрения идеалов объяснения находит свое непосредственное выражение в многообразии ее толкований, число которых имеет четко выраженную тенденцию увеличиваться с течением времени. В этой связи показательно, что М. Джеммер, автор фундаментального труда по истории интерпретаций квантовой механики, заканчивает свое исследование признанием того, что удовлетворительная интерпретация квантовой механики, свободная от философских и иных недостатков, — дело будущего¹. Свидетельством неопределенности ситуации звучит также вызывающе категорическое заявление Р. Фейнмана, которое можно рассматривать как эмпирико-познавательную констатацию, явно требующую теоретического осмысления: «...квантовой механики никто не понимает»².

Таким образом, утверждение о том, что квантовая механика служит олицетворением современного стиля мышления, воплощая в себе его идеалы, не следует воспринимать буквально, поскольку оно не отражает со всей полнотой существующее положение дел, да и сформулировано недостаточно точно. Обычно под квантовой механикой в этом утверждении понимается копенгагенская интерпретация квантовой теории, которая рассматривается как господствующая, а нередко

* Идеалы и нормы научного исследования. Минск, 1981. С. 218—240.

1 Jammer M. The philosophy of quantum mechanics. N. Y., 1974. P. 521.

2 Фейнман Ф. Характер физических законов. М., 1968. С. 139.

и как единственно верная. Однако, во-первых, неоднократно справедливо указывалось, что копенгагенская интерпретация не представляет собой однородного течения, к тому же ее содержание никогда не было сформулировано с достаточной четкостью. Во-вторых, — и это гораздо более важно, — даже если отвлечься от разногласий внутри копенгагенской интерпретации и выявить воплощенные в ней нормы объяснения, которые действительно оказываются кардинально отличными от идеала объяснения, характерного для классической физики, то приходится считаться с тем, что эти нормы далеко не всеми признаются в качестве идеала. Достаточно напомнить в этой связи о многолетней дискуссии Эйнштейна и Бора по теоретико-познавательным проблемам квантовой физики¹, позиции участников которой продолжают существовать в настоящем и будут воспроизводиться в предвидимом будущем.

Неопределенность ситуации, о которой речь шла выше, означает не отсутствие теоретико-познавательной оценки квантовой механики или неясность этой оценки. Скорее, наоборот — таких оценок слишком много, причем почти каждая из них сформулирована весьма четко. Но такой эмпирически наличествующий в настоящее время методологический плюрализм свидетельствует об отсутствии единого квантовомеханического идеала объяснения. Поэтому мы оказываемся перед дилеммой: либо философски узаконить такой плюрализм и обосновать возможность (или даже необходимость) сосуществования различных систем норм объяснения для квантовой механики, каждую из которых следует рассматривать как идеал, т. е. признать множественность квантовомеханических идеалов, либо квалифицировать существующее многообразие норм объяснения, реализуемых в различных интерпретациях квантовой механики, лишь как многообразие проектов единого идеала, только одному из которых суждено стать в будущем действительным единственным идеалом, исповедуемым всем научным сообществом физиков. (Может, правда, оказаться, что ни один из существующих ныне проектов не выдержит испытания временем — в таком случае выработка приемлемого проекта квантовомеханического идеала объяснения также откладывается на будущее.)

1 Роль дискуссии в естественнонаучном познании // Вопросы философии. 1979. № 1. С. 96—120.

Наконец, проблемная ситуация в отношении идеала физического объяснения осложняется еще одним обстоятельством. Дело в том, что в физике продолжает сохраняться классический идеал объяснения. С появлением квантовой механики классическая физика лишь ограничила сферу своей применимости, но никоим образом не перестала существовать и применяться для широкого круга явлений. Сосуществование классического и квантовомеханического идеалов (независимо от понимания и сущности последнего) ставит проблему их соотношения, в решении которой также наличествует изрядное многообразие точек зрения.

Прежде чем приступить к обсуждению очерченного выше круга проблем, выскажем несколько общих соображений по поводу идеала объяснения в физике.

Общая характеристика идеала объяснения в физике

Что имеется в виду, когда говорят об объяснении какого-либо физического явления? В какой ситуации возникает сама задача — объяснить что-либо? На какие вопросы призвано ответить объяснение? Какие требования предъявляются к объяснению, какое объяснение является удовлетворительным и как отличить удовлетворительное объяснение от неудовлетворительного? Эти и многие другие вопросы, касающиеся природы объяснения, интенсивно обсуждаются в философской и методологической литературе.

Самая общая дефиниция объяснения определяет его как отыскание сущности явления, подлежащего объяснению. Это подразумевает, что объясняемое явление не обладает самостоятельностью бытия — что его бытие является производным, обусловленным какими-то более фундаментальными характеристиками реальности, выступающими в роли сущности, не нуждающейся (по крайней мере, в рамках первоначально поставленной задачи) в дальнейшем объяснении. Иными словами, объяснение, рассматриваемое как отыскание сущности явления, представляет собой раскрытие субстанциальных оснований бытия объясняемого явления.

Уже при таком, весьма абстрактном и одностороннем, подходе обнаруживается, что термин «объяснение» несет на себе двойную смысловую нагрузку. С одной стороны, под объяснением понимается процесс перехода от явления к сущ-

ности, предполагающий знание о способе связи объясняемых характеристик явления с объясняющими его характеристиками сущности. Сообразно различным способам такой связи выделяются различные типы объяснения — причинное (генетическое), структурное, функциональное, целевое (телеологическое). В каждом из этих типов сущность обогащается специфической категориальной характеристикой, дающей название этому типу.

С другой стороны, термин «объяснение» имеет смысл результата вышеописанного процесса, обозначая сущностные характеристики явления. «Дать объяснение» в этом смысле означает «выразить явление на языке сущности». Поскольку же в научном исследовании знание сущности дает теория, то объяснение явлений представляет собой их теоретическое описание — включение явлений, известных на уровне эмпирии, в теоретическую систему.

С помощью представления о сущностях разных порядков можно достигнуть более полного понимания объяснения как в его процессуальном, так и в результативном аспектах. Учитывая относительность категорий сущности и явления, в результате которой сущность первого порядка выступает в роли явления по отношению к сущности второго порядка и т. п., мы приходим к выводу, что явление не обязано существовать на эмпирическом уровне и быть наблюдаемым непосредственно. В итоге оказывается возможным говорить о явлениях теоретического уровня, что предполагает отождествление явления с объясняемым. Действительно, коль скоро сама постановка задачи объяснения по отношению к какому-либо фрагменту действительности подразумевает, что этот фрагмент уже не рассматривается как субстанциальный, обладающий самодостаточным бытием, то его сущность находится не на уровне его бытия, а в «глубине». Как указывал В. И. Ленин, «“сущность” вещей или “субстанция” тоже относительны; они выражают только углубление человеческого познания объектов»¹. Поэтому всякое объяснение также всегда оказывается относительным, являясь объяснением в рамках определенной теоретической системы, исходные онтологические представления которой обладают сущностно-субстанциальной природой только в ее собственных пределах.

¹ Ленин В. И. Полное собрание сочинений. 5-е изд. Т. 18. М., 1961. С. 277.

Многообразие теоретических систем, которое свойственно любой достаточно развитой научной дисциплине, всегда является организованным и имеет иерархическую структуру. Это позволяет говорить о фундаментальных теориях, лежащих в основе всех остальных теоретических систем данной дисциплины. Онтологические представления фундаментальных теорий выполняют специфическую функцию в системе научной дисциплины, задавая общие контуры картины мира, «рисуемой» этой дисциплиной, и, тем самым, требования к объяснениям-результатам, получаемым в ее рамках. Они реализуют, таким образом, определенную систему норм — требований к объяснениям, которым эти объяснения должны удовлетворять в результативном плане. Эта система норм, реализованных в картине мира, выступает в роли идеала объяснения, разделяемого соответствующим научным сообществом в определенную историческую эпоху и выполняющего регулятивную функцию, телеологически детерминируя научное исследование.

Все сказанное выше достаточно общеизвестно и справедливо для любой области научного знания, в том числе, конечно, и для физики, где идеал объяснения также выступает в виде определенного стандарта картины реальности — физической картины мира. Но вследствие наличия в системе физического знания развитого математического аппарата проблема объяснения явлений тесно переплетается в физике с проблемой интерпретации математических символов — придания им «физического смысла». Непосредственно это проявляется, в частности, в том, что термины «объяснение» и «интерпретация» зачастую употребляются как синонимы. Мы, однако, будем различать эти понятия, опираясь на «трехкомпонентную модель» структуры физического знания.

Эта модель¹ выделяет в составе содержания физического знания три типа элементов (объектов отнесения знания) — наблюдаемые, ненаблюдаемые и математические объекты. Они различаются по способу существования, обусловленному типом деятельности, в которой они фигурируют.

Наблюдаемые объекты доступны непосредственному опе-

1 См. подробнее: *Алексеев И. С. Возможная модель структуры физического знания // Проблемы истории и методологии научного познания. М., 1974. С. 207—214. См. также настоящий сборник, с. 49—57.*

рированию с помощью органов чувств и разнообразных приборов, усиливающих способности последних, — на эти объекты всегда можно «указать пальцем», т. е. дать им остенсивное определение, как выражаются логики. Они считаются реально существующими — их реальность непосредственно удостоверяется «данностью в ощущениях».

Ненаблюдаемые объекты, как показывает их название, недоступны непосредственному наблюдению, им нельзя дать остенсивного определения. Реальное существование ненаблюдаемых объектов удостоверяется косвенным образом. Они представляют собой онтологизированные конструкторы, предназначенные для объяснения наблюдаемых объектов. С их помощью обычно строится теоретическая картина сущности наблюдаемого, к которой предъявляются методологические требования, выраженные принципами простоты, единства физической картины мира и наблюдаемости¹.

Математические объекты — точки, линии, функции, тензоры и т. п. — также представляют собой конструкторы, но им не приписывается реальное существование. Они служат для математического описания наблюдаемых и ненаблюдаемых объектов, их свойств, отношений и взаимодействий, выступая в роли их символов, интерпретация которых на область наблюдаемого и ненаблюдаемого придает математическим объектам физический смысл.

Имея в виду только что сказанное, можно провести обещанное различие между понятиями «интерпретация» и «объяснение». В рамках трехкомпонентной модели интерпретация представляет собой деятельность, в результате которой устанавливаются три типа связей — математических объектов с наблюдаемыми (это обычно называют эмпирической интерпретацией), математических с ненаблюдаемыми (иногда это называют семантической интерпретацией, что, вообще говоря, является нестрогим) и, наконец, наблюдаемых объектов с ненаблюдаемыми. Именно этот последний вид интерпретации целесообразно называть объяснением, если считать, что объектами объяснения могут быть только реально существующие образования. Таким образом, объяснение мы будем рассматривать как специфический вид интерпретации — «объяснительную интерпретацию».

1 См.: Методологические принципы физики. М., 1975.

Систему связанных между собой результатов трех указанных видов интерпретации, составляющих в совокупности содержание физической теории, мы будем называть способом описания реальности, присущим данной теории, или, для краткости, просто «способом описания».

Задачей любой интерпретации как специфического вида познавательной деятельности является придание смысла интерпретируемым объектам, которые начинают рассматриваться как символы (знаковые формы), обозначающие другие, интерпретирующие объекты. Когда в роли интерпретируемых оказываются математические объекты, это непосредственно очевидно, ибо сами по себе математические объекты физическим смыслом не обладают, приобретая его только посредством интерпретации. Когда же интерпретируются физические объекты и явления (например, экспериментальные факты), дело усложняется, поскольку в этом случае интерпретируемые объекты физически осмыслены уже до интерпретации. Объяснительная интерпретация придает им дополнительный, сущностный смысл, так что помимо своего физического бытия они становятся знаковыми формами (символами) других физических объектов, существование которых проявляется в них (сущность является, явление существенно). Говоря выше о косвенности удостоверения реального существования ненаблюдаемых объектов, мы имели в виду именно их объясняющую функцию по отношению к интерпретируемым, объясняемым наблюдаемым объектам. Можно сказать, таким образом, что косвенная наблюдаемость непосредственно ненаблюдаемых объектов методологически основана на их объяснительной функции.

Заметим также, что объяснительно-интерпретативная связь между наблюдаемыми (объясняемыми) и ненаблюдаемыми (объясняющими) объектами имеет не только логикосемантический, но и онтологический характер, воплощаясь в причинной или структурной детерминации наблюдаемого (явления) со стороны ненаблюдаемого (сущности). Таким образом, если семантически рассматривать объяснительно интерпретируемые наблюдаемые объекты как «имена» (знаковые формы, символы), обозначающие ненаблюдаемые объясняющие объекты, то эти имена отнюдь не произвольно, а реально связаны с именуемыми объектами. Говоря словами Платона, они суть имена «по природе», а не «по установле-

нию». В результате методологическая функция объяснения оказывается онтологически основанной на реальной (причинной или структурной) связи между объясняющим и объясняемым.

Математические объекты в их функции обозначения наблюдаемых и ненаблюдаемых объектов (в рамках соответствующих интерпретативных связей) также нельзя рассматривать исключительно как «имена по установлению». Хотя, конечно, математические объекты, рассматриваемые как знаковые формы (символы) наблюдаемых и ненаблюдаемых объектов, никоим образом онтологически не детерминируются последними в причинном или структурном плане, их выбор в качестве «имен» не является абсолютно произвольным. Свобода выбора ограничивается требованием структурного сходства (изоморфизма или гомоморфизма) математических объектов с наблюдаемыми или ненаблюдаемыми объектами. Иными словами, математические объекты должны не просто обозначать, но и отображать обозначаемые ими наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты. Можно сказать поэтому, что интерпретативные связи между указанными типами объектов гносеологически основаны на отношении отображения между ними. Именно благодаря этому отношению становится возможным относить результаты расчетов не только к математическим объектам, с которыми совершалось оперирование, но и к реальным наблюдаемым или ненаблюдаемым объектам.

В дальнейшем мы будем стараться употреблять термин «интерпретация» исключительно в тех случаях, когда речь идет о придании физического смысла математическим объектам, входящим в систему физического знания. Термин «объяснение» будет использоваться только для обозначения связи между реальными объектами, выступающими в роли явления, и реальными объектами, играющими роль сущности. Соответственно в качестве идеала объяснения, понимаемого как объяснение-результат, будут рассматриваться требования, предъявляемые к категориальному способу теоретического описания бытия объектов-сущностей, к стилю той части физической картины мира, оригиналы которой считаются обладающими субстанциональностью — самодостаточным бытием, не нуждающимся в дальнейшем объяснении.

И, наконец, еще одно замечание, имеющее целью пролить свет на отмечавшуюся выше синонимию в употреблении тер-

минов «объяснение» и «интерпретация». С точки зрения изложенных представлений, оно основано прежде всего на том, что объяснение оказывается частным случаем интерпретации, задачей которой является придание интерпретируемым объектам определенного смысла, не связанного с их обычным способом бытия «как таковых», благодаря наделению их функцией обозначения. Эта задача, однако, не является самоцелью — она ставится и решается для достижения *понимания*, приобретаемого субъектом за счет не только усвоения, но и принятия смысла, полученного в результате интерпретации или ее частного случая — объяснения. Именно в отношении этой «сверхзадачи» объяснение и интерпретация оказываются тождественными и неразличимыми, так что синонимическое употребление соответствующих терминов становится оправданным, если иметь в виду только само понимание, но не способы создания его объекта — смысла, который должен быть усвоен и принят.

Классический идеал физического объяснения

Авторы, излагающие суть классического идеала физического объяснения, понимают ее по-разному. Так, В. А. Фок, называя в качестве основных особенностей классического способа описания явлений (в том числе и их теоретического описания, т. е. объяснения) представления об абсолютизации физических процессов и их неограниченной детализации¹, отправляется от классической трактовки процесса наблюдения. В. М. Свириденко видит определяющую черту классической категориальной формы объяснения в понятии непрерывности, обусловленной спецификой математического аппарата, используемого в классической физике². К. Хукер, в отличие от этих авторов, не затрагивает специально вопросов обоснования конкретного содержания классического способа описания и резюмирует классическую концепцию реальности в девяти тезисах, разбитых на четыре группы (физическая онтология; концептуализация мира; полнота, причинность и статис-

1 Фок В. А. Квантовая физика и строение материи. М., 1965. С. 6; Фок В. А. Начала квантовой механики. М., 1976. С. 9—11.

2 Свириденко В. М. Изменение категориальной формы объяснения в физике // Вопросы философии. 1969. № 8. С. 75—84.

тика; измерение и знание)¹. Г. Фоулз считает ядром классического идеала описания состояния физических систем представление о возможности изоляции любой физической системы от остального мира, что определяет пространственно-временной характер описания, соответствующего этому идеалу².

Пожалуй, самая краткая и в то же время максимально емкая характеристика классического способа описания в физике принадлежит Н. Бору. Бор видел существо классического способа описания в том, что он представляет собой единый причинный пространственно-временной способ описания явлений³. Под «причинным» здесь понимается способ связи между состояниями физической системы, основанный на законах сохранения энергии и импульса, так что с учетом этого классический способ описания может рассматриваться как соединяющий в себе использование понятий пространства, времени, энергии и импульса.

Если обобщить результаты, полученные различными авторами, то классический идеал объяснения, представляющий собой систему методологических требований к теоретическому описанию связи объектов-сущностей с объектами-явлениями, может быть охарактеризован следующим образом.

1. Все физические объекты описываются как существующие в пространстве и времени. Пространственно-временные характеристики объектов обеспечивают главную определенность их существования в качестве концептуально различных фрагментов физической реальности. Дополнительная концептуализация объектов (придание дальнейшей определенности их существованию) осуществляется с помощью представления о свойствах объектов, локализованных в определенных пространственно-временных областях (пространственно-временная локальность).

2. Характеристики сложных объектов полностью обуславливаются характеристиками их составных частей и способа связи между ними (принцип редукции).

3. Взаимодействующие объекты, составляющие в совокуп-

1 *Hooker C.* The nature of quantum mechanical reality: Einstein versus Bohr // *Paradigms and paradoxes: the philosophical challenge of quantum domain.* Pittsburgh, 1972. P. 64—72.

2 *Folse H.* The formal objectivity of quantum-mechanical systems // *Dialectica.* 1975. Vol. 29. № 2—3. P. 129—130.

3 *Бор Н.* Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 56.

ности сложную систему, сохраняют самостоятельность своего существования в процессе взаимодействия. Взаимодействие объектов осуществляется путем взаимного воздействия объектов друг на друга, причем каждый объект воздействует на другой независимо от остальных (принцип суперпозиции воздействий).

4. Изменение состояния объектов в результате взаимодействия осуществляется непрерывно во времени по всем характеристикам, описывающим это состояние. Последующие состояния объектов непрерывно и однозначно связаны с предыдущими (лапласовская причинность).

Указанные требования являются самыми общими и не предreshают конкретные виды объяснения, которые используются в классической физике. В рамках этих требований, тем не менее, можно выделить два существенно различных типа объяснения — объяснение поведения простых объектов и объяснение поведения сложных объектов.

Объяснение поведения простых объектов (точнее, объектов, рассматриваемых как простые, без учета, может быть, и имеющейся у них внутренней структуры) — будь то движение планет Солнечной системы или движение атомов — целиком сводится к теоретическому описанию: к указанию законов движения и взаимодействия, представляющих собой устойчивую связь кинематических (пространственно-временных) и динамических (энергетически-импульсных) характеристик движущихся и взаимодействующих объектов. Этот тип объяснения может быть назван причинным, ибо любое изменение состояния объектов всегда считается однозначно обусловленным воздействием со стороны других объектов по определенному закону. Указание на причину изменения состояния объекта и будет в данном случае объяснением этого изменения. Сами характеристики объектов и закона взаимодействия между ними объяснению не подлежат — они считаются изначально, субстанциально присущими им «от природы». Объяснению, таким образом, подлежат лишь изменения физических величин, характеризующих состояние, но не сами эти величины и не их связи, устанавливаемые законами.

Объяснение поведения сложных объектов в классической физике состоит в сведении (редукции) этого поведения к поведению простых составных частей (элементов) объекта. Здесь мы встречаемся со вторым категориальным типом объ-

яснения — структурным, в котором характеристики сложного объекта на уровне целого, выступающего в роли явления, рассматриваются как целиком и полностью детерминированные характеристиками его элементов и их взаимодействий, играющих роль сущности. Таким образом, при структурном объяснении объяснению подлежат не только изменение состояния сложных объектов, но и сами изменяющиеся характеристики, которые больше не рассматриваются как субстанциальные (т. е. самостоятельные, обладающие самостоятельным бытием атрибуты), хотя они и продолжают считаться присущими сложным объектам «от природы».

С этой точки зрения вероятностно-статистические объяснения, имеющиеся в классической физике, например, объяснение температуры тела с помощью представления о средней кинетической энергии движения его молекул, не удовлетворяют классическому идеалу объяснения, квалифицируясь как неполные. Они обосновываются лишь гносеологически — вероятностный способ описания характеристик сущности (движение молекул в приведенном примере), объясняющих характеристики явления (температуру и т. п.), выражает практическую неспособность физика как познающего субъекта описать поведение объектов-сущностей в соответствии с требованиями идеала объяснения (т. е. лапласовски-причинно), но не принципиальную невозможность это сделать, запрещаемую их «природой». Поэтому вероятность в классической физике не допускает онтологической (в классическом смысле этого слова) интерпретации — ее нельзя рассматривать ни как объективно существующую структурную характеристику связи макро- и микроуровней реальности, ни как характеристику бытия объектов-сущностей, которые обязаны существовать и изменяться лапласовски-детерминистски.

Обратим внимание, что в нашем изложении сути классического идеала объяснения ни слова не говорилось о наблюдениях (измерениях), хотя почти все авторы так или иначе затрагивают в этой связи вопрос о наблюдениях. В. А. Фок, например, ставит выделенные им основные черты классического способа описания явлений в прямую зависимость от классической трактовки процесса наблюдения¹. Тем самым классический идеал объяснения (или, более общо, — класси-

¹ Фок В. А. Начала квантовой механики. М., 1976. С. 9—10.

ческий способ описания, или классический стиль физической картины реальности) гносеологически обосновывается путем ссылки на особенности трактовки процесса наблюдения, свойственные классической физике.

Безусловно, всякий идеал объяснения, в том числе и классический, нуждается в обосновании и даже включает в себя это обоснование¹. И с современной точки зрения, когда квантовая механика уже стала неотъемлемым элементом человеческой культуры, вполне допустимо то обоснование классического идеала, которое дал В. А. Фок, развивая и критически переосмысливая идеи Н. Бора. Но по отношению к классической физике, взятой в эпоху ее кульминации, т. е. задолго до появления квантовой механики, такой способ обоснования является модернизацией действительной истории, ибо сама классическая физика обосновывала свой идеал объяснения без какой бы то ни было ссылки на процессы наблюдения, апеллируя к «устройству природы», т. е. давала сугубо онтологическое обоснование требованиям, предъявляемым к объяснению. Гносеологической предпосылкой возможности такого онтологического обоснования, конечно, были определенные представления о наблюдении как познавательном процессе, который в идеале не оказывает никакого влияния на познаваемые объекты. Эта предпосылка, однако, никогда не формулировалась явно, входя в философский фон само собой разумеющегося и поэтому не нуждающегося в специальной формулировке — фон, содержанием которого была созерцательная теория познания метафизического материализма.

Копенгагенская интерпретация квантовой механики и проблема объяснения

Выше уже указывалось, что копенгагенская интерпретация квантовой механики не представляет собой какой-то однородной системы взглядов. Не вдаваясь в обсуждение трактовки копенгагенской интерпретации ее различными представителями, мы сделаем предметом нашего исследования взгляды Н. Бора, которому принадлежит решающая роль в ее создании.

¹ Печенкин А. А. Принцип объяснения // Методологические принципы физики. М., 1975. С. 29.

Главной особенностью боровского подхода к интерпретации квантовой механики как в плане придания физического смысла математическим символам, так и в плане объяснения экспериментальных данных является связывание этих двух планов интерпретации с выяснением возможностей наблюдения (измерения) характеристик микрообъектов. Математический аппарат квантовой механики Бор рассматривал как «чисто символическую схему, позволяющую делать предсказания результатов опытов, проводимых в определенных условиях, которые должны характеризоваться при помощи классических понятий»¹. Согласно Бору, «необходимость пересмотра нашего отношения к проблеме физического объяснения» вызвана тем, что «невозможность отделить самостоятельное поведение объектов от их взаимодействия с измерительными приборами, предназначенными для изучения условий протекания явления, влечет за собой неоднозначность в приписывании обычных атрибутов атомным явлениям»².

Что же заставило Бора сделать понятие измерения центральным объектом методологического анализа?

В классической физике роль измерения сводилась к тому, чтобы делать известными физику-экспериментатору те характеристики объектов, которыми они обладают «сами по себе», независимо от наблюдений. Это было возможно только при условии, что физическое взаимодействие объекта со средствами измерения могло быть сделано сколь угодно малым и, в принципе, сведено к нулю. Абстракция «пробного тела», не оказывающего никакого влияния на измеряемые с его помощью характеристики, воплощает в себе идеальную реализацию этой возможности. Иными словами, предполагалось, что взаимодействие «прибор—объект», как и любое физическое взаимодействие, имеет непрерывный характер по энергетическим и временным параметрам. Математически это выражалось непрерывностью действия — физической величины, имеющей размерность произведения энергии на время.

Введение в физику представления о кванте действия лишило онтологических оснований трактовку взаимодействия как непрерывного процесса. Согласно квантовому постулату, указывал Бор, «каждому атомному процессу свойственна су-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 407.

2 Там же. С. 397.

щественная прерывность или, скорее, индивидуальность, совершенно чуждая классической теории и выраженная планковским квантом действия»¹. Дискретность, онтологически («от природы») присущая физическим процессам, символизировалась в математическом аппарате квантовой механики постоянной Планка — квант действия выражал минимальное «количество взаимодействия», которое не может быть уменьшенным по самой «природе вещей».

Поскольку взаимодействие микрообъекта с прибором при измерении также представляет собой физический процесс и, следовательно, также должно обнаруживать черты дискретности, оно больше не может предполагаться сколь угодно малым по всем своим характеристикам. Это лишает онтологической обоснованности главную гносеологическую черту классической трактовки процесса измерения — его безразличие к объекту, пассивно-созерцательный характер — и заставляет заново ставить и решать вопрос о познавательных возможностях измерения путем тщательного анализа предпосылок, которые лежат в основе применения понятий, используемых при описании результатов измерений, к самим объектам.

В классической физике возможность такого применения предполагалась само собой разумеющейся, поскольку измерение рассматривалось как пассивная регистрация свойств, присущих объекту как таковому. Смысл понятий, с помощью которых выражалась определенность существования объектов, был определен самими этими объектами и больше ничем, т. е. имел сугубо онтологическую природу. Он мог лишь обнаруживаться в измерениях, но не порождаться ими.

Бор, продолжая линию рассуждений, впервые намеченную Эйнштейном в его анализе смысла понятия одновременности, исходил из принципиально отличного понимания природы смысла понятий, с помощью которых выражается определенность существования объектов. Для него этот смысл определялся возможностью измерения тех характеристик объекта, которые выражались в понятиях. Образно говоря, измерения не обнаруживали предсуществующий по отношению к ним смысл, а переносили воплощенный в них смысл на объекты — «прикрепляли» смысл к объектам. Тем самым смысл оказывался имеющим не «объектную», а «операциональную» при-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 30.

роду. Поскольку же смысл к объекту «прикрепить» можно было не всегда (измерение может быть осуществлено только при определенных условиях), то отсюда следовал вывод, что объект не всегда может считаться обладающим теми или иными свойствами, что определенность его существования, выраженная в смысле соответствующих понятий, зависит от измерительного контекста, т. е. конституируется им.

Классическое понимание смысла с этой точки зрения целиком обусловлено неявно принимаемой предпосылкой, что всегда можно одновременно осуществить измерение любых свойств объекта с любой желаемой точностью. Тогда определяющая роль измерения в конституировании смысла понятий остается в тени, и смысл можно считать «прикрепленным» к объектам и конституируемым только ими.

Анализ смысла понятий, используемых в классическом способе описания природы (пространственно-временных и энергетически-импульсных), с позиций возможности осуществления соответствующих измерений показал, что точное определение пространственно-временных характеристик микрообъекта вследствие конечности кванта действия полностью исключает возможность точного измерения его энергии и импульса, т. е. ликвидирует возможность «прикрепления» смысла понятий «энергия» и «импульс» к микрообъекту, определенность существования которого выражается с помощью понятий «координата» и «момент времени». Оказалось, таким образом, что классический способ теоретического описания объектов, базирующийся на совместном применении пространственно-временных и энергетически-импульсных понятий, в квантовой механике не имеет операционального обоснования и должен рассматриваться как идеализация, правомерность которой покоится на предположении о непрерывности взаимодействия. Учет неустранимой дискретности взаимодействия приводит к расщеплению единого классического способа описания на два дополнительных, взаимно исключающих друг друга способа, которые лишь в совокупности дают полную возможную информацию о поведении микрообъектов во взаимоисключающих экспериментальных условиях. Такова суть концепции дополнительности, образующей методологический фундамент «копенгагенского» подхода к интерпретации математического аппарата квантовой механики и объяснению эмпирического материала.

Отметим одну чрезвычайно важную особенность подхода Бора к трактовке дискретности процессов взаимодействия, как правило, ускользающую от внимания его исследователей и последователей. Дискретность (прерывность) для Бора имеет смысл не только скачкообразности изменения состояния объектов, участвующих во взаимодействии. Она означает также и целостность, онтологическую неделимость процесса взаимодействия, который уже не может больше мыслиться в виде суперпозиции взаимных воздействий объектов — участников взаимодействия — друг на друга, когда каждый из этих объектов сохраняет концептуально автономное, полностью определенное существование в каждый момент взаимодействия.

Бор специально указывал, что «прерывное изменение энергии и импульса во время измерения не могло бы само по себе служить препятствием, чтобы приписать точные значения пространственно-временным координатам и компонентам вектора энергии-импульса до и после процесса»¹, т. е. описать процесс взаимодействия в классическом духе. Он предостерегал также от неправильного понимания соотношения неопределенностей, которое легко может возникнуть, когда все их содержание пытаются изложить фразой типа: «положение и импульс частицы не могут быть одновременно измерены с определенной точностью». Такое высказывание, указывал Бор, наводит на мысль, что здесь все дело в добровольном отказе от измерений одного из двух четко определенных атрибутов объекта, присущих ему «самому по себе», т. е. абсолютно. Дело, однако, в том, что представление об абсолютности этих атрибутов, взятое из арсенала классической физики, в квантовой механике лишается всякого смысла².

Это происходит именно благодаря целостному, неделимому (индивидуальному, как говорил Бор) характеру взаимодействия объекта и прибора, в результате чего микрообъекту невозможно приписать не зависящую от прибора концептуальную определенность существования, ибо эта определенность выражается в понятиях, применимость которых зависит от типа прибора, используемого для измерения, необходимого для «прикрепления» смысла этих понятий к объекту. При этом, конечно, речь идет не об отказе микрообъекту в само-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 37.

2 Там же. С. 207.

стоятельном, не зависящем от прибора существования, что иногда инкриминируется Бору. Перефразировав известное ленинское изречение, можно сказать, что Бор решает вопрос не о том, есть ли микрообъект, а о том, как его выразить в логике понятий. Логика же понятий определяется «логикой» практических действий — структурой деятельности измерения, в которой измерительные приборы фигурируют в качестве специфических средств, обеспечивающих конституирование концептуальной определенности существования измеряемых объектов.

Если с учетом вышесказанного попытаться сформулировать общие требования, предъявляемые к теоретическому описанию реальности в квантовой механике, то «копенгагенский» проект идеала квантовомеханического описания будет выглядеть примерно так:

1. Все физические объекты, с которыми имеет дело квантовая механика, делятся на два класса — приборы, теоретически описываемые на языке классической физики, и микрообъекты, не допускающие такого описания.

2. Взаимодействие микрообъектов между собой и с приборами носит дискретный (целостный) характер, символизируемый планковским квантом действия.

3. Характеристики, с помощью которых задается концептуальная определенность существования микрообъектов, также делятся на два класса — абсолютные, присущие микрообъектам «самим по себе», и относительные, которыми микрообъекты обладают только в определенных экспериментальных ситуациях. К числу абсолютных характеристик относятся заряд и масса, к числу относительных — пространственно-временные и энергетически-импульсные характеристики.

4. То, какие именно из относительных характеристик считаются присущими микрообъектам, определяется типом приборов, используемых для измерения. Пространственно-временные и энергетически-импульсные характеристики не допускают точного совместного определения в одном эксперименте. Эти два типа относительных характеристик взаимно дополняют друг друга, давая в совокупности полную картину поведения микрообъектов во взаимоисключающих экспериментальных ситуациях.

5. Математический аппарат квантовой механики выражает зависимости между результатами наблюдений, полученные-

ми с помощью определенного типа приборов. Эти зависимости имеют существенно статистический характер в соответствии с тем, что в данной экспериментальной установке могут иметь место различные индивидуальные квантовые процессы.

Что же следует считать объясняемым в рамках копенгагенского идеала квантовомеханического описания? Что в квантовой механике выступает в роли сущности и что в роли явления? Как связаны сущность и явление? Ответы на эти вопросы далеко не очевидны. Нижеследующие соображения являются попыткой дать такие ответы, следуя духу рассуждений Бора.

Сразу же заметим, что абсолютные свойства микрообъектов в квантовой механике рассматриваются всецело в классическом смысле и их объяснения там не требуется. Все трудности, связанные с пониманием квантовой механики, сосредоточены в проблеме трактовки относительных свойств микрообъектов и их роли в объяснении.

Наблюдаемые явления в квантовой механике представляют собой макроскопические события — почернение фотопластины, туманные следы в камере Вильсона, срабатывание счетчиков и т. п. результаты измерений. Бор, однако, советовал употреблять термин «явление» в более широком смысле — «в связи с наблюдениями, произведенными в точно определенных условиях, включающих указания о всем опыте в целом»¹, а не только по отношению к результатам опыта. Согласно традиционному пониманию объяснения, поиск физической сущности так понимаемых явлений должен был заключаться в построении ненаблюдаемого механизма протекания явления, приводящего к определенному результату. На первый взгляд, так поступают и в квантовой механике, рисуя картину взаимодействия микрообъекта с различными частями экспериментальной установки (достаточно вспомнить подробный анализ мысленных экспериментов, проведенный Бором в его воспоминаниях о дискуссиях с Эйнштейном², т. е. осуществляя «онтологическую редукцию» наблюдаемого к ненаблюдаемому. Но более внимательный анализ показывает, что ситуация здесь гораздо сложнее.

Во-первых, при построении онтологической картины сущ-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 430.

2 Там же. С. 408– 422.

ностного механизма явлений приходится прибегать к взаимно-исключающим образам волны и корпускулы для одного и того же микрообъекта в зависимости от того, идет речь о его свободном движении (волна) или о взаимодействии с частями прибора (корпускула).

Во-вторых, допустимость приписывания микрообъекту, с одной стороны, пространственно-временных, а с другой — энергетически-импульсных характеристик оказывается зависящей от конкретного устройства прибора. Иными словами, ненаблюдаемые характеристики выступают здесь в роли объясняемого, а наблюдаемые — в роли объясняющего, так что мы имеем дело с методологической редукцией ненаблюдаемого к наблюдаемому.

Поскольку конкретные особенности «онтологической редукции» наблюдаемого к ненаблюдаемому в конечном счете обусловлены конкретными особенностями методологической редукции ненаблюдаемого к наблюдаемому, то процесс объяснения приходится считать имеющим циклическую структуру: сначала, отправляясь от наблюдаемого, мы строим объяснительную картину его ненаблюдаемого механизма, а затем объясняем конкретные концептуальные особенности этой картины, обращаясь вновь к наблюдаемому, которое оказывается «последней сущностью» самого себя.

В свете требований «копенгагенского подхода» к физическому объяснению по-иному выглядит и понимание природы статистических закономерностей, вскрываемых квантовой механикой. Поскольку центральным пунктом объяснения экспериментальных результатов является требование целостности квантовомеханических явлений, то несколько экспериментов, проводимых на одной и той же экспериментальной установке с одним и тем же микрообъектом (точнее — с несколькими микрообъектами, каждое из которых находится в одном и том же состоянии), представляют собой несколько явлений, каждое из которых имеет целостный, неделимый характер. Различие между этими явлениями сосредоточено исключительно в различии конкретных результатов эксперимента, например, в различии мест попадания электрона на фотопластинку. Все остальное в явлениях — одинаково. Самое главное заключается в том, что указанное различие считается далее не анализируемым, не требующим объяснения путем поиска скрытых причин этого различия. Онтологи-

ческих оснований, обуславливающих статистический разброс результатов экспериментов, совершенных в одинаковых условиях, в рамках «копенгагенского подхода» попросту не существует — статистичность сама становится основой интерпретации математического аппарата квантовой механики.

Очень часто эту экспериментально наблюдаемую статистичность онтологически объясняют вероятностной природой бытия ненаблюдаемых микрообъектов, приписывая каждому из них набор потенциальных возможностей, лишь одна из которых реализуется, становится действительностью в результате осуществления измерения. Такой способ объяснения, однако, представляет собой не что иное, как попытку сохранить одно из основных требований классического идеала — онтологическую редукцию наблюдаемого к ненаблюдаемому путем онтологизации вероятностных закономерностей, обнаруживаемых на уровне наблюдаемого. Принципиальный, нередуцируемый к скрытому «механизму» характер статистичности при этом остается в силе.

Социокультурные аспекты идеала физического объяснения

Прежде всего заметим, что свойство «быть идеалом физического объяснения» по своему онтологическому статусу является социокультурным. Принципы, предлагаемые тем или иным ученым в качестве требований к объяснению, становятся идеалом лишь в том случае, если эти принципы не только принимаются и начинают разделяться сообществом ученых, но и входят в тело культуры в целом, непосредственно характеризую облик науки в глазах широкой публики. Формирование идеала физического объяснения сопровождается тем, что требования к объяснению утрачивают автора, превращаются в «парадигму» — в беслично заданный научно-культурный образец. Именно такими характеристиками обладал классический идеал объяснения.

Если взглянуть с этих позиций на ситуацию объяснения в квантовой механике, то приходится констатировать отсутствие идеала, хотя бы отдаленно приближающегося по своему социокультурному статусу к классическому идеалу объяснения. Несмотря на то, что констатация революционного характера преобразований, осуществленных квантовой механикой в деле описания и объяснения природных явлений, уже проч-

но вошла в культуру и обезличилась, конкретные суждения на этот счет отличаются большим разнообразием. Обычно с квантовой механикой связывают представление о дискретности процессов в микромире и о двойственной корпускулярно-волновой природе микрообъектов, иногда прибавляя к этому принципиально вероятностный характер суждений о таких процессах, причем все эти особенности нередко трактуются в духе основной установки классического идеала объяснения и приписываются природным объектам самим по себе. Тем самым в центре внимания оказываются новые, «дикивинные» объекты, подлежащие объяснению, сам же идеал объяснения при этом не затрагивается, оставаясь классическим. Именно с позиций классического идеала Фейнман вынес свой категорический и печальный вердикт в адрес квантовой механики, сказав, что ее никто не понимает, — ибо условием понимания для него продолжают оставаться требования, предъявляемые к физическому объяснению этим идеалом.

Устойчивость классического идеала объяснения, продолжающего сосуществовать с попытками ревизии этого идеала, принадлежащими в первую очередь Бору, имеет под собой глубокие историко-культурные основания. Как известно, с наибольшей полнотой и отчетливостью классический идеал объяснения был реализован ньютоновской механикой, которая с течением времени стала интегральной частью специфического типа мировоззрения — механистического. Мировоззренческие же установки являются более долгоживущими, чем конкретные варианты объяснения, предлагаемые лишь частью ученых, работающих в той частной области физического знания, которую представляет собой квантовая механика, весьма удаленная от практики повседневной жизни подавляющего большинства людей. Для того, чтобы новые принципы физического объяснения, в основе которых лежит не онтологическая, а методологическая редукция, приобрели мировоззренческий статус и могли успешно конкурировать с привычными классическими требованиями, они должны прежде всего подвергнуться глубокому философскому осмыслению, которое еще далеко не закончено. Кроме того, они должны показать свое мировоззренческое преимущество перед принципами, входящими в классический идеал объяснения, и завоевать подавляющее большинство научного сообщества.

Пока до этого еще далеко. До сих пор в интерпретации

квантовой механики борются две мировоззренческие установки, олицетворяемые именами Бора и Эйнштейна. И надо признать, что по мере того, как уходят из жизни творцы квантовой механики, физическое «общественное мнение», а вместе с ним и общекультурное, имеет четко выраженную тенденцию возврата к классическому идеалу объяснения. Это прежде всего проявляется во все увеличивающемся количестве «реалистических» версий интерпретации квантовой механики и все чаще раздающихся голосах о философской необходимости построения новой онтологии для такой интерпретации математического аппарата, которая была бы выдержана в духе классического идеала объяснения. Дальнейшее развитие «линии Бора» идет гораздо более медленными темпами по сравнению с разработкой «линии Эйнштейна». Вопрос о социокультурных факторах, обуславливающих это обстоятельство, заслуживает специальных исследований, которые находятся пока лишь в зачаточном состоянии.

О КРИТЕРИЯХ НАУЧНОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ*

В самом первом приближении всю совокупность проблем, связанных с научной рациональностью, можно подразделить на две группы, одну из которых естественно назвать внутренней, а другую — внешней по отношению к науке. Внутренние проблемы сосредоточиваются вокруг вопроса о точной спецификации содержания понятия «научная рациональность» и о критериях, которые позволили бы достаточно однозначно удостоверить наличие или отсутствие рациональности в том или ином фрагменте науки. Сюда же относится проблема соотношения рациональности и научности — все ли в науке является рациональным, или рациональной можно считать только в науку в целом, позволив ей содержать и некоторые нерациональные моменты. Внешние проблемы концентрируются около сопоставления научной рациональности с иными типами последней и, в частности, около вопроса о предпочтительности научной рациональности по сравнению с ненауч-

* Методологические проблемы историко-научных исследований. М., 1982. С. 102—122.

ной. В данной работе основное внимание будет уделено внутренним проблемам.

Что такое рациональность?

Самой общей оппозицией, диктуемой языком, в которую можно поставить понятие «рациональное» для его спецификации, является «рациональное — нерациональное»¹. Однако эта специфика оказывается недостаточной, поскольку она фиксирует чисто терминологическое противопоставление — пока еще неясно, что именно будет пониматься под «рациональным» и его противоположностью — «нерациональным». История философии показывает, что в качестве «нерационального» может выступать как чувственное, так и иррациональное² — каждое из последних понятий по-своему специфицирует «рациональное», поставленное в оппозицию к поразному понимаемому «нерациональному».

Так, если под «нерациональным» понимать «чувственное» (или «эмпирическое»), то противопоставление рационального и нерационального будет совпадать с хорошо известным из истории философии Нового времени разграничением «рационализм—сенсуализм (эмпиризм)». Иными словами, сфера рационального в данном случае будет исчерпываться исключительно областью абстрактного мышления. Остальное в познании придется квалифицировать как нерациональное.

Однако в более широком смысле всю философию Нового времени можно рассматривать как рациональную. «Рациональное» в таком случае будет означать «доступное осмыслению», а не характеризовать способ приобретения знаний, которые могут получаться и с помощью чувственного восприятия. Именно в таком смысле К. Маркс употреблял интересующий нас термин, когда указывал, что для Ф. Бэкона «наука есть *опытная наука* и состоит в применении *рационального метода* к чувственным данным»³.

Понятая в таком широком смысле рациональность является общей характеристикой так называемой «классической» буржуазной философии, общим для всех направлений кото-

1 Копнин П. В. Диалектика как логика и теория познания. М., 1973. С. 122.

2 Там же. С. 124 (сноска), 131.

3 Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. 2-е изд. Т. 2. М., 1955. С. 142.

рой было рассмотрение человеческой познавательной способности как «прозрачной», не затемняющей своими собственными характеристиками познаваемую с ее помощью действительность. В противовес этому современная западная философия проникнута умонастроением, согласно которому человеческое сознание — как в своем индивидуальном воплощении, так и в плане общественного сознания — «непрозрачно». В нем присутствуют иррациональные, не постижимые с помощью мышления моменты, так что, как выражаются некоторые авторы, дихотомия бытия и сознания (=осознания) проводится теперь внутри сознания¹. В итоге далеко не все в деятельности сознания является рациональным — человек способен и на спонтанные, неосмысленные поступки и действия. При этом сфера иррационального объявляется в принципе, по своей «онтологической природе», не доступной для рационального, контролируемого мышлением осознания.

В противовес такого рода «онтологическому» противопоставлению рационального и иррационального как двух принципиально не совместимых данностей бытия человеческого сознания, в марксистской философской литературе подробно обоснован тезис о функциональном, относительном различении содержания указанных понятий. П. В. Копнин и Т. И. Ойзерман подчеркивают, что рациональное и иррациональное не отделены друг от друга непроходимой гранью. Они указывают, что рациональность и иррациональность (=нерациональность) являются атрибутами человеческой деятельности и должны рассматриваться как ее конкретные характеристики, в зависимости от соответствия или несоответствия результатов той или иной деятельности поставленным в ней целям². В этом плане смысл понятий «рациональное» и «нерациональное» (=иррациональное) сближается со смыслом понятий «целесообразное» и «нецелесообразное» и соответствует их употреблению в практической деятельности, где часто го-

1 Мамардашвили М. К., Соловьев Э. Ю., Швырев В. С. Классика и современность: две эпохи в развитии буржуазной философии // Философия в современном мире: Философия и наука. М., 1972. С. 70.

2 Копнин П. В. О рациональном и иррациональном // Вопросы философии. 1968. № 5. С. 120; Ойзерман Т. И. Рациональное и иррациональное // Вопросы философии. 1977. № 2. С. 85; Ойзерман Т. И. Проблема рациональности и современный философский антиинтеллектуализм // Вопросы философии. 1979. № 2. С. 96.

ворят о «рационализации производства» или, скажем, о «рациональной системе землепользования».

Данный общий смысл «рационального» и «нерационального» и будет обсуждаться нами в дальнейшем применительно к научной деятельности. Поскольку целью науки является производство нового знания, внутренние проблемы научной рациональности оказываются непосредственно зависящими от представлений о тех требованиях, которые предъявляются к идеалу научного знания как результату научной деятельности. Именно от конкретных характеристик этого идеала, задающих конкретные цели научного познания, и будет зависеть квалификация той или иной конкретной деятельности в науке как рациональной (приближающей к желаемому идеалу), так и нерациональной (т. е. удаляющей от него).

Что же касается внешних проблем научной рациональности, то при таком подходе они решаются как проблемы оценки результатов научной деятельности с позиций тех целей, которые ставят перед собой те или иные общественные группы или общество в целом.

Необходимо подчеркнуть, что подразделение проблем, относящихся к научной рациональности, на внутренние и внешние вовсе не имеет в виду то, что первые ставятся и решаются внутри науки, ее средствами, а вторые — за пределами науки. Обе эти группы проблем являются рефлексивными — они возникают и обсуждаются только тогда, когда предметом исследования становится сама наука как специфическая деятельность по выработке знания. Иными словами, все проблемы научной рациональности принадлежат к области философии и методологии науки. Специфика постановки и решения этих проблем всецело зависит от специфики той философской или методологической концепции, в рамках которой они рассматриваются.

Трактовка научной рациональности в западной философско-методологической литературе

По мере того как все более отчетливо обнаруживалась внутренняя несостоятельность позитивистской программы логической реконструкции научного знания — принципиальная невозможность редукции содержания теоретических терминов языка науки к эмпирическому базису «протокольных

предложений», чрезмерная жесткость дихотомии «эмпирическое—теоретическое», важная роль прежде игнорировавшихся «метафизических» компонентов научного знания, тщетность попыток обоснования индуктивной логики, — в методологических исследованиях науки все явственнее намечался поворот в сторону учета реальной истории развития научного знания. С наибольшей полнотой такого рода переключение проблематики философии, методологии и логики науки было воплощено в известных работах К. Поппера, Т. Куна, И. Лакатоса и близких им исследователей, объединяемых ныне под понятием «постпозитивизм».

Здесь не место обсуждать многочисленные проблемы, возникающие в связи со сменой ориентации философии и методологии науки на Западе, тем более что значительная их часть уже стала объектом подробного критического разбора в марксистской философской литературе. Мы ограничимся лишь одной проблемой — проблемой научной рациональности, которая приобрела особую остроту¹. Поскольку сближение исследований в области философии науки и истории науки прежде всего связано с решением задачи рациональной реконструкции реальной истории науки, т. е. с построением теоретической модели роста научного знания, механизмов его развития, то во весь рост встает проблема эмпирического обоснования предлагаемых методологий и логикой моделей на конкретном историко-научном материале. При этом оказывается, что разные модели предполагают разные критерии научной рациональности, так что в настоящее время нередки взаимные обвинения ученых, принадлежащих к разным направлениям, либо в иррационализме, либо в чрезмерном сужении понятия «рациональность».

Единственное, в чем сходятся сейчас исследователи, решающие проблему рациональной реконструкции истории науки, является почти всеобщее убеждение в отсутствии «хорошей» теории научной рациональности². Такая «хорошая» теория должна предоставить в распоряжение ученых, изуча-

1 Пружинин Б. И. Проблема рациональности в англо-американской «философии науки» // Вопросы философии. 1978. № 6. С. 135.

2 См., например: *Kuhn T. Reflections on my critics* // *Criticism and the growth of knowledge* / Ed. by I. Lakatos, A. Musgrave. Cambridge, 1970. P. 264; *Korertge N. Rational reconstructions* // *Boston studies in the philosophy of science*. Vol. 39. Dordrecht; Boston, 1976. P. 367.

ющих механизмы развития научного знания, четкие методологические ориентиры и критерии для отбора и систематизации эмпирического материала, поставляемого историей науки, для выделения в нем «подлинно научных», рациональных составляющих и отсеивания «вненаучных» иррациональных моментов, обусловленных личными симпатиями и антипатиями творцов науки и случайностями исторической обстановки.

При этом необходимо иметь в виду, что сама проблема научной рациональности возникает именно при сопоставлении теоретической модели, претендующей на рациональную реконструкцию истории науки (и тем самым — на право быть эталоном, критерием научной рациональности), с эмпирическими историко-научными данными, которые, как и любая эмпирия, имеют тенденцию «сопротивляться» теоретизации, не укладываться в предлагаемые методологами модели роста знания.

Однако только что сделанное утверждение не исчерпывает всей сложности ситуации — если бы искомая научная рациональность всецело конституировалась теоретическими моделями и вносилась в реальную историю науки исключительно «сверху», то здесь мы имели бы просто воспроизведение нормативной ориентации, свойственной позитивистской методологии, применительно к новой проблематике развития научного знания. Но все дело в том, что поиск теоретических моделей научной рациональности базируется (за очень немногими исключениями) на убеждении, что реальная наука рациональна «в себе»¹. Поэтому теоретические модели рациональности должны «ухватить» эту «онтологически» присущую науке рациональность и достаточно полно и эксплицитно отобразить ее. Тем самым эти модели с самого начала конструируются как дескриптивные, а не нормативные — к ним применимо понятие адекватности, они могут подтверждаться и опровергаться фактами реальной истории науки.

Так, К. Поппер, который одним из первых начал отходить от нормативной методологии позитивизма, пишет в этой связи: «Общепризнано, что никакой творческий акт никогда не может быть полностью объяснен. Тем не менее мы можем попытаться дать предположительную идеализированную ре-

1 Kuhn T. Reflections on my critics. P. 235.

конструкцию той проблемной ситуации, в которой оказывается деятель (науки), и тем самым сделать его действия “понимаемыми” (или “рационально понимаемыми”), т. е. адекватными его видению ситуации. Такой метод ситуационного анализа можно рассматривать как применение “принципа рациональности”»¹.

Модель разрешения проблемных ситуаций, предложенная Поппером, базируется на представлении о выдвижении гипотез и их жестком критическом испытании, заключающемся в попытке их фальсифицировать. Присоединяясь к словам известного физика Дж. Уилера: «Вся наша проблема состоит в том, чтобы совершить ошибки как можно раньше», — Поппер видит решение этой проблемы в сознательном принятии критической позиции, которая, как он считает, есть «высшая форма рациональной позиции, или рациональности»². В другом месте он выражается еще более определенно: «Нет ничего более “рационального”, чем метод критического обсуждения, который является методом науки... Нет никакого другого метода, о котором можно было бы сказать, что он более рационален»³.

Метод критического испытания гипотез, выдвигаемых с целью разрешения проблемных ситуаций, стремление как можно скорее фальсифицировать их, согласно Попперу, не являются самоцелью. Сама по себе критика и фальсификация имеют лишь чисто негативное значение. Позитивной целью «рационального критицизма», по мысли Поппера, является приближение к объективной истине, понимаемой им как недостижимая цель познания, как его регулятивная идея. Так, утверждая со всей определенностью, что «все теории представляют собой гипотезы; все они могут быть отброшены», он продолжает: «С другой стороны, я очень далек от того, чтобы предлагать отказаться от поиска истины: наши критические обсуждения теорий подчинены идее нахождения истинной (и мощной) объяснительной теории; и мы должны обосновывать наши предпочтения путем апелляции к идее истины: истина играет роль регулятивной идеи»⁴. Именно эта идея

1 *Popper K. Objective knowledge. Oxford, 1973. P. 179.*

2 *Ibid. P. 247.*

3 *Ibid. P. 29—30.*

4 *Ibid.*

делает возможным представление об ошибочности гипотез: «Только идея истины позволяет нам осмысленно говорить об ошибках и о рациональном критицизме, и только она делает возможным рациональное обсуждение, т. е. критическое обсуждение в поисках ошибок, которое принимает всерьез цель устранения возможного большего их числа, чтобы приблизиться к истине. Таким образом, сама идея ошибки — и ошибочности — подразумевает представление об объективной истине как о стандарте, от которого мы можем отклониться»¹.

Тем не менее идея истины остается у Поппера лишь регулятивной идеей. Поскольку все теории принципиально гипотетичны, Поппер категорически отказывается от признания возможности логически обосновать истинность той или иной теории путем «трансляции» истинности от посылок к вытекающим из них следствиям. Он принимает лишь возможность трансляции ложности от следствий к посылкам, что рассматривается его последователями как построение теории рационального критицизма нового типа, выходящей за рамки традиционных требований логического обоснования².

В отличие от Поппера Т. Кун считает в высшей степени сомнительным утверждение, что «существует некоторое полное, объективное, истинное представление о природе и что надлежащей мерой научного результата является степень, с какой он приближает нас к этой конечной цели»³, т. е. отказывается от понятия истины как регулятивной идеи познания, трактуемой как недостижимый, но объективно существующий предел последовательности сменяющих друг друга теорий⁴. Он признает за понятием истины лишь внутритеоретический смысл⁵ — в плане согласованности онтологического содержания теории и ее эмпирических следствий.

В то же время для Куна не вызывает сомнения презумпция рациональности науки. В ответ на обвинения в трактовке ее как иррациональной, он недвусмысленно заявляет: «Я ни на один момент не верил, что наука представляет собой внутренне иррациональное предприятие. Однако я, по-видимому, не-

1 *Popper K. Conjectures and refutations. L., 1963. P. 229.*

2 *Bartley W. Rationality versus the theory of rationality // Critical approach in science and philosophy. L., 1964. P. 29.*

3 *Кун Т. Структура научных революций. М., 1975. С. 215.*

4 *Kuhn T. Reflections on my critics. P. 265.*

5 *Ibid. P. 264, 266.*

достаточно ясно выразил то, что я рассматриваю это утверждение не как факт, а скорее как принцип. Научная деятельность, взятая как целое, является самым лучшим из доступных нам примеров рациональности... Если история или какая-либо другая эмпирическая дисциплина наводит нас на мысль, что развитие науки существенно зависит от поведения, которое мы привыкли расценивать как иррациональное, то мы должны из этого сделать не тот вывод, что наука иррациональна, а что наше понятие рациональности нуждается в той или иной корректировке»¹.

В период «нормальной науки», считает Кун, вполне достаточно наличия в науке рациональности «в себе», которая не обязательно должна быть оформлена в те или иные правила, т. е. критерии. Воплощением такой «онтологической» рациональности науки для него являются парадигмы. «Пока парадигмы остаются в силе, — пишет Кун, — они могут функционировать без всякой рационализации и независимо от того, предпринимаются ли попытки их рационализировать»². Ученые, — указывает он в другом месте, — часто «могут согласиться в своей идентификации парадигмы, не соглашаясь с ее полной интерпретацией или рационализацией или даже не предпринимая никаких попыток в направлении интерпретации и рационализации парадигмы. Отсутствие стандартной интерпретации или общепринятой редукции к правилам не будет препятствовать парадигме направлять исследование»³.

Повышенное внимание к правилам, в которых воплощаются критерии «нормальной» рациональности, согласно Куну, характерно для периодов вызревания и развертывания научных революций: «Правила... должны постепенно приобретать принципиальное значение, а характерное равнодушие к ним должно исчезать всякий раз, когда утрачивается уверенность в парадигмах и моделях»⁴. Но здесь мы встречаемся с довольно парадоксальным обстоятельством — парадигма рационализируется и оформляет критерии своей рациональности в виде определенных стандартов научности тогда, когда само ее существование в качестве образца, направляющего

1 Kuhn T. Notes on Lakatos // Boston studies... Vol. 8. Dordrecht, 1971. P. 143—144.

2 Кун Т. Структура научных революций. С. 74.

3 Там же. С. 68.

4 Там же. С. 72.

научное исследование, оказывается под вопросом. Наряду с дебатами по поводу разных способов рационализации одной и той же парадигмы развертывается обсуждение сравнительной ценности стандартов, рационально оформляющих разные парадигмы, в свете перспектив будущего развития науки.

Кардинальным вопросом критических обсуждений методологии Куна является проблема «метастандартов», «метакритериев», которые позволили бы однозначно выбирать между стандартами различных парадигм в условиях их конкуренции — проблема критериев перехода от старой парадигмы к новой. Сам Кун достаточно определенно утверждает, что такого рода критериев не существует — что если и есть какие-либо основания для отказа от старой научной теории в пользу новой, то они проистекают не из логической структуры научного знания¹, что принятие решения такого типа может быть основано только на вере в потенциальные возможности новой парадигмы². Поэтому нельзя указать тот рубеж, начиная с которого сопротивление сторонников старой парадигмы успехам новой становится нелогичным или ненаучным³.

Подобные высказывания и породили многочисленные оценки взглядов Куна как иррациональных. Коль скоро нет критериев однозначного выбора между парадигмами, то, значит, этот выбор является иррациональным.

Сам Кун, как уже отмечалось выше, категорически не согласен с такими оценками его методологической концепции. Из разъяснений, данных им в этой связи, можно заключить, что Кун не согласен с трактовкой критерия рациональности науки в период революций как однозначного, логически принудительного алгоритма выбора — такого, как он утверждает, нет и не может быть. «Вопрос относительно выбора теории не может быть облечен в форму, которая полностью была бы идентична логическому или математическому доказательству... Нет никакого нейтрального алгоритма для выбора теории, нет систематической процедуры принятия решения, правильное применение которой привело бы каждого индивидуума данной группы к одному и тому же решению»⁴.

1 Кун Т. Структура научных революций. С. 126.

2 Там же. С. 199.

3 Там же. С. 201.

4 Там же. С. 250—251.

Судя по всему, Кун трактует критерий «революционной» рациональности как наличие оснований для выбора. Сам факт этого наличия, однако, вовсе не предопределяет результаты выбора, поскольку эти основания функционируют, по мысли Куна, не столько как посылки в логических рассуждениях, сколько как ценности, которые могут применяться по-разному и не обеспечивают поэтому однозначных правил выбора¹.

В качестве такого рода оснований Кун рассматривает методологические критерии: точность, простоту, плодотворность и т. п.², которые ученые могут оценивать и применять в практике своей работы. Но при этом оказывается, что ни один из этих критериев не имеет четко определенного содержания, одинакового для всех ученых. Это и является причиной «неалгоритмичности» в выборе между теориями. Каждый из актов выбора, реально имевших место в истории науки, таким образом, оставаясь рациональным, носит индивидуальный характер.

Благодаря тесной связи понятия парадигмы с понятием научного сообщества Кун рассматривает в одном контексте как надиндивидуальные характеристики научной деятельности, так и акты индивидуального выбора, совершаемые учеными. Эта же особенность методологии Куна позволяет ему рассматривать в том же едином контексте и ценности, которыми руководствуются ученые, выбирая между различными логическими возможностями, открываемыми конкурирующими между собой парадигмами. Таким образом, в рамках куновской методологии традиционное для западных ученых подразделение истории науки на «внутреннюю» и «внешнюю» имеет другой смысл, чем в методологии исследовательских программ другого видного представителя постпозитивизма И. Лакатоса.

Для Лакатоса любая методология историко-научного исследования является средством рациональной реконструкции реальной истории науки, превращения ее во «внутреннюю». «Каждая рациональная реконструкция, — пишет он, — дает некоторую характерную модель рационального роста научного знания. Но все эти нормативные реконструкции могут

1 *Kuhn T. Reflections on my critics.* P. 262.

2 *Ibid.* P. 261.

нуждаться в дополнительных эмпирических внешних теориях, чтобы объяснить оставшиеся нерациональные факторы. История науки всегда богаче, чем ее рациональная реконструкция. Но рациональная реконструкция, или внутренняя история, всегда первична, а внешняя история только вторична, поскольку именно внутренняя история определяет наиболее важные проблемы внешней истории. Внешняя история либо дает нерациональное объяснение темпа, географического распределения и отбора исторических событий, которые уже интерпретированы в рамках внутренней истории, либо — в тех случаях, когда история отлична от ее рациональной реконструкции — она дает эмпирическое объяснение причин такого отличия. Но рациональный аспект роста науки полностью объясняется только некоторой логикой научного открытия»¹.

Из этих слов явствует, что критерием рациональности того или иного фрагмента реальной истории науки для Лакатоса является возможность его включения во «внутреннюю» историю науки, «высвеченную» из реальной посредством рациональной реконструкции. Теоретическая модель науки, представляющая собой ее рациональную реконструкцию, одновременно функционирует в качестве теории научной рациональности. Дихотомия «рациональное—нерациональное» в истории науки, таким образом, совпадает у Лакатоса с дихотомией «внутреннее—внешнее».

Лакатос вполне осознает, что «никакая рациональная реконструкция никогда не может соответствовать подлинной истории»², и присоединяется к позиции Поппера, согласно которой научная теоретическая история науки, которая давала бы исчерпывающее объяснение механизмов роста знания, невозможна³. Но тем не менее он рассматривает свою методологию научно-исследовательских программ как «прогрессивный сдвиг» проблемы научной рациональности, утверждая, что эта методология «позволяет интерпретировать большую часть реальной истории как рациональную по сравнению с методологиями Поппера, Куна и других исследователей»⁴.

В отношении выбора между конкурирующими исследова-

1 *Lakatos I. History of science and its rational reconstructions // Boston studies... Vol. 8. P. 105—106.*

2 *Ibid. P. 116.*

3 *Lakatos I. Replies to critics // Boston studies... Vol. 8. P. 179.*

4 *Lakatos I. History of science... P. 118.*

тельскими программами Лакатос занимает позицию, которая весьма похожа на позицию Куна, несмотря на то, что сам Лакатос весьма критически относится к Куну, считая его иррационалистом. Так же, как и Кун, Лакатос отказывается давать методологические предписания для выбора между конкурирующими исследовательскими программами — даже в том случае, когда одна из них явно обнаружила свою прогрессивность, а другая — регрессивность. Все, на что он претендует — это оценка программ в соответствующем духе, но отнюдь не совет в их выборе¹. Выбор должны осуществлять сами ученые. Придерживаться вырождающейся исследовательской программы в надежде на то, что со временем она приведет к прогрессивному сдвигу проблемы, для Лакатоса так же рационально, как и развивать прогрессивную программу, не обращая внимания на океан аномалий. В конечном счете критерием оценки поведения ученых как рационального или нерационального является, по мнению Лакатоса, «кодекс научной честности», в котором немаловажную роль играют как скромность, так и упрямство². «Механической», безличной рациональности в проблеме выбора для Лакатоса существовать не может.

В отношении же природы «онтологического статуса» рациональности позиции Лакатоса и Куна диаметрально противоположны. Если для Куна рациональность науки существует «в себе», и теории рациональности должны стремиться в идеале представить все события ее истории как рациональные, то для Лакатоса рациональность конституируется исключительно ее теориями. Пытаться понять все в науке как рациональное, т. е. сделать историю науки целиком «внутренней», для него является в принципе невозможным. Сама же реальная история науки, взятая безотносительно к ее теоретической модели (история науки «в себе»), ни рациональна, ни нерациональна — она просто «имеет место».

Подводя итоги нашего весьма неполного обзора трактовки научной рациональности в западной методологической литературе, за пределами которого остались взгляды С. Тулмина, П. Фейерабенда и целого ряда других исследователей, а также интересные критические замечания в адрес предлага-

1 *Lakatos I. Replies to critics.* P. 178.

2 *Lakatos I. History of science...* P. 101.

емых теорий рациональности, приходится еще раз повторить, что достаточно общепринятой и удовлетворительной хотя бы в этом смысле концепции научной рациональности и ее критериев все еще не существует.

Можно полностью согласиться с констатацией положения дел в этой области, данной С. Тулмином, который пишет: «Рациональность науки — очень сложное явление. Это — не просто внутреннее свойство пропозициональных систем, подлежащее ведению формальной логики. Рациональность подразумевает скорее некое взаимодействие между учеными и их идеями, их институтами и историческими ситуациями, с которыми им приходится иметь дело. Любое описание, которое мы даем научной рациональности, должно быть достаточно богатым и сложным, чтобы учесть надлежащим образом все эти различные аспекты. Конечно, мы еще не достигли той стадии, на которой мы можем дать такое описание. Но для нас тем не менее важно знать, на что мы имеем право надеяться и чего требовать, пока мы позволяем себе удовлетворяться чем-нибудь второсортным»¹.

Программа построения теории научной рациональности как согласованности элементов содержания системы знания

Если ограничиться внутренними аспектами научной деятельности, т. е. теми, в которых знание, вырабатываемое наукой, продолжает затем использоваться в ней же, то сразу же можно заметить, что, во-первых, как мы уже говорили, цели научного познания во многом будут определяться характеристиками идеала научного знания, воплощенными в требованиях, предъявляемых к его теоретической модели. Во-вторых, от этих же характеристик будут зависеть и возможности дальнейшего использования знания внутри науки.

Поэтому проблематику, связанную с понятием научной рациональности, можно сосредоточить вокруг исследования теоретической модели структуры идеала научного знания. Рациональность, понимаемая как целесообразность научной деятельности, будет тогда характеристикой, во-первых, самого идеала научного знания, с которым как с целью сообразу-

1 *Toulmin S. Scientific strategies and historical change // Boston studies... Vol. 11. Dordrecht, 1974. P. 414.*

ется эта деятельность. Во-вторых, рациональность будет характеризовать и саму деятельность в плане ее «сообразования» с принятым идеалом.

Такое понимание рациональности является достаточно общим и распространенным. Его недостаток состоит в том, что пока абсолютно не ясно, какова должна быть идеальная структура научного знания, чего именно (и как именно) должна стремиться достигнуть научная деятельность.

Следующий, тоже достаточно общий шаг в конкретизации характеристик идеала строения научного знания, состоит в утверждении, что отдельные элементы знания должны быть согласованы — интегрированы в единую целостную систему. Таким образом, рациональность науки будет заключаться в согласованности отдельных элементов знания. Именно согласованность будет выступать в качестве основной характеристики идеала организации знания, к которой как к цели должна стремиться деятельность по его получению.

Только что сказанное, несомненно, требует дальнейшего уточнения. Прежде всего для конструктивного применения тезиса «рациональность = согласованность» необходимо явным образом задать конкретный вид элементов знания, подлежащих согласованию. Во-вторых, нужно иметь достаточно четкие представления о механизмах согласования отдельных элементов знания в целостную систему. И, наконец, в-третьих, надо обладать критериями согласованности, которые позволяли бы удостовериться действительное наличие согласованности в системе знания. Эти критерии и будут являться критериями научной рациональности.

Долгое время практически единственным стандартом рациональной организованности знания была аксиоматическая модель его строения (включая гипотетико-дедуктивный вариант этой модели). Благодаря своей простоте и прозрачности она и по сей день пользуется большой популярностью, что обуславливает широко распространенное отождествление рациональности с логичностью, выводимостью.

Действительно, применение аксиоматической модели как идеала строения научного знания основано на простой и ясной «логической онтологии». Элементами знания, подлежащими согласованию, являются в этой модели высказывания. Среди всего множества высказываний, моделирующих отдельные научные знания, выделяется подмножество базис-

ных высказываний — аксиом. Остальные высказывания, не являющиеся аксиомами (теоремы), подлежат согласованию с ними. Механизм такого согласования задается правилами вывода — если высказывание-теорема выводится из аксиом по принятым правилам, то оно считается согласованным с ними. В рамках аксиоматической модели четко заданы и критерии согласованности получающейся таким образом системы высказываний. Ими являются известные требования независимости аксиом, непротиворечивости и полноты. Однако эта модель эффективно применима в качестве стандарта научной рациональности только для математики и чистой логики. Эмпирические науки явно не согласуются с ее требованиями.

В модели рациональности, предлагаемой Б. С. Грязновым¹, знание имеет двухуровневую структуру, состоя из языка (под которым, как следует из контекста, имеется в виду математический формализм) и интерпретации, придающей содержательный смысл формализму. Рационально организованной системой знания в этой модели считается система, в которой достигается согласованность языка и интерпретации, причем Б. С. Грязнов указывает на различные пути восстановления этой согласованности в случае ее нарушения. В роли критериев рациональности у него выступают требования однородности, замкнутости и причинно-следственного характера связей элементов интерпретации. Модель Б. С. Грязнова является более богатой по своим внутренним возможностям по сравнению с аксиоматической, но (в силу принятого в ней принципа однородности) представляется все-таки слишком абстрактной хотя бы потому, что не позволяет провести различия между эмпирической и семантической интерпретациями формализма. Кроме того, она не может описать связи между элементами содержания, не носящие причинно-следственного характера, которые, например, имеются в квантовой механике (редукция волнового пакета).

Поэтому желательно построить такую модель структуры научного знания, которая позволила бы отобразить более полно его содержательную сторону, так как главные трудности в процессе построения новой теории возникают именно при попытках согласовать элементы знания, обладающие

1 Грязнов Б. С. Логика и рациональность // Методологические проблемы историко-научных исследований. М., 1982. С. 92—101.

разнородным содержанием. Ниже будет сделана попытка очертить общие контуры такой модели¹.

Исходным пунктом подхода к построению модели научного знания будет выделение возможных типов элементов его содержания — объектов отнесения знания (того, о чем знание). В качестве таких типов предлагается взять наблюдаемые объекты, ненаблюдаемые объекты и математические объекты.

Наблюдаемые объекты составляют такой тип объектов отнесения знания, которым можно дать остенсивное определение — попросту говоря, «указать на них пальцем». При этом нужно иметь в виду, что наблюдаемость понимается не только в смысле непосредственной наблюдаемости с помощью органов чувств, но и в смысле наблюдаемости с помощью разнообразных «насадок» на эти органы — приборов типа микроскопа, телескопа и т. п. Наблюдаемые объекты предполагаются реально существующими в действительности.

Ненаблюдаемые объекты также считаются реально существующими, однако им нельзя дать остенсивного определения, поскольку они не доступны ни прямому, ни опосредованному приборами чувственному восприятию. Они представляют собой ненаблюдаемую сущность, проявляющуюся в мире наблюдаемых объектов, события в котором объясняются путем апелляции к процессам, происходящим в мире ненаблюдаемого.

Математические объекты также являются ненаблюдаемыми. Но им в отличие от собственно ненаблюдаемых объектов не приписывается статус объективной реальности. Они представляют собой чисто идеальные образования.

В своей совокупности наблюдаемые, ненаблюдаемые и математические объекты выступают в роли элементов содержания знания, подлежащих согласованию — в роли объектов согласования.

Согласование элементов содержания знания в целостную систему достигается с помощью установления связей между элементами одинакового типа (причинно-следственных, генетических, связей математического вывода и т. п.), а также интерпретативных связей между элементами, принадлежащими к различному типу. Так, математические объекты могут

¹ Подробнее см.: *Алексеев И. С.* Возможная модель структуры физического знания // Проблемы истории и методологии научного познания. М., 1974. С. 207—214. См. также настоящий сборник, с. 49—57.

быть проинтерпретированы с помощью наблюдаемых объектов — это будет представлять собой их эмпирическую интерпретацию, после осуществления которой некоторые математические объекты начинают функционировать как обозначающие собой наблюдаемые объекты, их свойства, отношения и взаимодействия. Например, геометрическая линия будет изображать путь, пройденный телом, точка — планету и т. п. В том случае, если математические объекты интерпретируются с помощью ненаблюдаемых объектов, мы имеем дело с интерпретацией, обычно называемой семантической — когда, скажем, точка изображает элементарную частицу, а индексы, маркирующие неприводимые представления группы симметрии, — как соответствующие свойствам элементарных частиц.

Интерпретация наблюдаемых объектов с помощью ненаблюдаемых приводит к тому, что наблюдаемые объекты начинают обозначать события, происходящие с ненаблюдаемыми объектами. Так, например, туманная полоска в камере Вильсона интерпретируется как след электрона, возникший в результате конденсации мельчайших капелек воды на атомах, ионизированных пролетающим электроном. Этот вид интерпретации может быть назван объяснительным. В отличие от семантической и эмпирической интерпретации, объектами которой являются математические объекты, объяснительная интерпретация имеет в качестве своего объекта наблюдаемые объекты.

Как правило, интерпретация математических объектов как наблюдаемых и ненаблюдаемых осуществляется с помощью специфических объектов-посредников — моделей, представляющих собой идеализированные (абстрактные) объекты, или, как их часто называют, конструкторы. Традиционными примерами такого рода объектов-посредников являются материальная точка, идеальный газ, абсолютно черное тело. Введение идеализированных объектов-посредников позволяет выделить из всего набора свойств, которыми обладают реально существующие наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты, существенные свойства, необходимые для решения конкретных задач, а также приписать им точную количественную определенность, нужную для выполнения математических расчетов. Кроме того, с такого рода моделями-посредниками можно оперировать мысленно, без обращения к реальному

совершению экспериментов или наблюдению процессов, протекающих в действительности.

Математические объекты, а также модели, через посредство которых осуществляется их интерпретация на наблюдаемые объекты и связи между ними, образуют теоретическую часть системы содержания знания. Наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты и интерпретативная объяснительная связь между ними (которая онтологизируется и трактуется как реальная связь между различными структурными уровнями действительности) составляют внетеоретические объекты отношения знания. Внетеоретическая связь между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами отображается внутри теории связью между соответствующими моделями-посредниками.

Трехкомпонентная модель строения научного знания во всей своей полноте применима, конечно, не к любым реальным системам знания, входящим в современную науку. С ее помощью можно описать строение какой-либо из отраслей физики, но, скажем, для эволюционной теории Дарвина эта модель будет явно избыточной, поскольку содержание дарвиновской теории не включает математических объектов. В подобных случаях приходится прибегать к «усеченным» моделям, которые будут соответствовать теориям, менее богатым по типу элементов содержания. Так, для описания феноменологических математизированных теорий достаточно будет ограничиться наблюдаемыми и математическими объектами, для объяснительных нематематизированных теорий — наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами. Чистая математика описывается с помощью одних только математических объектов.

Представления о типах элементов содержания знания и связях между его элементами различных типов можно рассматривать в качестве нормативных — они обязательно должны употребляться при методологическом моделировании фрагментов реального научного знания. С точки зрения проблематики рациональности как согласованности, это означает нормативный характер объектов согласования и его механизмов.

Теперь остается обсудить вопрос о критериях согласованности. Сразу же заметим, что деятельность по согласованию является многоуровневой. Самым нижним и, пожалуй, основным уровнем согласования будет, с одной стороны, согласо-

вание элементов содержания знания (объектов отнесения знания разного типа) в систему теории, а с другой — согласование системы теории с соответствующими ей эмпирическими знаниями о реальной действительности — согласование теории с экспериментом.

Эти два вида согласования на уровне отдельной теории подчиняются различным требованиям, выступающим как критерии согласованности (рациональности). Внутритеоретическое согласование математических объектов с моделями, теоретически репрезентирующими реальные наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты, должно подчиняться частью общим для всех теорий методологическим принципам (принципам простоты, принципу единства картины реальности и т. п.), частью принципам, которые могут быть специфическими для отдельных теорий (как, например, принцип дополнительности специфичен для квантовой механики). Как правило, такие методологические принципы редко бывают четко отрефлексированы и явно сформулированы, но так или иначе ученые стремятся к построению самосогласованной системы теоретического знания — к тому, что Эйнштейн называл «внутренним совершенством» теории¹. Методологический анализ истории науки должен выявить конкретные требования к характеру согласования элементов содержания знания, которые можно считать критериями рациональности, и зафиксировать их. Согласование теории с экспериментом («внешнее оправдание» теории, по Эйнштейну) в общих чертах можно описать следующим образом. Знания о наблюдаемых и ненаблюдаемых объектах, с одной стороны, вырабатываются внутри теории в виде знаний о соответствующих моделях. Эти знания о моделях затем переносятся на их оригиналы — наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты, которые считаются реально существующими. Кроме этого, знания о тех же объектах получают и в экспериментальной деятельности — в результате реального выполнения экспериментов и наблюдений. В силу «теоретической нагруженности» эксперимента эти знания выражаются в тех же понятиях, что и знания, полученные внутритеоретическим путем. Но конкретное содержание экспериментально полученных знаний может не совпадать с содержанием знаний, выработанных внутри тео-

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М., 1967. С. 266—267.

рии. Критерием рациональности «внешнего оправдания» теории (согласованности теории и эмпирии), таким образом, является совпадение по содержанию знаний об одних и тех же объектах (наблюдаемых и ненаблюдаемых).

Следующим уровнем согласования внутри науки является согласование отдельных теорий между собой. Здесь мы также сталкиваемся с многообразием конкретных способов согласования и снова вынуждены апеллировать к необходимости изучения под этим углом зрения реальной истории науки с помощью очерченной выше методологической модели. Так, например, согласование новой теории со своей предшественницей в области физики регулируется известным принципом соответствия, который, таким образом, оказывается одним из критериев рациональности на интертеоретическом уровне. Другой тип соответствия с гораздо менее ясными критериями мы будем иметь для случаев, когда одна теория обосновывается с помощью другой (как, например, дело обстоит при обосновании статистической физики).

Кроме интертеоретического согласования отдельных теорий, принадлежащих к одной и той же дисциплине (например, к физике, биологии и т. п.), в науке можно вести речь о междисциплинарном согласовании — физики и биологии и т. п. Здесь критерии согласованности становятся еще менее ясными, чем в случае интертеоретического согласования.

Наконец, можно поставить проблему глобального согласования всей науки в целом с остальными подсистемами мира человеческой культуры, т. е. проблему рациональности, внешней по отношению к науке. Здесь мы выходим в область социокультурной согласованности, исследования которой на достаточно конкретном уровне еще только начинаются.

Заканчивая изложение программы построения теории научной рациональности как согласованности элементов (и подсистем) содержания научного знания, мы вынуждены констатировать, что проблема критериев рациональности далека от своего разрешения даже на уровне отдельной научной теории. Представляется, однако, что очерченное выше понимание рациональности позволит разворачивать соответствующие методологические исследования под более или менее конкретным углом зрения, нацеливая на определенный способ моделирования научного знания путем спецификации типов содержания знания и механизма их согласования.

Методологический анализ концепции дополнительности

КОНЦЕПЦИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ, ЕЕ СУЩНОСТЬ И ФИЛОСОФСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ*

На протяжении всей своей истории развитие физической науки было тесно связано с философским осмыслением ее методов и результатов. Современная физика не составляет исключения в этом отношении. Как однажды выразился Эйнштейн, «в наше время физик вынужден заниматься философскими проблемами в гораздо большей степени, чем это приходилось делать физикам предыдущих поколений. К этому физиков вынуждают трудности их собственной науки»¹. Показательно, что каждый сколь-нибудь крупный представитель физической науки XX в. — Планк, Эйнштейн, Бор, Гейзенберг, Паули — немалую часть своих научных трудов посвятил обсуждению философских вопросов, возникающих в связи с пониманием достижений физического познания.

Философские вопросы современной физики привлекают также пристальное внимание профессиональных философов. У марксистско-ленинской философии есть богатая традиция их разработки — достаточно вспомнить о «Диалектике природы» Ф. Энгельса и глубококом философском анализе кризиса в физике на рубеже XIX—XX вв., осуществленном В. И. Лениным в книге «Материализм и эмпириокритицизм».

По мере развития физики и философии на передний край разработки философских проблем физики выдвигаются разные вопросы. Одно время центральное место в них занимали темы, связанные с осмыслением того нового, что принесла теория относительности в трактовку категорий пространства и времени. Затем наиболее актуальными стали проблемы причинности, соотношения динамических и статистических зако-

* Квантовая механика и философские проблемы современной физики. М., 1976. С. 34—53.

¹ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М., 1967. С. 248.

номерностей, возникшие в связи с обсуждением будущих путей развития физики. Эта проблема также была поставлена на обсуждение квантовой механикой.

Процесс создания теоретической схемы современной квантовой механики, начатый в 1925 г. Гейзенбергом и продолженный Шредингером, Борном, Паули и Дираком, получил свое относительное завершение только в 1927 г., когда Гейзенберг выдвинул свой знаменитый принцип неопределенности, а Бор сформулировал концепцию дополнительности. Задав принципы интерпретации квантовой механики, эта концепция вскрыла физический смысл эквивалентности матричной и волновой формулировок квантовой механики, подвела методологическую базу под соотношения неопределенностей и разрешила проблему двойственной корпускулярно-волновой природы элементарных составных частей света и вещества.

За истекшие пятьдесят лет квантовая механика заняла прочное место в физике, найдя применение не только в науке, но и в промышленности. Тем не менее ее методологические основания продолжают окутываться дымкой неясности, и по их поводу все еще кипят философские споры. Как это ни парадоксально, ясность отсутствует и по поводу самого содержания концепции дополнительности — методологического фундамента квантовой механики. Нередко дополнительность отождествляют с корпускулярно-волновым дуализмом или с принципом неопределенности. Во многом это объясняется спецификой того стиля, которым Бор разъяснял ее сущность. Так, Эйнштейн признавался, что, несмотря на все свои усилия, он так и не смог получить ее точную формулировку. Де Бройль, называя Бора «Рембрандтом современной физики», также отмечал, что для соображений в защиту концепции дополнительности характерна «светотень»¹, благодаря которой они не всем могут показаться вполне убедительными.

Существует, однако, гораздо более глубокая причина, препятствующая адекватному пониманию сущности концепции дополнительности. Она связана с пересмотром стиля физической картины реальности и имеет, таким образом, не столько частнометодологическое, сколько философское звучание,

1 де Бройль Л. Останется ли квантовая механика индетерминистической? // Вопросы причинности в квантовой механике. М., 1955. С. 25.

требуя серьезного философского осмысления. Об этом и пойдет речь ниже.

Уже в своей первой работе 1913 г. — в статье «О строении атомов и молекул»¹ — Бор особо подчеркивал разрыв квантовых представлений о строении и излучении атомов с кругом идей классической физики, согласно которым все физические процессы были непрерывными. Пространственно-временное протекание актов взаимодействия вещества и излучения, само будучи непрерывным, предполагало также непрерывный обмен энергией и импульсом между веществом и излучением. В противовес этому, казавшемуся естественным и неизбежным предположению, квантовая теория выдвинула представление о дискретном характере процессов обмена, что повлекло за собой отказ от пространственно-временной непрерывности процессов испускания и поглощения излучения атомными системами. Переход между стационарными состояниями атомов, который, согласно второму постулату Бора, был ответственным за эти процессы, не имел пространственно-временного механизма, представляя собой «квантовый скачок».

Тем не менее классические представления, хотя и в ограниченной степени, все еще продолжали использоваться в квантовой теории атома. Осознавая всю глубину противоречий между классической непрерывностью и квантовой дискретностью, Бор относился к ним подлинно диалектически, видя в них стимул для дальнейшего развития квантовой физики. Заканчивая свой доклад в Физическом обществе Копенгагена 20 декабря 1913 г., он говорил: «Я хотел бы выразить надежду, что я выражался достаточно ясно, и вы поняли то резкое противоречие между изложенными соображениями и поразительно гармоничным кругом представлений, которые называют классической электродинамикой. В то же время я стремился пробудить в вас надежду, что, быть может, именно подчеркивание указанного противоречия приведет со временем к определенной связи и в новых представлениях».

Одним из конкретных проявлений общего противоречия между непрерывным и дискретным был корпускулярно-волновой дуализм, первоначально затрагивавший лишь представления о пространственной структуре свободного излучения. Способность света к интерференции и дифракции, казалось, од-

¹ Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. М., 1970. С. 84—148.

нозначно свидетельствовала в пользу волновой природы излучения, т. е. в пользу непрерывности процесса его распространения в пространстве. С другой стороны, введенное Эйнштейном представление о световых квантах предполагало корпускулярный характер света и хорошо объясняло явления фотоэффекта, люминесценции и др., не поддававшиеся пониманию с позиций классической волновой теории. В 1924 г. де Бройль обобщил корпускулярно-волновой дуализм и на элементарные частицы вещества, что вскоре было подтверждено опытами по дифракции электронов.

Бор очень долго не соглашался признать эйнштейновские световые кванты. Для него было вполне достаточно планковских квантов энергии, относившихся к взаимодействию излучения с атомами и связанных с представлениями о дискретных порциях энергии, непрерывно распределенной в некоторой конечной области пространства. Сначала, не полемизируя явно с эйнштейновской концепцией, Бор неявно возражал ей тем, что, говоря о квантах излучения в связи со своим «условием частот», всегда ссылаясь на Планка, но никогда — на Эйнштейна, очень редкие ссылки на которого ни в одном случае не имеют целью указать на следование его представлению о пространственно дискретных квантах света. В 20-е гг. негативное отношение Бора к эйнштейновским световым квантам стало гораздо более определенным. В большой статье «О применении квантовой теории к строению атома»¹, опубликованной в 1923 г., Бор посвятил обсуждению гипотезы световых квантов специальный параграф. Он недвусмысленно отметил, что, несмотря на «большое значение для понимания некоторых классов явлений... обсуждаемая гипотеза не может все же рассматриваться как удовлетворительное решение... Во всяком случае, можно утверждать, что лежащее в основе гипотезы световых квантов положение принципиально исключает возможность осмысления понятия частоты, играющей главную роль в этой теории»². Это происходило потому, что понятие частоты приобретало свой смысл только в рамках волновой теории, очевидным образом противоречившей предположению о квантах-корпускулах.

Однако в этой же статье можно впервые встретить форму-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 482—525.

2 Там же. С. 518.

лировку подхода, который впоследствии получил обоснование в концепции дополнительности. Бор писал: «Напротив, способ объяснения, при котором гипотеза (световых квантов. — И. А.) передает лишь некоторые стороны явлений, пригоден для обоснования воззрения, рассматриваемого с различных сторон; в противоположность принятому в классической физике описанию явлений природы... полное пространственно-временное описание процессов в атомах не может быть произведено с помощью понятий, заимствованных из классической электродинамики»¹. Этот подход, при котором одни стороны явлений объясняются с помощью одной модели, а другие — другой, расценивался Бором как временный и неполноценный. Его занимал вопрос «о возможности создания единой картины процессов»², для него не было сомнений в том, что в будущем надо искать «полное обобщенное описание процессов»³ в единой модели. Признавая черты дискретности в квантовых процессах, Бор категорически отказывался связывать их со световыми квантами. Он готов был изгнать их из теоретической картины процессов даже ценой отказа от законов сохранения энергии и импульса в индивидуальных актах взаимодействия излучения с атомами и придания им статистического характера. Такого рода попытка была им осуществлена в 1924 г. в статье «Квантовая теория излучения», написанной в содружестве с Крамерсом и Слетером⁴. Однако уже в 1925 г. прямые эксперименты Боте и Гейгера опровергли предложения Бора, обнаружив однозначную связь энергии и импульса в начале и конце элементарных процессов. В итоге Бор счел необходимым «без сожаления оставить принятый в работе путь»⁵ и согласиться, что «эта связь в соответствии с квантовой теорией света навязывает нам корпускулярную картину распространения света»⁶. Это было его первым признанием световых квантов и тем самым корпускулярно-волнового дуализма пространственной структуры излучения как конкретного воплощения общего противоречия дискретного и непрерывного.

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 518.

2 Там же. С. 517.

3 Там же. С. 519.

4 Там же. С. 526—541.

5 Там же. С. 561.

6 Там же. С. 560.

Другая линия развития взглядов Бора, приведшая к концепции дополнительности, прослеживается в его понимании соотношения классических и квантовых понятий, взятого в общем плане, а не только в аспекте «непрерывность—дискретность». Подчеркивая противоречие между ними и констатируя фундаментальные трудности, возникающие в связи с радикальным отказом от обычных представлений механики и электродинамики, Бор еще в 1918 г. высказывал сожаление по поводу того, что «до сих пор не удалось заменить эти представления другими, образующими такую же последовательную и развитую систему»¹. Постепенно, однако, методологическая ориентация на замену классических понятий квантовыми сменяется у Бора ориентацией на согласование классических и квантовых представлений, благодаря чему квантовая теория оказывается «рациональным обобщением» классической физики. Решающую роль в этом сыграли формулирование и успешная работа с принципом соответствия, в котором, как впоследствии вспоминал Бор, выражена попытка сохранения классического описания до предельной степени, совместимой с индивидуальностью атомных процессов. В 1922 г. Бор впервые формулирует программное требование, которое затем станет одной из важных компонент концепции дополнительности: «Любое описание природы должно быть основано на использовании представлений, введенных и определенных классической теорией. В связи с этим встает вопрос о возможности представления квантовой теории в такой форме, чтобы это использование классических представлений оказалось свободным от противоречий»².

Таким образом, продолжая противопоставлять их друг другу, Бор постепенно пришел к выработке методологической стратегии, требующей сочетания в будущей квантовой теории как собственно квантовых, так и классических представлений. Принцип соответствия и концепция дополнительности были последовательными этапами разрешения противоречия, зафиксированного в приведенных выше словах, сказанных Бором в 1913 г.

По свидетельству Гейзенберга, основы идеи дополнитель-

1 *Bohr N.* On the quantum theory of line spectra // Sources of quantum mechanics. N. Y., 1968. P. 96.

2 *Бор Н.* Избранные научные труды. Т. 1. С. 482.

ности выкристаллизовались у Бора в начале 1927 г. во время отдыха в Норвегии, следовавшего за несколькими месяцами изнурительных копенгагенских дискуссий¹. Первым публичным изложением концепции дополнительности была лекция, прочитанная Бором 16 сентября 1927 г. на Международном физическом конгрессе, посвященном памяти Вольты в итальянском городе Комо. Ее переработанное содержание было опубликовано в 1928 г. в журнале *«Nature»* под названием «Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории»².

Разъяснение концепции дополнительности Бор начинает с указания на своеобразную противоречивую ситуацию, которая сложилась в связи с проблемой интерпретации квантовой механики и была очерчена нами выше. С одной стороны, констатирует Бор, «квантовая теория характеризуется признанием принципиальной ограниченности классических физических представлений в применении к атомным явлениям»³. Это обстоятельство, казалось бы, должно было породить стремление избавиться от классических образов и понятий и сформулировать новые, специфически квантовые представления, свободные от указанной ограниченности. Однако у Бора, с другой стороны, не вызывало никаких сомнений то, что «интерпретация эмпирического материала в существенном поκειται именно на применении классических понятий»⁴.

Таким образом, классические понятия, по мысли Бора, были необходимы и в квантовой механике. Совершенно отказаться от них было нельзя. Но применяться они могли не во всей своей полноте — использование классических представлений нужно было ограничить. Концепция дополнительности представляла собой с этой точки зрения четко определенный способ такого ограничения, заключающийся в расщеплении характерного для классической физики единого пространственно-временного и в то же время причинного (основанного на понятиях энергии и импульса) способа описания явлений. «В соответствии с самой природой квантовой теории мы должны считать пространственно-временное представление и требование причинности, соединение которых характе-

1 Гейзенберг В. Развитие интерпретации квантовой теории // Нильс Бор и развитие физики. М., 1958. С. 26.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 30—53.

3 Там же. С. 30.

4 Там же.

ризует классические теории, как дополнительные, но исключаяющие одна другую черты описания содержания опыта»¹ — в таком контексте у Бора впервые появляется термин «дополнительный».

Приведенной формулировке методологического содержания концепции дополнительности в тексте статьи предшествует обоснование необходимости расщепления единого классического описания на два дополняющих и исключаяющих друг друга. Это обоснование опирается на два исходных пункта: во-первых, на так называемый «квантовый постулат» и, во-вторых, на подчинение квантовому постулату процесса наблюдения объектов атомного масштаба.

Согласно квантовому постулату, пишет Бор, «каждому атомному процессу свойственна существенная прерывность или, скорее, индивидуальность, совершенно чуждая классической теории и выраженная планковским квантом действия»². Само по себе это обстоятельство стало уже привычным для физиков, так что Бор как будто не сказал здесь ничего нового. Эффект Комптона, переходы между стационарными состояниями атома уже давно характеризовались чуждой классической теории неделимой целостностью (индивидуальностью). Но все эти индивидуальные процессы не имели отношения к наблюдению и трактовались исключительно как происходящие «сами по себе» в природе как таковой.

Решающей и новой особенностью применения Бором квантового постулата было распространение его на процессы наблюдения атомных процессов. Это было стимулировано работой Гейзенберга по установлению соотношений неопределенностей. По словам Бора, суть гейзенберговского подхода состояла «в неизбежности квантового постулата при оценке возможностей измерения»³. Благодаря применению этого постулата к процессам наблюдения (измерения) последние также зачислялись в разряд атомных процессов и становились элементами физической реальности, подлежащими отображению в теоретической схеме.

Ход мысли, ведущий от квантового постулата к дополнительности, у Бора таков. Обычное (классическое) описание

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 31.

2 Там же. С. 30.

3 Там же. С. 37.

природы «покоится всецело на предпосылке, что рассматриваемое явление можно наблюдать, не оказывая на него заметного влияния»¹. Иное положение дел в квантовой области, где «согласно квантовому постулату, всякое наблюдение атомных явлений включает такое взаимодействие последних со средствами наблюдения, которым нельзя пренебречь»². Это взаимодействие представляет собой неделимый, индивидуальный процесс, целостность которого воплощается в планковском кванте действия. А поскольку взаимодействие наблюдаемых микрообъектов и средств наблюдения имеет целостный характер, то, согласно логике Бора, «невозможно приписать самостоятельную реальность в обычном физическом смысле ни явлению, ни средствам наблюдения»³.

Естественно, что такая ситуация влечет за собой далеко идущие следствия. С одной стороны, определение состояния наблюдаемой физической системы в обычном понимании (т. е. ее состояние «самой по себе») требует исключения всяких внешних воздействий, в том числе и воздействий, обусловленных наблюдением. «В таком случае, — указывает Бор, — согласно квантовому постулату, всякое наблюдение будет невозможным, и прежде всего понятия пространства и времени теряют свой непосредственный смысл»⁴. С другой стороны, если допустить некоторые взаимодействия системы с не принадлежащими ей средствами наблюдения, «то однозначное определение состояния системы, естественно, становится уже невозможным, и не может быть речи о причинности в обычном смысле»⁵. Это происходит потому, что средства наблюдения и наблюдаемая система образуют индивидуальную целостность, так что распределение энергии и импульса (сохранение которых применительно к системе обеспечивало возможность ее причинного описания) между ними становится неопределенным.

Отсюда и проистекает дополнительный характер квантовомеханического способа описания атомных систем. При их изоляции, фиксирующей определенные состояния, в которых сохраняются энергия и импульс, эволюция системы может

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 31.

2 Там же.

3 Там же.

4 Там же.

5 Там же.

быть описана причинным образом, но зато теряется возможность построения пространственно-временной модели этого процесса. Ликвидация изоляции путем наблюдения устраняет и возможность применения законов сохранения, открывая простор для построения пространственно-временной модели. Дополнительные черты, таким образом, «символизируют идеализацию возможностей наблюдения и, соответственно, определения»¹ характеристик атомных систем.

Итак, классические понятия пространственных координат и времени, с помощью которых строится пространственно-временная кинематическая картина процессов, и энергии и импульса, обеспечивающие построение причинной динамической картины процессов, остаются как таковые применимыми и в квантовой области. Меняется только способ их сочетания: в строгом точном смысле они не могут применяться совместно. Поэтому дополнительный способ описания можно назвать неклассическим употреблением классических понятий.

Трактовка наблюдения как взаимодействия наблюдаемого объекта и средств наблюдения, как нетрудно видеть, все-таки предполагает, что объект и средства наблюдения отличны друг от друга. Более того, знание, полученное в результате наблюдения, в конечном счете всегда относится именно к наблюдаемому объекту. Правда, что считать наблюдаемым объектом, зависит от конкретных обстоятельств. Бор любил иллюстрировать это на простом житейском примере с тростью: если человек использует ее для ориентировки в темноте и держит крепко, то она выполняет функцию инструмента наблюдения — при ударе о различные предметы будет казаться, что чувство осязания находится в конце трости, а не в руке, которая ее держит. Если же трость просто держать свободно, то она будет восприниматься как объект наблюдения — чувство осязания сосредоточится в держащей ее руке².

Необходимость отнесения результата наблюдения к наблюдаемому объекту, очевидно, всегда предполагает подразделение процесса наблюдения. В то же время квантовый пос-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 31.

2 Там же. С. 60; Дирак П. Многогранность личности Нильса Бора // Нильс Бор. Жизнь и творчество. М., 1967. С. 21; Клейн О. Портрет Нильса Бора — ученого и мыслителя // Там же. С. 287.

тулат требует рассматривать процесс наблюдения как целостный и неделимый. Отсюда, по Бору, и вытекает необходимость дополнительного характера описания атомных явлений, «который выступает как неизбежное следствие противоречия между квантовым постулатом и разграничением объекта и средств наблюдения, свойственным самой идее наблюдения»¹.

Дополнительный способ разрешения указанного противоречия имеет экспериментальное обоснование. Исключающие друг друга и поэтому кажущиеся противоречивыми дополнительные характеристики объекта наблюдения всегда получаются с помощью применения исключающих друг друга средств наблюдения (приборов), т. е. в разных актах наблюдения. Как разъяснял Бор, «каждое измерение, преследующее цель, упорядочить элементарные частицы в пространстве и времени, приводит к отказу от познания обмена энергией и импульсом между частицами и масштабами и часами, использованными в качестве системы отсчета. Подобным же образом любое определение энергии и импульса частиц приводит к отказу от прослеживания их в пространстве и времени»².

Итак, при интерпретации результатов наблюдения согласно концепции дополнительности имеет место следующая ситуация. Несмотря на то, что каждый процесс наблюдения имеет целостный, индивидуальный характер, окончательный его результат всегда интерпретируется как некоторая характеристика объекта наблюдения. Роль средств наблюдения, характеристики которых явным образом не входят в результат наблюдения, сводится при этом к тому, что разные средства, будучи примененными к одному и тому же объекту, дадут в итоге разные характеристики этого объекта, разные его модели.

Поэтому можно сказать, что характеристики средств наблюдения все же входят в итоговое знание об объекте, но не в форме знаний о свойствах этих средств, а в виде специфики знания о свойствах объекта. Иными словами, специфика средств наблюдения воплощается в специфике знаний об объекте наблюдения, опредмечиваясь в специфике тех свойств, которые приписываются объекту.

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 40.

2 Там же. С. 68.

В результате оказывается, что, говоря словами Бора, «ни один результат опыта, касающегося явления, в принципе лежащего вне области классической физики, не может быть истолкован как дающий информацию о независимых свойствах объектов (свойствах объектов самих по себе)»¹. Это влечет за собой «радикальный пересмотр наших взглядов на проблему физической реальности»². Если в классической физике элементами реальности были объекты (вещи), то в квантовой механике в роли элементов физической реальности выступают акты взаимодействия объекта с прибором, т. е. процессы наблюдения. Именно их целостность символизируется неделимостью кванта действия, именно она приводит к необходимости дополнительных картин объекта «как такового», которые, будучи неявно зависимыми от средств наблюдения, играют роль «объективных аналогов» соответствующих актов наблюдения и не могут быть квалифицированы как картины «объекта самого по себе».

Новая трактовка физической реальности была сформулирована Бором уже в статье «Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории». Но в ней Бор «по инерции» все еще продолжал говорить о средствах наблюдения как о внешних по отношению к изучаемым явлениям. Такая терминология давала возможность рассматривать процесс наблюдения как возмущение исследуемых явлений, как вмешательство в их ход благодаря воздействию на них средств наблюдения. Поэтому можно было предполагать, что объекты все же обладают самостоятельной реальностью, имея собственные, не зависящие от приборов характеристики, и лишь несовершенство средств наблюдения препятствует получению знаний о них как о «самих по себе». Это было возможным, поскольку Бор сначала отождествлял явление и исследуемый объект, помещая средства наблюдения вне его, а под измерением понимал процесс взаимодействия явлений с находящимися вне их приборами.

С 1935 г. Бор проводит различие между объектами и средствами наблюдения уже внутри явления. Сначала это явно им не оговаривается и выражается нечетко. Лишь в 1946 г. Бор достигает надлежащей терминологической точности, недву-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 283.

2 Там же. С. 182.

смысленно указывая, что «под словом “явление” следует просто понимать полное описание как экспериментального устройства, так и наблюдаемых результатов»¹. К этому же времени относится и уточнение позиции Бора в отношении влияния измерения на исследуемые процессы. Если раньше он говорил о вмешательстве наблюдения в ход процесса, отождествляемого с явлением, то теперь он отмечает, что «вследствие использования выражений типа “возмущение явлений посредством их наблюдения” — фразы, одинаково непримимой с любым недвусмысленным значением самих слов “наблюдение” и “явление”»² — возникают недоразумения. Эти выражения создают возможность мыслить элементы квантовомеханической реальности (явления) обладающими понятийной определенностью своего существования вне зависимости от наблюдения.

К 30—40-м гг. относится также обоснование необходимости применения классических понятий в квантовой области, которая прежде просто декларировалась. Первый шаг к этому Бор сделал в 1937 г., указав, что «уже само требование, чтобы обстоятельства опыта и результаты измерения могли быть сообщены кому угодно, означает, что мы можем говорить на языке обычных представлений, основанных на нашем опыте»³. Но к отточенной формулировке он приходит лишь в 1948 г.: «Как бы далеко ни выходили квантовые эффекты за пределы возможностей анализа классической физики, описание экспериментальной установки и регистрация результатов наблюдения всегда должны производиться на обычном языке, дополненном терминологией классической физики. Это есть простое логическое требование, поскольку слово “эксперимент” в сущности может применяться лишь для обозначения такой ситуации, когда мы можем рассказать, что мы сделали и что узнали в итоге»⁴.

После этого концепция дополнительности стала завершенной, и «гармоническое единство квантовых и классических черт теории строения атома»⁵ стало обоснованным. Если излагать взгляды Бора на сущность концепции дополнитель-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 383.

2 Там же.

3 Там же. С. 208.

4 Там же. С. 392—393.

5 Там же. С. 260.

ности не в исторической последовательности, а в логической, то получится следующая картина.

Поскольку результаты наблюдений должны быть однозначно сообщены другим людям и стать достоянием общества, это вынуждает использовать обычный естественный язык, уточненный с помощью понятий классической физики. Исходным в обосновании физической концепции, таким образом, является социальное требование однозначной коммуникации.

Следующий, второй шаг состоит в признании постулата неделимой целостности (индивидуальности) процесса наблюдения, символизируемой квантом действия. Это — типично неклассическое требование, ограничивающее пределы применимости классических понятий, неизбежных в силу требования коммуникативности.

Третий шаг заключается в необходимости гносеологического подразделения процесса наблюдения на наблюдаемый объект и средства наблюдения (приборы). Описание последних также требует классических понятий.

Четвертый, последний шаг — это отнесение информации о целостном акте наблюдения, воплощенной в его результате, к наблюдаемому объекту. При этом классичность описания средств наблюдения и его результата приводит к тому, что наблюдаемый объект также описывается в классических понятиях, соответствующих типу примененного средства наблюдения. Поскольку же использование некоторых типов приборов исключает друг друга, картины объекта, выраженные в соответствующих наборах классических понятий, также исключают друг друга, представляя собой дополнительные картины. Лишь в совокупности они дают исчерпывающую информацию о наблюдаемом объекте. Взаимное ограничение применимости классических понятий находит свое количественное выражение в соотношениях неопределенностей Гейзенберга.

Итак, мы видим, что концепция дополнительности имеет довольно сложную структуру, не сводясь ни к корпускулярно-волновому дуализму, ни к соотношениям неопределенностей.

Концепция дополнительности сама по себе не является философской. Ее содержание относится к уровню специально научной — в данном случае физической — методологии, на котором она регулирует применение классических понятий в

неклассической области. Таким образом, ее нельзя расценивать ни как материалистическую, ни как идеалистическую. Материалистическим или идеалистическим может быть только философское ее истолкование, которое отнюдь не однозначно определяется ее собственным содержанием. За рубежом делались попытки интерпретировать ее в духе позитивизма¹, прагматизма² и даже экзистенциализма³. Безусловно справедливая критика такого рода попыток в нашей философской литературе, к сожалению, иногда сопровождалась приписыванием мировоззренческих грехов самой концепции дополнительности. К настоящему времени у нас прочно утвердилась диалектико-материалистическая интерпретация, различные варианты которой были разработаны в трудах ряда советских философов. Ниже будет изложен вариант истолкования, принадлежащий автору данной статьи.

Исходным пунктом подхода к диалектико-материалистической интерпретации концепции дополнительности в этом варианте является ссылка на одно из фундаментальных отличий диалектического материализма от материализма метафизического. В качестве объективной реальности диалектический материализм рассматривает не только природу, но и человеческую практическую деятельность. На это указывал В. И. Ленин в «Философских тетрадах»: «Две формы объективного процесса: природа... и целеполагающая деятельность человека»⁴. Если учесть это обстоятельство, то изменение стиля физической картины реальности, о котором шла речь выше, можно интерпретировать как учет в этой картине не только природной реальности микрообъектов, но и общественной реальности экспериментальной деятельности, которая является одной из форм практики.

Коль скоро измерения и их результаты также рассматриваются как объективные, отпадают философские основания для обвинений концепции дополнительности в субъективизме, которые выдвигались не только философами, но и выдающимися физиками. Так, Эйнштейн до конца своей жизни был убежден в «неполноценности» квантовой механики, по-

1 *Jordan P. Anschauliche Quantentheorie. B., 1936. S. 302—303.*

2 *Stapp H. The Copenhagen interpretation // Amer. J. Phys. 1972. Vol. 40. № 8.*

3 *Feuer L. Einstein and the generations of science. N. Y., 1974. P. 138—144.*

4 *Ленин В. И. Полное собрание сочинений. 5-е изд. Т. 29. М., 1963. С. 170.*

тому что она ставила определенность существования микро-объектов в зависимость от определенности производимых над ними измерений. Это, по его мнению, свидетельствовало о том, что истолкованная при помощи концепции дополнительности квантовая механика говорит лишь о вероятности экспериментального проявления физической реальности, но не о ней самой. Такой вывод был обусловлен тем, что Эйнштейн категорически не соглашался рассматривать измерения в качестве объективно реальных, ограничивая применимость понятия «реальность» только природой.

Следующий шаг в диалектико-материалистической интерпретации концепции дополнительности является более тонким. Признание двух форм объективной реальности — «вещной», природной и «деятельностной», практической, — еще ничего не говорит о взаимосвязи между ними. Мы имеем в виду здесь взаимосвязь их определенности существования, которая выражается в понятиях. Исследование природы понятий, осуществленное в нашей философской литературе, показало, что все без исключения понятия образуются в практической деятельности. В ней же образуются и понятия, с помощью которых задается конкретная определенность существования объектов-вещей. При этом в разных типах деятельности выявляются разные свойства объектов. Поэтому можно сказать, что в различных контекстах деятельности объекты-вещи обнаруживают различную определенность своего существования — объект существует по-разному в разных деятельности.

Такого рода относительность определенности существования объектов к различным контекстам деятельности ярко и убедительно показана В. И. Лениным на известном примере со стаканом в работе «Еще раз о профсоюзах, о текущем моменте и об ошибках тт. Троцкого и Бухарина». Там же В. И. Ленин указывает, что для того, «чтобы действительно знать предмет, надо охватить, изучить все его стороны, все связи и “опосредствования”»¹. При этом имеются в виду не только связи данного предмета с другими предметами в «природных» рамках, но и его связи в контексте практической деятельности. В идеале, как указывает В. И. Ленин, «вся человеческая практика должна войти в полное “определение”

¹ Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 42. М., 1963. С. 290.

предмета»¹. Если же отдельные типы практической деятельности одновременно не выполнимы и исключают друг друга, то не удивительно, что будут друг друга исключать и те стороны объекта, определенность существования которых выявляется в этих типах деятельности. Так дополнительность получает свое деятельностное обоснование.

Спрашивать же о том, каков микрообъект безотносительно к деятельности, становится так же незаконным, как задавать вопрос о длине стержня безотносительно к системе отсчета. В концепции дополнительности роль системы отсчета играют средства наблюдения — поэтому В. А. Фок очень точно назвал особенность дополнительного способа описания «относительностью к средствам наблюдения»². Уместно также вспомнить в этой связи о втором тезисе Маркса о Фейербахе, в котором подчеркнуто, что «спор о действительности или недействительности мышления, изолированного от практики, есть чисто схоластический вопрос»³. Поэтому вопрос о том, каков микрообъект в изоляции от измерений, также схоластичен.

Разумеется, относительным к контексту деятельности (в частности, к средствам наблюдения) являются лишь характеристики определенности объективного существования микрообъекта, но не само это объективное существование. В концепции дополнительности речь идет не о том, существует ли микрообъект, а о том, как выразить его существование в логике понятий⁴. Относительность определенности существования вовсе не означает, что само существование перестает быть объективным. Просто объективность существования микрообъекта задается в разных понятиях по отношению к разным типам измерительных ситуаций.

Рассмотрим теперь с точки зрения этих общих положений различные компоненты концепции дополнительности.

Требование коммуницируемости результатов измерений и связанная с ним необходимость использования обычного языка, уточненного с помощью понятий классической физики, представляет собой необходимое и достаточное условие

1 Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 42. С. 290.

2 Фок В. А. Об интерпретации квантовой механики // Философские вопросы современной физики. М., 1959. С. 160.

3 Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. 2-е изд. Т. 3. М., 1955. С. 2.

4 Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 29. С. 230.

«подключения» экспериментальных данных и их интерпретации к общественно-исторической практике. Практика же всегда «классична», так что первый момент концепции дополнительности явным образом учитывает эту ее особенность.

Постулат целостности процесса наблюдения, составляющий содержание второго момента концепции дополнительности, как бы воспроизводит в миниатюре положение материалистической диалектики о целостном характере деятельности, представляющей собой диалектическое единство субъекта и объекта. Иными словами, явление, по Бору, — это фрагмент не только природной, но и общественной действительности. Наряду с вещными, оно включает в себя и деятельностные компоненты (приборы, измерительные процедуры и их результаты). Можно поэтому сказать, что явление представляет собой своеобразную «клеточку», из которой затем развивается все содержание организма квантовой теории и ее интерпретации. В этой связи Бора вполне можно назвать стихийным диалектическим материалистом.

Подразделение целостного процесса наблюдения на наблюдаемый объект и средства наблюдения — третий момент концепции дополнительности — имеет прямую аналогию с подразделением деятельности на объект и субъект. Оно связано с тем, что наука всегда имела своей целью получить знание «в форме объекта», в которое явным образом не входили бы знания о деятельности, в которую включен объект. Поэтому Бор вовсе не случайно связывал дополнительность со старой философской проблемой субъекта и объекта.

Последний, четвертый момент концепции дополнительности заключается в преобразовании знаний о целостном акте наблюдения (явлении) в знание о микрообъекте — отнесение знания к наблюдаемому объекту. В свете вышеизложенного это представляет собой не что иное, как опредмечивание экспериментальной деятельности, перевод знания из «формы деятельности» в «форму объекта». При этом целостность явления продолжает «витать» перед мысленным взором осуществляющего это опредмечивание исследователя, неявно учитываясь в результате в знании «в форме объекта». Это проявляется, во-первых, в переносе классических понятий с прибора на объект и, во-вторых, в расщеплении единого классического способа описания объекта на два дополнительных. Это расщепление непосредственно отражает несовместимость экспе-

риментальных установок, по отношению к которым микро-объект приобретает конкретную вещно-объектную понятийную определенность своего существования.

В целом же концепцию дополнительности можно интерпретировать в свете известного положения о конкретности истины, т. е. как конкретизацию требования конкретности истинного знания об объекте-вещи. Это означает обязательность выявления и явной ссылки на конкретные средства, деятельность по использованию которых опредмечивается, представая в форме знания об объекте-вещи, для установления определенности существования которого они применяются.

Процесс становления концепции дополнительности можно истолковать с позиций теории диалектического противоречия. Корпускулярно-волновой дуализм тогда представит в роли проблемы, поставленной еще в стиле классической физики, в которой реальными были только характеристики природных объектов. Как характеристики микрообъектов корпускула и волна несовместимы и противоречат друг другу. Но, будучи помещенными в контекст экспериментальной деятельности, они оказываются присущими вполне определенным ситуациям. Учет деятельностных компонент этих ситуаций с помощью концепции дополнительности представляет собой разрешение проблемы дуализма, связанное с обогащением физической картины реальности, с развитием категориального аппарата физики.

Рассмотрим подробнее квантовомеханический стиль физической картины реальности в его сопоставлении с классическим стилем. Классическая физика считала объективно реальными только характеристики объектов (вещей). Эти вещи существовали «сами по себе», безотносительно к их наблюдению. Наблюдение в классической физике не было физическим процессом и не подлежало отображению в физической картине реальности. Познание объектов и их существование были резко разделены и противопоставлены друг другу. Подлинно реальным было то, что не зависело от наблюдений и существовало абсолютно.

С философской точки зрения такое понимание реальности, безусловно, было материалистическим. Оно отвечало основным принципам домарксовского созерцательного материализма: познание объективной реальности рассматривалось в его рамках как созерцание. Действия экспериментатора

производились над объективной реальностью (материей), но сами не были объективно реальными.

Диалектический материализм преодолевает узость такой трактовки объективной реальности. Он рассматривает в качестве материальных не только объекты (вещи), но и практическую деятельность. Применительно к нашей проблеме это означает, что действия физика-экспериментатора (процессы измерения) теперь также являются объективно реальными. Их включение в физическую картину реальности коренным образом изменяет категориальный стиль последней. Именно это имеет место в квантовой механике, где, согласно концепции дополненности, элементом физической реальности является целостный процесс наблюдения (экспериментальная ситуация).

Объекты (вещи) входят в ее состав. Определенность их существования утрачивает свою абсолютность: конкретные характеристики объектов становятся зависящими от конкретных характеристик процесса наблюдения. Аналогичное положение существует и в теории относительности, но там оно более слабо. Теория относительности ставит в зависимость от системы отсчета только количественную определенность характеристик объектов — так, в любой системе отсчета объекты имеют длину, от системы к системе меняются только конкретные значения длины. В квантовой механике от типа приборов (аналогичных по своей роли системам отсчета) зависит и качественная определенность свойств объектов: по отношению к одному типу приборов микрообъекты обладают координатой, но не обладают импульсом, по отношению к другому — наоборот.

Крайне важно подчеркнуть, что относительность характеристик объектов никоим образом не означает, что эти характеристики перестают быть объективными — это объективная относительность. Объективность существования продолжает оставаться абсолютной характеристикой микрообъектов — относительность затрагивает только конкретную определенность этого объективного существования.

Надо сказать, что такой новый стиль физической картины реальности признан в настоящее время не всеми физиками и философами. Это обуславливает все еще имеющие место попытки построить разнообразные варианты теорий «скрытых параметров», которые ставят своей целью построить картину

реальности безотносительно к процессам измерения. Мы видим, таким образом, что расхождение в философской интерпретации непосредственно влияет на конкретные способы теоретической работы в физике.

Все проведенные к настоящему времени эксперименты убедительно свидетельствуют против гипотезы «скрытых параметров», согласуясь с «дополнительностью» интерпретацией квантовой механики.

Пристальное внимание к процессам измерения во все большей степени становится характерным для современной физики. В этом русле идут исследования по проблеме измеримости в общей теории относительности, а также в решении проблемы синтеза квантовых и релятивистских представлений. Физика элементарных частиц также не стоит в стороне от этого процесса. При этом речь идет именно о теоретических моделях процесса измерения, а не просто о развитии экспериментальной техники, т. е. о включении измерительных процессов в физическую картину реальности. Новый стиль этой картины оказывается гораздо более методологически эффективным, чем классический.

Подводя итоги, можно констатировать, что предвидение В. И. Ленина, сделанное им еще в эпоху кризиса в физике («физика рождает диалектический материализм»), блестяще оправдалось. Квантовая механика и лежащая в основе ее интерпретации концепция дополнительности являются яркой иллюстрацией подлинно диалектико-материалистического духа современной физики.

ПРИНЦИП ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ И ПРОБЛЕМА ЕДИНСТВА КВАНТОМЕХАНИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ РЕАЛЬНОСТИ*

Впечатление, произведенное квантовой механикой на ученых, воспитанных на классических идеях, было очень сильным. «Вокруг нас грохочет научный ураган, какого не знает история нашей науки, ураган, в сравнении с которым возни-

* Принцип дополнительности и материалистическая диалектика. М., 1976. С. 124—138.

кновение и развитие принципа относительности... представляется слабым ветром... Чуть ли не каждая неделя приносит нам новые вести с театра войны против самых основных положений и представлений нашей науки»¹.

Успехи квантовой физики в деле количественного описания явлений микромира сразу же стали бесспорными. «Но всем этим большим успехам противостоит факт разрушения единства физики. Несмотря на упорные попытки, в которых долгое время принимал участие сам Планк, восстановить единство физики не удалось. Это единство остается целью, к которой должны стремиться все исследователи, однако сегодня оно еще скрыто во тьме»², — сокрушенно констатировал М. Лауэ, до конца своей жизни считавший не вполне ясным физическое содержание квантовой механики, несмотря на все ее достижения³.

Квалификация квантовой механики как разрушительницы единства физики в немалой степени была обусловлена «разорванностью» квантовомеханической картины реальности. В этой картине на равных правах сосуществуют два взаимоисключающих образа — корпускула и волна. Вопрос об их совместимости и затруднял для ученых типа Лауэ понимание физического содержания квантовой механики⁴.

Этапы становления корпускулярно-волнового дуализма

Надо сказать, что в классической физике тоже существует «двойственность, состоящая в том, что материальная точка в ньютоновском смысле и поле как континуум употребляются рядом в качестве элементарных понятий»⁵. Наиболее отчетливо это проявлялось в электронной теории Г. А. Лоренца, которая соединяла в своей картине реальности корпускулярные элементы (электрически заряженные частицы) с волновыми (электромагнитными волнами). С точки зрения принципа единства физической картины мира это выглядело как слабость⁶, однако никаких трудностей для понимания в связи с

1 Хвольсон О. Д. Физика наших дней. Л.-М., 1932. С. 307.

2 Лауэ М. Статьи и речи. М., 1969. С. 323.

3 Лауэ М. История физики. М., 1956. С. 160.

4 Там же. С. 162.

5 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М., 1967. С. 271.

6 Там же. С. 212—213.

таким классическим дуализмом не возникало — корпускула и волна были образами различных элементов физической реальности.

Квантовомеханический корпускулярно-волновой дуализм вступает в гораздо более серьезный конфликт с требованием единства физической картины мира, ибо он проявляется в рамках представлений об одном и том же элементе реальности — будь то электрон или электромагнитное излучение (свет).

Впервые дуалистическая картина реальности в указанном сильном смысле вошла в физику в связи с исследованием светового излучения. Еще в 1889 г. Г. Герц с уверенностью говорил, что представление о свете как волновом движении опровергнуть немислимо¹.

Однако в 1905 г. Эйнштейн пришел к выводу, что опыты, касающиеся «групп явлений, связанных с возникновением и превращением света, лучше объясняются предположением, что энергия света распределяется по пространству дискретно»². Вместе со световыми квантами в физику вошел дуализм.

Анализ проблемы флуктуаций энергии и импульса излучения, также проведенный Эйнштейном, недвусмысленно показал необходимость привлечения для их объяснения как волновых, так и корпускулярных (квантовых) представлений³. В 1909 г. Эйнштейну казалось, что их нельзя считать несовместимыми и можно объединить в единой картине⁴. Но всего через три года он стал рассматривать дуализм световых явлений как «неразрешимую загадку» и «безрадостный результат»⁵, склоняясь к оценке корпускулярной картины излучения как временной и чисто вспомогательной⁶. Однако собственные теоретические результаты, полученные им при анализе статистики излучения, а также опыты Комптона вынудили Эйнштейна заявить, что «теперь мы имеем две теории света, обе необходимые и — как приходится признать сегодня — существующие без всякой логической взаимосвязи»⁷.

1 Герц Г. Об отношениях между светом и электричеством // Из предыстории радио. М., 1948. С. 194.

2 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 3. М., 1966. С. 93.

3 Там же. С. 172—174.

4 Там же. С. 194.

5 Там же. С. 295.

6 Там же. С. 307.

7 Там же. С. 466.

Окончательное упрочение корпускулярно-волнового дуализма связано с работами Л. де Бройля. Стремясь «ускорить необходимый синтез, объединяющий физику излучений, так странно разделенную в настоящее время на две области, где царят две противоположные тенденции: корпускулярная и волновая»¹, Л. де Бройль придал дуализму универсальный характер, распространив его на частицы вещества. Его идеи вскоре нашли подтверждение в работах Бозе и Эйнштейна по квантовой статистике одноатомного идеального газа. В выражение для флуктуаций энергии и импульса такого газа входили два члена, аналогичные тем, которые получались при рассмотрении флуктуаций излучения.

Неоднократные попытки преодоления дуализма, шедшие либо по линии объединения корпускулярного и волнового аспектов в единой картине (как, например, в концепции волны-пилота де Бройля²), либо в русле стремления к волновому монизму (как, например, у Э. Шредингера³), успеха не принесли.

Многочисленные свидетельства того, что корпускулярная и волновая картины представляют собой два взаимно исключающих изображения одной и той же реальности, сделали вопрос их связи центральной проблемой на завершающей стадии формирования квантовой механики. «В наших наглядных толкованиях физических процессов и математических формулах имеется дуализм волновой и корпускулярной теорий... Противоречия наглядных толкований различных явлений, имевшиеся в схемах, применявшихся доселе, совершенно неудовлетворительны»⁴, резюмировал В. Гейзенберг положение дел, сложившееся к 1926 г.

Формирование концепции дополнительности

Боровская концепция дополнительности, с помощью которой было достигнуто рациональное истолкование кванто-

1 *де Бройль Л.* Исследования по теории квантов // Вариационные принципы механики. М., 1959. С. 667.

2 *де Бройль Л.* Кванты света, дифракция и интерференция // Успехи физических наук. 1959. Т. 93. Вып. 1. С. 481.

3 *Шредингер Э.* Квантовая механика атомов и молекул // Успехи физических наук. 1927. Т. 7. С. 176.

4 *Гейзенберг В.* Квантовая механика // Успехи физических наук. 1926. Т. 6. С. 434.

вой механики, имеет своим отправным пунктом признание корпускулярно-волнового дуализма. Это произошло в 1925 г. под влиянием экспериментов Боте—Гейгера, убедивших Бора в необходимости включения световых квантов в картину реальности, с чем он долгое время не соглашался¹.

С самого начала позиция Бора в отношении корпускулярно-волнового дуализма была весьма радикальной. Он подчеркивал, что затруднение квантовой теории в деле интерпретации «отдельных наблюдаемых атомарных процессов нельзя просто рассматривать как различие между двумя четко определенными толкованиями распространения света в пустом пространстве, которые соответствовали бы корпускулярной или волновой теории света. Скорее всего речь идет о том, в какой степени пространственно-временные понятия, при помощи которых до сих пор пытаются объяснять явления природы, применимы в атомарных процессах»². Таким образом, вместо того чтобы решать проблему сочетания корпускулярного и волнового аспектов реальности в единой пространственно-временной картине, Бор поставил рефлексивный, методологический вопрос — в какой мере законны сами представления о пространственно-временном ее характере как о единственно возможном эталоне физической картины мира.

Интересно отметить, что до 1925 г. Бор был убежден в неизбежности пространственно-временного способа построения физической картины мира, будучи готовым пожертвовать ради него даже законами сохранения энергии и импульса в применении к элементарным микропроцессам. Считая тогда гипотезу световых квантов непригодной для того, чтобы «дать общую картину процессов, которая могла бы включать всю совокупность явлений, рассматриваемых при применениях квантовой теории»³, он выражал неудовлетворенность формальным характером последней, не включающим «описания механизма скачкообразных процессов, которые в квантовой теории спектров определяются как переходы между стационарными состояниями атома»⁴. Попытка построения пространственно-временной картины такого механиз-

1 Jammer M. The conceptual development of quantum mechanics. N. Y., 1966. P. 345.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. М., 1970. С. 560.

3 Там же. С. 518.

4 Там же. С. 526.

ма и привела Бора, Крамерса и Слетера к выводу о чисто статистическом характере законов сохранения¹.

В то же время Бор никогда не переставал глубоко верить в то, что «с точки зрения современной физики любое описание природы должно быть основано на использовании представлений, введенных и определенных классической теорией»². На этом убеждении были основаны и его принцип соответствия, и поиски разрешения корпускулярно-волновой дилеммы, закончившиеся формулированием идеи дополнительности.

Очень важно подчеркнуть, что невозможность объединения корпускулярного и волнового аспектов *реальности* в единой картине выступала для Бора в образе несовместимости двух *способов описания* природы — причинного (основанного на использовании законов сохранения энергии и импульса и жестко связанного с корпускулярной картиной) и пространственно-временного (связанного с волновой картиной). Склонившись одно время, под влиянием успехов матричной механики Гейзенберга, к предпочтительности отказа от описания движения атомных частиц в пространстве и времени³, Бор в конце концов пришел к заключению, что в квантовой теории оба способа должны быть в равной степени необходимыми для описания природы, но соединенными существенно иначе, чем в классической физике. Там их соединение приводило к единой, причинной пространственно-временной картине — все физические процессы описывались как с помощью пространственно-временных координат, так и с помощью понятий энергии и импульса. В квантовой физике положение было иным. «В соответствии с самой природой квантовой теории мы должны считать пространственно-временное представление и требование причинности, соединение которых характеризует классические теории, как дополнительные, но исключающие одна другую черты описания содержания опыта»⁴. Поэтому, хотя проблема сочетания корпускулярных и волновых представлений о реальности и ставит нас «перед неизбежной дилеммой, которая должна рассматриваться как точное выражение эмпирических данных... здесь мы имеем дело не с противореча-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 533.

2 Там же. С. 482.

3 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 13, 22.

4 Там же. С. 31.

щими, а с дополнительными толкованиями явлений, которые лишь вместе дают естественное обобщение классического способа описания»¹.

Перенесение центра тяжести с проблемы сочетания корпускулярных и волновых представлений в единой картине объекта на вопрос об их сочетании в *истолковании опытных данных* позволило трактовать эти представления исключительно в духе механических аналогий, использование которых навязано классическим языком, этим неизбежным средством интерпретации эмпирического материала: «Ясно, что материя не может одновременно состоять из волн и частиц, — оба представления чересчур различны. Скорее разрешение трудности нужно искать в том, что обе картины (корпускулярная и волновая) суть только аналогии, которые иногда имеют место, иногда нет... Свет и материя суть единые физические явления; их кажущаяся двойственность возникает вследствие существенной ограниченности нашего языка»².

Итак, идея дополнительности, по мысли Бора, выражает собой *логическое* отношение между двумя способами описания или *наборами* понятий, которые, хотя и взаимно исключают друг друга, являются, тем не менее, оба необходимыми для исчерпывающего описания микрообъектов. Опираясь на это понимание, Паули применил идею дополнительности к соотношению *отдельных* понятий — например, координаты и импульса³. Количественный аспект этого выражается соотношениями неопределенностей, представляющих собой «простое символическое выражение взаимно дополняющей природы пространственно-временного описания и требований причинности»⁴.

Для обоснования дополнительного характера описания квантовых явлений и соотношений неопределенностей, количественно регулирующих его, Бор и Гейзенберг подробно проанализировали возможности измерения характеристик микрообъектов. В квантовой физике всякое наблюдение микрообъектов включает в себя такое взаимодействие последних с измерительными приборами, которым пренебречь никак

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 32.

2 Гейзенберг В. Физические принципы квантовой теории. М.-Л., 1932. С. 14; см. также: Борн М. Атомная физика. М., 1965. С. 119—120.

3 Паули В. Общие принципы волновой механики. М.-Л., 1947. С. 17.

4 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 35.

нельзя. Известные мысленные эксперименты Бора и Гейзенберга по измерению координаты и импульса электронов иллюстрируют это обстоятельство, учет которого и приводит к дополнительным чертам описания содержания опыта. «Эти черты символизируют идеализацию возможностей наблюдения и, соответственно, определения»¹.

Взаимное исключение дополнительных способов описания и относящихся к ним понятий служит отображением того, что изучение дополнительных явлений требует взаимно исключающих экспериментальных установок². «Всякая попытка зафиксировать расположение атомных объектов в пространстве и времени требует применения экспериментальной установки, допускающей принципиально неконтролируемый обмен энергией и импульсом между изучаемыми объектами и теми масштабами и часами, которые используются в качестве системы отсчета. Обратно, любая установка, пригодная для проверки законов сохранения энергии и импульса, не позволяет произвести описания явления как цепи событий в пространстве и во времени»³.

Дополнительность и дуализм

Как уже отмечалось выше, боровское отождествление волновой картины с пространственно-временным способом описания, а корпускулярной — с причинным (энергетически-импульсным) имеет весьма своеобразный характер, специфический именно для квантовой механики, но не присущий классике. Действительно, в классической физике и корпускулярная, и волновая картины были основаны как на пространственно-временном, так и на энергетически-импульсном (причинном) способе описания. Квантовая же корпускулярная картина не является пространственно-временной. Таковой является только квантовая волновая картина, не подлежащая зато энергетически-импульсному способу описания, который применим исключительно к квантовой корпускулярной картине.

В результате оказывается, что концепция дополнительности соответствует дуализму специфически квантовых корпус-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 31.

2 Там же. С. 414.

3 Там же. С. 394—395.

кулярной и волновой картин, расщепляя единый пространственно-временной причинный способ описания, свойственный классической физике, на дополнительные компоненты. Антитеза квантовых корпускул и волны, таким образом, основывается не только на противопоставлении дискретности и непрерывности, чем ограничивалась классическая физика, но и на противопоставлении энергетически-импульсных и пространственно-временных характеристик явлений, отсутствующем в классике. Классически же понимаемый дуализм, базирующийся на объединенном пространственно-временном и энергетически-импульсном описании как дискретных точечных корпускул, так и непрерывных, бесконечных в пространстве и времени волн, в квантовой механике не обсуждается совсем.

Но такая жесткая связь дискретности исключительно с энергетически-импульсным способом описания, характерная для боровской трактовки корпускулярно-волнового дуализма, делает проблематичным и весьма неясным тот смысл, который вкладывается в понятие дискретности. Запрещение толковать дискретность пространственно-временным образом, утверждение, что «физическое содержание идеи световых квантов целиком связано с законами сохранения энергии и импульса»¹, которые могут «применяться независимо от пространственно-временного рассмотрения явлений»², фактически ликвидируют самую идею дискретности.

Трактовка квантовомеханических ситуаций с помощью понятий дополнительности и дуализма является весьма неоднозначной даже среди сторонников копенгагенской интерпретации. Сам Бор отождествлял дуализм и дополнительность — дуализм волны и корпускулы был для него лишь наглядным способом выражения дополнительности способов описания. М. Борн, упрекая Бора за неточность формулировок, в своих последних работах считал «абсолютно ошибочным» рассматривать понятия волн и частиц как дополнительные, ибо они «не находятся в отношении взаимного исключения и дополнения, а необходимы оба для полного описания квантовомеханической ситуации»³. Аспекты частиц и волн

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 36.

2 Там же. С. 57.

3 Борн М. Физика в жизни моего поколения. М., 1963. С. 430.

«можно называть “дуалистическим аспектом” и говорить о “дуалистичности описания”, но здесь нет ничего дополнительного»¹. Дополнительными, т. е. взаимно исключающими, одновременно неприменимыми, но дополняющими друг друга, Борн считал понятия координаты и импульса, а также относящиеся к ним приборы.

Напротив, Дж. Холтон утверждает, что «координаты и импульс не являются взаимно исключающими понятиями, так как они оба необходимы для спецификации состояния системы и оба могут быть измерены в одном и том же эксперименте. Но они являются дополнительными в ограниченном смысле — они не могут приписываться одновременно с произвольно высокой точностью; иными словами, чем большая точность получается в измерении для одного из них, тем меньшей она оказывается возможной для другого. В противоположность этому, корпускулярный и волновой аспекты материи являются дополнительными и взаимно исключающими; атомный объект не может одновременно проявлять и корпускулярные и волновые свойства»².

В этом споре позиция М. Борна представляется более предпочтительной, ибо она позволяет четко разделить «сферы влияния» между понятиями дополнительности и дуализма. Дополнительность, основанную в конечном счете на взаимной несовместимости экспериментальных установок, нужных для максимально точного измерения дополнительных свойств типа координаты и импульса, целесообразно трактовать как характеристику способов описания микрообъектов *по отношению* к условиям их наблюдения. Дуализм же тогда будет представлять собой отношение между двумя способами описания микрообъектов *безотносительно* к условиям их наблюдения, ибо *любой* опыт может быть описан как при помощи волновой, так и при помощи корпускулярной картин. Это находит свое объяснение в том, что «одна и та же математическая схема может быть интерпретирована или как квантовая теория корпускулярной картины, или как квантовая теория волновой картины»³.

1 *Born M.* Natural philosophy of cause and chance. Oxford, 1949. P. 105. Ср. его прежнюю точку зрения, примыкающую к позиции Бора: *Борн М.* Атомная физика. С. 124—125.

2 *Holton G.* The roots of complementarity // *Daedalus*. 1970. Vol. 99. № 4. P. 1050.

3 *Гейзенберг В.* Физические принципы квантовой теории. С. 111.

Новый стиль квантовомеханической картины реальности

При всем разнообразии трактовок соотношения между дуализмом и дополнительностью бесспорным и очевидным остается одно — оба они явным образом запрещают построение единой картины микрообъектов, ставя конкретную определенность одного из ее (дуальных или дополнительных) аспектов в зависимость от выбранного способа описания. Поэтому вопрос о единстве квантовомеханической картины реальности по-прежнему остается открытым.

Более того, проблематичным становится и более фундаментальный вопрос о природе квантовомеханической реальности. Квантовая механика «вообще меняет наше представление о том, что надо понимать под физической картиной мира»¹ и несет с собой «радикальный пересмотр наших взглядов на физическую реальность»² по сравнению с классической физикой.

В чем же заключается основное отличие квантовомеханической реальности от классической?

Вся классическая физика была построена на абстракции, «которую можно назвать *абсолютизацией* физического процесса. Если ее принять, то становится возможным рассмотрение физических процессов как происходящих самих по себе, вне зависимости от того, существует ли принципиальная возможность их наблюдения (т.е. выполняются ли необходимые для их констатации физические условия)»³. В соответствии с этой абстракцией физическая картина мира в классике должна была быть картиной изучаемого объекта самого по себе, т. е. исключительно объектной, не включающей в себя средства изучения этого объекта.

Квантовомеханический способ описания явлений «должен учитывать реальные возможности измерений, связанных с микрообъектами»⁴. В соответствии с требованием обязательной наблюдаемости (измеримости) всех характеристик микрообъектов, физическая картина мира в квантовой механике является картиной процессов измерения, с необходимостью

1 Шредингер Э. Новые пути в физике. М., 1971. С. 20.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 191.

3 Фок В. А. Квантовая физика и философские проблемы // Ленин и современное естествознание. М., 1969. С. 190.

4 Там же. С. 193.

включающей в себя не только изучаемые объекты, но и приборы, используемые для их изучения, а также и сам акт измерения. Она, таким образом, становится не только объектной, но и *операциональной*.

С философской точки зрения, изменение стиля физической картины мира связано с переходом от мышления о действительности «только в форме объекта» к мышлению о ней «как о человеческой чувственной деятельности, практике» (Маркс).

Разумеется, обогащение физической картины реальности характеристиками измерительной деятельности не ликвидирует наличие в ней картины микрообъектов. Существенным является здесь то, что фактическое наличие или отсутствие у микрообъекта свойств типа координаты и импульса детерминруется фактическим наличием или отсутствием приборов для их измерения. Эти свойства становятся, по выражению В. А. Фока, относительными к средствам наблюдения. Однако кроме относительных свойств квантовомеханическая картина реальности содержит и абсолютные, присущие микрообъектам безотносительно к каким-либо измерениям и характеризующие их как «сами по себе» (заряд, масса, спин и т. п.)¹.

Новый стиль квантовомеханической картины реальности не ликвидирует ее объективного характера. Это не уставал подчеркивать Н. Бор, указывая, что «описание атомных явлений имеет ... совершенно объективный характер в том смысле, что оно обходится без явной ссылки на какого-либо индивидуального наблюдателя»². Опасения, что новое понимание физической реальности привносит в физику субъективизм, одно время проявлявшийся в необоснованной квалификации этого понятия как «приборного идеализма», целиком и полностью базируются на неправомерном отождествлении объектности с объективностью. Только так можно расценивать отказ придать объективный характер процессу измерения.

Полемика Эйнштейна и Бора. Уточнение терминологии

Новая трактовка физической реальности и новые требования к ее картине складывались в ходе непрерывной борьбы с

1 Фок В. А. Квантовая физика и строение материи. Л., 1965. С. 12.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 528.

инерцией стиля классической физики, ориентированного исключительно объектно. Эту борьбу Бору приходилось вести не только с желавшими сохранить классический идеал физической картины мира, лидером которых всю жизнь оставался Эйнштейн, но и со своей собственной терминологией, далеко не сразу ставшей адекватной сути его взглядов.

Так, в своем первом печатном изложении концепции дополнительности (1928 г.) Бор писал: «Согласно квантовому постулату, всякое наблюдение атомных явлений включает такое взаимодействие последних со средствами наблюдения, которым нельзя пренебречь. Соответственно этому невозможно приписать самостоятельную реальность в обычном физическом смысле ни явлению, ни средствам наблюдения»¹. Нетрудно видеть, что, уже имея в виду новое понимание физической реальности и противопоставляя его обычному, классическому, Бор «по инерции» продолжал говорить о средствах наблюдения как о внешних по отношению к атомным явлениям. Такой способ выражения давал возможность рассматривать процесс измерения как *возмущение*, изменение состояния атомных явлений (микрообъектов) воздействием на них средств наблюдения (приборов). Тем самым можно было думать, что атомное явление (микрообъект) все же имеет собственные характеристики «сами по себе», и лишь грубость макроскопических измерительных приборов препятствует получению знаний о них. В тесной связи с этой имплицитной парадигмой находилась трактовка соотношений неопределенностей как соотношений неточностей (погрешностей) измерения, возможная только в том случае, если микрообъект «сам по себе» обладает точными значениями своих характеристик.

Терминология, согласно буквальному смыслу которой явления существовали «вне» средств наблюдения, сохранялась у Бора вплоть до появления известной статьи Эйнштейна, Подольского и Розена, в которой было сформулировано и доказано знаменитое утверждение о неполноте квантовомеханической картины реальности. Так, в 1932 г. Бор указывал на «существенное ограничение понятия объективно существующего явления в смысле явления, не зависящего от способов его наблюдения»², по-прежнему считая тождественными явле-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 31.

2 Там же. С. 115.

ния и объекты наблюдения и отличая их от средств наблюдения.

Доказательство неполноты квантовомеханического описания реальности, данное Эйнштейном, Подольским и Розеном, существенно основывалось на различении наблюдаемых объектов (явлений) и средств наблюдения. Физически реальными считались при этом исключительно характеристики объектов. Позднее Эйнштейн выразил это предельно четко: «Существует нечто вроде “реального состояния” физической системы, существующего объективно, независимо от какого бы то ни было наблюдения или измерения»¹. В соответствии с такой только объектной трактовкой реальности авторы статьи и приходили к неумолимому выводу о неполноте квантовомеханической картины реальности. Рассмотрев взаимодействие двух квантовых систем, они показали, что спустя значительное время после этого взаимодействия «в результате двух различных измерений, произведенных над первой системой, вторая система может оказаться в двух разных состояниях, описываемых различными волновыми функциями. С другой стороны, так как во время измерения эти две системы уже не взаимодействуют, то в результате каких бы то ни было операций над первой системой во второй системе уже не может получиться никаких реальных изменений»². Эти волновые функции соответствуют некоммутирующим операторам, описывающим величины, которые не могут одновременно быть реально присущими физическим системам, согласно исходным принципам квантовой механики. Но вывод об их одновременной реальности был получен также на основании этих исходных принципов. Противоречие разрешалось Эйнштейном указанием на неполноту описания физической реальности с помощью волновых функций, которые не могут принципиально отобразить одновременную реальность дополнительных физических величин.

Эйнштейн ясно осознавал, что такого вывода можно избежать, если настаивать на том, «что две или больше физических величины могут одновременно считаться элементами реальности *только в том случае, если их можно одновременно измерить или предсказать*»³. Но это ставило характеристики ре-

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 3. С. 624.

2 Там же. С. 608.

3 Там же. С. 610.

альности второй системы «в зависимость от процесса измерения, производимого над первой системой, хотя этот процесс никоим образом не влияет на вторую систему. Никакое разумное определение реальности не должно, казалось бы, допустить этого»¹.

Поскольку в примере Эйнштейна взаимодействия средств наблюдения со второй системой не происходило, все прошлые аргументы Бора повисали, казалось, в воздухе. Это и вынудило его, как он впоследствии вспоминал, «более подробно и непосредственно затронуть вопросы терминологии»².

Бор согласился с Эйнштейном, что «нет речи о том, чтобы в течение последнего критического этапа процесса измерения изучаемая система подвергалась какому-либо механическому возмущению. Но и на этом этапе речь идет по существу о возмущении в смысле *влияния на самые условия, определяющие возможные типы предсказаний будущего поведения системы...* Эти условия составляют существенный элемент описания всякого явления, к которому можно применить термин “физическая реальность”...»³. Они представляют собой не что иное, как измерительные приборы, которые существенно различны для случаев измерения физических величин, символизируемых некоммутатирующими операторами. Поэтому вторая система в эйнштейновском примере входит в два разных явления, поскольку первая система, с которой она когда-то взаимодействовала, измеряется двумя различными приборами. В этих двух явлениях реальность второй системы и получает свою определенность, которая детерминируется типом прибора, используемого для измерения характеристик первой системы.

Таким образом, после своего взаимодействия обе системы остаются зависящими друг от друга, в противовес эйнштейновскому требованию «существования вещей в некоторый определенный момент времени независимо друг от друга», поскольку они «находятся в различных частях пространства»⁴.

Изменение терминологии, предпринятое Бором, внешне выглядело почти незаметно — термины остались прежними, изменился только вкладываемый в них смысл. Ранее Бор счи-

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 3. С. 610—611.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 430.

3 Там же. С. 187—188.

4 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 3. М., 1966. С. 614.

тал явлением исследуемый атомный процесс (объект), помещая измерительные приборы вне его, а под измерением понимая процесс взаимодействия явлений со средствами наблюдения¹. Начиная с 1935 г. он проводит различие между изучаемым объектом и измерительным прибором уже внутри явления, сначала явно не оговаривая этого, а затем специально указывая, что «под словом “явление” следует просто подразумевать полное описание как экспериментального устройства, так и наблюдаемых результатов»². При этом Бор «особенно предостерегал против часто встречающихся в физической литературе оборотов вроде: “возмущение явлений наблюдением”»³, советуя «употреблять слово “явление” исключительно в связи с наблюдениями, произведенными в точно определенных условиях, включающих указания о всем опыте в целом»⁴. В этом же русле лежат его предостережения против неправильного понимания соотношений неопределенностей Гейзенберга⁵.

Единство квантовомеханической картины реальности

Явления, понимаемые как целостная система «микрообъект + макроприбор», и представляют собой элементы квантовомеханической картины реальности, которая, таким образом, становится двухплановой. С одной стороны, в нее входят характеристики исследуемого объекта, познание которых остается целью квантовой механики. Они образуют план картины объекта. С другой стороны, определенность некоторых из этих характеристик оказывается детерминированной условиями их наблюдения (измерения), характеристики которых составляют другой план квантовомеханической картины реальности, образуя картину наблюдения. Обязательно фигурируя при постановке любых квантовомеханических задач, характеристики наблюдения как специфического типа человеческой практической познавательной деятельности *опредмечиваются*, представая «в форме объекта» и «вплавляясь» в картину объекта.

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 31, 115.

2 Там же. С. 383.

3 Там же. С. 430.

4 Там же.

5 Там же. С. 207.

Полная квантовомеханическая картина реальности является, таким образом, не только картиной объекта, но и картиной познания этого объекта, т. е. весьма не похожей на классическую, чисто объектную картину. Последняя оказывается идеализацией, «с помощью которой можно говорить о мире или о его части... не принимая во внимание нас самих»¹.

Имея все это в виду, можно теперь легко ответить на вопросы о единстве квантовомеханической картины реальности.

Дополнительные характеристики одного и того же *объекта* относятся в этой картине к разным *явлениям*, обнаруживаясь с помощью различного типа приборов. Единство комплекса характеристик одного и того же объекта, к которому они принадлежат, обеспечивается двумя обстоятельствами. Во-первых, измеряемый объект обладает и «абсолютными» свойствами типа заряда и массы, которые дают возможность рассматривать объект в составе разных явлений как один и тот же. Это первый, *объектный* тип единства квантовомеханической картины реальности.

Во-вторых, две дополнительные характеристики могут быть и отображены в математическом аппарате квантовой механики двумя различными представлениями одного и того же вектора состояния (волновой функции), который, таким образом, представляет собой инвариантную сущность квантовомеханических явлений. Вектор состояния интерпретируется как отображение потенциальных возможностей микрообъекта к проявлению тех или иных свойств в соответствующих макроусловиях (по отношению к соответствующим макроприборам)². Поскольку объединение явлений осуществляется здесь с помощью математического символа, этот второй тип единства квантовомеханической картины реальности можно назвать *математическим*.

К этому же типу относится и единая сущность корпускулярно-волнового дуализма (в смысле Борна): корпускулярная и волновая картины относятся к одному и тому же явлению (не объекту!), представляя собой различные интерпретации одной и той же математической схемы³.

1 Гейзенберг В. Физика и философия. М., 1963. С. 34.

2 Фок В. А. Об интерпретации квантовой механики // Философские вопросы современной физики. М., 1959. С. 167—170, 172.

3 Гейзенберг В. Физические принципы квантовой теории. С. 111.

Наконец, для квантовомеханической картины реальности характерен еще один тип единства, который можно назвать методологическим. Он выражен в требовании: *«как бы далеко ни выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий»*¹, которое А. З. Петров предложил называть «принципом Бора» ввиду его принципиальной важности для любой области физики². Это требование обеспечивает единообразный *категориальный* стиль картины наблюдения, вне зависимости от диковинности и разнообразия картины объекта, могущей включать существенно неклассические и поэтому ненаглядные понятия.

В итоге можно с полным правом сказать, что, хотя попытки найти какую-либо форму теоретико-физического монизма (в традиционном, чисто объектном его понимании) при построении физической картины реальности, соответствующей квантовой механике, и остались бесплодными, единство этой картины никоим образом нельзя считать утраченным.

СООТВЕТСТВИЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТЬ*

Начиная с известной работы И. В. Кузнецова³ принцип соответствия трактуется в нашей философской и методологической литературе как специфическая форма преемственной взаимосвязи старой и новой теорий. В указанной работе он сформулирован следующим образом: «Теории, справедливость которых была экспериментально установлена для определенной группы явлений, с появлением новых теорий не отбрасываются, но сохраняют свое значение для прежней области явлений как предельная форма и частный случай новых теорий. Выводы новых теорий в той области, где была спра-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 406.

2 Петров А. З. Физическое пространство-время и теория физических измерений // Пространство и время в современной физике. Киев, 1968. С. 188.

* Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 417. Методологические вопросы физики. Тарту, 1977. С. 91—98.

3 Кузнецов И. В. Принцип соответствия в современной физике и его философское значение. М.-Л., 1948.

ведлива старая “классическая” теория, переходят в выводы классической теории»¹. Как нетрудно видеть, при таком подходе к идее соответствия в центре внимания оказывается историческая смена одной естественнонаучной теории другой, установление определенной связи между старой и новой теориями, которые рассматриваются, во-первых, как разные, и, во-вторых, как ставшие, завершенные.

Безусловно, такое понимание сути принципа соответствия, которое можно назвать каноническим, представляет собой, как говорят юристы, истину и только истину. Действительно, ретроспективное сопоставление квантовой (новая теория) и классической (старая теория) механик как разных и завершенных теорий недвусмысленно выявляет отношение предельного перехода между ними: «Математический аппарат новой теории, содержащий некий характеристический параметр, значения которого различны в старой и новой области явлений, при надлежащем значении характеристического параметра переходит в математический аппарат старой теории»².

Однако это далеко еще не вся истина. Содержание идеи соответствия, выдвинутой Н. Бором, отнюдь не исчерпывается простым установлением предельного перехода между математическими аппаратами квантовой и классической теорий. Как показали исследования К. Мейер-Абиха³ и А. Петерсена⁴, эта идея является гораздо более богатой.

Данная работа также не претендует на раскрытие всей истины в отношении принципа соответствия. Нас будет интересовать лишь тот аспект его многогранного содержания, в котором этот принцип предстает в качестве одного из исторических истоков концепции дополнительности. Защищаемый нами тезис состоит в том, что идею соответствия и концепцию дополнительности можно рассматривать как исторически последовательные, но логически самостоятельные по отношению друг к другу варианты разрешения более общей проблемы — проблемы роли классических понятий в квантовом описании и объяснении микромира.

1 Кузнецов И. В. Принцип соответствия в современной физике... С. 8.

2 Там же.

3 Meyer-Abich K. *Korrespondenz, Individualität und Komplementarität*. Wiesbaden, 1965.

4 Petersen A. On the philosophical significance of the correspondence argument // Boston studies in the philosophy of science. Vol. 5. Dordrecht, 1969. P. 242—252.

На первом этапе построения квантовой теории атома классические понятия использовались Бором двояким образом. С одной стороны, они неустранимо входили в тело квантовых представлений — согласно первому постулату Бора, поведение атомных систем в стационарных состояниях следовало описывать с помощью обычной классической механики. Электродинамике в этом отношении повезло гораздо меньше — она не работала ни в деле трактовки переходов между стационарными состояниями (для этого не годилась и механика), ни в деле описания стационарных состояний. Тем не менее классические электродинамические представления все же имели свою специфическую сферу применения. Их использование целиком укладывалось в каноническое понимание принципа соответствия — длинноволновое излучение можно было трактовать с позиций классической электродинамики. Это приводило к тем же численным характеристикам его частоты, которые давал расчет, основанный на втором постулате Бора, т. е. с квантовых позиций. Возможность применения обычной электродинамики к расчету длинноволновых спектральных линий и составляла вторую сторону употребления классических понятий, характерного для первых шагов создания квантовой теории атома.

Хотелось бы обратить внимание на то, что такое применение классической электродинамики к длинноволновой области спектра не было обязательным. Оно было только возможным. Таким образом, для испускания длинных волн наличествовали два теоретических механизма, в равной степени согласующиеся с экспериментальными данными — классический, в котором частота излучения совпадала с частотой обращения электрона вокруг ядра, и квантовый, в котором акт испускания был элементарным и не имел никакого отношения к движению элементарных составных частей атома. При этом, строго говоря, классическая трактовка была непоследовательной, ибо не учитывала изменения частоты обращения электрона в результате потерь энергии на излучение. Однако для длинных волн (малых частот) такое изменение было небольшим, и им можно было пренебречь — практически излучение оставалось монохроматическим.

Описание первое проявление идеи соответствия в работах Бора¹ еще не было оформлено в надлежащую терминологию.

¹ Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. М., 1970. С. 84—148, 152—167, 169—186.

гию, не носило статуса принципа и не содержало никаких эвристических моментов. Оно просто констатировало численное совпадение результатов вычислений, проведенных с помощью классической и квантовой моделей процессов испускания излучения атомами. Сами же эти модели коренным образом различались по своему содержанию, так что ни о каком соответствии между ними как таковыми не могло быть и речи¹.

Из чтения первых работ Бора по квантовой теории атома создается впечатление, что он сначала надеялся построить систему типично квантовых понятий, которая бы заменила классические механику и электродинамику при построении последовательной теории атома. Поэтому можно думать, что классические понятия использовались им вынужденно — «не от хорошей жизни» — как временные суррогаты, за неимением ничего лучшего. Однако ориентация Бора на отход от классических представлений как не адекватных миру атома не предполагала квалификации классических механики и электродинамики как ложных теорий, т. е. полного отказа от них. «Неадекватность» в устах Бора означала не «ложность», а «недостаточность»², — продолжая употреблять классические понятия, он делал акцент на их прагматически полезном статусе как средств описания реальности и объяснения экспериментальных данных³. К тому же в отношении Бора к классическим теориям имелся еще один немаловажный момент — эти теории служили для него эталоном внутренней согласованности, логической последовательности и гармонии⁴. Поэтому очень скоро Бор явно стал акцентировать внимание на том, что квантовая теория должна быть не простым отрицанием, а «рациональным обобщением» классической теории излучения⁵.

В ходе поисков надлежащего способа такого «рационального обобщения» классические теории обнаружили свою эв-

1 Кард П. Г. Принцип несоответствия // Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 360. Методологические вопросы физики. Тарту, 1975. С. 21—26; Meyer-Abich K. Korrespondenz... S. 84.

2 Meyer-Abich K. Korrespondenz... S. 3.

3 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. М., 1970. С. 156.

4 Там же. С. 167; Jammer M. The conceptual development of quantum mechanics. N. Y., 1966. P. 88.

5 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 250; Meyer-Abich K. Korrespondenz... S. 47.

ристическую ценность. Их оказалось возможным использовать в качестве своеобразных ориентиров при нахождении квантовых формул, описывающих не только частоты, но и интенсивности спектральных линий. Вот как об этом писал Бор в 1921 г.: «Из постулатов квантовой теории, в особенности из условия частот, ясно, что исключена возможность непосредственной связи между спектром и движением в атоме такого же типа, как и в классической электродинамике; однако в то же время форма этих постулатов наводит нас на след другой своеобразной связи. Если имеется некоторая электродинамическая система и мы на основании обычных представлений задаемся вопросом о ее излучении, возникающем от движения системы, то мы разлагаем мысленно эти движения на так называемые чисто гармонические колебания; далее предполагается, что излучение состоит из некоторого числа одновременно испускаемых цугов электромагнитных волн, частоты колебаний которых равны частотам гармонических компонент движения, а интенсивность определяется амплитудами соответствующих компонент. Исследование формальных основ квантовой теории показывает, что вопрос об излучении, сопровождающем переход атома из одного стационарного состояния в другое, может быть сведен к изучению различных гармонических компонент в движении атома; возможность осуществления определенного перехода обусловлена наличием определенной “соответственной” компоненты в движении»¹.

Указанное соответствие между характеристиками гармонических фурье-компонент классического движения электронов и параметрами спектральных линий не носило характера причинной связи, как это должно было быть согласно классической электродинамике. Бор неоднократно подчеркивал формальный характер аналогии, зафиксированной в принципе соответствия². Но факт оставался фактом — благодаря соответствию спектра и движения (которое, очевидно, носит принципиально иной характер, нежели первое проявление идеи соответствия как асимптотического совпадения результатов классического и квантового подходов в длинноволновой области спектра) классические понятия расширили сферу своего применения в теле квантовой теории.

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. I. С. 334—335.

2 Там же. С. 285, 537.

В квантовую теорию, однако, эти понятия входили не так, как они входили в состав классической теории. Движению атомных электронов и его разложению на гармонические компоненты в квантовой теории атома не придавалось онтологического смысла, как это было в классической электродинамике. Классическая картина движения электронов в атоме имела лишь эвристический, т. е. сугубо методологический смысл, служа вспомогательным средством для установления эмпирически измеримых квантовых характеристик излучения на феноменологическом уровне, но отнюдь не претендовала на отображение внутреннего механизма излучения. Успешное применение этой формы принципа соответствия вселяло надежду, что, как писал Бор, хотя этот принцип «и не дает нам прямых сведений о природе процессов излучения и о причине стабильности стационарных состояний, он освещает применение квантовой теории таким образом, что для этой теории можно предполагать наличие внутренних связей, аналогичных соотношениям классической теории»¹.

Имея в виду только что сказанное, можно понять Бора, когда он называл принцип соответствия «чисто квантотеоретическим законом»², невзирая на то обстоятельство, что в формулировку этого принципа явным образом входили классические понятия. Дело было в том, что эти понятия были включены в существенно иные взаимосвязи, чем в классической теории. Поэтому, хотя взятые в целом классическая и квантовая теории радикально отличались друг от друга по своему физическому (онтологическому) содержанию, отдельные классические понятия, будучи включенными в новые взаимосвязи, продолжали работать и в квантовой области.

Итак, несовместимость классической и квантовой теорий как целостных систем, по мысли Бора, вовсе не означала несовместимости отдельных элементов этих систем — отдельных классических и квантовых понятий. Поэтому их совместное употребление в рамках идеи соответствия «спектр—движение» отнюдь не представляло собой эклектического смешения классической и квантовой точек зрения, на что прозрачно намекал А. Зоммерфельд³, считавший принцип соответствия

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 508.

2 Там же. С. 505.

3 Зоммерфельд А. Пути познания в физике. М., 1973. С. 12.

недостаточно удовлетворительным именно по этой причине.

Более того, по мысли Бора, окончательно оформившейся в четкую формулировку к 1922 г., было необходимо признать, что, несмотря на решительный характер ломки наших представлений, вызванный введением прерывности в законы природы, «с точки зрения современной физики любое описание природы должно быть основано на использовании представлений, введенных и определенных классической теорией»¹. Действительно, если бы дело обстояло не так — если бы теоретически систематизированные квантовые представления не содержали ни одного общего элемента с системой классических представлений, то квантовая теория оказалась бы чересчур отличной от классической и никак не могла бы рассматриваться как ее рациональное обобщение. В таком случае о подлинной преемственности между этими теориями не могло быть и речи — отрицание классических представлений квантовыми имело бы характер чисто негативного, метафизического, а не диалектического отрицания.

Таким образом, ориентация Бора на замену классических понятий квантовыми никоим образом не означала полного отказа от использования классических понятий. Его беспокоило лишь конкретное разрешение вопроса «о возможности представления принципов квантовой теории в такой форме, чтобы это использование оказалось свободным от противоречий»². Нетрудно видеть, что идея соответствия представляла собой определенный способ ответа на этот вопрос.

Если сравнить «асимптотическое соответствие» классической и квантовой теорий в области малых частот (больших квантовых чисел) и соответствие «спектр—движение», то с определенностью можно указать на прогресс в решении вопроса о вхождении классических понятий в тело квантовой теории и в развитии общей идеи соответствия. «Асимптотическое соответствие» лишь *допускало* применение классических понятий наряду с квантовыми, которое не играло никакой эвристической роли. Соответствие же «спектр—движение» *требовало* применять классические понятия для формулировки квантовых представлений, акцентируя внимание на эвристической роли первых в процессе перехода ко вторым.

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 482.

2 Там же.

В каком же логическом отношении находится идея соответствия к концепции дополнительности, также претендующей на определенный способ решения вопроса о непротиворечивом использовании классических понятий в рамках квантовой теории? То, что исторически соответствие «старше» дополнительности — факт бесспорный. Однако, как указывал К. Маркс, нередко встречаются ситуации, когда «наука возводит отдельные жилые этажи здания прежде чем она заложила его фундамент»¹. Поэтому историческое предшествование идеи соответствия концепции дополнительности само по себе еще ни о чем не говорит.

И действительно, в литературе можно встретить диаметрально противоположные истолкования связи между соответствием и дополнительностью. Так, один из учеников Н. Бора А. Петерсен считает, что идея соответствия, затрагивающая одну из главных квантовых проблем — проблему соотношения между квантовой и классической физикой, является более общей и менее специфической характеристикой квантового способа описания, нежели дополнительность². Это происходит, по его мнению, потому, что в идее соответствия «подчеркивается само понятие обобщения как такового, а не какая-то специфическая особенность квантового обобщения»³, как это имеет место в концепции дополнительности. Поэтому, по его мнению, именно идею соответствия следует рассматривать в качестве эпистемологического ядра копенгагенской интерпретации, так что «принцип дополнительности является скорее частным случаем, специфическим проявлением принципа соответствия»⁴, как выразился датский философ Й. Витт-Хансен при разъяснении позиции А. Петерсена и своей собственной.

В противоположность А. Петерсену и Й. Витт-Хансену эстонский философ В. Хютт защищает точку зрения, что «общая идея дополнительности была выработана Н. Бором еще в 1913 г. и что... “дополнительный способ мышления” присутствовал с самого начала в научном творчестве Бора»⁵.

1 Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. 2-е изд. Т. 13. М., 1959. С. 43.

2 Petersen A. Quantum physics and the philosophical tradition. Cambridge, 1968. P. 33.

3 Ibid.

4 Раджабов У. А., Степанов Н. И. О некоторых вопросах методологии науки в исследованиях датских физиков // Вопросы философии. 1974. № 11. С. 172.

5 Хютт В. П. Абсолютное и относительное в интерпретации квантовой механики // Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 174. Труды по философии. Тарту, 1965. С. 64.

При этом В. Хютт настаивает на том, что общую идею дополнительности, выражающую, по его мнению, «требование согласованного понимания новых идей в результате исследования противоположностей в их противоречивом соотношении»¹, следует отличать от принципа дополнительности, который, как он считает, «есть конкретизация данного общеметодологического подхода в связи с интерпретацией квантовой механики»². Что же касается принципа соответствия, то, по мысли В. Хютта, «он также воплощает в себе эту общую идею, устанавливая специфическую дополнительность между квантовыми и классическими понятиями»³. Аналогичные взгляды можно обнаружить также у Дж. Холтона⁴, который, однако, формулирует их не столь явным и отчетливым образом, как В. Хютт.

Бесспорно, Н. Бор, начиная с 1913 г., был убежден, что прогресс в деле развития квантовой теории не может быть достигнут до тех пор, пока противоречие между квантово-теоретическими и классическими представлениями не будет поставлено во главу теоретического анализа⁵. В этом В. Хютт и Дж. Холтон правы. Бесспорно также, что идея соответствия в ее отдельных аспектах и концепция дополнительности были шагами на пути разрешения противоречия между классическими и квантовыми представлениями, обеспечивавшими прогресс в деле развития квантовой теории и ее интерпретации. Однако, по нашему мнению, вряд ли будет правильным квалифицировать магистральную линию боровского мышления, ориентированную на «рациональное обобщение» классической физики, целиком в русле идеи соответствия, как это делают А. Петерсен и Й. Витт-Хансен, или всецело в русле идеи дополнительности, как это предлагает делать В. Хютт. Такое расширительное понимание этих концепций едва ли целесообразно. Более точной и отвечающей действительной исто-

1 Хютт В. П. Методологическое значение принципа дополнительности // Известия АН ЭССР. Серия физико-математических и технических наук. 1965. Вып. 14. № 4. С. 501.

2 Хютт В. П. Дополнительность Н. Бора и ее методологическое значение // Логика и методология науки. М., 1967. С. 257.

3 Хютт В. П. Абсолютное и относительное... С. 66.

4 Holton G. The roots of complementarity // The graduate journal. 1973. Vol. 9. P. 115—161.

5 Jammer M. The conceptual development of quantum mechanics. P. 87.

рии развития взглядов Бора нам представляется трактовка, рассматривающая их как различные частные реализации общей идеи «рационального обобщения» классической физики. При таком истолковании ни соответствие, ни дополнительность не будут логически первичными по отношению друг к другу. Историческое же предшествование идеи соответствия концепции дополнительности делает ее одной из концептуальных предпосылок последней, в которой впервые было осуществлено «рациональное обобщение» классических представлений и признана необходимость неклассического использования классических понятий в квантовой области, нашедшая свое дальнейшее воплощение в дополнительном способе мышления.

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ*

Неоднократно указывалось, что квантовая механика принесла с собой новое миропонимание. Естественно, что такое новое понимание как минимум предполагает понимание квантовой механики. Однако этого нет, если говорить по-честному. Р. Фейнман достаточно откровенно сказал, что квантовую механику никто не понимает¹, хотя многие считают, что в ней все «чисто» и очень хорошо. Ф. Дайсон очень хорошо написал о таком понимании, когда потребность понимать исчезает и люди начинают просто работать с аппаратом².

Что касается подлинного понимания квантовой механики, то для него (по крайней мере, так считал Бор и его ближайшие сотрудники) необходимо понимание ее центральной концепции — концепции дополнительности. Можно сказать, что именно формирование этой концепции в лекции Бора, произнесенной в Комо, завершает этап становления квантовой механики. Данная концепция была предложена, чтобы понять уже достаточно детально разработанный формализм.

* 50 лет квантовой механики. М., 1979. С. 116—125.

1 Фейнман Р. Характер физических законов. М., 1968. С. 139.

2 Дайсон Ф. Новаторство в физике // Над чем думают физики. Вып. 2. Элементарные частицы. М., 1963. С. 94.

Но, как ни странно, ни одному из принципов квантовой механики не повезло так мало, как концепции дополнительности. Очень многие даже из ближайших соратников Бора, не говоря уже о других ученых, «нарушают первую заповедь» и употребляют слово «дополнительность» всеу.

Как правило, понятие дополнительности связывают либо с узаконением корпускулярно-волнового дуализма, либо считают, что дополнительность — то же самое, что соотношение неопределенности. Можно назвать имена достаточно крупных физиков у нас и за рубежом, которые так думают.

Стиль Бора очень своеобразен. Все отмечают его внутреннюю гармонию, согласованность, но тем не менее даже Эйнштейн признавался, что, несмотря на все усилия, он не мог понять сути принципа дополнительности.

В своем сообщении я хочу, во-первых, выступить в роли Сальери — «поверить алгеброй» гармонию боровских тонких и пространственных рассуждений и представить концепцию дополнительности в виде принципа (что кстати, противоречит Бору — Бор никогда не называл концепцию дополнительности принципом), т. е. представить ее в систематизированном виде, а во-вторых, проследить путем анализа работ Бора историю формирования, становления этого принципа.

Суть концепции дополнительности можно выявить путем достаточно детального рассмотрения текста самой первой лекции Бора «Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории», которая была прочитана в Копенгагене в 1927 г. Там можно выделить, по крайней мере, четыре момента, которые образуют содержание этой концепции, и только один из этих моментов выступает как то, что можно назвать принципом.

Собственные слова Бора, касающиеся этого момента, звучат на второй странице этого доклада так: «в соответствии с самой природой квантовой теории мы должны считать пространственно-временное представление и требование причинности, соединение которых характеризует классические теории, как дополнительные, но исключают одна другую черты описания содержания опыта; эти черты символизируют идеализацию возможностей наблюдения и, соответственно, определения»¹.

Как же Бор пришел к этому требованию? (Это, кстати,

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 31.

первый контекст, где появляется слово «дополнительный».) Бор исходил из так называемого «квантового постулата» (правда, потом он перестал употреблять этот термин). «Согласно квантовому постулату, — писал Бор, — каждому атомному процессу свойственна существенная прерывность, или скорее индивидуальность, совершенно чуждая классической теории и выраженная планковским квантом действия»¹.

На первый взгляд, здесь не было ничего нового, так как физики уже свыклись с такими квантовыми процессами, как фотоэффект, эффект Комптона, как переходы из одного стационарного состояния в другое и т. п. Решающий новый шаг здесь состоял в том, что понятие квантового процесса и его индивидуальности (целостности, неделимости) распространяется на процесс наблюдения, измерения: «Согласно квантовому постулату, — пишет Бор, — всякое наблюдение атомных явлений включает такое взаимодействие последних со средствами наблюдения, которым нельзя пренебречь»², т. е. наблюдения — это тоже квантовые процессы и тоже подлежат ведению физической теории. В этом пункте вскрыт кардинальный пересмотр взглядов на природу физической реальности, с которым никак не мог согласиться Эйнштейн.

Бор дальше пишет: «Невозможно приписать самостоятельную реальность в обычном физическом смысле ни явлению, ни средствам наблюдения»³ — именно благодаря целостности процесса наблюдения, рассмотренного как квантовый процесс.

Следующий шаг Бора в этой статье состоит, с одной стороны, в требовании необходимости применения классических понятий при интерпретации квантово-механических наблюдений, с другой — в признании ограниченной применимости этих понятий. На одной и той же странице у него можно встретить вроде бы взаимоисключающие утверждения. Во-первых: «Квантовая теория характеризуется признанием принципиальной ограниченности классических физических представлений в применении к атомным явлениям». И, во-вторых: «Интерпретация эмпирического материала в существенном покоится именно на применении классических понятий»⁴.

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 30.

2 Там же. С. 31.

3 Там же.

4 Там же. С. 30.

Принцип дополнительности, который состоял в требовании расщепления классического способа описания, в котором законы сохранения энергии-импульса (или причинный способ описания, по терминологии Бора) и пространственно-временной способ описания были соединены в единое неразрывное целое, на два дополнительных, и представляет собой ограничение применимости классических понятий. В этом смысле концепцию дополнительности можно считать методологическим правилом, регулирующим неклассическое употребление классических понятий.

Попробуем теперь, во-первых, проследить, как Бор подходил к этой формулировке своей концепции, во-вторых, проследить эволюцию представлений Бора о целостном характере процесса наблюдений, в-третьих, эволюцию боровского отношения к классическим понятиям. Требование неизбежности применимости классических понятий, которое первоначально выступает у Бора как постулат, в дальнейшем получает свое обоснование — дается ответ на вопрос, почему необходимо применять классические понятия.

По этим трем линиям и будет развернуто дальнейшее изложение.

М. Джеммер в своей фундаментальной книге «Концептуальное развитие квантовой механики» видит начало дополнительного способа мышления в окончательном признании Бором корпускулярно-волнового дуализма¹, которое было зафиксировано в послесловии к статье «О действии атомов при соударениях» (июль 1925 г.). Дж. Холтон в своей работе «Истоки дополнительности»² приписывает Бору использование представления о фотонах уже в модели 1913 г. На этом основании многие считают, что дополнительный способ с самого начала был присущ Бору. Но дело в том, что позиция Бора вплоть до 1925 г. состояла, как выражается Джеммер, в «непреклонном неприятии световых квантов Эйнштейна». Бор никак не соглашался принять световые кванты, и ради этого вместе с Крамерсом и Слетером построил, как выражался А. Ланде, странный «виртуальный оркестр» атомов, излучающих в стационарных состояниях и нарушающих закон

1 Jammer M. The conceptual development of quantum mechanics. N. Y., 1966. P. 345—346.

2 Holton G. The roots of complementarity // Daedalus. 1970. Vol. 99. № 4. P. 1026.

сохранения энергии¹. Их индетерминистическая теория давала пространственно-временное описание процесса излучения, но зато нарушала сохранение энергии.

Бор во многих своих работах специально подчеркивает, что имеет дело с планковскими квантами энергии, а не с эйнштейновскими световыми квантами, что переходы из одного стационарного состояния сопровождаются испусканием монохроматического излучения. Впервые явное упоминание об эйнштейновских квантах у него имеется только в 1920 г., и то в отрицательном духе. «Я не буду останавливаться на хорошо известных затруднениях, — пишет Бор, — к которым приводит так называемая *гипотеза световых квантов* в явлениях интерференции, столь просто объясняемой в классической теории излучения. Я вообще не намерен входить в обсуждение загадки, связанной с природой излучения»². Такова была общая направленность первых работ Бора по квантовой теории, когда его интересовало главным образом излучение с точки зрения того, в какой мере оно может доставить ключ к пониманию строения атома. Принцип соответствия также использовался в этом плане, только как средство познания строения атомов, — а строение свободного излучения Бора тогда не интересовало.

Но с течением времени структурой свободного излучения тоже пришлось заняться. Впервые подробное обсуждение этого вопроса Бор предпринял в своей статье 1922 г. (опубликованной в 1923 г.) «О применении квантовой теории к строению атома». Это — его вторая обобщающая статья (первая была написана в 1918 г.). Второй постулат, кстати, он формулирует там, подчеркивая испускание чисто гармонических волн, гипотезе же световых квантов посвящен специальный параграф («Формальная природа квантовой теории»). После изложения того, что идея световых квантов предполагает неприменимость максвелловской теории даже в пустом пространстве, а не только к взаимодействию излучения и вещества, Бор пишет: «Хотя эта точка зрения имеет большое значение для понимания некоторых классов явлений, например, фотоэффекта, с позиций квантовой теории обсуждаемая гипотеза все же не может рассматриваться как удовлетворительное

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. М., 1970. С. 533.

2 Там же. С. 249.

решение. Как известно, именно эта гипотеза приводит к непреодолимым трудностям при объяснении явлений интерференции, представляющих собой основное средство при исследовании свойств излучения. Во всяком случае, можно утверждать, что лежащее в основе гипотезы световых квантов положение принципиально исключает возможность осмысления понятия частоты, играющего главную роль в этой теории. Поэтому гипотеза световых квантов непригодна, чтобы дать общую картину процесса, которая могла бы включать всю совокупность явлений, рассматриваемых при применении квантовой теории. Напротив, способ объяснения, при котором гипотеза передает лишь некоторые стороны явлений, пригоден для обоснования воззрения, рассматриваемого с различных сторон»¹.

Здесь Бор уже допускает возможность частичного описания явлений с помощью гипотезы световых квантов, но его тогда занимала единая картина атомных процессов. Он недвусмысленно пишет: «в будущем надо искать полное обобщенное описание процессов», «возникает вопрос о возможности создания единой картины процессов»².

По-видимому, именно это место в статье 1922 г. и следует считать первым зародышем концепции дополнительности, выдвинутой пока только в качестве возможности и отвергнутой.

В статье Бора—Крамерса—Слетера 1924 г. эта альтернатива формулируется более явно: либо кванты и отказ от пространственно-временного способа описания, либо пространственно-временное описание и отказ от причинности.

Сомнения относительно того, действительно ли может быть дано детальное описание процесса взаимодействия между веществом и излучением при помощи причинного описания в пространстве и времени, как это до сих пор делалось, у Бора все усиливались, и он сначала отказался от причинного описания, т. е. от выполнения законов сохранения энергии-импульса в индивидуальных актах. Зато он сохранил пространственно-временную картину процесса излучения.

В 1925 г. выяснилось, что опыты Боте—Гейгера опровергают теорию Бора—Крамерса—Слетера, и Бор мужественно счел необходимым «без сожаления оставить принятый в рабо-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 518.

2 Там же. С. 519.

те путь». Далее он писал, что обнаруженная Боте и Гейгером связь отдельных атомных процессов «в соответствии с квантовой теорией света Эйнштейна навязывает нам корпускулярную картину распространения света»¹. Первое признание эйнштейновских квантов. Но, признав кванты, т. е. законы сохранения, Бор был вынужден пожертвовать пространственно-временными образами. Он пишет: «Скорее всего речь идет о том, в какой степени пространственно-временные понятия, при помощи которых до сих пор пытаются объяснить явления природы, применимы в атомных процессах»².

Отрицательное отношение к пространственно-временным понятиям в пользу принятия законов сохранения энергии-импульса более отчетливо выражено в статье «Атомная теория и механика», где Бор ссылается на работу Гейзенберга и пишет, что его квантовая механика «не имеет дела с описанием движения атомных частиц в пространстве и времени»³. Однако в связи с гипотезой Уленбека и Гаудсмита в коротенькой заметке 1936 г. «Вращающийся электрон и структура спектра» положение несколько изменилось. Бор пишет, что гипотеза «открывает обнадеживающие перспективы возможно более глубокого объяснения свойств элементов посредством механических моделей»⁴, — т. е. пространственно-временным образом.

Колебания налицо. Эти колебания (что выбрать?) потом вылились в концепцию узаконения дополнительности.

Это, видимо, произошло в два этапа. Первый этап состоял в признании квантов Эйнштейна, которым нельзя приписать траекторию. Как говорил Бор, все содержание идеи эйнштейновских квантов целиком исчерпывается законами сохранения энергии и импульса⁵. Второй шаг заключался в применении квантового постулата о целостности к процессу наблюдения. Именно здесь, видимо, известная дискуссия с Гейзенбергом о смысле соотношений неопределенностей сыграла определяющую роль.

Любопытно, что потом сам Гейзенберг это требование целостности процесса наблюдения не соблюдал.

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 560, 561.

2 Там же. С. 560.

3 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 22.

4 Там же. С. 25.

5 Там же. С. 36.

Приступим к обсуждению второй проблемы. Если акту наблюдения приписывается целостность, то нельзя говорить, что при измерении прибор возмущает объект. Правда, сначала Бор думал именно так. Каждое наблюдение требует вмешательства в ход процесса. Бор пишет: «Невозможно проследить путь индивидуального светового кванта, не нарушая существенно само исследуемое явление»¹.

Решающий поворотный пункт в изменении трактовки целостности процесса наблюдения, компонентами которого были, с одной стороны, явления (или объекты), а с другой стороны — измерительные приборы, произошел в результате появления статьи Эйнштейна, Подольского, Розена, которые построили пример, где физического воздействия на измеряемую систему не было, а ее состояние изменялось. Казалось, что все аргументы Бора повисли в воздухе. Бор ответил так: «Нет речи о том, чтобы в течение последнего критического этапа процесса измерения изучаемая система подвергалась какому-либо механическому возмущению. Но и на этом этапе речь идет по существу о возмущении в смысле *влияния на самые условия, определяющие возможные типы предсказания будущего поведения системы*. Эти условия составляют существенный элемент описания всякого явления, к которому можно применить термин “физическая реальность”»².

Эти слова Бора звучат довольно непонятно. И сам Бор, вспоминая о своих дискуссиях с Эйнштейном, с сожалением отмечал неуклюжесть тогдашнего выражения своих мыслей.

Дальнейшая работа Бора была посвящена рафинированию терминологии. Бор прямо об этом писал: «Мне пришлось более подробно и непосредственно затронуть вопросы терминологии»³.

Существенный шаг был сделан в 1938 г. в варшавской лекции Бора. Там он изменил смысл, вкладывавшийся им в понятие «явление». Раньше явление было тождественно с наблюдаемым объектом, теперь явление стало тождественно самому акту наблюдения. Вот что пишет он в варшавской лекции 1938 г. «Проблема причинности в атомной физике»: «Для обозначения эффектов наблюдения при заданных экспери-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 113.

2 Там же. С. 187—188.

3 Там же. С. 430.

ментальных условиях лучше применять термин “явление”»¹.

Однако впервые надлежащей словесной точности Бор достигает в 1946 г.: «Под словом “явление” следует просто подразумевать полное описание как экспериментального устройства, так и наблюдаемых результатов»². Это определение явления в последующих его работах несколько уточняется, после чего без существенных изменений оно фигурирует в дальнейших работах.

К этому же времени относится существеннейшее изменение позиции Бора по вопросу о возмущающем влиянии наблюдений на измеряемый объект. В 1946 г. он пишет, что «вследствие использования выражений типа “возмущение явлений посредством их наблюдения” — фразы одинаково непримиримой с любым недвусмысленным значением самих слов “наблюдение” и “явление”», возникают недоразумения³.

Против неправильного понимания соотношения неопределенности Бор предостерегал еще в 1937 г. «Возможно, будет уместно предостеречь от неправильного понимания известных соотношений неопределенности Гейзенберга... Это неправильное понимание легко может возникнуть, когда все содержание соотношений неопределенности пытаются изложить фразой типа “положение и импульс частицы не могут быть одновременно измерены с произвольной точностью”. Такое высказывание наводит на мысль, что здесь все дело в добровольном отказе от измерения двух четко определенных атрибутов объекта, и оставляет место для надежд на то, что в будущей, более полной теории оба эти атрибута будут приниматься в рассмотрение в соответствии с требованиями классической физики. Однако... ситуация в атомной физике в целом лишает всякого смысла такие атрибуты, взятые из арсенала классической физики»⁴.

Можно сказать, таким образом, что выражение «возмущение объекта прибором», особенно если учесть аналогии с теорией относительности, — так же бессмысленно (если следовать концепции дополненности), как говорить, что лоренцовское сокращение обусловлено воздействием системы

1 Bohr N. The causality problem in atomic physics // New theories in physics. P., 1939. P. 24.

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 383.

3 Там же.

4 Там же. С. 207.

отсчета на измеряемый объект. Там это явно нелепо звучит. В квантовой механике говорить о возмущении объекта прибором так же нелепо, хотя все привыкли говорить так. Даже ближайшие соратники Бора всегда об этом говорили. Поэтому Бор одно время был настроен очень пессимистически, видя, что, несмотря на все его усилия, концепция дополнительности плохо поддается адекватному усвоению.

В концепции дополнительности Бора речь идет не о возмущении объекта прибором, а о придании объекту концептуальной определенности его существования, — т. е. о логической связи объекта и прибора. Тем самым эта концепция утверждает новый тип физической реальности, впервые введенный Эйнштейном: элементами физической реальности являются не только вещи, объекты, но и акты измерения этих объектов, рассматриваемые тоже как физические процессы. А это имеет очень далеко идущие философские последствия, действительно меняющие наше миропонимание.

Между прочим, недооценка этого обуславливает пренебрежение физики к действительным собственным методологическим трудностям. Ведь, если посмотреть на проблему измерения в общем плане, то в ней существует гораздо более серьезная трудность, которая проявляется в принципиальной невозможности синтезировать представления общей теории относительности и квантовой теории, если иметь в виду их требования к измерениям. Сейчас формализм общей теории относительности квантуют очень лихо, но еще Вигнер заметил, что это все дает релятивистские теории частиц со спином 2, но не квантование общей теории относительности¹. Мне известна только одна работа, посвященная обсуждению этого, выполненная в Минске, которая в духе работ Бора—Розенфельда показывает, что либо эти теории несоединимы, либо нужно вводить точечные пробные тела².

О классических понятиях. Напрашивается вопрос: мы вступаем в новый, не классический квантовый мир, зачем же мы должны применять классические понятия, т. е. лезть с заведомо неадекватным понятийным инструментом в другую область реальности? В ответе на этот вопрос заключается

1 Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., 1971. С. 257.

2 Потапа А. С. Идеализированные измерительные процедуры в релятивистской квантовой теории. Минск, 1970.

самый тонкий момент боровского подхода. Сначала, судя по его первым статьям вплоть до 1918 г., Бор стремился отказаться от классических понятий, заменить их квантовыми. В 1913 г. он подчеркивал резкое противоречие между кругом представлений классической и квантовой теорий¹. В 1918 г. он пишет в обобщающей статье, что трудности вызваны радикальным отказом от обычных представлений механики и электродинамики, содержащихся в основных принципах квантовой теории, и выражает явное сожаление по поводу того, что до сих пор не удалось заменить эти представления другими, образующими такую же последовательную и развитую систему².

Сравним с этим следующую обобщающую статью (1922 г.). Принцип соответствия, который требовал применять классические понятия в рамках соответствия «спектр—движение» для поиска квантовых закономерностей, Бор рассматривал как чисто квантово-теоретический закон. «Эти принципы (соответствия и адиабатический. — *И. А.*), — пишет Бор, — хотя они формулируются с помощью классических понятий, должны рассматриваться исключительно как квантово-теоретические законы, которые... позволяют надеяться на будущую последовательную теорию, которая одновременно будет воспроизводить наиболее характерные для применения черты квантовой теории»³. Здесь намечена тенденция перехода от стремления заменить классические понятия квантовыми к стремлению согласовать классические понятия с квантовыми. Принцип соответствия — это способ согласования классических понятий внутри квантовой теории, причем неклассического согласования.

Концепция дополнительности — следующий шаг на этом пути. Наиболее четко формулировка о неизбежности классических понятий дана Бором в 1931 г. в статье «Максвелл и теоретическая физика»: «Мы должны осознать, что недвусмысленное толкование любого измерения должно быть по существу выражено в терминах классических теорий, и мы можем сказать, что в этом смысле язык Ньютона и Максвелла

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 167.

2 Bohr N. On the quantum theory of line spectra // Sources of quantum mechanics. N. Y., 1968. P. 96.

3 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 525.

останется языком физиков на все времена»¹.

Почему это должно быть так? В то время Бор об этом не говорил. Первые шаги к обоснованию можно обнаружить лишь в 1937 г.: «Само требование, чтобы обстоятельства опыта и результаты наблюдения могли быть сообщены кому угодно, означает, что мы можем говорить на языке обычных понятий, основанных на нашем опыте»². В 1939 г. Бор пишет, что «мы должны прежде всего отдать себе отчет в том, что цель всякого физического опыта есть получение данных при воспроизводимых и поддающихся словесной передаче условиях. Эта цель не оставляет нам никакого другого выбора, как пользоваться... терминологией классической физики не только при описании устройства и работы измерительных приборов, но также при описании получаемых экспериментальных результатов»³. И, наконец, в 1948 г. Бор приходит к отточенной формулировке, которую А. З. Петров предложил назвать «принципом Бора»⁴ ввиду ее важности для любой области физики: «Как бы далеко ни выходили квантовые эффекты за пределы возможностей анализа классической физики, описание экспериментальной установки и регистрация результатов наблюдения всегда должны производиться на обычном языке, дополненном терминологией классической физики. Это есть простое логическое требование, поскольку слово “эксперимент” в сущности может применяться лишь для обозначения такой ситуации, когда мы можем рассказать другим, что мы сделали и что узнали в итоге»⁵.

Если от исторических моментов перейти к логической структуре концепции дополнительности, в ней можно выделить такие моменты. Во-первых, требование коммуницируемости результатов измерений вынуждает использовать естественный язык, рафинированный с помощью понятий классической физики, во-вторых, квантовый постулат целостности процессов наблюдения, символизируемый квантом действия, ограничивает возможность применения классических понятий. В-третьих, онтологически целостный процесс наблюде-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 74.

2 Там же. С. 208.

3 Там же. С. 282.

4 Петров А. З. Физическое пространство-время и теория физических измерений // Пространство и время в современной физике. Киев, 1968. С. 188.

5 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 392—393.

ния как взаимодействия объекта и прибора должен быть гносеологически подразделен на часть, относящуюся к объекту, и часть, относящуюся к прибору. Это расщепляет классический способ описания на два дополнительных. Экспериментальное обоснование этого вывода — нужны два типа экспериментальных установок для получения информации о дополнительных сторонах микрообъекта.

Наконец, отнесение информации о целостном акте наблюдения, воплощенного в его результате, к измеряемому объекту и создает дополнительную пространственно-временного и энергетически-импульсного способа описания. Определенность существования объекта задается только в контексте явления; функция состояния применима только к завершенным явлениям, а не к электрону самому по себе, взятому безотносительно к прибору.

Такова суть взглядов Бора, которые он сформулировал в концепции дополнительности и которые за истекшие 50 лет покрылись столь многими наслоениями, что первым условием продвижения вперед, как, например, считает один из известных исследователей творчества Бора П. Фейерабенд, является «необходимость возвращения к Бору»¹. Это «возвращение к Бору» я и постарался осуществить в данной работе.

О ПОНЯТИИ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ*

Отрицательная оценка методологического содержания концепции дополнительности, которая одно время преобладала в нашей философско-методологической литературе, была основана на неприятии понятия «неконтролируемое взаимодействие», широко использовавшегося Бором для обоснования и разъяснения смысла понятия дополнительности. Основной огонь критики был направлен на понятие неконтролируемости в связи с трактовкой взаимодействия между измерительным прибором и микрообъектом. Это, по мнению

¹ *Feyerabend P. On a recent critique of complementarity // Philosophy of science. 1969. Vol. 38. № 1. P. 104.*

* Вопросы философии. 1984. № 6. С. 82—88.

критиков, влекло за собой утверждение о непознаваемости микромира, приносило в интерпретацию квантовой механики объективно несвойственные ей субъективистские и идеалистические черты.

Изменение «знака» оценки концепции дополнительности с течением времени, переход к трактовке этой концепции как одной из форм диалектического противоречия, ярко демонстрирующей диалектико-материалистический характер современной физики, в первую очередь связывается с отказом Бора от понятия неконтролируемого взаимодействия, якобы наметившегося уже в его работе «Дискуссия с Эйнштейном по проблемам теории познания в атомной физике» (1949) и окончательно оформившегося в статье «Квантовая физика и философия» (1958), начиная с которой Бор перестал употреблять это понятие. Эта версия сейчас является практически общепринятой.

Однако тщательное изучение текстов работ Бора, опубликованных за период 1928—1961 гг., показывает, что утверждение о его отказе от понятия неконтролируемости (и даже от соответствующего термина) не соответствует действительному положению вещей. Оказывается также, что понятие неконтролируемого взаимодействия может быть рационально истолковано в диалектико-материалистическом духе. Обоснованию этого и посвящается настоящая статья.

Понятие неконтролируемости в методологических работах Н. Бора

Впервые понятие неконтролируемости было употреблено Бором в статье «Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории» (1928), в которой также впервые излагалась и разъяснялась концепция дополнительности. «Согласно квантовому постулату, — писал Бор, — всякое наблюдение атомных явлений включает такое взаимодействие последних со средствами наблюдения, которым нельзя пренебречь»¹. Именно невозможность пренебречь взаимодействием с измерительными средствами приводила, по мысли Бора, к тому, что в квантовой механике «каждое наблюдение вводит новый неконтролируемый элемент»², в отличие от классической фи-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 31.

2 Там же. С. 40.

зики, где каждое последующее наблюдение позволяет предсказать будущие события со всевозрастающей точностью. Это имело следствием положение дел, количественно фиксируемое соотношениями неопределенностей Гейзенберга: измерение пространственных координат частицы означает полный разрыв с причинным описанием ее динамического поведения, основанным на понятиях импульса и энергии, тогда как определение импульса частицы всегда предполагает отсутствие знаний о ее пространственно-временной эволюции¹.

В первом изложении концепции дополнительности термин «неконтролируемость» употребляется только один раз. В следующей работе «Квант действия и описания природы» Бор лишь однажды применяет этот термин. Указывая, что «любая попытка пространственно-временного упорядочения индивидуумов вызывает разрыв причинной цепочки, связанный с непренебрежимым обменом импульсом и энергией с используемыми для измерения масштабами и часами, причем обмен не поддается расчету, когда эти средства измерения достигают цели»², он считает невозможность детального причинного прослеживания атомных процессов в этой ситуации следствием того, что «каждая попытка познать такой процесс сопровождается принципиально неконтролируемым вмешательством в его ход»³.

В статье «Теория атома и принципы описания природы» (1930) Бор совершенно не употребляет термина «неконтролируемость». Однако существо его взглядов от этого не меняется — те же мысли он выражает другими словами: «Постулат неделимости кванта действия является для классических представлений совершенно чуждым элементом, требующим при измерениях не только конечного взаимодействия между объектом и измерительным прибором, но и известной свободы при учете этого взаимодействия. Вследствие этого каждое измерение, преследующее цель упорядочить элементарные частицы в пространстве и времени, приводит к отказу от познания обмена энергией и импульсом между частицами и масштабами и часами, использованными в качестве системы отсчета. Подобным же образом любое определение энергии и

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 40.

2 Там же. С. 59.

3 Там же. С. 61.

импульса частиц приводит к отказу от прослеживания их в пространстве и во времени. Следовательно, вытекающее из самой сути измерения применение классических понятий в обоих случаях заранее связано с отказом от строго причинного описания¹. Такие рассуждения непосредственно ведут к установленному Гейзенбергом соотношению неопределенности»².

Из вышеизложенного уже можно сделать два предварительных, но важных для дальнейшего обсуждения вывода. Во-первых, содержание, вкладываемое Бором в термин «неконтролируемость», тесно связано с содержанием соотношений неопределенностей Гейзенберга, запрещающих одновременное измерение (т. е. определение) точных значений канонически сопряженных переменных, частным случаем которых являются координаты и импульс. Во-вторых, это содержание может быть выражено и без использования термина «неконтролируемость» — в таком случае Бор говорит об «отказе от познания» или о «невозможности расчета» того, что в другом контексте он называл «неконтролируемым».

Действительно, в работе «Химия и квантовая теория строения атома» (1932), возвращаясь к проблеме измерений, Бор в двух следующих друг за другом предложениях выражает одну и ту же мысль, используя в первом из них термин «неконтролируемость», а во втором обходясь без него: «таким образом, любая попытка фиксировать пространственно-временные координаты частиц, составляющих атом, должна в конце концов включать существенно неконтролируемый обмен энергией и импульсом с измерительными стержнями и часами, который препятствует однозначной связи динамического поведения атомных частиц до наблюдения с их более поздним поведением. И, наоборот, каждое приложение законов сохранения, например, к балансу энергии в атомных превращениях влечет за собой существенный отказ от прослеживания в пространстве и времени индивидуальных частиц»³.

1 Под «строго причинным описанием» Бор имеет в виду классически детерминистское описание, предполагающее объединенное употребление понятий пространства и времени, с одной стороны, и энергии и импульса, с другой. Иногда Бор называет его «причинным пространственно-временным описанием».

2 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 68.

3 Там же. С. 101—102.

В статье «Свет и жизнь» (1932) Бор также пишет о неконтролируемом обмене энергией между атомом и измерительным прибором¹. Словосочетание «принципиально неконтролируемое взаимодействие» впервые появляется у него в написанной совместно с Л. Розенфельдом работе «К вопросу об измеримости электромагнитного поля» (1933), в которой подчеркивается отличительная особенность задач об измерении в обычной (нерелятивистской) квантовой механике. Она заключается в том, что в этих задачах всегда существует «возможность истолковать каждый отдельный результат измерения вполне определенным, в смысле классической механики, образом. Это достигается надлежащим учетом того принципиально неконтролируемого взаимодействия между измерительным прибором и измеряемым объектом, которое обусловлено существованием кванта действия»².

В только что приведенных словах отчетливо выражена мысль, характерная для использования Бором понятия неконтролируемости. Бор связывает необходимость употребления этого понятия со своим программным методологическим требованием неизбежности применения классических понятий для интерпретации результатов измерений (эмпирического материала) в любой области физики³. Неконтролируемость, равно как дополнительность и неопределенность, оказывается у Бора специфическим квантовым ограничением, накладываемым на использование классических понятий в неклассической квантовой области явлений.

В квантовой электродинамике методологическая роль понятия неконтролируемости оказывается еще более важной, чем в нерелятивистской квантовой механике, поскольку не поддающееся контролю изменение поля в заданной области пространства, возникающее вследствие взаимодействия с измерительным прибором, тесно связано с флуктуациями черного излучения⁴. Бор и Розенфельд также показывают в общем виде, что неконтролируемость является необходимым условием измеримости поля, поскольку «всякая попытка контроля над полем, возникающим от пробных тел, препятство-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 114.

2 Там же. С. 122.

3 Там же. С. 30, 151.

4 Там же. С. 131.

вала бы использованию производимых при помощи их измерений поля»¹.

Применительно к обычной (нерелятивистской) квантовой механике аналогичная мысль еще раз была высказана Бором в статье «Эффект Зеемана и строение атома» (1935) в прямой связи с концепцией дополнительности: «В квантовой теории мы встречаемся с совершенно новой ситуацией, порожденной неизбежным взаимодействием между объектами измерений и измерительными приборами. Поскольку в соответствии с природой измерений указанное взаимодействие является существенно неконтролируемым, оно несет в себе новые черты взаимного исключения между однозначным применением пространственно-временных понятий и динамическими законами сохранения. При этом классические представления о причинной зависимости заменяются более широкой концепцией дополнительности»².

В работе «Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным» (1935) проблема контроля взаимодействия измеряемого объекта и измерительного прибора, от решения которой оказываются зависящими решения проблем полноты квантовой механики и квантовомеханической реальности, впервые становится центральным предметом обсуждения. Эта статья, непосредственно вызванная известным парадоксом Эйнштейна—Подольского—Розена, затрагивает не только данный парадокс, но гораздо более широкий круг вопросов, анализ которых объединяется показом невозможности контролировать обратное действие объекта на измерительный прибор в разнообразных измерительных ситуациях. В любой из них, подчеркивает Бор, «эта невозможность будет непременно иметь место, если только прибор удовлетворяет своему назначению»³.

Бор начинает анализ проблемы с простейшего случая частицы, проходящей сквозь диафрагму с одной щелью, рассматривая две модификации этого мысленного эксперимента. В первой из них предполагается, что диафрагма жестко скреплена с подставкой, определяющей пространственную систему отсчета. «Тогда, — пишет Бор, — количество движения, пере-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 136.

2 Там же. С. 178.

3 Там же. С. 182.

даваемое частицей диафрагме, а также и другим частям прибора, будет уходить в их общую подставку. Таким образом, в этом случае мы сознательно отказываемся от всякой возможности учитывать реакцию частицы на отдельные части прибора и принимать эти реакции в расчет в наших предсказаниях, относящихся к окончательному результату опыта»¹. Вторая модификация опыта, использующего диафрагму с одной щелью, состоит в том, что эта диафрагма уже не является жестко связанной с остальными частями прибора. Это дает возможность измерить с любой желаемой точностью импульс диафрагмы до и после прохождения частицы, т. е. проконтролировать передачу импульса диафрагме, но зато влечет за собой отказ от точного контроля локализации диафрагмы (и частицы) в пространстве и времени. Поэтому экспериментальная установка в ее втором варианте оказывается непригодной для изучения тех явлений, которые изучались при помощи ее первого варианта. «В той установке, которая пригодна для измерения количества движения диафрагмы, — разъясняет Бор, — мы уже не можем использовать эту диафрагму как измерительный прибор и употреблять ее с той же целью, как в первоначальной установке. Поскольку мы интересуемся положением диафрагмы относительно остального прибора, мы уже должны считать ее, как и частицу, проходящую сквозь щель, объектом исследования; это значит, что мы должны явным образом принять во внимание квантовомеханические соотношения неопределенности для ее положения и количества движения»².

В плане мысленного эксперимента ситуация, описанная Эйнштейном, Подольским и Розеном, оказывается эквивалентной применению несколько усложненной экспериментальной установки, состоящей из жесткой диафрагмы с двумя параллельными щелями, причем сквозь каждую из этих щелей проходит независимо друг от друга по одной частице с заранее измеренным количеством движения³. Далее Бор рассматривает опыты, в которых существенную роль играет понятие времени — соответствующие экспериментальные установки содержат подвижные части, подобные затворам, открываю-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 183.

2 Там же. С. 184.

3 Там же. С. 186.

щим и закрывающим щели диафрагм, причем эти части контролируются механизмами, играющими роль часов¹. Его вывод аналогичен предыдущему: «Подобно тому как перенос количества движения отдельным частям прибора, относительное положение которых требуется знать для описания явления, оказывается, как мы видели, совершенно не поддающимся контролю, совершенно так же невозможно проанализировать и обмен энергией между объектом и различными телами, относительное движение которых должно быть известным для желаемого использования прибора. Действительно, возможность контролировать передаваемую часам энергию, не нарушая действия их как указателей времени, принципиально исключена... Положение вещей здесь совершенно то же, как и в рассмотренном выше вопросе о взаимно исключающем характере всякого однозначного применения к квантовым явлениям понятий положения и количества движения»².

Данная работа Бора важна еще и в том отношении, что в ней, правда, с помощью пока еще довольно неуклюжей, как он впоследствии говорил³, терминологии, совершается переход к существенно новому по сравнению с прежним пониманию смысла термина «явление». Ранее Бор рассматривал явление как объект, подлежащий исследованию с помощью наблюдений (измерений). Это давало ему возможность говорить о неконтролируемом вмешательстве наблюдения в ход исследуемого процесса⁴, т. е. о возмущении явлений наблюдениями извне, поскольку измерительные приборы помещались Бором вне исследуемых явлений (измеряемых объектов). Теперь же явление стало трактоваться как совпадающее по смыслу с экспериментальной ситуацией в целом, т. е. с наблюдением (измерением). Поэтому неконтролируемое, т. е. конечное и не поддающееся учету взаимодействие между объектом и измерительными приборами, теперь оказывается для Бора одним из элементов квантовых явлений⁵ — оно осуществляется внутри них.

Последнее обстоятельство ликвидировало возможность правомерного употребления выражений о вмешательстве на-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 188.

2 Там же. С. 189.

3 Там же. С. 427.

4 Там же. С. 40, 61, 69.

5 Там же. С. 188.

блюдения в ход явления, допускавшихся Бором ранее. С учетом этого обстоятельства Бор уточняет и развивает сущность понятия неконтролируемости в своих последующих работах. Так, в статье «Идеи Ньютона и современная атомная физика» (1946) он связывает неконтролируемость с тем, что, «коль скоро речь идет об определенных квантовых эффектах, мы сталкиваемся в атомной физике с совершенно новой ситуацией, когда принципиально невозможно провести четкое разграничение между внутренними свойствами объектов и их взаимодействием с измерительными приборами, которые необходимо использовать для самого обнаружения этих свойств»¹. При этом Бор обращает особое внимание на вопросы терминологии, специально отмечая, что, «по существу, все недоразумения возникают вследствие использования выражений типа “возмущение явлений посредством их наблюдения” — фразы, одинаково непримиримой с любым недвусмысленным значением самих слов “наблюдение” и “явление”»².

В статье «О понятиях причинности и дополнительности» (1948), повторив мысль о связи неконтролируемого взаимодействия с невозможностью отделить поведение атомных объектов от взаимодействия этих объектов с измерительными приборами, необходимыми для определения условий, в которых протекают рассматриваемые явления³, Бор достигает еще большей точности «в вопросах, связанных с терминологией и диалектикой. Так, — пишет он, — в физической литературе часто встречаются обороты типа “возмущение явлений, вносимое наблюдением” или “создание физических атрибутов посредством измерения”. Здесь применение терминов “явление” и “наблюдение”, “атрибут” и “измерение” вряд ли согласуется с их обычным употреблением и практическими определениями и лишь способствует возникновению неправильного понимания. В качестве более удачного способа выражения можно усиленно рекомендовать использовать слово “явление” в более узком смысле, относя его исключительно к таким наблюдениям, которые проводятся в специальных условиях, позволяющих получить полное описание всего эксперимента

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 383.

2 Там же.

3 Там же. С. 393.

в целом»¹. Аналогичные соображения высказываются Бором в статьях «Дискуссии с Эйнштейном по проблемам теории познания в атомной физике» (1949) и «Единство знаний» (1955), причем также в тесной связи с понятием неконтролируемости².

В плане обсуждаемой нами проблемы особое место среди методологических работ Бора занимают статьи «Атомы и человеческое познание» (1955) и «Квантовая физика и философия» (1958), поскольку в них отсутствует термин «неконтролируемое взаимодействие», а во второй — даже какое-либо употребление термина «контроль». Именно это обстоятельство служит основанием для утверждений об отказе Бора от идеи неконтролируемости и его переходе к изложению концепции дополнителности, не использующему понятие неконтролируемого взаимодействия. Однако эти утверждения, как мы сейчас постараемся показать, основаны на чистейшем недоразумении.

Действительно, в первой из этих статей Бор подчеркивает, как и раньше, особую важность выяснения роли взаимодействия между объектами и измерительными приборами, указывая, что было крайне важным исследовать, насколько при описании явления можно учитывать в отдельности и взаимодействие между прибором и объектом, возникающее при наблюдении. «Этот вопрос был центральным во многих дискуссиях, причем появилось много предложений, имевших целью полное контролирование взаимодействия»³. Однако в таких рассуждениях не обращая должного внимания на тот факт, что самое описание действия измерительных приборов предполагает, что все обусловленные квантом взаимодействия между приборами и атомными объектами неотделимы от явления»⁴. Далее Бор еще раз разъясняет дополнительные ситуации, в одной из которых «исключается возможность контролировать» передаваемые прибору энергию и импульс, а в другой описание явлений сопровождается «принципиальным

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 397.

2 Там же. С. 407—408, 486—487.

3 Здесь Бор в первую очередь имеет в виду предложения Эйнштейна, наиболее полный критический анализ которых он дал в статье «Дискуссии с Эйнштейном по проблемам теории познания в атомной физике». Этот анализ существенно опирается на понятие неконтролируемости.

4 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 510.

отказом от детальной локализации в пространстве-времени»¹. Таким образом, очевидно, что, несмотря на отсутствие термина «неконтролируемость», соответствующее понятие продолжает применяться, выражаясь в других похожих терминах.

Статья «Квантовая физика и философия» также показывает, что содержание взглядов Бора на взаимодействие объекта и прибора в составе явлений осталось прежним, хотя Бор и не употребляет в ней ни термина «неконтролируемость», ни термина «контроль». Вот что он пишет: «В самом деле, для констатации наличия атомной частицы в ограниченной области пространства и времени требуется экспериментальное устройство, связанное с переносом количества движения и энергии к телам, подобным неподвижным масштабам и синхронно идущим часам; *а этот перенос не может быть включен в описание работы упомянутых приборов без отказа от их пригодности к выполнению их роли фиксировать систему отсчета*. Обратно, всякое строгое применение к атомным процессам законов сохранения количества движения и энергии *предполагает в принципе отказ от детальной локализации частиц в пространстве и времени*. Эти обстоятельства находят себе количественное выражение в соотношениях неопределенности Гейзенберга»² (курсив мой. — И. А.). Нетрудно видеть, что «невозможность включения в описание» представляет собой ту же самую неконтролируемость, для обозначения которой Бор и раньше использовал термины типа «невозможность учета» или «отказ от контроля». Аналогичное справедливо и для «отказа от локализации», которая совпадает по смыслу с «отказом от контроля» пространственно-временных характеристик, т. е. с их неконтролируемостью.

Самое большее, что можно высказать в отношении статьи «Квантовая физика и философия», — это предположение об отказе Бора от термина «неконтролируемость». Но и оно оказывается неверным в свете последующих работ Бора. Правда, в статьях «Возникновение квантовой механики» и «Сольевеевские конгрессы и развитие квантовой механики», относящихся к 1961 г., этот термин не встречается, но в статье памяти Резерфорда «Воспоминания об основоположнике

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 510.

2 Там же. С. 530.

науки об ядре и дальнейшее развитие его работ», увидевшей свет в том же 1961 г., мы читаем: «Любое экспериментальное устройство, позволяющее определить положение атомного объекта в пространстве и времени, подразумевает *в принципе неконтролируемую* (курсив мой. — И. А.) передачу импульса и энергии неподвижным шкалам и синхронизированным часам, совершенно необходимым для определения системы отсчета»¹. На той же странице Бор пишет о неконтролируемом образовании электронных пар, возникающем в процессе измерений распределения заряда в пространстве².

Итак, мы видим, что идея неконтролируемости проходит красной нитью через все творчество Бора и является неотъемлемой компонентой его методологических взглядов на проблему интерпретации квантовой механики. Утверждения об отказе Бора от этой идеи, основанные на том, что не во всех своих работах он явно использует термин «неконтролируемость», несмотря на их широкое распространение, приходится отнести к разряду историко-научных мифов.

Рациональное истолкование понятия неконтролируемости, его места в концепции дополнительности

Приведенные в первой части статьи довольно обширные выдержки из работ Бора (которые, кстати, далеко не исчерпывают все его высказывания, содержащие понятие неконтролируемости), позволяют сделать вполне определенные выводы относительно смысла этого понятия и места, которое оно занимает в рамках концепции дополнительности.

Прежде всего следует подчеркнуть, что понятие неконтролируемости используется Бором в двух отношениях. В первом из них оно относится к взаимодействию между объектом и прибором в измерительных ситуациях (явлениях), имеющих целью контроль за пространственно-временными характеристиками исследуемого процесса. В этих ситуациях, типичным примером которых является опыт с жестко закрепленной диафрагмой, импульсно-энергетические характеристики взаимодействия частиц с диафрагмой оказываются неконтролируемыми: в силу специфики используемого эксперименталь-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 578.

2 Подробнее об этом см. там же, с. 442—443.

ного устройства нельзя получить их значения с точностью, выходящей за рамки соотношения неопределенностей.

Во втором отношении неконтролируемыми оказываются уже пространственно-временные характеристики диафрагмы и проходящей сквозь нее частицы. Это имеет место в условиях, позволяющих проконтролировать импульсно-энергетическую сторону взаимодействия между частицей и диафрагмой, что достигается благодаря использованию диафрагмы, жестко скрепленной с подставкой. В экспериментальных установках такого типа диафрагма считается относящейся к объекту исследования, и к ней также следует применять соотношения неопределенностей.

Таким образом, мы видим, что «принципиальная неконтролируемость» взаимодействия объекта и прибора не является полной, абсолютной, не допускающей контроль (познание) всех без исключения характеристик этого взаимодействия. Будучи лишь частичной неконтролируемостью, она препятствует контролю только одной из двух дополнительных ограничений на контроль другой стороны, она выступает одновременно как частичная контролируемость. Какая из дополнительных сторон будет доступна контролю, а какая будет неконтролируемой, зависит от конкретного типа экспериментальной установки, т. е. от условий измерения, определяющих тип «явления» в смысле Бора. Невозможность полного «двустороннего» контроля как за пространственно-временными, так и за импульсно-энергетическими характеристиками взаимодействия объекта и прибора вытекает в конечном счете из природы этого взаимодействия, которое не может быть сделано пренебрежимо малым, как это предполагалось в классической физике. Конечность взаимодействия отображается в концептуальном аппарате квантовой механики квантом действия — постоянной Планка.

В этом плане принципиальная неконтролируемость взаимодействия объекта и прибора вскрывает «внутренний механизм» взаимосвязи между ними в составе явления и обосновывает необходимость дополнительного способа описания. Как известно, количественная сторона концепции дополнительности выражается в соотношениях неопределенностей Гейзенберга. Взаимную неопределенность численных значений канонически сопряженных переменных (координаты и импульса, времени и энергии), таким образом, можно рас-

смагивать как меру неконтролируемости взаимодействия объекта и прибора, проявляющуюся в утрате определенности одной из дополнительных сторон описания этого взаимодействия при достижении определенности другой дополнительной стороной. Поскольку контролируемость и неконтролируемость дополняют друг друга, полная картина объекта, представляющая собой совокупность двух его дополнительных картин, оказывается полностью контролирующей его. Можно сказать, что неконтролируемость пространственно-временных характеристик в одной из дополнительных картин компенсируется их контролируемостью в другой картине. То же самое можно сказать и об энергетически-импульсных характеристиках.

Другим важным моментом понятия неконтролируемости, без учета которого оно не может быть рационально истолковано, является то, что в этом понятии речь идет о *классической* неконтролируемости — о невозможности анализировать квантовый процесс взаимодействия прибора и объекта, применяя классические понятия в полном объеме — так, как они применялись в классической физике, образуя в совокупности единую пространственно-временную и энергетически-импульсную картину взаимодействия. Но тем не менее у Бора речь всегда идет именно о контролируемости с помощью классических понятий. Это непосредственно связано с уже упоминавшимся выше программным методологическим положением, согласно которому приборы и результаты измерений всегда должны описываться на классическом языке. Поэтому Бор не считал необходимым прибавлять термин «классический» к словосочетанию «неконтролируемое взаимодействие» — для него контроль с помощью измерительных приборов мог быть только классическим и никаким больше, так что «неконтролируемость» автоматически означала «классическую неконтролируемость».

С учетом сказанного выше о том, что подобная классическая неконтролируемость была лишь частичной, т. е. имела место лишь в отношении одной из дополнительных сторон взаимодействия прибора и объекта, она оказывалась в то же время классической (опять-таки частичной) контролируемостью другой его стороны. Это конкретно демонстрирует один из моментов диалектики оперирования классическими понятиями в квантовой области, виртуозным мастером которой был Бор. Принципиальная ограниченность классических

физических представлений в применении к атомным явлениям, которую он неоднократно подчеркивал, означала для Бора не полный разрыв с ними, не метафизическое выбрасывание их за борт. Выразив конкретный характер ограничений, накладываемых квантом действия на использование классических представлений с помощью понятий неконтролируемости и неопределенности, Бор сформулировал правила оперирования классическими понятиями в квантовой области, зафиксировав их в концепции дополнительности, которая с этой точки зрения представляет собой четко определенный способ неклассического употребления классических понятий.

Сами по себе, по своему внутреннему физическому содержанию понятия координаты, импульса, времени, энергии остаются в квантовой механике теми же, что и в классической физике. Меняется только способ их связи между собой — именно этот способ является неклассическим и фиксируется в новых специфически квантовых неклассических понятиях неконтролируемости, неопределенности, дополнительности. Важнейшим звеном, опосредствующим и обосновывающим эти новые неклассические взаимосвязи между классическими понятиями, является также сугубо неклассическое понятие кванта действия. Новая неклассическая логика оперирования новыми и старыми понятиями находит свое отображение в математическом формализме квантовой механики, выступающем в роли своеобразной грамматики квантового языка, включающего в свою лексику как классические, так и квантовые термины.

Но Бор не ограничился в своей концепции дополнительности включением классических понятий в неклассические взаимосвязи. Эта концепция не может быть адекватно понята без учета взглядов Бора на природу классических понятий, на их отношение к реальности, т. е. без учета философской компоненты методологического содержания идей дополнительности. Такой учет снимает также последние основания для обвинения понятия неконтролируемости в агностицизме и субъективизме.

Подобные обвинения имели бы смысл, если бы понятия координаты, импульса и т. п. рассматривались как отображение свойств, которыми микрообъекты обладают «сами по себе», безотносительно к какому-либо процессу их измерения, т. е. если считать их абсолютными атрибутами микрочастиц.

Действительно, тогда принципиальная неконтролируемость, скажем, импульсно-энергетических характеристик микрообъектов с помощью приборов, приспособленных для измерения их пространственно-временных свойств, означала бы принципиальную невозможность познания точных значений энергии и импульса, которыми микрообъекты «сами по себе» обладают до взаимодействия с приборами и независимо от последних. Роль наблюдения в таком случае сводилась бы к «порче» объективного состояния микрообъектов, к его «неконтролируемому возмущению» грубыми макроскопическими приборами. Соотношения неопределенностей тогда выражали бы меру нашего принципиального незнания «истинных» значений импульса и энергии.

В работе «Причинность и дополнительность» (1937) он специально предостерегал в этой связи против неправильного понимания соотношений неопределенности Гейзенберга, которое, как считал Бор, легко может возникнуть, когда все их содержание «пытаются изложить фразой типа: “положение и импульс частицы не могут быть одновременно измерены с произвольной точностью”. Такое высказывание, — продолжал он, — наводит на мысль, что здесь все дело в добровольном отказе от измерения одного из двух четко определенных атрибутов объекта, и оставляет место для надежд на то, что в будущей, более полной теории оба этих атрибута будут приниматься в рассмотрение в соответствии с требованиями классической физики. Однако из предыдущего объяснения должно быть очевидно, что ситуация в атомной физике в целом лишает смысла такие самостоятельные атрибуты, взятые из арсенала классической физики»¹. В работе «Философия естествознания и культуры народов» (1939) Бор снова возвращается к последней мысли, указывая, что «ни один результат опыта, касающегося явления, в принципе лежащего вне области классической физики, не может быть истолкован как дающий информацию о независимых свойствах объектов (свойствах объектов самих по себе). Более того, эти результаты внутренне связаны с определенной ситуацией, в описание которой столь же существенно, как и объект, входят и измерительные приборы, взаимодействующие с объектом»².

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 207.

2 Там же. С. 283.

Разумеется, нет никаких оснований думать, что, выступая против приписывания самостоятельной реальности измеряемым объектам, Бор отрицал их объективное существование, как считали некоторые его критики. Все, что хотел сказать Бор, заключалось в утверждении о невозможности задать конкретную *определенность* существования микрообъектов без ссылки на конкретную определенность явления, т. е. измерительной ситуации. Такая определенность существования, т. е. «реальность в обычном физическом смысле», микрообъектов фиксировалась с помощью понятий координаты, импульса и т. п., которые, по мысли Бора, утрачивали в квантовой механике статус абсолютности и становились, если использовать терминологию В. А. Фока, относительными к средствам наблюдения. Они не только измерялись, но и определялись в конкретном акте наблюдения, т. е. в явлении. Говорить об их значениях независимо от наблюдений, т. е. безотносительно к определенному прибору в квантовой механике, так же бессмысленно, как говорить об абсолютных значениях длины тел или промежутков времени между событиями безотносительно к системе отсчета в теории относительности.

ПРИНЦИП ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ В СОЦИОЛОГИИ*

Еще в конце 20-х — начале 30-х гг. XX в., когда идея дополнительности только что была сформулирована, ее автор Н. Бор отмечал, что «понятие дополнительности просто характеризует возможные ответы, получаемые в результате... исследования в том случае, когда взаимодействие между измерительным прибором и объектом составляет нераздельную часть явления»¹. Сам Бор неоднократно обсуждал вопросы применения идеи дополнительности в биологии и психологии. Но как обстоит дело с принципом дополнительности в социологии? Попробуем разобраться в этом очень важном вопросе, заранее обусловив то обстоятельство, что в данной небольшой статье нет возможности избрать для освеще-

* Моделирование социальных процессов. М., 1970. С. 37—48 (соавт. Ф. М. Бородкин).

¹ Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 144.

щения столь сложной проблемы иную форму, помимо тезисной и даже фрагментарной. Наша работа скорее лишь намечает возможное направление исследований, нежели дает проверенные практикой рецепты. Кажущаяся категоричность отдельных высказываний вызывается не абсолютной уверенностью авторов в безусловной их правильности, но желанием сформулировать суть вопроса в максимально обнаженной форме.

* * *

С классической точки зрения, объектом любого исследования¹ является некая реальность, функционирующая независимо от наблюдателя. Ученый-классик всегда старается (или, по крайней мере, делает на сей счет соответствующие декларации), фигурально выражаясь, наблюдать за поведением объекта «в замочную скважину», изолируя объект как от своего влияния, так и от влияния остального, внешнего мира. Однако обнаружились объекты, к которым применение данного метода оказывается часто в принципе невозможным, а описание их поведения, предполагая изоляцию от остального мира, — нереальным, поскольку их связи с миром носят существенный характер. Так как именно это положение и является фундаментальной основой принципа дополнительности, мы и остановимся на нем более подробно.

Нам представляется, что следует прежде всего четко различать объект наблюдения и объект исследования. Объектом наблюдения мы называем реальность, которая не обязательно должна функционировать независимо от условий наблюдения, от наблюдателя, но всегда вне последнего. В некоторых ситуациях, встречающихся при конкретно-социологических исследованиях, довольно часто объектом изучения становится взаимодействие в системе «объект—условия наблюдения»². Более того, в отдельных случаях объектом исследования оказывается взаимодействие в системе «объект—условия наблюдения—исследователь». Для того чтобы выявить его роль в социологическом исследовании, попытаемся дать одну из возможных классификаций взаимодействий.

1 Нами употребляются термины «поведение», «коллектив» и др., строгого определения которых, как известно, не существует.

2 Под термином «объект» здесь и далее имеется в виду объект наблюдения в классическом смысле — в отличие от объекта исследования.

Взаимодействие I типа. В исследованиях, проводимых с помощью анкет, опросных листов и других подобных документов, не испытывающих на себе влияния ни со стороны исследователя, ни со стороны опрашиваемых лиц после окончания разработки этих материалов, взаимодействие оказывается несимметричным. В момент наблюдения (во время заполнения документа) сам документ (существо вопросов, их расположение, стиль и т. п.) может формировать ответы. Например, наличие подсказки в открытом вопросе может привести к наиболее частому употреблению подсказанных ответов; отсутствие ее — к применению стандартов, имеющих наиболее частое хождение в данной социальной среде; закрытый вопрос — к отсутствию ответов, не содержащихся в анкете, и т. д. Во время обобщения и интерпретации полученный материал может оказать существенное влияние на исследователя, на характер разрабатываемой им концепции. Таким образом, взаимодействие I типа подчиняется следующей схеме:

Объект \leftarrow Условия наблюдения \rightarrow Исследователь

Взаимодействие II типа. В исследованиях, проводимых с помощью интервью, взаимодействие также будет несимметричным, если исследователь не выполняет функций интервьюера. Очевидно, что содержание и форма вопроса могут сформировать ответ, который, в свою очередь, ведет к определенному вопросу. Но как только данные интервью зафиксированы, они влияют на формирование у исследователя соответствующих концепций. Следовательно, взаимодействие II типа может быть представлено в виде следующей схемы:

Объект \rightleftarrows Условия наблюдения \rightarrow Исследователь

Взаимодействие III типа. Наконец, иногда исследование ведется без твердой программы, формируемой и исправляемой непосредственно в ходе наблюдения. Тогда взаимодействие симметрично и представляется такой схемой:

Объект \rightleftarrows Условия наблюдения \rightleftarrows Исследователь

В этом случае исследователь нередко сам непосредственно участвует в наблюдении, и его можно включить в качестве элемента схемы «условия наблюдения». С точки зрения времени также можно выделить два типа взаимодействия — одноэтапное и двухэтапное.

Одноэтапное взаимодействие может быть только взаимо-

действием III типа, когда исследователь представляется компонентом «условий наблюдения». Здесь мы не можем говорить о влиянии объекта на исследователя или наоборот, а только о взаимосвязи, поскольку два этих направления во влиянии практически неразличимы во времени.

Двухэтапное взаимодействие имеет место в случае, если есть возможность различить во времени, с одной стороны — взаимодействие объекта и условий наблюдения, а с другой — результат, порожденный этим взаимодействием, и самого исследователя.

В данной ситуации взаимодействие происходит следующим образом. При взаимодействии I типа исследователь сначала создает проект условий наблюдения (разрабатываются анкета или опросный лист, отбираются и инструктируются наблюдатели, выбирается время года, место и способ, посредством которого будут собираться данные). Затем происходит взаимодействие объекта и условий наблюдения и, наконец, результатов наблюдения и исследователя. Формирование условий наблюдения — это не обязательно активный процесс, когда исследователь сам создает таковые. Данная процедура может быть и пассивным выбором в качестве предмета исследования некоторых документов, фиксированных в прошлом независимо от исследователя (именно так, в частности, поступали У. Томас и Ф. Знанецкий при проведении своего известного исследования «Польские крестьяне в Европе и в Америке»¹).

Во взаимодействии II типа исследователь также сначала формирует условия наблюдения, но не столь однозначно и жестко, как в I типе. Сами условия наблюдения в процессе наблюдения могут зачастую меняться в неизвестном для исследователя направлении.

Второй этап — взаимодействие результатов наблюдения и исследователя. Существенный характер такого процесса особенно явственно виден в исследованиях, проводимых по письмам, автобиографиям, дневникам и тому подобным письменным источникам. В этих условиях исследователь зачастую не может заранее построить какие-либо гипотезы, и полученный материал как бы экспериментирует над исследователем.

1 *Thomas W., Znaniecki F. The Polish peasant in Europe and America. Monograph of an immigrant group. Vol. 1—5. Boston, 1918—1920.*

Естественно, наконец, что сила взаимодействия может быть различной. Мы не имеем возможности в настоящее время измерять ее, но почти всегда можно указать, когда взаимодействие мало и когда оно настолько сильно, что результат наблюдения (а иногда — исследования) может быть отнесен лишь к системе «объект—условия наблюдения—исследователь» в целом. Примеров того, что в общем случае сильное взаимодействие существует, вполне достаточно, но ограничимся лишь двумя, пожалуй, наиболее характерными. Польские социологи исследуют написанные по их же заданию дневники и автобиографии. Если даже человек и писал дневник для себя, то трудно ожидать, чтобы он по заказу продолжал его в прежней форме. Если же дневник пишется всего один раз и «по заказу», то эти специфические условия наблюдения приведут к такой форме изложения и такой совокупности фактов, которые, по мнению обследуемого, наилучшим образом соответствуют данной ситуации.

Второй пример — более яркий и более распространенный — это изучение бюджета вне рабочего времени. Как отмечено многими исследователями, сам факт необходимости вести учет времени в условиях наблюдения воздействует на организацию поведения во времени. Здесь же можно отметить и то обстоятельство, что в бюджет времени некоторые затраты времени либо вообще не попадут, либо сознательно отражены неверно. Таким образом, исследователь будет иметь дело не с данными, отражающими независимое от него поведение, а с результатом взаимодействия условий наблюдения и объекта. Тем самым становится явно бессмысленным разговор о реальном, независимом от наблюдателя поведении, лишь отражаемом, фиксируемом в определенном документе. Более того, в общем случае неверна и постановка вопроса об ошибке наблюдения в подобных исследованиях, поскольку мы не располагаем и не можем располагать мерой ошибки, результатами, относящимися к тому же объекту, содержащими те же данные (по той же структуре), по отношению к которым ошибка может быть измерена. Несомненно лишь одно — взаимодействие (его тип и сила) принципиально может и должно планироваться и учитываться в зависимости от целей исследования.

Таким образом, объектом исследования оказывается уже не сама по себе реальность, существующая независимо от

наблюдателя, а система, состоящая из объекта (в классическом смысле) и условий наблюдения, под которыми мы понимаем совокупность процедур измерения, включая методы и средства измерения, а также собственно наблюдателя (исследователя), связанного с наблюдаемой системой.

С точки зрения взаимодействия, параметры¹, характеризующие объект социологического измерения, можно разделить на две группы.

В первую группу входят параметры, мера для которых аксиоматически определена и не зависит от условий наблюдения²: пол; возраст, место рождения, национальность по паспорту и т. п. Как правило, в момент измерения первая группа параметров не зависит от типа системы «объект—условия наблюдения» и может быть приписана непосредственно объекту. Параметры, относящиеся к первой группе, назовем *о*-параметрами.

Ко второй группе относятся параметры, не имеющие аксиоматически определенной меры. Сама мера зависит от способа измерения, от типа системы «объект—условия наблюдения», от взаимодействия в этой системе. К таким параметрам относятся: мотивация поведения, любые оценки типа «нравится — не нравится», ценности и т. п. Параметры этой группы назовем *з*-параметрами.

Очевидно, именно *з*-параметры являются наиболее интересными для социологии или, во всяком случае, без их измерения и описания немыслимо никакое социологическое исследование. При измерении *з*-параметров речь должна идти не о расплывчатых «объективных» характеристиках, а лишь о результате взаимодействия объекта и условий наблюдения.

Все изложенные в остальной части статьи утверждения относятся только к *з*-параметрам, т. е. к таким, при измерении и интерпретации которых либо при данном уровне техники измерения, либо вообще принципиально невозможно избежать сильного взаимодействия в системе «объект—условия наблюдения». Более того, мы уверены (хотя пока что и не можем, кроме уверенности, выставить сколько-нибудь веских

1 В данном случае — любая характеристика объекта (например, пол, возраст, мотивация поведения и т. д.).

2 Для краткости, если это не вносит путаницы в изложение, в условия наблюдения мы включаем и исследователя.

аргументов), что всегда будут существовать такие *s*-параметры, измерение которых невозможно без сильного взаимодействия.

Рассмотрим теперь следствия, вытекающие из факта существования последнего. При этом проанализируем (к сожалению, вкратце) как следствия, вытекающие из взаимодействия в системе «объект—условия наблюдения», так и следствия, вытекающие из теорий среднего уровня, интерпретирующих полученные в эксперименте данные.

1. *s*-параметры становятся измеримыми только в момент (во время) взаимодействия условий наблюдения и объекта. Действительно, сведения о мотивах поступков, об эмоциональном отношении к окружающему миру, о системе ценностей не могут быть получены посредством метода «замочной скважины». Система ценностей, выработанная социологом лишь на основе наблюдения за поведением индивидуума, может сколь угодно далеко отстоять от системы ценностей, вызвавшей наблюдаемое поведение. Таким образом, контакт между условиями наблюдения и объектом, контакт, в период которого и происходит взаимодействие, — таково необходимое условие получения информации об *s*-параметрах. Разумеется, вовсе не обязательно, чтобы этот контакт осуществлялся на уровне непосредственного общения наблюдателя и индивидуума: он может быть опосредован любым социологическим инструментарием — анкетами, интервью, текстами, игровыми ситуациями и т. п.

2. При осуществлении контакта, предпринимаемого с целью получения информации об *s*-параметрах, всегда происходит необратимое взаимодействие. Это попросту означает, что один и тот же *s*-параметр не может быть получен от одного объекта дважды в предположении, что этот объект после первого измерения возвратился в то состояние, в котором он был до первого измерения.

Можно назвать по крайней мере два типа социологического исследования, порожденных интуитивным пониманием данного тезиса.

Первый тип — так называемое «включение», когда социолог (наблюдатель), исследующий некоторый коллектив, становится его *incognitus*-членом. Ни один ученый или даже наблюдатель, поставляющий исследователю данные, не способен строго расщепить свое поведение на поведение члена изучаемого коллектива и поведение исследователя этого кол-

лектива, членом которого он сам является. В данном случае будет иметь место взаимодействие III типа, результаты и силу которого учесть, пожалуй, наиболее трудно.

Второй тип — социологическое исследование, проводимое по письмам, автобиографиям и тому подобным письменным источникам. Классическим примером здесь может быть уже упомянутое нами исследование американских социологов Томаса и Знанецкого «Польские крестьяне в Европе и в Америке», материалом для которого послужили письма польских крестьян. В данном случае происходило подробно описанное выше взаимодействие I типа.

3. Одним из весьма существенных условий выбора типа системы «условия наблюдения—объект», а следовательно, и результатов измерения — параметров, являются знания наблюдателя и даже его личные характеристики. Этот тезис заслуживает, на наш взгляд, самого пристального внимания исследователей в области эмпирической социологии и методологов.

4. Всегда существуют, по крайней мере, два *s*-параметра, одновременное измерение которых невозможно. Измерение одного из них ведет к невозможности измерения второго в том виде, в каком он был бы, если бы первый параметр не измерялся.

Типичным случаем может служить изучение феноменов и мотивации поведения. Если феномены поведения уже получены, то, во всяком случае, нельзя дать никакой гарантии, что выясненная позже мотивация есть именно та, которая вызвала наблюдаемые феномены. Выяснение же мотивации до осуществления поведения явно не имеет смысла. Наконец, одновременное выявление как мотивации, так и феноменов может привести к их сложному взаимодействию, и соответствия между ними социолог не обнаружит.

Иногда, стремясь уменьшить взаимодействие в первом звене системы «объект—условия наблюдения—исследователь», социолог в процессе обследования вообще не задает вопросов о мотивах или системе ценностей, а старается выяснить систему феноменов. Последней затем приписывается система мотивов или ценностей из того набора, которым располагает социолог. Это приписывание является результатом взаимодействия во втором звене системы и может быть достаточно сильным для того, чтобы два различных исследователя одним и тем же феноменам приписали противоположные, взаимно несовместимые мотивы или ценности.

5. Изоляция социологического объекта от внешнего мира невозможна, так как связь с внешним миром будет осуществляться хотя бы через наблюдателя (или средства наблюдения). Поэтому эксперимент (наблюдение) воспроизводим лишь на уровне системы «условия наблюдения—объект».

В самом деле, если какой-либо социолог попытается воспроизвести эксперимент (наблюдение) другого социолога, располагая лишь результатами наблюдения последнего, то данные двух исследований чаще всего окажутся несопоставимыми, хотя бы потому, что условия наблюдения не фиксированы. Более того, отсюда даже возникает необходимость массового наблюдения (эксперимента) в социологии, поскольку даже один и тот же тип системы «условия наблюдения—объект» невоспроизводим во всех своих деталях.

6. Помимо взаимодействия между наблюдателем и объектом, лишь опосредуемого средствами наблюдения (эксперимента), существует самостоятельное взаимодействие между средствами наблюдения и объектом.

Этот тезис становится почти очевидным, если учесть тот факт, что анкетированный (опрашиваемый, тестируемый) должен уяснить себе не только сущность требуемой от него экспериментатором (наблюдателем) информации, но и то, в какой форме она должна быть выражена (причем последнее выясняется часто в отсутствие исследователя с помощью либо самой анкеты, либо лиц, проводящих анкетирование, опрос, интервью).

Приведенный тезис хорошо согласуется с экспериментальными данными американских социологов, выяснивших, что в зависимости от формы одного и того же по смыслу вопроса, от специально подобранных однородных групп (т. е. идентичных объектов в классическом смысле) могут быть получены прямо противоположные ответы.

7. В наборе исследовательских процедур, измеряющих *s*-параметры, непременно имеется по крайней мере два таких класса, что применение одного класса эмпирических процедур исключает возможность применения к тому же объекту другого класса без того, чтобы не утратить информации о состоянии объекта, полученной при применении процедур первого класса. Имеется в виду, разумеется, не исчезновение информации. Информация, собранная с помощью процедур первого класса, остается, но, поскольку во время ее сбора

происходило взаимодействие между объектом и средствами наблюдения, то после первого взаимодействия объект приобретает некоторые неизвестные нам свойства, и второе взаимодействие будет происходить с уже измененным объектом. Таким образом, при применении первой группы процедур исследователь имеет дело с одной системой, а при применении второй группы — с другой, так что полученные в процессе наблюдения данные относятся к различным социологическим объектам (в новом, так сказать, неклассическом смысле).

В подтверждение данной мысли вновь обратимся к примеру выявления поведения и мотивации. Пусть в одной или двух анкетах (интервью, опросе) обследуемому предлагается в игровой социальной ситуации выбрать линию поведения, а затем описать — в письменной или устной, но обязательно в явной форме — свою систему ценностей. Если выбор линии поведения еще был возможен без ответа на вопрос «почему?», то теперь, возможно, начнется подбор системы ценностей, оправдывающей этот выбор и являющейся, с точки зрения обследуемого, выигрышной в социальном отношении. Если бы обследуемый вначале формулировал систему ценностей, а затем выбирал линию поведения, то, возможно, последняя бы определялась в соответствии с уже обоснованной системой ценностей. Таким образом, применение одной процедуры (например, по выявлению системы ценностей) исключает плодотворное применение другой процедуры (например, по выявлению выбора линий поведения) к одному и тому же объекту.

На основании изложенного можно прийти к следующим выводам. При изучении *s*-параметров объектом исследования становится уже не объект наблюдения в классическом смысле (объект, независимый от наблюдателя), а система «объект—условия наблюдения—исследователь».

Взаимодействия в такой системе должны заранее проектироваться (или, по крайней мере, учитываться) в зависимости от целей исследования. Непланируемое взаимодействие приводит к невоспроизводимости эксперимента, а следовательно, и к невозможности адекватного объяснения результатов наблюдения (эксперимента).

С точки зрения наблюдателя (исследователя) не существует независимого изменения *s*-параметров. Не имеет смысла говорить о поведении *s*-параметров вне взаимодействия.

Информация, полученная об *s*-параметрах с помощью

одной процедуры, в общем случае несопоставима с информацией, полученной посредством другой процедуры, даже в том случае, если обе они преследуют одну и ту же цель, находясь в дополнительных (взаимоисключающих друг друга) отношениях.

При желании выявить динамику изменений s -параметров для их измерения должна применяться в точности одна и та же процедура. В противном случае исследователь — вследствие необходимости сопоставления результатов и отсутствия для этого объективных методов — будет вынужден в явном или неявном виде вносить в процесс измерения субъективные тенденции.

В силу того, что мы не встретим совершенно одинаковых систем «объект—условия наблюдения», процедура должна быть пригодной для массового использования в неизменном виде с целью последующего использования статистики.

Понятие приведенных тезисов с необходимостью требует описания, основанного на принципах дополнительности. Для краткости описание такого рода мы будем называть дополнительным.

Оно, очевидно, должно базироваться на следующих принципах.

А. Описание включает все существенные характеристики системы «условия наблюдения—объект». Основным требованием к любой теории, построенной на эмпирической основе, является возможность получения такой же теории на основе наблюдения, проведенного в другое время и в другом месте. Иными словами, эмпирическая теория только тогда приобретает практическую ценность, когда эксперимент (наблюдение), на базе которого она строилась, окажется воспроизводимым.

Так как понятие воспроизводимости мы относим к целостной системе «объект—условия наблюдения», помещенной в определенные условия, то две системы могут быть отождествлены лишь при детальном описании каждой из них. В противном случае несовпадение информации, полученной в ходе эксперимента (наблюдения), и основанной на ней эмпирической теории для одной системы с информацией и основанной на ней теории для другой системы окажется лишенным смысла. Действительно, простое изложение обнаруженных исследователем фактов и основанных на них теоретических выводов без полного описания системы (что довольно часто имеет

место в социологических работах) не дает возможности ни проверить правильность теории на другом материале, ни сравнить ее с любой другой.

Б. Описание должно иметь статистический характер: хотя мы и говорим о воспроизводимости системы «объект—условия наблюдения», при этом не имеется в виду, что существует тождественная воспроизводимость. Никакая система не может быть построена (и описана) с учетом всех связей ее с внешним миром, а рассуждения о системе, изолированной от внешнего мира, беспочвенны. Таким образом, принципиальная неполнота наших знаний позволяет говорить лишь о статистической воспроизводимости системы.

Однако требование «статистичности» описания в социологии имеет и более глубокие основы, нежели простая невозможность тождественной воспроизводимости систем. Поведение индивида (или коллектива) всегда основано на прогнозировании (экстраполяции) изменений среды. Из-за ограниченного объема памяти и возможностей переработки информации прогнозирование (или экстраполяция) осуществляются на базе анализа неполных данных, и в основе организации поведения лежит не столько знание, уверенность по поводу изменений в среде, сколько ожидание предсказанных изменений. Среда же для каждого индивида (коллектива) включает других индивидов (коллективы) и механизмы (вещи), также созданные на базе ожидания выполнения ими запроецированных функций. Поэтому поведение, адаптация индивида (коллектива) к изменяющейся среде являются принципиально статистическими. Для того чтобы когда-либо социология стала наукой сугубо аналитической, вообще не связанной со статистикой, необходимо, чтобы все люди обладали совершенно полным знанием обо всем. Но такое время никогда не наступит. Именно поэтому мы имеем все основания утверждать, что социологическая теория должна быть обязательно статистической, и что любые попытки создания социологических концепций на строго детерминистских в лапласовском смысле позициях заранее будут обречены на провал.

В. Для полного описания системы «условия наблюдения—объект» следует использовать, по крайней мере, две несовместимые (противоречивые) системы понятий. На основе информации, собранной в процессе одного эксперимента (наблюдения), можно построить по крайней мере две эмпирических

теории, взаимоисключающих и взаимодополняющих друг друга. Именно в этом и находит свою реализацию принцип дополнительности. Разумеется, далеко не всегда возникает необходимость в построении дополнительных систем понятий. Но для социологических теорий, использующих результаты измерения z -параметров, такая ситуация типична. Она возникает, например, при описании дуализма в поведении индивида как такового и его же как члена коллектива.

Не располагая пока сколько-нибудь развитой и строгой общей социологической теорией, мы лишены поэтому возможности сослаться на бесспорные примеры существования именно в социологии дополнительных систем понятий. Однако мы можем обратиться к уже построенной экономической теории и привести из нее очень яркий пример. С полным правом можно утверждать, что принцип дополнительности в теории политэкономии был известен еще К. Марксу, хотя этот принцип как таковой его, видимо, не интересовал. Дополнительный подход в построении теории политэкономии используется уже с первых страниц «Капитала», с момента, когда вводятся понятия стоимости и потребительной стоимости. Анализ двух сторон товаров ведется с помощью двух противоречивых систем понятий, тем не менее равно необходимых и органически дополняющих друг друга. Более того, Маркс отчетливо показал, что анализ потребительной стоимости ровным счетом ничего не говорит о стоимости товара, и наоборот. Наиболее характерными в этом отношении являются следующие слова Маркса: «Стоимость... товаров тем отличается от вдовицы Куикли, что не знаешь, как за нее взяться. В прямую противоположность чувственно грубой предметности товарных тел, в стоимость... не входит ни одного атома вещества природы. Вы можете ощупывать и разглядывать каждый отдельный товар, делать с ним что вам угодно, он как стоимость... остается неуловимым»¹. Кстати заметим, что Маркс также прекрасно понял одну из основ принципа дополнительности — принципиальную статистичность реализации изучаемого свойства. Недаром в «Капитале» постоянно говорится о массовой реализации актов обмена как основе построения теории стоимости, о средних в статистическом смысле условиях такой реализации и т. д.

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. 2-е изд. Т. 23. М., 1960. С. 56.

По-видимому, того же порядка и противоречие между поведением личности как некоего конкретного индивидуума и поведением ее же, но как члена коллектива. Того же порядка и противоречие между общественным и индивидуальным предпочтением в выборе альтернативных линий поведения, блестяще проанализированное Р. Льюсом и Х. Райфом¹.

* * *

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что большая часть из сформулированных в данной статье тезисов может быть, по нашему твердому убеждению, проверена экспериментальным путем. Тем самым, очевидно, будут пересмотрены многие из выдвинутых нами соображений и устранена их кажущаяся декларативность. Но принцип дополнительности (в сформулированном нами или в ином виде) уже сейчас, хотя и чаще всего неявно, «работает» в социологии, используется социологами на практике. Принцип дополнительности — это не чисто физический принцип, применимый только в той науке, где он родился. Это — общенаучный методологический принцип (что неоднократно подчеркивалось Н. Бором и его учениками). Однако настоящее свое развитие в практике и теории он получит лишь тогда, когда социологи сумеют четко выделить *s*-параметры, измерить их и силу взаимодействия в системе «объект—условия наблюдения», а не только констатировать его наличие или отсутствие этого взаимодействия.

¹ Льюс Р., Райфа Х. Игры и решения. М., 1961. С. 433—438.

Проблемы пространства и времени

ПОНЯТИЕ ТРАЕКТОРИИ И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА *

Как утверждает Большая Советская Энциклопедия, траектория — это «непрерывная кривая, которую описывает точка при своем движении относительно выбранной системы координат... Обычное понятие “траектория” теряет смысл для движения микрочастиц, подчиняющихся... квантовой механике»¹.

Отчего же теряет смысл обычное понятие траектории в квантовой механике? Для ответа на этот вопрос обратимся к одной из частей «библии» современной физики Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица: «Представим себе непроницаемый для электронов экран, в котором прорезаны две щели. Наблюдая прохождение пучка электронов через одну из щелей, в то время как другая щель закрыта, мы получим на поставленном за щелью сплошном экране некоторую картину распределения интенсивности; таким же образом получим другую картину, открывая другую щель и закрывая первую. Наблюдая же прохождение пучка одновременно через обе щели, мы должны были бы, на основании обычных представлений, ожидать картину, являющуюся простым наложением обеих предыдущих — каждый электрон, двигаясь по своей особой траектории, проходит через одну из щелей, не оказывая никакого влияния на электроны, проходящие через другую щель. Явление электронной дифракции показывает, однако, что в действительности мы получим дифракционную картину, которая, благодаря интерференции, отнюдь не сводится к сумме картин, даваемых каждой из щелей в отдельности. Ясно, что этот результат никаким образом не может быть совмещен с представлением о движении электронов по траектории»².

* Материалы научной конференции кафедр общественных наук г. Омска. Омск, 1965. С. 344—347.

1 Большая Советская Энциклопедия. 2-е изд. Т. 43. М., 1956. С. 91.

2 Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. 2-е изд. М., 1963. С. 14.

«Таким образом, — продолжают авторы, — в квантовой механике не существует понятия траектории частицы, что составляет содержание принципа неопределенности, открытого В. Гейзенбергом в 1927 г.»¹. Опираясь на это, многие говорят о «бестраекторности» движения в микромире², умозаклячая от факта отсутствия *понятия* траектории в квантовой механике к *несуществованию* траектории микрообъектов³.

Целью настоящего сообщения является попытка опровергнуть подобные умозаклячения и показать, что микрообъекты могут обладать траекториями.

Прежде всего отметим, что В. Гейзенберг отвергал существование понятия траектории в квантовой механике, опираясь на факт невозможности одновременно измерить координату и импульс микрочастицы, благодаря чему из всей траектории *наблюдаемой* является одна-единственная точка⁴. Умозаклячать же от невозможности *наблюдать* траекторию (т. е. от несуществования *наблюдения* траектории) к несуществованию *самой* траектории, по нашему мнению, нет достаточных оснований — во всяком случае, здесь нужна большая осторожность. Об этом, в частности, неоднократно говорил М. Борн, подчеркивая, что принцип неопределенности ограничивает точность *измерений*⁵.

Даже на простых, житейских примерах можно проиллюстрировать незаконность умозаклячения от невозможности одновременного наблюдения некоторых величин к их одновременному несуществованию. Так, никто не может *одновременно* наблюдать все шесть граней обыкновенного куба, но из этого нельзя сделать вывод об их одновременном несуществовании!

К этим очевидным соображениям можно присоединить гораздо более весомые аргументы, основанные на (к сожалению, очень мало известных) фактах из современной истории квантовой механики. В 1945 г. П. Дирак показал, как можно ввести в квантовую механику представление о траекториях, учитывая невозможность одновременного измерения координаты

1 Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. С. 14.

2 Бранский В. П. Движение в микромире // Некоторые философские вопросы современного учения о движении в природе. Л., 1962. С. 117, 138.

3 Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. С. 15.

4 Гейзенберг В. Физические принципы квантовой теории. М., 1932. С. 30.

5 Борн М. Физика в жизни моего поколения. М., 1963.

наты и импульса микрочастиц, движущихся по этим траекториям¹. В 1948 г. пространственно-временной подход к квантовой механике, существенно использующий понятие траектории, развил известный американский физик-теоретик Р. Фейнман². В 1949 г. английский физик Дж. Мойзэл построил статистический вариант квантовой механики, также позволяющий ввести понятие о ненаблюдаемой, но существующей траектории³. Наконец, в 1958 г. «траекторный» вариант квантовой механики, более совершенный, чем предыдущие, разработал советский физик Г. В. Рязанов⁴.

На основании результатов любого из этих подходов можно дать «траекторное» объяснение дифракции на двух щелях, опираясь на которую так решительно отвергают существование траектории у микрочастиц. Физическая основа объяснения заключается в том, что микрочастицы по-разному взаимодействуют с экраном в каждой из трех ситуаций (открыта одна щель, открыта другая щель, открыты обе щели). В словах же Ландау и Лифшица, приведенных в начале сообщения, возможность этой разницы молчаливо отвергается.

Одной из причин утверждений о «бестраекторности» движения в микромире, не осознаваемой в большинстве случаев, является ограниченная информационная емкость гильбертова пространства функций, на базе которого построена «каноническая», излагаемая во всех учебниках квантовая механика. Благодаря ограниченности информация о существующей, но не наблюдаемой траектории не может быть «втиснута» в математический аппарат теории, оперирующей только с наблюдаемыми физическими величинами. Это находит свое отражение в известной теореме Неймана, запрещающей включать в теорию «скрытые параметры». Этот чисто *знаковый* факт, справедливый лишь для специфического вида математического аппарата, неправильно онтологизируется, переносится в

1 Dirac P. On the analogy between classical and quantum mechanics // Review of modern physics. 1945. Vol. 17. P. 195.

2 Фейнман Р. Пространственно-временной подход к нерелятивистской квантовой механике // Вопросы причинности в квантовой механике. М., 1955. С. 167.

3 Мойзэл Дж. Квантовая механика как статистическая теория // Там же. С. 208.

4 Рязанов Г. В. Квантовомеханические вероятности как суммы по путям // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1958. Т. 35. Вып. 1(7). С. 121; Рязанов Г. В. Квантовая механика как следствие единого принципа. Дисс... к. ф.-м. н. М., 1958.

предметную область — в результате и появляются утверждения об отсутствии траектории у микрообъектов. В связи с этим существенно, что пространственно-временной подход к квантовой механике, явно использующий понятие траектории, построен на базе пространства функционалов, обладающего большей информационной емкостью, чем гильбертово пространство функций¹.

Сказанное позволяет утверждать, что говорить о несуществовании *понятия* траектории можно только по отношению к математическому аппарату «канонической» квантовой механики, построенной на базе гильбертова пространства. Утверждать же о «бестраекторности» движения в микромире, т. е. об отсутствии *предметной основы* понятия траектории (самой траектории), по нашему мнению, никак нельзя.

Изложенные соображения по поводу существования ненаблюдаемой траектории позволяют сформулировать и поставить проблему, чрезвычайно важную для методологии современного естествознания — проблему обоснования существования или несуществования ненаблюдаемых объектов. Известны сомнения, выдвигавшиеся некоторыми учеными относительно существования атомов. Известны соображения, приведшие к выводу о несуществовании эфира — носителя световых колебаний. Актуальной задачей логики научного исследования является выяснение необходимых и достаточных условий для утверждения о существовании или несуществовании такого рода объектов, принципиально недоступных непосредственному наблюдению.

ОБ ОДНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ*

В 1945 г. П. Дирак опубликовал статью, в которой предложил математический метод, позволяющий обсуждать в рамках обычного формализма квантовой механики траектории

¹ Акчурина И. А. Теория элементарных частиц и теория информации // Философские проблемы физики элементарных частиц. М., 1963. С. 338.

* Логика и методология науки. М., 1967. С. 287—292.

движения микрочастиц¹. Отправляясь от идей Дирака, Р. Фейнман в 1948 г. осуществил детально разработанный вариант пространственно-временного подхода к построению нерелятивистской квантовой механики, дав новую формулировку последней, математически эквивалентную прежним двум (матричной и волновой)². Эта формулировка существенно основана на предположении о существовании в микромире классических траекторий. Развитие идей П. Дирака и Р. Фейнмана, осуществленное Г. В. Рязановым³, позволило преодолеть недостатки, оставлявшие незаконченной фейнмановскую формулировку, и построить последовательный квантовомеханический формализм. Последний полностью эквивалентен с математической точки зрения обычному формализму, но обладает по сравнению с ним рядом логических преимуществ; он к тому же способен к дальнейшему развитию. Формализм Г. В. Рязанова также существенно использует понятие траектории.

Методологический анализ новой формулировки квантовой механики интересен прежде всего по двум причинам. Во-первых, положение о неприменимости понятия траектории к описанию явлений микромира, канонизированное копенгагенской интерпретацией и принятое в настоящее время подавляющим большинством физиков⁴ и философов, занимающихся философскими проблемами квантовой механики⁵, очевидным образом противоречит той роли, которая отводится понятию «траектория» в новой формулировке квантовой механики. Возникает естественный вопрос — как совместить полную эквивалентность математического аппарата новой, фейнмановско-рязановской формулировки и канонической, копенгагенской (гейзенберговско-шредингеровской) с таким резким расхождением по вопросу о применимости понятия «траектория»? Во-вторых, встает вопрос о соотноше-

1 *Dirac P.* On the analogy between classical and quantum mechanics // *Review of modern physics*. 1945. Vol. 17. P. 145.

2 *Фейнман Р.* Пространственно-временной подход к нерелятивистской квантовой механике // *Вопросы причинности в квантовой механике*. М., 1955. С. 167—207.

3 *Рязанов Г. В.* Квантовая механика как следствие единого принципа. Дисс... к. ф.-м. н. М., 1958. С. 121.

4 *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Квантовая механика. 2-е изд. М., 1963. С. 141.

5 См.: *Бранский В. П.* Движение в микромире // *Некоторые философские вопросы современного учения о движении в природе*. Л., 1962.

нии новой формулировки, основанной на новом математическом аппарате, с дискредитировавшими себя в глазах большинства физиков и философов попытками так называемой причинной интерпретации обычного математического аппарата квантовой механики, имеющими целью описать явления микромира средствами классической физики (Д. Бом, Л. де Бройль, Ж. Вижье и другие).

Наконец, имеется еще одна, третья причина, делающая желательным методологический анализ новой формулировки квантовой механики. Она связана с целым кругом общих проблем, касающихся интерпретации физической теории, а именно — в какой мере построение физической теории на базе нового математического аппарата может изменить наши представления о физической реальности, описываемой этим математическим аппаратом (т. е. физическую картину мира), и какую роль при этом играют экспериментальные данные.

Обратим внимание на тот факт, что и копенгагенская, и причинная, и новая формулировки квантовой механики имеют дело с одними и теми же экспериментальными данными, по-разному их объясняя. При этом сторонники копенгагенской и сторонники причинной интерпретации квантовой механики пользуются одним и тем же математическим аппаратом, в то время как Р. Фейнман и Г. В. Рязанов предлагают новый математический аппарат. Последний факт, как нам представляется, дает подходу Р. Фейнмана и Г. В. Рязанова гораздо большее право именоваться новой интерпретацией по сравнению с подходом Д. Бома и Л. де Бройля, хотя сами авторы скромно называют предложенный ими подход всего лишь «новой формулировкой».

Ниже, после краткого изложения основных идей новой интерпретации квантовой механики, будет предпринята попытка дать анализ намеченного круга проблем. Анализ этот, как это ясно само собой, отнюдь не претендует на полноту и бесспорность.

Исходя из классических представлений о микромире, Г. В. Рязанов, развивая идеи Р. Фейнмана, предположил, что микрообъекты движутся по траекториям $x(t)$, причем каждая траектория встречается с универсальным весом $W\{x(t)\} = \cos \frac{S}{\hbar}$, где S — изменение классического действия вдоль траектории

$x(t)$, h — постоянная Планка. В результате вероятность найти при измерении заданное значение a для физической величины $a\{x(t)\}$, зависящей от пути $x(t)$ (a может означать координату, скорость, энергию в заданный момент времени, две координаты в заданный момент времени и т. п.), вычисляется с помощью единого принципа, напоминающего принцип Гиббса в статистической физике:

$$W(a) = \int_a \cos \frac{S}{h} d\Gamma$$

где $\int_a d\Gamma$ означает интегрирование по всем путям, для которых $a\{x(t)\} = a$.

Не вдаваясь за недостатком места в рассмотрение деталей, за которыми отсылаем интересующихся к оригинальным работам¹, отметим только, что новая формулировка квантовой механики при помощи единого принципа находится в таком же отношении к обычной формулировке, в каком статистическая механика, сформулированная на основе принципа Гиббса, находится к феноменологической термодинамике. Это обстоятельство, в частности, позволяет на основе определенных предположений о свойствах траекторий объяснить такие положения обычной квантовой механики, имеющие там характер постулатов, как уравнение Шредингера, изображение физических величин операторами, связь между волновой функцией и вероятностью, а также теорию представлений, принцип Паули и т. п. Таким образом, на этом пути можно решить задачу, поставленную К. В. Никольским².

Почему же наличие классических траекторий в новой формулировке квантовой механики не препятствует ее эквивалентности копенгагенской формулировке, запрещающей микрообъектам иметь траекторию?

Прежде всего заметим, что выражение «иметь место» (существовать, происходить) в копенгагенской интерпретации квантовой механики относится только к наблюдению (измерению), но не к ситуации между двумя наблюдениями³. Поэтому утверждение об отсутствии траектории у микрообъектов

1 Рязанов Г. В. Квантовая механика...; Рязанов Г. В. Квантовомеханические вероятности как суммы по путям // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1958. Т. 35. Вып. 1(7). С. 121—131.

2 Никольский К. В. Квантовые процессы. М.-Л., 1940. С. 137—138.

3 Гейзенберг В. Физика и философия. М., 1963. С. 34.

означает в копенгагенской интерпретации не что иное, как невозможность никакими средствами наблюдать эту траекторию¹.

Новая интерпретация квантовой механики никоим образом не противоречит мысленным и действительным экспериментам, иллюстрирующим соотношение неопределенностей и показывающим невозможность измерить одновременно точные значения некоммутирующих наблюдаемых, в частности, координаты и импульса. Это проявляется, между прочим, в факте комплексности значений вероятности получить при измерении эти значения. Вероятности же наблюдаемых, т. е. измеримых, величин оказываются в новой формулировке положительными и совпадающими с вычисленными с помощью прежнего формализма, который, кстати, также дает комплексные значения для вероятности измерения величин, характеризующих траекторию микрообъектов.

В связи с этим возникает вопрос: как новая интерпретация квантовой механики обходит запрет, налагаемый известной теоремой Неймана² на существование скрытых параметров, описывающих существующие, но не наблюдаемые величины?

Оказывается, дело здесь заключается в информационной емкости математического пространства, на базе которого построен математический аппарат теории³. Обычная формулировка квантовой механики использует функции и операторы в гильбертовом пространстве. Информация о скрытых параметрах просто не может «уместиться» в нем. Пространство же функционалов, на базе которого построен математический аппарат новой формулировки, обладает большей информационной емкостью, и в нем скрытые параметры, принципиально отсутствующие в обычной формулировке, могут найти себе место.

Последнее обстоятельство объясняет и неудачи, которые терпели сторонники причинной интерпретации, пытавшиеся ввести скрытые параметры в обычную формулировку квантовой механики. Так, например, аргументация Д. Бома, пытавшегося описывать прибор на квантовомеханическом, а не на

1 Гейзенберг В. Физика и философия. С. 28; см. также: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика.

2 Нейман Дж. Математические основы квантовой механики. М., 1964. С. 240.

3 Акчурин И. А. Теория элементарных частиц и теория информации // Философские проблемы физики элементарных частиц. М., 1963. С. 338—363.

классическом языке¹ и тем самым опровергнуть теорему Неймана, оказывается несостоятельной, ибо не учитывает необходимости наблюдать взаимодействие между квантовомеханическим объектом и описываемым таким образом измерительным прибором при помощи другого, обязательно классически описываемого прибора². Можно сказать, что математические средства, используемые сторонниками причинной интерпретации, были принципиально непригодны для решения тех задач, которые они перед собой ставили. Новая же формулировка решает эти задачи с помощью иных, более информационно емких математических средств.

В частности, большая информационная емкость открывает пути для дальнейших обобщений теории, отсутствующие в рамках обычных формулировки, исчерпавшей свою информационную емкость. Благодаря этому язык траекторий может оказаться единственным способом описания, скажем, в релятивистской области. Например, может оказаться, что между частицами существует запаздывающее взаимодействие, не сводимое к полю, — тогда уравнение Шредингера написать нельзя, и задачи могут решаться только при помощи единого принципа³.

Сравнение обычной и новой формулировки квантовой механики позволяет сделать несколько общих замечаний об интерпретации математического аппарата физических теорий.

Как известно, математическое вооружение квантовой механики было завершено в своих наиболее важных чертах уже к середине 1926 г., однако физический смысл ее был еще в высшей степени неясным⁴. Опыты по дифракции электронов доставили экспериментальное подтверждение гипотезе де Бройля о двойственной природе микрообъектов и позволили М. Борну сформулировать статистическую интерпретацию ψ -функции, а принцип дополнительности Н. Бора узаконил онтологизацию корпускулярно-волнового дуализма.

1 Бом Д. О возможности интерпретации квантовой теории на основе представления о «скрытых» параметрах, ст. 2 // Вопросы причинности в квантовой механике. М., 1955. С. 81.

2 Фок В. А. Еще раз о соотношении неопределенности для энергии и времени // Успехи физических наук. 1965. Т. 86. Вып. 2. С. 363; Рязанов Г. В. Квантовомеханические вероятности...

3 Рязанов Г. В. Квантовомеханические вероятности...С. 131.

4 Гейзенберг В. Развитие интерпретации квантовой теории // Нильс Бор и развитие физики. М., 1955. С. 24.

Таким образом, ситуация в квантовой механике с самого начала отличалась от ситуации, имевшей место в классической физике. Там представления о физической реальности создавались на эмпирическом уровне при помощи, главным образом, чувственного познания (непосредственное наблюдение движения планет) или строились по образу и подобию эмпирически наблюдаемых объектов (атомизм). Математический аппарат затем приспособлялся к описанию реальности, уже заданной средствами наглядного представления и описанной на обыденном языке. Он, таким образом, надстраивался над уже готовой онтологической схемой, входящей в качестве основной части в систему категорий классической физики.

В квантовой механике формирование математического аппарата было закончено до того, как были сформированы онтологическая схема и категориальный аппарат. Благодаря этому он сыграл активную роль в формировании физической картины микромира. Так, например, корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов — один из основных элементов онтологической схемы — представляет собой не что иное, как онтологизацию факта математической эквивалентности матричной и волновой механики. Именно благодаря этому математическому факту корпускулярная и волновая картины микромира физически равноправны.

Новая формулировка квантовой механики, построенная на базе иного математического аппарата, позволяет построить более глубокую по сравнению с обычной формулировкой онтологическую схему микромира — благодаря большей информационной емкости пространства функционалов, о которой шла речь выше. Именно на ее базе становится ясной и доказательной идея о большей значимости корпускулярного аспекта микрообъектов — волновой аспект возникает в новой формулировке как вторичный¹. Существенно при этом, что траектории, о которых идет речь в новой формулировке, не являются траекториями обычных микрообъектов — электронов и т. п. По траекториям движутся особые гипотетические не наблюдаемые объекты — первичастицы, способные дви-

¹ Рязанов Г. В. Пространственно-временной подход к квантовой теории поля // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1962. Т. 43. Вып. 4(10). С. 1284.

гаться как в обычном направлении времени, так и «вспять». Это соответствует идее, впервые осуществленной в методе фейнмановских диаграмм, где движение «вспять» во времени означает движение античастицы в обычном направлении времени. Макроскопически наблюдаемые эффекты являются в новой формулировке результатом многократного прохождения первочастиц через прибор, а не элементарными актами, как в прежней.

Будущее покажет, примет ли физическое «общественное мнение» новую интерпретацию квантовой механики, или социально принятой окажется другая возможность для движения физики вперед. Главной целью настоящего сообщения было не настаивание на необходимости принять новую формулировку. Мы лишь попытались проиллюстрировать на конкретном примере значимость математического аппарата в деле создания физической картины мира и в интерпретации экспериментальных данных. Оказывается, что одни и те же экспериментальные данные, будучи рассмотрены сквозь призму разного математического аппарата, могут служить подтверждением разных онтологических схем. Это, на наш взгляд, служит убедительным аргументом в пользу известной гипотезы Сепира—Уорфа в применении к искусственным языкам, частным случаем которых является математический аппарат физической теории.

К ВОПРОСУ О ПРАВОМЕРНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОНЯТИЙ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ В ФИЗИКЕ МИКРОМИРА*

В ряде работ, появившихся на страницах научных журналов за последние несколько лет, предлагается гипотеза об исключительно макроскопической природе пространственно-временных представлений и неприменимости их в физике микромира как характеристик способа существования отдельных микрообъектов. Так, Е. Циммерман утверждает, что «пространственно-временное описание может считаться за-

* Пространство и время в современной физике. Киев, 1968. С. 259—265.

конным только для макроскопических систем»¹, что же касается микроскопических систем, то они «должны быть описаны в абстрактных понятиях (заряд, спин, масса, странность, квантовые числа), которые не имеют никакого отношения к пространству и времени»². Видный американский физик Дж. Чу выдвигает тезис: «Понятия пространства и времени играют в современной микрофизике роль, аналогичную роли эфира в макроскопической физике конца XIX в. Никогда не будет возможно продемонстрировать, что пространственно-временной континуум *не может* существовать, но все большее число нас (ученых-физиков. — И. А.) приходит к выводу, что для достижения решающего успеха нам нужно перестать думать и говорить о таком ненаблюдаемом континууме»³. Японский физик Т. Тати, строя «беспространственно-временное описание природы», также рассматривает пространство-время не как основное понятие, а как производное, имеющее смысл только в области экспериментальных фактов, но непригодное для характеристики способа существования объектов на микроуровне⁴.

Успешное осуществление этой программы, если оно будет иметь место, очевидно, повлечет за собой значительное изменение философского статуса категорий пространства и времени. В такой ситуации задача заключается в том, чтобы, критически проанализировав тенденции современной физики к отказу от использования понятий пространства и времени в описании и объяснении микромира, во-первых, выявить и четко сформулировать соображения, служащие основанием для отказа, и, во-вторых, проверить обоснованность этих соображений.

Прежде всего встает вопрос: почему понятия пространства и времени перестают работать в физике микромира? Дж. Чу отвечает на него, указывая на ненаблюдаемость пространственно-временного континуума, или, выражаясь более точно, на невозможность измерения положения микрообъекта с произ-

1 Zimmerman E. The macroscopic nature of space-time // American journal of physics. 1962. Vol. 30. № 2. P. 97.

2 Ibid. P. 101.

3 Chew G. The dubious role of the space-time continuum in microscopic physics // Science progress. 1963. Vol. 51. № 204. P. 529.

4 Tati T. Concepts of space-time in physical theories. Non spatiotemporal description of nature // Progress of the theoretical physics. 1964. Supplement № 29. P. 7.

вольной точностью: «Релятивистская эквивалентность массы и энергии устанавливает абсолютный предел нашей способности определять положение. Если фотон (или любая другая частица, используемая в качестве пробной) имеет энергию, большую, чем энергия, связанная с массой покоя частиц, с которыми он взаимодействует, то тогда при измерительном столкновении рождаются новые частицы, и вся ситуация изменяется. Мы даже не можем сказать, что объект, положение которого мы измеряем, существует»¹. Е. Циммерман, ссылаясь на работы Е. Вигнера, также указывает, что для микрообъектов «невозможно измерить (или определить операционально) временные промежутки и расстояния в пространстве с точностью, даже отдаленно приближающейся к той, которая допускается принципом неопределенности»².

Итак, по мнению физиков, основанием для отказа от понятий пространства и времени является невозможность их операционального определения, т. е. невозможность определения с произвольной точностью промежутков времени (характеристик длительности явлений) и расстояний (характеристик протяженности). Невозможность такого измерения — это надежно установленный и обоснованный теоретический факт. Однако обоснованность логического перехода от суждения о невозможности измерения пространственных и временных промежутков к требованию отказа от понятий пространства и времени вызывает вполне понятные сомнения и возражения со стороны большинства философов и физиков. На чем же основаны эти возражения?

Например, В. И. Свидерский базирует свои возражения на положении об абсолютности пространства и времени, которую «в общем смысле следует понимать как всеобщность, непреложность, обязательность этих форм для существования всех состояний материи»³; поэтому «ограниченность наших естественнонаучных макроскопических представлений о пространстве и времени и неприменимость их в старом виде к процессам в микромире отнюдь не означает неистинности этих понятий в применении к открываемым наукой качествен-

1 Chew G. The dubious role... P. 530.

2 Zimmerman E. The macroscopic nature of space-time. P. 99.

3 Свидерский В. И. Философское значение пространственно-временных представлений в физике. Л., 1956. С. 304.

но новым областям материального мира, а означает лишь необходимость конкретизации и раскрытия содержания этих понятий»¹.

Анализ этих и подобных им возражений показывает, что все они основываются (если отбросить доводы типа *argumentum ad hominem*) на предположении об абсолютности пространства и времени, т. е. на предположении, которое как раз и нуждается в доказательстве. Таким образом, если положение об абсолютности пространства и времени принято как постулат, истинный по определению, то все аргументы, противоречащие этому постулату, заранее оказываются ложными. Как же можно проверить обоснованность самого постулата?

Здесь открываются два пути. На первом, по которому обычно идут все доказательства, апеллируют к истории науки, показывая, что все физические теории, в том числе и современные, используют понятия пространства и времени в качестве основных физических понятий. Это — путь эмпирического обоснования тезиса о всеобщности пространства и времени. Действительно, практика научной работы до сих пор всегда опиралась на пространственно-временные представления как на исходные. Особенно это было характерно для науки XIX в., развитие которой давало полное право считать пространство и время универсальными формами бытия материи.

Однако уже развитие квантовой механики положило начало сомнениям относительно обязательности пространственно-временного способа описания природы. Достаточно вспомнить, например, неоднократные высказывания Н. Бора об ограниченной применимости пространственно-временных понятий², особенно резко формулировавшиеся в 20-е гг., когда Н. Бор говорил о матричном варианте квантовой механики, о том, что в «противоположность обычной механике новая механика не имеет дела с описанием движения элементарных частиц в пространстве и времени»³.

В научной практике за последние годы намечается известный отход от признания абсолютности пространственно-

1 Свидерский В. И. Философское значение... С. 282.

2 Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 145.

3 Бор Н. Атомная теория и механика // Успехи физических наук. 1926. Т. 6. Вып. 2. С. 108—109.

временных представлений. Та же практика, таким образом, может служить и для обоснования мнений о неабсолютности пространственно-временных представлений, особенно в случае успеха обсуждающейся гипотезы. Кроме того, следует заметить, что эмпирическое обоснование всеобщности гарантирует эмпирическую же всеобщность, никак не могущую претендовать на абсолютность.

Второй путь проверки обоснованности предположения об абсолютности пространства и времени — это анализ истории науки с целью выявления предпосылок применимости указанных понятий в различных ее областях. Он, в частности, предполагает и уточнение смысла понятий категорий пространства и времени.

В нашей философской литературе принято восходящее к Г. Лейбницу понимание пространства как характеристики способа существования материальных объектов и времени как характеристики способа смены, изменения состояний объектов. Дополнительно к этому предполагается, что пространственные отношения между сосуществующими объектами характеризуются протяженностью, а временные отношения между сменяющимися состояниями — длительностью; иными словами, пространство немислимо без протяженности, а время — без длительности¹. Считается справедливым и обратное — наличие протяженности предполагает наличие пространства, наличие длительности — времени, так что понятия «протяженность» и «пространство», «время» и «длительность» можно считать равноправными. Если это так, для доказательства абсолютности пространства достаточно показать абсолютность протяженности, а для доказательства абсолютности времени — абсолютность длительности. Доказательство неприменимости понятия протяженности, очевидно, повлечет за собой в качестве следствия положение о неприменимости понятия пространства. Аналогичное справедливо в отношении времени и длительности.

Итак, пространственная определенность сосуществования объектов фиксируется в понятии протяженности, а временная — в понятии длительности. Кроме пространственной и

¹ См., например: *Мелюхин С. Т.* К философской оценке современных представлений о свойствах пространства и времени в микромире // *Философские проблемы физики элементарных частиц*. М., 1963. С. 122; *Павлов В. Т.* Логические функции категорий пространства и времени. Киев, 1966. С. 18—19.

временной определенности объекты могут иметь определенность существования, фиксируемую в понятии «отношение», которое, вообще говоря, не сводится к пространственной и временной определенности. Только программа механицизма ставит своей целью свести всякий вид определенности, все свойства и отношения к пространственным и временным. Однако история науки достаточно убедительно показала неосновательность подобных претензий механицизма.

Выражение определенности существования и сосуществования объектов в понятиях необходимо требует использование понятий «тождество» и «различие». Определенность существования объекта предполагает отличие его от других объектов и отождествление данного объекта с самим собой (себетождественность). Простая констатация существования объекта без дальнейшей конкретизации определенности существования отвечает уровню его индивидуальности, зафиксированному в категории «качество»¹. Это самая абстрактная, самая бедная по своим характеристикам определенность существования объекта: известно только, что данный объект отличается от других (но чем конкретно — неизвестно) и себетождественен (но по каким параметрам — неясно). В математике уровню качественной определенности соответствует понятие «множество» — каждый его элемент предполагается себетождественным и отличным от любого другого элемента. Кроме того, все элементы множества тождественны с точки зрения отношения принадлежности к данному множеству. Это отношение — единственное, определяющее способ сосуществования элементов множества.

Дальнейшая конкретизация определенности существования объектов в плане тождества и различия между ними может идти по двум линиям — внешней, на которой устанавливаются характеристики тождества и различия между *многими* себетождественными объектами (в этом случае, в частности, появляются и пространственные характеристики), и внутренней, где дополнительные отождествления и различения устанавливаются в рамках *одного* себетождественного объекта.

Пространственные характеристики сосуществования можно ввести следующим образом. Допустим, имеется не-

¹ Слово «качество» употребляется здесь в гегелевском смысле — как определенность объекта, тождественная с его бытием.

сколько множеств различных индивидуализированных объектов. Допустим далее, что каждое множество содержит одинаковое число элементов и каждый объект задан на уровне качественной определенности существования. Если, несмотря на это, между множествами существуют различия, то они будут иметь пространственную природу, т. е. множества могут различаться только по способу сосуществования элементов.

Особенно четко смысл пространственных различий между многими объектами выявляется при рассмотрении отношений тождества и различия между множествами, элементы которых обладают более богатой, чем качественная, определенностью существования, зафиксированной в понятии «свойство». Известен принцип тождества, сформулированный Г. Лейбницем, который утверждает, что объекты, тождественные по всем своим свойствам, должны представлять один и тот же объект, быть тождественными, не различаясь даже по числу. И. Кант, полемизируя с Лейбницем, указывал, что объекты, тождественные по всем свойствам, все же могут быть различными как индивидуальности. То, что обеспечивает их различие, и есть пространственные характеристики¹. Если же, как это имеет место для систем одинаковых частиц в квантовой механике, работает лейбницевский принцип тождества, и объекты с одинаковыми свойствами, несмотря на то, что их несколько, не различимы как индивидуальности, то понятие пространства к таким объектам неприменимо.

Итак, в общем случае можно сказать, что пространственные различия позволяют не только различать, но и индивидуализировать объекты, тождественные в лейбницевском смысле. Если этого сделать нельзя, и объекты, тождественные по Лейбницу, хотя и различны (их несколько), но лишены индивидуальности, то это значит, что понятие пространства к таким объектам неприменимо. Определенность существования и сосуществования объектов характеризуется непространственным образом (скажем, с помощью теории групп). Понятие пространства и конкретизирующие его понятия протяженности и расстояния, таким образом, работают только там, где различные объекты обладают индивидуальностью. В связи с этим становится понятным стремление физиков отка-

1 Кант И. Сочинения. Т. 3. М., 1964. С. 316.

заться от использования понятия пространства там, где объекты не могут быть индивидуализированы, как это наблюдается в микрофизике. Именно невозможность индивидуализации объектов препятствует операциональному определению их пространственно-временных характеристик.

Если пространственные различия — это различия между многими индивидуализированными объектами, то временные — это различия между индивидуализированными состояниями одного и того же объекта. При этом существенно, что существованием каждый раз обладает только одно из многих возможных состояний объекта. Степень различия между сменяющимися состояниями одного и того же объекта конкретизируется далее в понятиях длительности промежутка времени.

Если же несколько различных состояний одного и того же объекта считаются существующими сразу, а не по одному, то категория времени работать не будет. Подобная ситуация наблюдается при квантовых переходах между двумя различными состояниями. К изменениям типа квантового скачка временные понятия не применимы. Изменение, осуществляющееся при помощи квантового перехода, не обладает длительностью, что неоднократно отмечалось в литературе по квантовой механике.

Таким образом, гипотезу о макроскопическом характере пространственно-временных представлений можно считать продолжением тенденции, которую современная физика начала развивать в матричном варианте квантовой механики. Эта тенденция связана с последовательным учетом в категориальном аппарате теории невозможности эффективного отождествления и различения объектов.

ПРОСТРАНСТВО И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА*

Основная задача автора заключается в попытке показать, что пространственные понятия, фигурирующие в системе квантовой механики, гораздо разумнее считать относящимися только к макроуровню, интерпретируя их как характерис-

* Философские вопросы квантовой механики. М., 1970. С. 230—240.

тики событий обнаружения микрообъектов в макропространстве. Тенденция считать их характеристиками микрообъектов «как таковых», т. е. в конечном счете характеристиками микропространства, почти безраздельно господствующая в настоящее время, на наш взгляд, представляет собой остатки непреодоленной инерции стиля мышления, свойственного классической физике, согласно которому микромир принципиально не отличается от макромира.

Естественно, что отказ от использования категории пространства в качестве средства задания способа существования и сосуществования микрообъектов повлечет за собой весьма далеко идущие последствия в деле понимания философского статуса этой категории. Пространство в таком случае утрачивает право быть всеобщей и универсальной формой существования материи, оставаясь лишь особенной формой существования макроматерии. Поэтому, прежде чем решаться на такой серьезный шаг, нужно доказать его обоснованность. Это, в первую очередь, предполагает выяснение понятийного содержания категории «пространство», тщательный анализ вкладываемого в него смысла.

В нашей современной философской литературе пространство понимается как такая форма бытия материи, которая, являясь коренным условием сосуществования материальных явлений, отражает в своей сущности и свойствах некоторую общую закономерность сосуществования явлений, состояний движущейся материи. Короче, «пространство выражает порядок расположения одновременно существующих объектов»¹. Такова, в частности, концепция В. И. Свидерского. С. Т. Мелюхин, принимая содержание этого определения, существенно конкретизирует его в части уточнения смысла выражения «порядок сосуществования», понимая его как протяженность².

Различное понимание категории пространства упомянутыми авторами приводит к тому, что В. И. Свидерский допускает возможность того, что в микромире теряет смысл устанавливающее количественную определенность протяженнос-

1 Философский словарь / Ред. М. М. Розенталь, П. Ф. Юдин. М., 1963. С. 80.

2 Мелюхин С. Т. К философской оценке современных представлений о свойствах пространства и времени в микромире // Философские проблемы физики элементарных частиц. М., 1963. С. 122.

ти понятие расстояния¹, а С. Т. Мелюхин категорически отвергает эту возможность, считая протяженность основной характеристикой пространства, без которой оно теряет свое содержание и существование².

Присоединяясь к точке зрения С. Т. Мелюхина по вопросу о трактовке протяженности как неотъемлемой характеристике пространства, мы не разделяем убежденности в абсолютности пространства, которую, согласно В. И. Свидерскому, следует понимать как всеобщность, обязательность существования пространства для существования всех состояний материи³. Это, разумеется, не отрицает объективности пространства там, где оно существует.

Применительно к проблеме прояснения смысла категории пространства выдвигается тезис: категория пространства, конкретизируемая в понятиях «протяженность» и «расстояние», есть не что иное, как средство индивидуализации различных объектов.

Индивидуализация различных объектов предполагает, что каждый из таких объектов не только может быть отличаем от других, но и отождествлен с самим собой. Вообще говоря, индивидуализация не предполагает существования различных объектов — если объект только один (ему не от чего отличаться), то он, естественно, может быть индивидуализирован, т. е. отождествлен сам с собой.

Общепринятые представления о пространстве, зафиксированные в упомянутых выше определениях, также связаны с представлениями о тождестве и различии объектов действительности (состояний движущейся материи). Попробуем уточнить представления о конкретном характере этой связи.

Большинство наших философов считает, что выражение «мир в целом существует в пространстве» не имеет смысла. Это происходит потому, что мир в целом — только один. Ему не от чего отличаться — различных «миров в целом» нет. Существование пространства «внутри» мира в целом возможно только благодаря факту существования различий его отдельных фрагментов. Если же встать на позиции Парменида,

1 Свидерский В. И. Пространство и время. М., 1958. С. 6; Свидерский В. И. Философское значение пространственно-временных представлений в физике. Л., 1956. С. 299.

2 Мелюхин С. Т. К философской оценке... С. 152.

3 Свидерский В. И. Философское значение... С. 304.

трактовавшего мир в целом (бытие) как единый, неизменный, не имеющий различий ни вне, ни внутри себя, то придется отказаться и от существования пространства совсем, что Парменид и сделал, провозгласив отсутствие, несуществование пустоты. Поэтому можно сказать, что существование различий является необходимым условием существования пространства: если никаких различий нет, пространство существовать не может.

Является ли существование различий достаточным признаком существования пространства?

С нашей точки зрения, предположение об абсолютности пространства неявно подразумевает утвердительный ответ на этот вопрос. Иными словами, предполагается, что сам факт существования различных объектов обязательно требует существования пространства, откуда следует, что каждый из различных объектов обязан существовать в пространстве.

Такое понимание абсолютности пространства связано с тем, что современные представления о пространстве сформировались путем синтеза ньютоновских и лейбницевских представлений о смысле понятия «пространство».

Ньютоновская линия в понимании пространства трактовала его абсолютность как существование пространства самостоятельно, независимо от существования или несуществования наполняющих его объектов, как его существование наряду с этими объектами. Она берет начало в трактовке древнегреческими атомистами понятия «пустота». По мнению атомистов, пустота существует ничуть не менее реально, чем бытие (атомы), несмотря на то, что она является небытием¹. Будучи необходимым и достаточным условием движения, пустота выступает у атомистов и как необходимое и достаточное условие различения и отождествления (индивидуализации) атомов, заполняющих различные области пустоты, трактуемые как реально и самостоятельно существующие. То же самое будет справедливым и для ньютоновского абсолютного пространства.

Иными словами, ньютоновская линия развития категории пространства переносит центр тяжести с индивидуальности отождествляемых и различаемых объектов на возможность их индивидуализации, трактуя эту возможность вне зависимости

¹ *Маковельский А.* Древнегреческие атомисты. Баку, 1946. С. 25.

от объектов и опредмечивая, гипостазирова ее в понятии абсолютного пространства.

Лейбницевская линия, берущая свое начало в детальном анализе понятия «место», осуществленным Аристотелем¹, напротив, с самого начала сосредоточивает внимание на самих объектах, не отрываясь от них в ходе рассуждения. Аристотелевская трактовка места тела как границы другого тела, объемлющего данное², подразумевает существование двух различных тел — объемлющего и объемлемого — и понимает границу между ними как определенную характеристику различия этих тел. Развитием аристотелевского понятия места является представление о пространстве как о совокупности мест и порядке сосуществования вещей, сформулированное Лейбницем³, согласно которому части пространства могут отождествляться и различаться только с помощью находящихся в нем вещей⁴, что обусловило его вывод: «без материи нет пространства»⁵. Понятие расстояния также трактуется Лейбницем как характеристика взаимного расположения вещей, т. е. как характеристика определенного вида их различий⁶.

Современным представлениям о пространстве не присуще понимание его абсолютности как существования наряду с объектами и независимо от них, свойственное Ньютону, но присуще понимание его абсолютности как необходимого и достаточного условия существования и сосуществования не только индивидуализируемых, но и всех различных объектов. Это предполагает, в частности, что существование и сосуществование каждого объекта обязательно должно быть задано пространственно. Если же трактовать пространство как относящееся к существованию только индивидуализируемых объектов, то его абсолютность будет означать, что все объекты являются индивидуализируемыми.

Анализ показывает, однако, что предположение об абсолютности пространства в обоих его вариантах оказывается слишком сильным и не обязательным, ибо характеристика

1 Аристотель. Физика / Пер. В. П. Карпова. М., 1937. С. 69—79.

2 Там же. С. 77.

3 Полемика Г. Лейбница и С. Кларка / Пер. В. И. Свидерского, Г. Кребера. Л., 1960. С. 47, 74, 78.

4 Там же. С. 85.

5 Там же. С. 84.

6 Там же. С. 78.

существования и сосуществования различных объектов не обязательно требует их индивидуализации и может быть выражена в «непространственных» понятиях. Иными словами, требование различия объектов (которое, естественно, предполагает как существование каждого из различных объектов, так и их сосуществование всех вместе) является более слабым требованием, чем требование существования их в пространстве и требование индивидуализации объектов.

Дело в том, что, наряду с пространственным, существуют и другие способы отождествления и различения объектов — по свойствам и по числу. При установлении пространственных характеристик тождества и различия объектов (вещей) в качестве непосредственных объектов деятельности отождествления и различения берутся сами эти вещи в целом, взятые каждая как одно, как нерасчлененное себестождественное единство. Это, конечно, предполагает индивидуальность сравниваемых пространственно объектов. При установлении тождества и различия объектов по их свойствам непосредственными объектами отождествления и различения являются не сами объекты (вещи), а их свойства. Знание о тождестве или различии объектов при этом является выводным по отношению к непосредственно получаемому знанию о тождестве или различии отдельных свойств этих объектов (вещей). Сами объекты рассматриваются как наборы свойств — одно (объект) полагается как множество (множество свойств). Очевидно, что различия по свойствам, вообще говоря, несводимы к пространственным различиям.

В отличие от пространственных различий и различий по свойствам различия объектов по числу не требуют индивидуализации, представляя собой «чистые» различия, не предполагающие себестождественности различных по числу объектов. Поэтому их естественно считать более простыми, чем пространственные различия и различия по свойствам.

В реальной познавательной деятельности все три вида различий тесно связаны и неотделимы друг от друга. Однако для целей методологического анализа имеет смысл рассмотреть их отдельно. Это необходимо, в частности, для решения вопроса о статусе пространственных понятий в квантовой механике и об абсолютности пространства.

Итак, мы будем исходить из того, что различия бывают трех родов: различия по числу, пространственные различия и

различия по свойствам. Попробуем установить отношения между этими видами различий.

Прежде всего покажем, что различие по числу (множественность) действительно является самым простым, исходным различием.

Очевидно, что если объекты различны пространственно, то они обязательно различны и по числу. Обратное, вообще говоря, неверно — так, например, в одном и том же месте пространства могут существовать несколько различных объектов — скажем, электромагнитное и гравитационное поля. В локальных теориях взаимодействие двух различных частиц также происходит в одной точке пространства. Иными словами, различие объектов по числу не обязательно влечет за собой их пространственное различие, в то время как пространственное различие объектов обязательно влечет за собой их различие по числу.

Это и означает, что различие по числу является более простым и фундаментальным, чем пространственное, поскольку оно, вообще говоря, не зависит в своем существовании от существования пространственных различий, в то время как существование пространственных различий зависит от существования различий по числу.

Аналогичное справедливо и для отношения между различием по числу и различием по свойствам. Различие по числу является более простым и фундаментальным, так как из существования различия объектов по свойствам вытекает их различие по числу, а из существования различия по числу существование различий по свойствам, вообще говоря, не следует. Совершенно одинаковые по свойствам объекты (например, атомы одного и того же вещества, находящиеся в одном и том же состоянии) могут все же различаться по числу.

Интересно, что в истории философии были попытки установления отношения эквивалентности между различиями по числу и пространственными различиями, а также между различиями по числу и различиями по свойствам при помощи определенных онтологических принципов.

Так, например, лейбницевский принцип тождества неразличимых (по свойствам) постулировал невозможность существования никаких двух неразличимых друг от друга по свойствам отдельных объектов¹, хотя и допускал возможность

¹ Полемика Г. Лейбница и С. Кларка. С. 54, 55.

абстрактного мышления о такого рода объектах¹. Принятие этого принципа делает логически и онтологически эквивалентными различие по свойствам и различие по числу, открывая возможность умозаключать от одного типа различий к существованию другого. Кроме этого, принцип тождества неразличимых позволяет индивидуализировать объекты только по свойствам, утверждая единственность объекта, обладающего заданным набором свойств.

С другой стороны, доктрина античного атомизма о непроницаемости атомов, утверждавшая невозможность существования многих атомов в одном и том же месте пространства, онтологически и логически уравнивала различия по числу и пространственные различия, представляя собой своеобразный принцип «тождества пространственно неразличимых» (атомы «были сделаны» из одного и того же материала!). Это позволяло индивидуализировать частицы (объекты) только по их пространственным характеристикам. Если атомов было несколько (они различались по числу), то они обязательно должны были существовать в разных местах пространства (быть пространственно различными). Справедливо было и обратное — если атомы были пространственно различными, то они обязательно различались и по числу. В силу такой логико-онтологической эквивалентности было возможным объяснить одно через другое — так, например, Кант считал пространство условием множественности (численного различия явлений)².

Приведенные выше примеры показывают, что в реальной познавательной деятельности ни принцип непроницаемости, ни принцип Лейбница не являются абсолютными онтологическими критериями. Это открывает возможность считать как различия по свойствам, так и пространственные различия конкретизацией различий по числу. Соблазнительно трактовать такую конкретизацию как обязательную и сделать вывод, что эти способы конкретизации исчерпывают все ее возможности, так что из наличия различий по числу обязательно вытекает либо различие по свойствам, либо пространственное различие. Поскольку в приводившихся примерах гравитационное и электромагнитное поля, различающиеся по

1 Полемика Г. Лейбница и С. Кларка. С. 72, 73.

2 Кант И. Сочинения. Т. 3. М., 1964. С. 316.

числу, но не различающиеся пространственно, различны по свойствам своим, а одинаковые атомы, не различаясь по свойствам, различаются пространственно, такое предположение кажется правдоподобным. Однако в общем случае такой вывод, как показывает практика познавательной деятельности, является несправедливым. В качестве опровергающего правомерность такого вывода примера можно привести возможность существования нескольких абсолютно одинаковых по своим свойствам электромагнитных волн, обладающих одними и теми же пространственными характеристиками.

Приведенные примеры показывают также, что пространственные различия и различия по свойствам взаимно независимы. Из существования пространственных различий объектов нельзя вывести их различия по свойствам. Нельзя сделать и обратного вывода. Пространственно различные объекты могут быть тождественны по всем своим свойствам, а различные по свойствам объекты могут иметь одни и те же пространственные характеристики.

Из этого вытекает важный вывод, что все три вида различий могут рассматриваться независимыми друг от друга не только в логическом, но и в онтологическом смысле.

После всех этих довольно утомительных рассуждений можно, наконец, показать, что в квантовой механике пространственные различия микрочастиц разумно считать несуществующими.

Принцип неразличимости (тождественности) отдельных объектов в системе многих одинаковых (по своим свойствам) микрочастиц, справедливость которого установлена достаточно надежно макроскопическими экспериментами, утверждает, что обмен пространственными местами между отдельными микрочастицами не имеет физической значимости, т. е. не влияет на макроскопически наблюдаемые явления. Строго говоря, этот принцип лучше называть принципом отсутствия индивидуальности, ибо он требует не отсутствия всяких различий, а только лишает возможности использовать пространственные различия между различными по числу микрочастицами для их индивидуальности. Ситуация сильно затемняется тем, что в математическом аппарате квантовой механики волновая функция $\psi(r_1, r_2)$ отлична от $\psi(r_2, r_1)$ именно в пространственном отношении, различаясь пространственным порядком аргументов. Суть дела, однако, заключается в невоз-

возможности сопоставить этим различным ψ -функциям различные экспериментальные ситуации. Поэтому, если следовать той же логике рассуждений, как и при выводе утверждения о несуществовании у микрочастицы одновременно координаты и импульса, которое основано на невозможности одновременного измерения этих характеристик (т. е. считать основой утверждений о существовании или несуществовании чего-либо эксперимент, практику), то разумнее будет предположить, что пространственных различий у микрочастиц не существует вообще, чем считать их существующими, но никак не обнаружимыми экспериментально. Различие аргументов ψ -функции в этом случае будет обозначать различие мест обнаружения микрочастиц (различных по числу) в макропространстве, которые (места обнаружения), естественно, могут быть индивидуализированы. Но из индивидуальности этих мест в макропространстве вовсе не следует индивидуальность микрообъектов в микропространстве.

Возможность такого вывода затемняется еще и тем фактом, что координату и импульс нельзя одновременно задать в математическом аппарате квантовой механики, а пространственные различия микрочастиц как будто можно. Однако симметризация волновых функций, требуемая принципом отсутствия индивидуальности, фактически ликвидирует возможность и математической индивидуализации двух различных по числу, но одинаковых по свойствам микрочастиц посредством индивидуализации их волновых функций.

Можно возразить, что, несмотря на экспериментальную необнаружимость пространственных различий микрочастиц, эти различия все же существуют. Но таким же образом можно утверждать и существование абсолютного пространства, и одновременное существование координаты и импульса, невзирая на невозможность экспериментальной проверки этого утверждения.

Можно, наконец, сказать, что хотя индивидуализируемые микрочастицы и не сосуществуют в пространстве (пространственные различия между ними как характеристики способа их сосуществования не существуют), сами они существуют в пространстве. Но состояние (характеристику способа существования) микрочастиц, вообще говоря, можно задать и не прибегая к пространственным характеристикам (положение, координата), а при помощи их свойств, символизируемых

квантовыми числами, которые не имеют пространственной природы. Сосуществование таких «беспространственно» существующих объектов можно задать через сосуществование их свойств с помощью аппарата теории групп, в котором пространственные характеристики могут и не фигурировать.

С философской точки зрения это означает, что категория структуры является более общей характеристикой сосуществования объектов, чем категория пространства, ибо пространственные структуры, основанные на понятии расстояния, являются частным случаем «структур вообще».

В таком случае утверждение о существовании пространства в микромире всецело будет следствием философского положения об абсолютности пространства. Если отбросить это требование (что никоим образом не поколеблет объективности существования микрочастиц), то квантовая механика так же сможет обойтись без утверждения об обязательности существования и сосуществования микрообъектов в пространстве, как теория относительности обходится без утверждения о существовании эфира и абсолютного пространства в ньютоновском смысле.

Вся вышеизложенная попытка «налить старое вино квантовой механики в новые меха» касается только философской стороны вопроса. Мы пытались показать, что принцип тождественности микрочастиц, запрещающий их индивидуализацию, позволяет исключить без всякого ущерба пространственные характеристики (основанные на понятии расстояния) как характеристики существования и сосуществования микрочастиц. Это и обосновывает предположение, что пространство, как форма существования материи, относится только к индивидуализированным фрагментам действительности. Что же касается неиндивидуализируемых объектов, то их существование характеризуется с помощью категории структуры. Структурность материи и представляет собой абсолютную форму ее существования, более общую, чем пространство.

Проблема существования и проблема реальности в физике

ПРОБЛЕМА СУЩЕСТВОВАНИЯ В РЕЛЯТИВИСТСКОЙ КОСМОЛОГИИ*

Существование ранее не известных физических объектов может быть установлено разными способами. Часто это происходит благодаря обнаружению эффектов, которые нельзя объяснить иначе, как с помощью предположения о существовании новых физических объектов. Так были открыты планета Нептун, рентгеновские лучи, атомное ядро. Исследовательская мысль идет на этом пути от констатации фактов наблюдения, необъяснимых с помощью прежних представлений, к построению новых, основанных на предположении о существовании объектов, ответственных за непонятные без такого предположения физические явления. Есть и другой путь, обратный, когда предположение о существовании новых физических объектов делается до того, как эксперименты предоставили необходимый материал для такого предположения. В качестве примера можно привести открытие позитрона.

На первом пути предположение о существовании новых объектов возникает при интерпретации экспериментов. Второй путь приводит к аналогичному предположению при интерпретации операций со знаками, на базе которых построен математический аппарат теории. Это обуславливает существенное гносеологическое различие между двумя путями. На первом предметная деятельность сначала служит непосредственной основой сделанного предположения. Затем, выраженная в иной знаковой форме, эта же деятельность выступает в качестве критерия истинности. На втором пути первый момент отсутствует — предположение делается на основе деятельности со знаками. Это предъявляет повышенные требования к практической проверке законности сделанного пред-

* Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев, 1965. С. 186—190.

положения. Только в случае ее успеха — при действительном, предметном обнаружении существования нового объекта — практика этого обнаружения становится *действительной* основой истинности знания о существовании нового объекта, исторически возникшего на основе действий в знаковой плоскости, которые обеспечивали лишь *возможность* истинности этого знания.

Таким образом, можно сказать, что осуществимость практической проверки теоретических положений о существовании тех или иных объектов (хотя бы в форме мысленного эксперимента) является необходимым условием истинности этих положений. Невыполнимость указанного условия приводит, очевидно, к выводу о несуществовании объектов, предполагавшихся существующими, ибо «если мы неспособны заниматься вещами, то они не существуют для нас»¹.

В релятивистской космологии можно найти ситуации, когда теория недвусмысленно говорит о неспособности человека даже мысленно экспериментировать с вещами, возможность существования которых она утверждает. Пример таких парадоксов существования доставляют так называемые полузамкнутые миры². Если, как это делает П. К. Кобушкин³, относить построение космологических моделей не ко всей Вселенной, а к достаточно большим ее областям типа Метагалактики, то полузамкнутый мир представляет собой область всей Вселенной, состоящую из сферически симметричной части фридмановского мира, окруженной пустотой. В последней справедливо известно шварцшильдовское решение, обладающее особенностью пространственной метрики на сфере радиуса, равного гравитационному радиусу мира. Эта же сфера соединяет полузамкнутый мир с внешним пустым пространством.

Наличие особенности пространственной метрики обуславливает неравноправие наблюдателей, один из которых находится в сопутствующей системе отсчета, связанной с полу-

1 Энгельс Ф. Дialeктика природы. М., 1953. С. 191.

2 См.: Зельдович Я. Б. Полузамкнутые миры в общей теории относительности // Журнал экспериментальной и теоретической физики. 1962. Т. 43. Вып. 3(9). С. 1037—1043.

3 Кобушкин П. К. Анализ основных предпосылок построения рациональных релятивистских космологических моделей // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Тезисы докладов и сообщений на втором Всесоюзном симпозиуме. Киев, 1964. С. 40.

замкнутым миром (в ней течет собственное время), а другой — в системе отсчета, связанной с внешним пустым пространством (в ней течет мировое время). Оказывается, что полузамкнутый мир за конечное мировое время не может обмениваться веществом, энергией и информацией с окружающим его пустым пространством¹. Это происходит потому, что промежуток времени между двумя событиями — посылкой сигнала из внешнего пространства в полузамкнутый мир и приемом этого сигнала в полузамкнутом мире, — хотя и является конечным в сопутствующей системе отсчета, во внешней системе отсчета бесконечен. Иными словами, для внешнего наблюдателя, живущего по мировому времени, посланный им сигнал никогда не достигнет цели, несмотря на то что внутренний наблюдатель в сопутствующей системе отсчета примет этот сигнал в определенный момент собственного времени. Тем более внешний наблюдатель не может принять обратный сигнал, посланный наблюдателем из полузамкнутого мира в знак того, что он принял извне сигнал «туда»; ведь возможность получения сигнала «обратно» во внешней системе отсчета противоречит тому, что в этой системе сигнал «туда» еще продолжает свое путешествие. Все это означает, что внешний наблюдатель, хотя и может воздействовать на процессы, происходящие в полузамкнутом мире (благодаря тому, что посланные им сигналы принимаются там), наблюдать результаты такого воздействия, а также испытывать воздействия из полузамкнутого мира не может. Для наблюдателя, находящегося в полузамкнутом мире, дело обстоит наоборот — он может наблюдать и испытывать воздействия внешнего наблюдателя, но лишен всякой возможности воздействовать на него посылкой ответных сигналов.

Если же учесть, что все бесконечное мировое время ($-\infty < t < \infty$), текущее во «внешнем мире», занимает в системе отсчета, сопутствующей полузамкнутому миру, конечный промежуток собственного времени², то даже односторонняя возможность воздействия внешнего наблюдателя на полузамкнутый мир оказывается ограниченной во времени размерами указанного промежутка.

1 Зельдович Я. Б. Полузамкнутые миры...

2 Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Релятивистская астрофизика. I // Успехи физических наук. 1964. Т. 84. Вып. 3. С. 411; см. также: Зельдович Я. Б. Полузамкнутые миры...

В результате получается, что «способность заниматься вещами», необходимая для того, чтобы эти вещи существовали для нас, не одинакова в случаях, когда мы находимся во внешнем пространстве, а вещи в полузамкнутом мире (если мы можем только воздействовать на них, но лишены возможности контроля за этими воздействиями) и когда дело обстоит наоборот (тогда мы, будучи лишенными возможности активно влиять на процессы во внешнем пространстве, можем все-таки пассивно их наблюдать).

При гносеологическом анализе второго случая, очевидно, особых трудностей не возникает, ибо мы знаем о существовании наблюдаемых нами вещей, принимая информацию от них, и тем самым занимаемся этими вещами. В первом же случае невозможность приема такой информации изнутри как будто дает основания говорить о непознаваемости процессов в полузамкнутом мире извне и несуществовании событий в полузамкнутом мире для внешнего наблюдателя.

Принципиальные трудности здесь, вообще говоря, преодолимы, так как внешний наблюдатель может получить информацию о полузамкнутом мире, перестав быть внешним для него, т. е. переселившись туда. Правда, такое переселение будет безвозвратным — переселенец навсегда исчезнет из «внешнего» мира. Но о непознаваемости и о несуществовании говорить не будет оснований. Тем не менее, благодаря односторонности потока информации, знания, приобретенные переселенцем, не могут быть сделаны достоянием оставшихся во внешнем пространстве его собратьев без того, чтобы они не переселились вслед за ним в полузамкнутый мир. Иными словами, получается, что начальное положение человечества во Вселенной далеко не безразлично для возможностей познания — мир оказывается познаваемым не отовсюду.

Возникает вопрос: а всегда ли можно переселиться в такое место, откуда вся Вселенная будет познаваема хотя бы в плане пассивного наблюдения? Ответ на этот вопрос зависит от пространственной структуры Вселенной и, прежде всего, от ее связности. никоим образом не предрешая окончательного ответа, укажем на один возможный случай отсутствия связи между различными областями Вселенной, по-прежнему опираясь на теоретические свидетельства о полузамкнутых мирах.

Если вещество постепенно добавлять в полузамкнутый мир, то полная масса мира может уменьшаться (если гравита-

ционный дефект массы добавленного вещества больше его массы покоя). По мере уменьшения массы уменьшается и гравитационный радиус полузамкнутого мира, т. е. уменьшается поверхность сферы, которая соединяет полузамкнутый мир с внешним пространством и на которой имеется особенность пространственной метрики. Так можно непрерывно прийти к известному факту равенства нулю полной массы замкнутого фридмановского мира, когда поверхность соединительной сферы стягивается в точку¹.

Для внешнего наблюдателя это означает исчезновение замкнутого мира, ибо последний, благодаря равенству нулю своей массы, уже не создает поля во внешнем пространстве, как бы выпадая из него. Шварцшильдовское решение вырождается тогда в решение без особенностей, соответствующее плоскому миру Минковского. Связь, существовавшая между полузамкнутым миром и внешним пространством, при замыкании мира нарушается, и замкнутый мир начинает существовать самостоятельно, вне всякой связи с пространством Минковского.

Таким образом, опираясь на теорию, можно прийти к выводу о возможности существования полностью изолированных друг от друга миров, между которыми никакой обмен информацией невозможен. Если руководствоваться упомянутым выше критерием, то такие миры не существуют друг для друга, ибо обитатели их не могут заниматься вещами в другом мире ни в плане воздействия, ни в плане наблюдения и, следовательно, не могут проверить на практике утверждение о существовании «иного мира», полученное в результате действий в знаковой плоскости путем решения уравнений.

Попытки преодолеть подобные трудности обычно идут по линии гипотез о существовании особых форм движения материи (не подвластных гравитационному взаимодействию), которые «размыкают» полузамкнутость полузамкнутого мира и замкнутость замкнутого², обеспечивая возможность двустороннего обмена информацией и тем самым связность всей Вселенной.

1 Зельдович Я. Б. Полузамкнутые миры...

2 Дышлевый П. С., Кобушкин П. К. Пространственно-временные представления общей теории относительности и некоторые проблемы космологии. Киев, 1962. С. 69.

Однако можно предложить и другой путь решения проблемы, основанный на изменении смысла понятия «существование» в направлении его релятивизации. Представляется возможным говорить не об абсолютном, а относительном существовании вещи по отношению к определенной системе отсчета¹.

Тогда, принимая во внимание изначальное местонахождение человеческого общества, можно сказать, что если оно начало свое существование в пространстве, внешнем по отношению к полузамкнутому миру, то события в полузамкнутом мире не существуют для него и могут начать существовать только при переселении человечества в полузамкнутый мир. Критерием существования для нас тогда по-прежнему будет «способность заниматься вещами», т. е. способность совершать (хотя бы мысленно) эксперименты над ними или наблюдать их. В случае замкнутого мира можно будет сказать, что события в нем существуют только в системах отсчета, связанных с этим миром, и не существуют (как и сам этот мир) в иных системах отсчета.

Разумеется, по мере расширения возможностей эксперимента на базе вновь открываемых форм движения материи область существующего для данной системы отсчета будет расширяться. В частности, овладение способностью экспериментировать с гипотетической фоновой формой движения материи (если предположение П. С. Дышлевого и П. К. Кобушкина окажется верным) может сделать содержимое замкнутого мира существующим для мира, внешнего по отношению к нему.

1 Уемов А. И. Вещи, свойства, отношения и теория относительности // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Тезисы докладов и сообщений на Всесоюзном симпозиуме. Киев, 1964; см. также: Уемов А. И. Многообразие форм относительности и теория Эйнштейна // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев, 1965. С. 181—185.

ПРОБЛЕМА ИЗМЕРЕНИЙ В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ И ВОПРОС О ПРИРОДЕ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ*

Неоднократно отмечалось, что, несмотря на солидный возраст общей теории относительности (*ОТО*), проблема измерений в ней не разработана еще достаточно полно и отчетливо. До сих пор очень большое количество работ, посвященных различным аспектам *ОТО*, имеет тенденцию вообще не затрагивать этой проблемы и ограничиваться исследованием чисто математических вопросов. Благодаря этой тенденции, господствовавшей довольно долго, иногда вообще отрицают за *ОТО* право называться физической теорией, или считают, что те, кто развивает эту теорию, являются скорее математиками, чем физиками¹.

Однако за последние годы в развитии *ОТО* четко наметилась противоположная тенденция — стремление поставить теорию на более прочную экспериментальную базу в земных лабораторных условиях, чтобы получить возможность проверять утверждения теории опытом². Исследования в этом направлении сразу же обнаруживают, что операциональный смысл *ОТО* еще не вполне ясен³, и даже космологическая теория — пожалуй, главная область приложения принципов *ОТО* — менее всего упорядочена в смысле наблюдений⁴.

Препятствия к достижению ясности в понимании статуса измерений в рамках *ОТО* можно разделить на две группы. Первая группа трудностей, которая обычно считается основной, обусловлена тем фактом, что, согласно *ОТО*, в гравитационном поле не может существовать жесткой системы отсчета. Поскольку всякое физическое измерение в своей первооснове сводится к конструированию пространственного и временного совпадения точек⁵, то для получения сведений о координатах таких элементарных событий необходимо осуществ-

* Гносеологические аспекты измерений. Кисев, 1968. С. 243—252.

1 Траутман А. Общая теория относительности // Успехи физических наук. 1966. Т. 89. Вып. 1. С. 30.

2 Петров А. З. Понятие энергии общей теории относительности // Гравитация и теория относительности. Казань, 1963. С. 121.

3 Basri S. Operational foundation of Einstein's general theory of relativity // Reviews of modern physics. 1965. Vol. 37. № 2. P. 288.

4 Синг Дж. Общая теория относительности. М., 1963. С. 279.

5 Вавилов С. И. Сочинения. Т. 3. М., 1956. С. 155; Борн М. Эйнштейновская теория относительности. М., 1964. С. 399.

вить операции измерения длин и промежутков времени. Это, в свою очередь, требует использования эталонов длины (масштабов) и эталонов хода времени (стандартных часов). Способ перехода от информации о координатах элементарных событий к информации о значении физических величин зависит от принципов, которые даются теорией соответствующих явлений (в данном случае — от принципов *ОТО*). Можно сказать, что именно теория указывает, что и как измерять. Однако в *ОТО* это требование не выполняется. Отсутствие жесткой системы отсчета, вытекающее из принципов *ОТО*, означает, что в гравитационном поле не могут существовать жесткие эталоны длины, ибо их длина меняется от точки к точке. Ход времени стандартных часов также является различным в разных точках пространства-времени. Таким образом, уже результаты измерения длин и промежутков времени в рамках *ОТО* утрачивают ту определенность, которую они имели бы при отсутствии тяготения, когда можно пользоваться геометрией мира Минковского, сохраняющей представление о жестких масштабах и равномерно идущих часах во всем пространстве-времени. Благодаря этому выбор системы координат в римановом пространственно-временном континууме имеет только математический смысл. Координаты, фигурирующие в математическом аппарате *ОТО*, представляют собой просто числа, отождествляющие точки риманова многообразия, а не результаты измерений¹. Следовательно, «расстояния», обозначаемые в теории знаком r , вообще не являются физическими величинами².

Но, с другой стороны, преобразования системы координат физический смысл придают. Действительно, от влияния поля тяготения на процессы измерения обычно избавляются путем локальной трактовки процессов измерения — отнесения их к бесконечно малой области пространства-времени, где гравитационное поле можно ликвидировать (оттрансформировать) путем выбора подходящим образом движущейся системы координат. Этим достигается сведение области пространства-времени, в которой осуществляется измерение,

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1. М., 1965. С. 459—460.

2 Синг Дж. Общая теория относительности. С. 275—276; Левашев А. Е. Обобщенные преобразования Лоренца в теории относительности // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев, 1965. С. 93—95.

к плоской, что позволяет сохранить (локально) представления о жестких масштабах и равномерно идущих часах, необходимые для физически осмысленного определения координат элементарных событий. Указанные противоречия и представляют собой те неясности в операциональном смысле *ОТО*, о которых шла речь выше. Затем во весь рост встает проблема сравнения результатов измерений, произведенных в различных малых областях риманова пространства. Для этого упомянутые результаты должны быть приведены к «общему знаменателю», который, во-первых, давал бы возможность сравнивать результаты и, во-вторых, был бы однозначно определенной величиной. Кажется естественным роль такого «общего знаменателя» приписывать гравитационному полю; если мы будем уметь однозначно учитывать влияние гравитационного поля на масштабы и часы, то пересчет результатов измерения от одной точки риманова пространства к другой не будет представлять никаких затруднений.

Однако в этом пункте *ОТО* сталкивается с принципиальной трудностью, связанной с невозможностью локализации энергии гравитационного поля в рамках обычного математического формализма¹. Иными словами, математический формализм *ОТО* не позволяет получить инвариантное, не зависящее от выбора системы координат, тензорное выражение для вычисления гравитационной энергии. Таким образом, кандидатура гравитационного поля на роль «общего знаменателя», позволяющего сопоставить между собой результаты измерений в различных точках пространства-времени, оказывается несостоятельной. В итоге проблема сравнения результатов измерений непосредственно смыкается с центральной проблемой *ОТО* — проблемой природы гравитационного поля². Эта проблема состоит в следующем — есть ли гравитационное поле *вид* материи (тогда его энергетические характеристики должны выражаться истинным тензором, не зависящим от выбора системы координат), или оно есть форма существования материи и целиком сводится к пространственно-временным отношениям (и тогда о его энергии говорить не имеет смысла). Поскольку в рамках канонического формализма *ОТО* поиски

1 Фок В. А. Теория пространства, времени, тяготения. М., 1955. С. 418; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М., 1960. С. 355.

2 Петров А. З. Понятие энергии в *ОТО*. С. 124.

такого тензора бессмысленны и заранее обречены на неудачу¹, то попытки ликвидировать частные трудности проблемы измерения, предпринятые, например Дж. Сингом, в направлении отказа от использования в теории измерений представлений об измерительных стержнях и сведения всех измерений к измерениям времени², или еще более радикальное стремление отказаться даже и от синхронизации часов³ представляются полумерами, не достигающими главной цели и не решающими проблемы в целом.

Все упомянутые трудности *ОТО*, отнесенные нами к первой группе, можно назвать внутренними, ибо они существуют внутри самой теории. Вторая группа трудностей, с нашей точки зрения, более фундаментальна и имеет методологическую природу, внешнюю по отношению к *ОТО*. Она связана с отсутствием методологической ясности по поводу принципов связи между эмпирическим материалом и математическим аппаратом физической теории вообще и *ОТО* в частности. Естественно, что это порождает многочисленные трудности при попытках построения физической теории — которые являются, таким образом, производными от методологических.

Авторы, осознающие эту методологическую проблему, часто высказываются весьма пессимистически на предмет возможности ее разрешения. Так, Дж. Синг пишет, что неизбежная путаница в вопросе о связи между математическим аппаратом и эмпирическим материалом (по его терминологии — между математическими и физическими наблюдениями) настолько велика, что любой автор может считать себя удовлетворенным, если ему удалось уменьшить ее в самой малой мере — тщетно было бы пытаться избежать ее полностью⁴. Это приводит Синга к печальному, но категорическому выводу о невозможности связать математику и физику прочными цепями ясной и последовательной логической мысли — ни в *ОТО*, ни в любой другой области теоретической физики⁵.

1 Широков М. Ф. Является ли инерция и гравитация материей или формой существования материи? // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев, 1965. С. 200.

2 Синг Дж. Общая теория относительности. С. 101.

3 Basri S. Operational foundation... Р. 302.

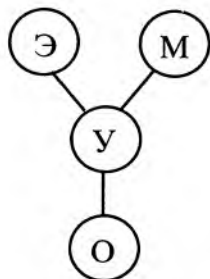
4 Синг Дж. Общая теория относительности. С. 98.

5 Там же.

По нашему мнению, подобный пессимизм в первую очередь обусловлен отсутствием у исследователей-предметников достаточно конкретных методологических средств, которые могли бы обеспечить надежное и продуктивное решение вопроса о принципах связи математического аппарата и эмпирического материала в научном знании. Общие мировоззренческие принципы, которыми руководствуются ученые в своей работе (о существовании внешнего мира, практике как критерии истины и т. п.), явно недостаточны для этой цели. Они должны получить гораздо более конкретную реализацию в специфических понятиях и изображениях, принадлежащих к области логики и методологии.

На наш взгляд, многообещающий путь построения действенной методологии науки, в том числе и физики (в частности, *ОТО*), открывают методы системно-структурного исследования, интенсивно обсуждающиеся в литературе по логике и методологии науки¹.

С точки зрения системно-структурного подхода, всякое знание представляет собой систему². Грубая структура системы физического знания может быть изображена в виде четырех блоков, соединенных связями: Э — эмпирический материал; М — математический аппарат; О — онтологические представления (знания о том, что существует); У — блок управления системой знания, включающий в себя мировоззренческие принципы, принципы интерпретации математического аппарата и результатов измерений, модельные представления и т. п.



Существенным условием системного подхода является требование рассматривать любой элемент знания не изолированно, а как элемент системы. Это означает, что результаты измерения могут быть поняты только с учетом их связей с математическим аппаратом и онтологическими представле-

1 Щедровицкий Г. П. Проблемы методологии системного исследования. М., 1964; Садовский В. Н. Методологические проблемы исследования объектов, представляющих собой системы // Социология в СССР. Т. 1. М., 1966. С. 164; Проблемы исследования систем и структур. Материалы к конференции. М., 1965.

2 Садовский В. Н. Методологические проблемы... С. 176, 184.

ниями, осуществляющимися через «блок управления». Если же считать эмпирический материал и математический аппарат независимыми ни друг от друга, ни от онтологических представлений, то естественно, что попытка связать их наталкивается на серьезные трудности. Применительно к *ОТО* это означает, что проблема измерений (относящихся к *Э*-блоку) неотъемлема от проблемы природы гравитационного поля (элемента *О*-блока), и что решение обеих этих проблем непосредственно зависит от конкретного вида математического аппарата (*М*-блока), а также от принятых принципов интерпретации математического аппарата и эмпирического материала, находящихся в *У*-блоке (в частности, от трактовки принципа эквивалентности и принципа общековариантности).

Как уже отмечалось выше, стандартная трактовка *ОТО*, восходящая к Эйнштейну, принципиально не позволяет последовательно решить проблему вследствие тесной связи последней с проблемой инвариантной локализации энергии гравитационного поля, принципиально неразрешимой в рамках стандартной формулировки. Поэтому ряд авторов направили свои усилия на модификацию того или иного элемента стандартной системы *ОТО*.

Так, например, Дж. Синг¹ предложил считать математическим образом гравитационного поля не метрический тензор $g_{\mu\nu}$, как в стандартной формулировке, а тензор кривизны R_{ijkm} , т. е. изменил один из принципов интерпретации *М*-блока, находящихся в *У*-блоке. В силу системного характера *ОТО* этот шаг повлек за собой отказ от принципа эквивалентности, а также привел к нарушению принципа соответствия *ОТО* ньютоновской теории тяготения². Это приводит к дополнительным трудностям, не решая к тому же проблемы локализации энергии гравитационного поля, т. е. в конечном счете — проблемы измерений.

Ряд других попыток связан с более существенным изменением структуры *ОТО*. Мы имеем в виду тетрадные³ и двухмет-

1 Синг Дж. Общая теория относительности. С. 8, 102.

2 Керес Х. П. Единство инерции и гравитации // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев, 1965. С. 74—75.

3 Левашиев А. Е. Обобщенные преобразования Лоренца... С. 100.

рические¹ варианты, вводящие в рассмотрение плоское пространство-время по-иному, нежели в стандартной формулировке. В последнем сведение пространства-времени к плоскому осуществлению за счет преобразования координатной системы имеет место только в бесконечно малой пространственно-временной области, которая остается частью риманова многообразия. В тетрадной и двухметрической формулировках плоское пространство-время интерпретируется как касательное к риманову и существующее самостоятельно — не как часть риманова, а наряду с ним. Оно охватывает конечную область, а не бесконечно малую, как в стандартной формулировке.

Детальный анализ проблемы измерения в тетрадных формулировках *ОТО* был проведен А. Е. Левашевым², который показал, что введение дополнительного плоского пространства-времени в *М*-блок позволяет наметить пути методологического решения этой трудной проблемы, если интерпретировать касательное пространство как пространство, в котором осуществляются измерения. Поскольку построение истинного тензора энергии-импульса гравитационного поля также осуществимо в рамках тетрадных формулировок³, то, казалось бы, проблема локализации энергии поля тяготения находит в ней решение совместно с проблемой измерений. Однако вопросы выбора физически осмысленных дополнительных условий, которые необходимо наложить на тетрады, задающие касательное пространство (т. е. уточняющих выбор тетрад), остаются в тетрадных формулировках в значительной степени делом произвола⁴. Поэтому степень логической последовательности этих формулировок оставляет желать лучшего, ибо произвол имеет место в *М*-блоке, элементы которого должны быть связаны между собой логически замкнутым образом.

-
- 1 Рылов Ю. А. Об относительной локализации гравитационного поля // Вестник Московского университета. Серия III: физика, астрономия. 1962. № 5. С. 70; Пугачев Я. И. Использование плоского пространства в теории гравитационного поля // Известия вузов. Физика. 1959. № 6. С. 152.
 - 2 Левашев А. Е. К теории измерения в тетрадной формулировке общей теории относительности // Методологические проблемы теории измерений. Киев, 1966. С. 70—93.
 - 3 Фролов Б. И. Об истинном тензоре энергии-импульса гравитационного поля // Вестник Московского университета. Серия III: физика, астрономия. 1964. № 2. С. 56.
 - 4 Левашев А. Е. Обобщенные преобразования Лоренца... С. 112, 116.

Из двухметрических формулировок *ОТО* наиболее последовательным и привлекательным, с точки зрения интересующих нас проблем, представляется вариант, разработанный Ю. А. Рыловым, который, как нам кажется, сумел преодолеть недостатки, присущие стандартной и тетрадной формулировкам.

Известно, что с позиций принципа эквивалентности, фиксирующего эмпирическую неразличимость инерции и гравитации, бессмысленно спрашивать, есть ли поле тяготения в данной точке риманова пространства безотносительно к выбору системы координат. Ю. А. Рылов ставит вопрос о наличии поля в точке x по отношению к полю в точке x' безотносительно к выбору системы координат. Оказывается, что в рамках двухметрического формализма, вводящего в рассмотрение, наряду с римановым пространством V_4 , касательное к нему в точке x' плоское пространство $E_{x'}$, возможно указать такую инвариантную процедуру, что условие обращения гравитационного поля в нуль в точке x' будет однозначно определять гравитационное поле в точке x' . При этом образом гравитационного поля в M -блоке *ОТО* является не метрический тензор $g_{\mu\nu}(x)$, как в стандартной формулировке, а более сложная величина — тензор $Q_{\beta\gamma}^\alpha(x, x') = \gamma_{\beta\gamma}^\alpha - \Gamma_{\beta\gamma}^\alpha$, где $\gamma_{\beta\gamma}^\alpha(x)$, — символ Кристоффеля в V_4 , а $\Gamma_{\beta\gamma}^\alpha(x, x')$ — двухточечный символ Кристоффеля в $E_{x'}$ ¹. Подобное изменение принципа интерпретации элементов M -блока на элементы O -блока имеет место и в тетрадных формулировках².

Используя в качестве основной характеристики риманова пространства V_4 мировую функцию Синга, Ю. А. Рылов выражает далее все величины, характеризующие касательное пространство $E_{x'}$ через ее производные. Тем самым он показывает, что $E_{x'}$ и способ отображения на него V_4 не являются каким-то произвольным построением, чуждым риманову пространству, а, наоборот, являются естественными характеристиками риманова пространства, вытекающими из его геометрии³.

1 Рылов Ю. А. Об относительной локализации... С. 71.

2 Левашев А. Е. Обобщенные преобразования Лоренца... С. 117.

3 Рылов Ю. А. Об относительной локализации... С. 72.

Переход от описания поля тяготения $Q_{\beta\gamma}^\alpha$ в пространстве V_4 к описанию его в плоском пространстве $E_{x'}$ позволяет, воспользовавшись однородностью последнего, с помощью теоремы Нетер получить законы сохранения и выражение для тензора энергии-импульса.

Таким образом, согласно Ю. А. Рылову, гравитационное поле по своей природе является относительным полем. Для его описания вполне достаточно знать гравитационное поле $Q_{\beta\gamma}^\alpha$ в точке x по отношению к некоторой опорной точке x' (где поле задано), причем значение поля в опорной точке, по мнению Ю. А. Рылова, не существенно для физики. Для удобства оно полагается равным нулю. Картина аналогична той, которая имеет место в *СТО*, где описание физических явлений в материальном теле зависит от скорости этого тела относительно системы отсчета, но никак не зависит от абсолютной скорости тела относительно эфира. Формально относительность гравитационного поля проявляется в двухточечности всех величин, относящихся к нему, причем физика явления не зависит от выбора опорной точки так же, как в *СТО* она не зависит от выбора системы координат. Относительное гравитационное поле представляет собой тензор, что, однако, не противоречит принципу эквивалентности и дает возможность ввести относительную энергию, импульс и т. д. гравитационного поля, а также сформулировать законы сохранения. Тензорность относительного гравитационного поля можно трактовать как его относительную локализацию, ставящую поле тяготения в равное положение с остальными локализуемыми полями¹.

Проблема измерений Ю. А. Рыловым не рассматривается, но очевидно, что касательное пространство $E_{x'}$ естественно интерпретировать как обычное плоское пространство, в котором производятся измерения. Благодаря взаимной однозначности отображения $E_{x'}$ на V_4 результаты измерения, полученные в $E_{x'}$, легко переносятся на V_4 , которое, таким образом, играет роль «общего знаменателя», обеспечивая возможность сравнения результатов измерения в разных точках V_4 благодаря решению проблемы локализации гравитационного поля.

¹ Рылов Ю. А. Об относительной локализации... С. 79—80.

Интересно, что вариант Ю. А. Рылова позволяет найти компромисс между воззрениями А. Эйнштейна и В. А. Фока на общий принцип относительности и существование привилегированных систем координат¹.

В изложенном варианте двухметрической формулировки *ОТО* гораздо меньше произвольных допущений, чем в тетрадных формулировках. Произвольны лишь выбор опорной точки и предположение об отсутствии в ней гравитационного поля. Свобода выбора опорной точки не имеет глубокого методологического смысла, она означает только просто свободу выбора места, где надо произвести измерение. Что же касается предположения об отсутствии гравитационного поля в месте измерения (в опорной точке), то, кажется, его методологический смысл весьма глубок.

Если сравнить статус измерений в *ОТО* со статусом измерений в квантовой механике, то легко видеть, что *ОТО* представляет собой как бы «квантовую механику наоборот». В квантовой механике изучаемые явления (микромир) существуют «в малом», а измерения производятся «в большом» (в макромире). В *ОТО* имеет место обратная ситуация — измерения производятся «в малом», а объекты изучения относятся к «большому миру»².

Для общеупотребительной в настоящее время интерпретации квантовой механики существенным является принцип, сформулированный Н. Бором: «Как бы далеко ни выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий... Поэтому экспериментальная установка и результаты наблюдений должны описываться однозначным образом на языке классической физики»³. Разумно предположить, что этот принцип справедлив не только для квантовой механики, но и для любой физической теории, в том числе и для *ОТО*⁴, с учетом того, что роль классической физики по

1 Рылов Ю. А. Нормальные координаты и общий принцип относительности // Вестник Московского университета. Серия III. 1963. № 3. С. 55.

2 Фролов В. Н. Понятие прибора и проблема измеримости в тетрадной теории гравитации // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Тезисы докладов и сообщений на Втором всесоюзном симпозиуме. Киев, 1966. С. 145.

3 Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 60.

4 Петров А. З. Физическое пространство-время и теория физических измерений // Пространство и время в физике. Киев, 1968.

отношению к ней играет *СТО*, а не ньютонова механика, как для квантовой механики. В истории *ОТО* содержание этого принципа было сформулировано Э. Картаном в виде проблемы: «Развитие *ОТО* связано с парадоксальной обязанностью интерпретировать посредством неоднородной Вселенной результаты многочисленных экспериментов, произведенных в предположении ее однородности»¹.

Таким образом, методологическое обобщение принципа Бора превращает проблему Картана в принцип, провозглашающий принципиальную евклидовость процесса измерения в *ОТО*, что приводит к необходимости описывать этот процесс в терминах классической физики. Реализация этого принципа, как показывает вышеприведенный анализ, требует совместной модификации *М*-блока и *О*-блока *ОТО* по сравнению со стандартной формулировкой, в которой указанный принцип не может быть реализован.

Из вышеизложенного вытекает еще один важный методологический вывод. Решение онтологической проблемы природы гравитационного поля зависит от конкретного вида математического аппарата, принятого в системе *ОТО*, так что сама проблема в «абсолютной» постановке не имеет смысла. В стандартной формулировке *ОТО* гравитационное поле тождественно с геометрией пространственно-временного континуума и не является видом материи. В двухметрических и тетрадных формулировках гравитационное поле есть вид материи и не сводится к пространственно-временным характеристикам. Это — следствие общего методологического принципа, имеющего место при системно-структурном подходе: конкретный вид онтологических представлений (элементов *О*-блока) зависит от конкретного вида *М*-блока. Последний же принцип, в свою очередь, следует из характерного для диалектического (но не для метафизического!) материализма положения о зависимости характера знаний о способе существования объекта познавательной деятельности от типа средств, используемых в ней.

1 Цит. по: Леващев А. Е. К теории измерения... С. 70.

ПРИНЦИП ДЕТЕРМИНИЗМА И ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА РЕАЛЬНОСТИ*

Трактовка детерминизма как учения об обусловленности конкретных форм бытия предполагает, что любой фрагмент реальности в своих конкретных характеристиках всегда чем-то определяется, обуславливается — детерминируется. «Проблема детерминации включает в себя раскрытие всей совокупности различного рода явлений, которые обуславливают данное событие...»¹.

Применительно к современной физической картине реальности эта проблема распадается на две. С одной стороны, можно спрашивать о способе детерминации определенности бытия какого-либо фрагмента действительности, оставаясь в рамках определенной фиксированной картины реальности, внутри нее. С другой — можно интересоваться вопросом, чем и как детерминируется определенность существования самой этой картины реальности. Поиски ответа на второй вопрос, естественно, потребуют выхода за ее пределы, в более широкую сферу социальной реальности, фрагментом которой является эта картина.

Начнем с рассмотрения первого вопроса: каким образом современная физика ставит и решает проблему детерминации в рамках предлагаемых ею картин реальности.

В плане конкретного методологического анализа нас будут интересовать не только общепринятые физические теории (теория относительности и квантовая механика), но и гипотезы, выдвигаемые в порядке научного поиска и не получившие сколь-нибудь широкого признания, ибо в этих гипотезах наиболее рельефно выступают методологические характеристики способа построения физической картины реальности.

Прежде чем приступить к рассмотрению конкретных «проектов реальности», выдвигаемых современной физикой, сравним способы детерминации реальности, характерные для двух хорошо известных концепций, имевших место в истории философии, — учения Спинозы о субстанции и атомизма Демокрита.

* Философия и естествознание. М., 1974. С. 174—190.

1 Кедрова Б. М. Современная научно-техническая революция и проблема детерминации социальных процессов // Современный детерминизм и наука. Новосибирск, 1971. С. 135.

Оба великих философа были детерминистами, утверждая почти в одних и тех же выражениях, что ничто не может существовать без надлежащей причины¹. Но онтологическое основание универсальной необходимости, лежащей в природе вещей, было у них различным. Для Демокрита первоосновой существования были его элементы — атомы и пустота. Их бытие было самодостаточным, для него не было нужно никакой внешней причины. У Спинозы же в роли *causa sui* выступало тотальное единство бытия — единая и единственная субстанция, *deus sive natura*. И если у Демокрита все конкретное богатство существования было обусловлено в конечном счете движением и перегруппировкой атомов, то у Спинозы оно было порождено субстанцией, представляя собой ее бесчисленные модусы.

Упрощая ситуацию, можно сказать, что основание, выступающее в роли первопричины разнообразного в своей конкретности бытия, в демокритовской картине реальности лежало в самом глубоком ее слое, ограничивая иерархию бытия «снизу». В спинозовской картине реальности оно, напротив, находилось на самой вершине, ограничивая бытие «сверху».

В соответствии с этими установками принцип причинности как методологический принцип детерминации конкретного способа существования фрагментов реальности действовал у них в разных направлениях — «снизу вверх» (от частей к целому) у Демокрита и «сверху вниз» (от целого к частям) у Спинозы.

Современное научное и философское мышление значительно расширило и обогатило понятие детерминизма, которое теперь далеко не исчерпывается причинностью в рамках категорий «причина—действие». В частности, опираясь на представления об иерархической структуре реальности, прочно утвердившиеся в современной физике и науке вообще, можно выделить два типа детерминации — «вертикальный» и «горизонтальный».

¹ «Ни одна вещь не происходит попусту, но все в силу причинной связи и необходимости», — такие слова приписывает сторонникам Демокрита Феодорет (Лурье С. Я. Демокрит. Л., 1970. С. 213). «В природе вещей нет ничего случайного, но все определено к существованию и действию по известному образу по необходимости божественной природы», — гласит теорема 29 первой части спинозовской «Этики» (Спиноза Б. Избранные произведения. Т. 1. М., 1957. С. 387).

«Горизонтальная» детерминация, как видно из ее названия, «работает» в пределах каждого из структурных уровней реальности. Для нее характерно то, что определенность существования фрагментов какого-либо структурного уровня действительности оказывается обусловленной другими фрагментами, относящимися к тому же уровню. Такая трактовка обусловленности соответствует пониманию причинности, восходящему к традиционному смыслу аристотелевской *causa efficiens*. Эту обусловленность выражают категории «причина», «действие» и «связь состояний», содержание которых применительно к физике подробно исследовалось в нашей философской литературе.

«Вертикальная» детерминация предполагает выявление определенности существования фрагментов действительности, относящихся к некоторому структурному уровню, с точки зрения их обусловленности фрагментами действительности другого, ниже или выше лежащего уровня. Этот тип детерминации уже нельзя выразить в категориях «причина» и «действие». Здесь больше подходят такие категории, как «элементы» и «структура», «часть» и «целое».

Имея это в виду, попытаемся (без претензии на полноту) проследить современную судьбу очерченных на предыдущей странице двух противоположно направленных линий методологического применения принципа детерминизма «по вертикали».

Как пишет М. А. Марков, «генеральная линия в развитии научного понимания структуры материи, различных свойств ее, различных форм всегда определялась в стремлении понять, как образуется данная форма материи, ее свойства из свойств некой формы материи, более фундаментальной... Стремление понять “что-то” как состоящее из “чего-то” более простого, фундаментального, всегда было прогрессивным...»¹

Далее М. А. Марков указывает на два варианта решения проблемы вертикальной детерминации реальности в направлении «снизу вверх»: 1) иерархия форм (уровней) материи безгранична; 2) исследование иерархии форм материи заканчивается открытием первоматерии.

Первый вариант (линию Эмпедокла, по терминологии М. А. Маркова) иначе можно назвать вариантом «дурной не-

1 Марков М. А. О понятии первоматерии // Вопросы философии. 1970. № 4. С. 66.

исчерпаемости», ибо принцип неисчерпаемости материи понимается при этом чересчур прямолинейно — как счетно-бесконечная иерархия ее структурных уровней в стиле «дурной бесконечности» натурального ряда.

Примером физической картины реальности, построенной согласно требованиям этого варианта, может служить модель, предложенная К. П. Станюковичем, согласно которой «Метагалактика является лишь структурной частицей в счетно-мерной иерархии “частиц” бесконечной Вселенной. В других системах, подобных нашей Метагалактике, могут быть иные запасы энергии, скорость света, размеры частиц (по нашим масштабам). Эти системы могут возникать в результате взаимодействия (столкновения) “частиц” или флуктуаций еще более грандиозных структурных образований»¹.

Во избежание возможных недоразумений стоит оговориться, что, квалифицируя линию Эмпедокла как вариант «дурной неисчерпаемости», мы лишь констатируем особенности способа мышления; это вовсе не означает объявления ее неприемлемой для физики с философских позиций. Отрицательный оценочный привкус, которым обладает слово «дурной», здесь не следует принимать во внимание. В связи с этим не лишним будет указать, что натуральный ряд, несмотря на всю «дурноту» своей бесконечности, по сей день не теряет значимости для математики.

То, что каждый более глубокий структурный уровень может предполагаться качественно отличным от лежащего выше, как это имеет место, например, в концепциях С. Сака-ты² и Ж. Вижье³, не ликвидирует «дурноты» такой неисчерпаемости, избавляя ее лишь от примитивного механицизма, настаивающего на однокачественности всех уровней. Понятие

1 Станюкович К. П. К вопросу о существовании устойчивых частиц в метагалактике // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М., 1966. С. 272.

2 «Я рассматриваю элементарные частицы как один из нескончаемого множества уровней строения материи, качественно отличающихся друг от друга и в совокупности образующих всю природу» (Саката С. Новые представления об элементарных частицах // Вопросы философии. 1962. № 2. С. 134).

3 «... Мы предлагаем принять всерьез идею о возможности бесконечного расчленения природы... Если мы проникаем глубже, то требуется более сложная, качественно иная механика» (Вижье Ж. Теория уровней и диалектика природы // Вопросы философии. 1962. № 10. С. 100).

самодетерминации в смысле Спинозовской *causa sui* в рамках линии Эмпедокла применимо лишь сугубо философски — ко всей материи, т. е. ко всей бесконечной совокупности ее уровней, взятой в целом (математическим аналогом этого является канторовское «алеф-нуль» — первое трансфинитное число). В применении же к каждому отдельному уровню оно отсутствует, ибо этот уровень всегда вертикально детерминируется более глубоким, который, в свою очередь, обусловлен еще более глубоким, и т. д.

Второй вариант детерминации «снизу вверх», заканчивающий структурную иерархию посредством введения той или иной «первоматерии», находящейся на самом нижнем уровне реальности («линия Демокрита», в терминологии М. А. Маркова), требует, естественно, самодетерминации последнего уровня. «Первоматерия» является *causa sui*, ее реальность самодостаточна. Однако самодетерминация в этом смысле также имеет сугубо философский характер — последний уровень существует сам по себе, не завися ни от чего другого лишь постольку, поскольку он рассматривается в целом. Что же касается самодетерминации характеристик элементов этого уровня, которая должна выражаться на языке физики (в частности, с помощью определенных онтологических представлений о механизме такой самодетерминации), то здесь ситуация иная. Рассмотрим ее подробнее, сравнив три конкретных проекта реализации «линии Демокрита» — гипотезу кварков, гейзенберговскую теорию «праматерий» и концепцию «ядерной демократии» («бутстрапа»).

Как известно, гипотеза кварков предполагает, что сильно взаимодействующие частицы (адроны) составлены из фундаментальных «прачастиц» — кварков, которые и играют роль «первоматерии». Для того чтобы объяснить эмпирически наблюдаемые характеристики адронов, кваркам приписываются определенные квантовые числа: электрический заряд, странность, барионное число и спин. В наиболее распространенной модели кварки имеют дробный электрический заряд, но существуют модели и с целочисленными его значениями¹.

Заметим, что, хотя знания о конкретных характеристиках кварков и детерминируются знаниями о характеристиках ад-

1 Зельдович Я. Б. Классификация элементарных частиц и кварки «в изложении для пешеходов» // Успехи физических наук. 1965. Т. 86. Вып. 2. С. 311.

ронов (первые вводятся для того, чтобы единообразно объяснить последние), считается, что само существование адронов детерминировано существованием кварков. В этом проявляется некоторая общая закономерность: хотя гносеологические знания о характеристиках элементов вышележащего уровня реальности всегда оказываются исторически исходными, «телеологически» детерминируя знания о характеристиках элементов нижнего уровня, нижний уровень — в силу принятого методологического принципа вертикальной детерминации «снизу вверх» — считается онтологически детерминирующим верхний. Лишь потом, после того как знания о характеристиках элементов нижнего уровня уже получены, направление гносеологической детерминации меняется на противоположное — знания о верхнем уровне начинают логически выводиться из (теперь постулируемых) знаний о нижнем уровне. Этим достигается согласование направлений гносеологической и онтологической вертикальной детерминации.

В результате оказывается, что свойства кварков как элементов первоматерии также обретают самостоятельность. Они должны быть постулированы, поскольку их нельзя вывести из каких-то более фундаментальных соображений.

Однако только что сказанное справедливо лишь для тех концепций первоматерии, в которых ее элементы онтологически первичны по отношению к их взаимодействию и могут существовать в свободном состоянии.

Между тем еще Энгельс указывал, что «спинозовское: *субстанция есть causa sui* — прекрасно выражает взаимодействие», которое «является истинной *causa finalis* вещей»¹. Отсюда следует, что реализация спинозовской идеи самодетерминации реальности требует, чтобы взаимодействие рассматривалось как онтологически равноправное (а логически даже как первичное) по отношению к взаимодействующим элементам, которые, согласно такому пониманию, не могут существовать в свободном состоянии, не взаимодействуя.

Такой ход мысли открывает совершенно новый путь для придания определенности существованию объектов-элементов «первоматерии»: их характеристики оказывается возможным вывести из характеристик их взаимодействия, которое детерминирует существование этих элементов, а существование

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. 2-е изд. Т. 20. М., 1961. С. 546.

последних, в свою очередь, детерминирует существование взаимодействия. Именно по этому пути идут нелинейная квантовая теория поля Гейзенберга и концепция «ядерной демократии».

В гейзенберговской теории¹ роль «первоматерии» играет фундаментальное поле, которое с самого начала предполагается взаимодействующим с самим собой. Математическим выражением такого самодействия является нелинейность основного уравнения теории. Возбужденные состояния элементарного поля соответствуют различным элементарным частицам, причем теория позволяет вывести спектр их масс и другие характеристики из основного уравнения, не прибегая к эмпирическим соображениям. При формулировке самого этого уравнения существенно используются соображения простоты, симметрии и релятивистской причинности, играющие роль методологических принципов.

Единственной произвольной константой в теории Гейзенберга является константа размерности длины. Разумеется, при вычислении конкретных эффектов ей придется придать определенное значение, но оно уже не может быть истолковано ни как онтологически детерминированное более фундаментальными свойствами, ни как логически вытекающее из основного уравнения. Это показывает, что самодетерминация «первоматерии» в теории Гейзенберга неполная.

В концепции «ядерной демократии» («бутстрапа») «первоматерией» являются сильно взаимодействующие частицы — адроны, рассматриваемые как «динамические структуры, обязанные своим существованием тем же самым силам, благодаря которым они взаимодействуют друг с другом»². Если в дополнение к этому учесть, что в современной физике понятия сил и взаимодействий употребляются на равных основаниях, то нельзя не согласиться с тем, что, задавая способ существования элементов «первоматерии», концепция бутстрапа реализует Спинозовскую *causa sui*.

Действительно, согласно гипотезе бутстрапа, всякая сильно взаимодействующая частица целиком обязана своим су-

1 Гейзенберг В. Введение в единую полевую теорию элементарных частиц. М., 1968.

2 Чу Дж., Гелл-Манн М., Розенфельд А. Сильно взаимодействующие частицы // Над чем думают физики. Вып. 3. Элементарные частицы. М., 1968. С. 111.

ществованием силам, вызванным обменом сильно взаимодействующими частицами. Каждая из этих частиц существует благодаря силам, порождаемым остальными. Другими словами, каждая частица участвует в порождении других частиц, которые, в свою очередь, порождают ее. Особенно существенно то, что в этой взаимной и резко нелинейной картине легко представить себе ситуацию, в которой не остается никаких произвольных и свободных параметров (кроме одного какого-либо, нужного, чтобы фиксировать масштаб энергии), а единственный самосогласованный набор параметров — тот, который осуществляется в природе.

При задании вертикальной детерминации реальности в направлении «снизу вверх» Спинозовская идея *causa sui* находит лишь частичное воплощение, реализуясь на «линии Демокрита» применительно только к одному — самому последнему — уровню иерархической структуры реальности. Но даже для такого частичного воплощения этой идеи до сих пор не найдено адекватного математического аппарата, полностью согласующегося с экспериментальными данными. Поэтому можно понять, почему на гораздо более привлекательное, с философской точки зрения, применение идеи *causa sui* к внутренним характеристикам всей реальности, взятой в целом (к модели «мира в целом»), которое полностью соответствовало бы идее Спинозы, физики-теоретики отваживаются крайне редко.

Одной из таких немногих попыток, получивших широкую известность, является Эйнштейновская общая теория относительности. Рассматривая гравитационное взаимодействие, она реализует применительно к нему идею самодетерминации, позволяя, с одной стороны, вывести уравнения движения частиц вещества из уравнений гравитационного поля, а с другой — учесть обратное влияние перераспределения вещества в результате движения на характеристики поля. Механизм самодетерминации, соответствующий этой процедуре, выглядит так: вещество, обладающее массой, порождает гравитационное поле, которое влияет как на движение породившего его вещества, так и на свои собственные характеристики (последнее обстоятельство выражается в нелинейности уравнений поля). Если же пойти несколько дальше, интерпретируя вещество не как источник гравитационного поля, отличный от него по своей природе, а как область повышенной концен-

трации этого поля, т. е. как определенные сильно искривленные части пространства¹, то поле тяготения оказывается единственной реальностью, самодетерминирующей свои внутренние структурные характеристики в духе идеи *causa sui*. Эйнштейн не случайно часто вспоминал о божестве Спинозы.

По поводу детерминации способа существования гравитационного поля в целом можно сделать замечания, аналогичные высказанным выше в адрес концепции «первоматерии». В связи с этим еще раз повторим, что, поскольку по отношению к реальности в целом вопрос о внешней детерминации определенности ее существования, очевидно, не имеет смысла, не имеет смысла и вопрос о внешней детерминации характеристик «первоматерии» в целом. Чего-либо внешнего, которое могло бы осуществлять такую детерминацию, по определению в обоих случаях быть не может. Самодетерминация может быть только внутренней, в связи с чем необходим переход от рассмотрения реальности только «в целом» к рассмотрению связи характеристик ее элементов с ее совокупными характеристиками. При таком понимании самодетерминации эти два аспекта структуры реальности оказываются онтологически равноправными, так что становится невозможным говорить о вертикальной детерминации «сверху вниз» (от целого к частям) как о единственной, ибо она сопровождается противоположно направленной детерминацией «снизу вверх». Оба эти направления также онтологически равноправны. Их «суперпозиция» и представляет собой самодетерминацию в смысле *causa sui*. Уровень целого здесь представляет собой не что иное, как взаимодействие элементов структуры. Его определенность обуславливается определенностью элементов, которая, в свою очередь, детерминируется определенностью взаимодействия.

Попытки реализации идеи вертикальной детерминации в направлении «сверху вниз», связанные с трактовкой в стиле *causa sui* самого верхнего уровня реальности («мира в целом») и выводом из его характеристик свойств реальности «в малом», встречаются крайне редко. Гораздо более многочисленны попытки сомкнуть «малое» и «большое» путем простого объединения теорий гравитации и микрофизики, а также

1 См., например: Ланцош К. Альберт Эйнштейн и строение космоса. М., 1967. С. 117.

путем установления соотношений, связывающих эмпирические значения констант микрофизики и космологии так, что они становятся функционально определенными друг через друга. Это направление, рассматривающее космологические и микрофизические характеристики как логически и онтологически равноправные, стоит особняком от выделенных выше, ибо оно отказывается от представления о направленной детерминации структурных уровней материи.

На предположении, что «проблемы вселенной и проблемы элементарных частиц связаны в один тугой узел»¹, основаны идеи М. А. Маркова, новым и непривычным образом отождествляющие «почти замкнутые» (в смысле Фридмана) космологические объекты типа метagalактики (вселенной) с элементарными частицами. Это «дает возможность совершенно по-новому трактовать содержание понятия “состоит из...”». Вселенная в целом может оказаться микроскопической частицей. Микроскопическая частица может содержать в себе целую вселенную...»². Поскольку ультрабольшое оказывается тождественным ультрамалому, иерархия бесконечно разнообразных форм материи как бы «замыкается на себя»³.

При таком способе замыкания иерархии структурных уровней материи элементарные частицы некоторой данной вселенной суть *другие* вселенные, отличные от данной; они состоят из *других* элементарных частиц, нежели те, которые входят в состав вселенной, послужившей исходным пунктом рассмотрения. Соблазнительно было бы попробовать и другой способ замыкания этой иерархии путем отождествления субэлементарных частиц вселенной с галактиками *той же* вселенной по образу «змеи, кусающей свой хвост». Однако такие попытки пока встречаются лишь в научной фантастике⁴.

Рассмотрение способов трактовки структурной детерминации реальности, имеющих место в рамках некоторых физических ее картин, конечно, никоим образом не исчерпывается сказанным выше. Не говоря уже о неполноте охвата имеющих в физике «проектов реальности», нами совершенно не были затронуты проблемы, связанные с «горизонтальной»

1 Марков М. А. О понятии первоматерии. С. 75.

2 Там же. С. 74.

3 Там же. С. 75.

4 Емцев М., Парнов Е. Уравнение с Бледного Нептуна. М., 1964. С. 42—43.

детерминацией, описываемой категориями «причина—действие» и «связь состояний»). Однако размеры статьи вынуждают ограничиться сказанным, поскольку мы хотим оставить место для обсуждения требований, предъявляемых к любой конкретной картине реальности принципами теории относительности и квантовой механики, которые пока оставались вне поля нашего зрения.

Как известно, теория относительности требует рассматривать все события по отношению к определенной системе отсчета. Характеристики одной и той же реальности в разных системах отсчета могут не совпадать: в одной системе объект может двигаться, в другой — покоиться; в одной системе события могут быть одновременными, в другой — нет; в разных системах отсчета один и тот же объект обладает разной массой и т. п. Поэтому можно сказать, что конкретная определенность существования того или иного фрагмента действительности детерминируется выбором системы отсчета, в которой это существование фиксируется. Эта детерминация носит количественный характер: в любой системе отсчета качественные характеристики (свойства) реальности — масса, размеры, время протекания процессов и т. п. — однотипны, от системы к системе меняется только их количественная (числовая) определенность.

В квантовой механике понятие относительности к системам отсчета обобщается в понятие относительности к средствам наблюдения¹. По отношению к одному прибору микрообъект может обладать координатой и не обладать импульсом, по отношению к другому дело может обстоять наоборот. Таким образом, можно сказать, что конкретная определенность существования микрообъекта как фрагмента реальности детерминируется типом макроприбора, с помощью которого определяются характеристики микрообъекта. Этот тип детерминации более сильный, чем в теории относительности. По отношению к разным приборам микрообъект, вообще говоря, обладает разными свойствами, так что определенность существования его характеристик детерминируется качественно.

Ситуация еще более осложняется тем, что даже по отношению к одному определенному прибору, выбор которого зада-

1 Фок В. А. Квантовая физика и философские проблемы // Ленин и современное естествознание. М., 1969. С. 195.

ет определенность существования свойств микрообъекта на уровне качества, в общем случае нельзя говорить о количественной определенности существования этих свойств. Разные измерения, проведенные с помощью одного и того же прибора над одним и тем же микрообъектом¹, вообще говоря, дают в результате различные количественные значения измеряемого свойства. Это служит основанием для утверждения о вероятностном, статистическом характере детерминизма в микромире, истолкованию которого посвящена обширная литература.

Из сказанного явствует, что между относительностью к системе отсчета и относительностью, обусловленной прибором, налицо существенное различие в степени детерминации определенности существования реальности. Можно предположить, что это различие обусловлено отсутствием взаимодействия системы отсчета с объектом, характеристики которого она количественно детерминирует, — т. е. детерминация в этом случае носит чисто гносеологический характер. С другой стороны, прибор, детерминирующий качественную определенность свойств микрообъекта, физически взаимодействует с последним, так что можно думать, что здесь детерминация осуществляется чисто онтологически. Однако физическое взаимодействие микрообъекта с прибором непосредственно влияет лишь на количественную определенность характеристик микрообъекта, превращая одну из его потенциальных возможностей в действительность. Что же касается качественной определенности, то, поскольку она приобретает уже в результате акта выбора прибора определенного типа, т. е. еще до реального осуществления взаимодействия с ним, как будто приходится признать, что качественная детерминация в квантовой механике также имеет гносеологическую природу.

Однако более внимательный анализ показывает, что различная степень детерминации свойств объекта в рассматриваемых теориях все же связана с характером взаимодействия исследуемого объекта и средств наблюдения, т. е. обусловлена и онтологически.

Действительно, если вспомнить, что одним из средств наблюдения в теории относительности являются световые сигналы, посылаемые как из одной системы отсчета в другую, так

1 Точнее — над разными, но находящимися в одном и том же состоянии микрообъектами.

и в рамках одной системы отсчета при измерении длин, синхронизации часов и т. п., то многое проясняется. Поскольку система отсчета предполагается образованной реальными телами, играющими роль масштабов длины и часов, то обмен световыми сигналами между этими телами, служащими средствами измерения, и измеряемым объектом, естественно, предполагает взаимодействие световых сигналов как с системой отсчета, так и с наблюдаемыми в ней объектами. Можно поэтому сказать, что система отсчета и исследуемый объект все-таки взаимодействуют — через посредство световых сигналов. Но характер этого взаимодействия фундаментально отличается от характера взаимодействия микрообъекта с прибором в квантовой механике. Если в последнем случае взаимодействие со средствами наблюдения связано с изменением состояния наблюдаемого объекта, то в теории относительности, в значительной мере базирующейся на классических идеализациях, считается, что наблюдение не влияет на это состояние¹. К тому же в разных системах отсчета свет как средство наблюдения ведет себя одинаково, а разные приборы по-разному влияют на состояние микрообъекта. Отсюда и проистекает различие в «силе» детерминации определенности существования наблюдаемых объектов со стороны средств наблюдения. Его, таким образом, можно считать обусловленным онтологически — различием в «силе» взаимодействия наблюдаемого объекта и средств наблюдения в указанных теориях, хотя непосредственно оно фиксируется в гносеологической форме.

Эти рассуждения показывают, что гносеологические и онтологические характеристики исследуемой детерминации настолько тесно связаны друг с другом, что противопоставлять их друг другу явно неправомерно.

Детерминация некоторых характеристик изучаемых объектов средствами наблюдения в теории относительности и квантовой механике приводит к радикальному отличию методологического стандарта картины реальности, построенного согласно требованиям этих теорий, от стандарта, принятого в классической физике. В последней картина реальности должна была содержать только характеристики объекта «са-

¹ То, что состояние объекта в квантовой механике и в теории относительности имеет разный смысл, для нас сейчас несущественно.

мого по себе». Способы и средства измерения (наблюдения) этих характеристик оставались за пределами классической картины реальности, никак не влияя на ее определенность. Они выполняли чисто гносеологическую функцию — их роль сводилась к тому, чтобы помочь узнать, каков объект изучения безотносительно к ним самим.

Конечно, о том, что взаимодействие со средствами наблюдения может изменить определенность существования некоторых характеристик исследуемого объекта, было известно и в классической физике. Но там считалось, что этим взаимодействием можно пренебречь или, на худой конец, учесть, либо скомпенсировать его. Поэтому не было необходимости включать в картину реальности средства наблюдения и измерительные операции. По-иному обстоит дело в теории относительности и квантовой механике.

Уже в основополагающей статье «К электродинамике движущихся сред» Эйнштейн отмечал, что «суждения всякой теории касаются соотношений между твердыми телами (координатными системами), часами и электромагнитными процессами»¹. Проанализировав реальную структуру операций измерения длин и промежутков времени с помощью масштабов и часов, он дал определения длины и времени, которые были неотъемлемы от указанных операций. В тексте его статьи встречаются, например, выражения типа «длина, определяемая операцией»². Таким образом, по теории относительности операции измерения и средства наблюдения существенно детерминируют определенность существования реальности в любой ее картине, построенной согласно требованиям этой теории. Следовательно, они определенным образом включаются в эту картину.

Еще более выпукло требование включения средств и операций измерения в картину реальности выступает в квантовой механике, поскольку «взаимодействие между измерительными приборами и исследуемыми физическими системами составляет неотъемлемую часть квантовых явлений»³. Н. Бор неоднократно подчеркивал, что в квантовой механике «лучше употреблять слово “явление”, только если речь идет о

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1. М., 1966. С. 8.

2 Там же. С. 12.

3 Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961. С. 104.

наблюдениях, полученных при определенных условиях, т. е. таких, в описание которых входят данные обо всей экспериментальной установке»¹. Поэтому «однозначное описание собственно квантового явления должно в принципе включать описание всех существенных частей экспериментальной установки»².

В результате всего этого картина реальности в неклассических теориях становится как бы двуплановой. С одной стороны, в нее входят характеристики объекта, познание которых по-прежнему остается целью физики. Они образуют план картины объекта. С другой стороны, определенность этих характеристик оказывается детерминированной условиями наблюдения, характеристики которых образуют второй план физической картины реальности — картину условий наблюдения. Обязательно фигурируя при постановке любых физических задач, характеристики условий наблюдения как бы «вплавляются» в характеристики исследуемого объекта.

Квантовая механика демонстрирует еще один тип детерминации определенности существования объектов со стороны средств наблюдения, который можно назвать гносеологическим. Он возникает в результате необходимости классического описания приборов и внешних условий процедуры измерения³. Благодаря этому требованию часть характеристик микрообъектов — координата, импульс и др. — также оказывается заданной на классическом языке, ибо задаются они по отношению к классически описываемым макроприборам. В свою очередь, необходимость классического описания приборов обусловлена «макроскопичностью» человека как субъекта познания. Имея это в виду, мы и отнесли методологическую детерминацию способа описания микрообъектов через задание определенности существования макроприборов к гносеологическому типу.

Правда, и в этом типе детерминации можно найти онтологический аспект: ведь макроскопичность субъекта познания как специфического средства наблюдения является характеристикой его способа существования, т. е. онтологической характеристикой. Это еще раз демонстрирует неразрывную связь онтологических и гносеологических характеристик де-

1 Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. С. 102.

2 Там же. С. 143.

3 Там же. С. 121.

терминации в неклассических теориях, их взаимопереход друг в друга.

Действительно, средства и процедуры наблюдения входят в состав условий познания, так что их характеристики являются гносеологическими по отношению к характеристикам объекта, которые выступают в роли онтологических. Однако если учесть отмеченную выше особенность полной картины реальности в неклассических теориях, то характеристики средств наблюдения также придется считать онтологическими, но в другом смысле. Таким образом, к онтологии в традиционном смысле (к картине объекта) добавляется своеобразная «онтология гносеологии», которой не знала классическая физика, так что в итоге полное описание (полная картина реальности) оказывается не только картиной объекта, но и картиной познания этого объекта.

Факт наличия в физической картине реальности, построенной согласно требованиям теории относительности или квантовой механики, картины условий познания, детерминирующих определенность существования объекта в полной картине реальности, позволяет поставить проблему детерминации реальности в еще более общем плане.

К числу средств познавательной деятельности относятся не только приборы, но и понятийные средства (язык), являющиеся элементами социальной реальности. Не могут ли и они детерминировать картину реальности в том, что касается объекта изучения? Нельзя ли сформулировать, отправляясь от понятия относительности с точки зрения средств наблюдения, более общий принцип относительности с точки зрения средств познания?

Утвердительный ответ на эти вопросы открывает обширное поле для исследования способов и механизмов детерминации определенности существования реальности, заданной «в форме объекта» (традиционной онтологии), реальностью средств познания, заданной «в форме деятельности». Естественно ожидать, что эти механизмы будут гораздо более сложными, нежели те, которые имеют место в теории относительности и квантовой механике.

При обсуждении онтологических проблем — при решении вопросов, существует или не существует тот или иной фрагмент реальности, а если да, то какова определенность его существования, — необходимо иметь в виду, что ответы на

них всегда выражаются с помощью определенных понятийных средств в определенных знаниях онтологического характера. Это тривиальное обстоятельство тесно и однозначно связывает между собой онтологические факты (факты существования фрагментов реальности) с фактами гносеологическими (фактами истинности соответствующих знаний). Если тот или иной объект существует, и это известно, то знание о его существовании истинно. Если знание о существовании объекта истинно, то этот объект существует, причем так, как зафиксировано в этом знании.

Как известно, движущей силой познания является практика — общественно-историческая деятельность; практика выступает и как решающий критерий истинности получаемого знания. Но, соглашаясь с этим, «не надо забывать, что критерий практики никогда не может по самой сути дела подтвердить или опровергнуть *полностью* какого бы то ни было человеческого представления»¹. Это происходит потому, что практика развивается, изменяя свое конкретное содержание благодаря появлению все новых и новых ее средств, причем не только вещных, но и понятийных.

Изменение конкретного содержания критерия истины в ходе истории находит свое выражение в хорошо известном положении об относительности истины. То, что было истинным по отношению к одному уровню развития практики (к одним ее средствам), может оказаться ошибочным по отношению к другому уровню.

Применительно к содержанию знания это означает, что, если некоторое знание о существовании какого-то фрагмента реальности было истинным в одну историческую эпоху, оно может перестать быть истинным на другом историческом этапе, по отношению к другому конкретному содержанию общественно-исторической практики и к другим ее средствам.

Но если это так, то отмеченная выше однозначная связь гносеологических и онтологических фактов приводит к выводу: то, что считается существующим при одном уровне развития практики (при одних ее средствах), может рассматриваться как несуществующее при другом уровне ее развития.

Выступая в качестве критерия для гносеологии, общественно-историческая практика входит, «вплавляется» как не-

1 Ленин В. И. Полное собрание сочинений. 5-е изд. Т. 18. М., 1961. С. 145—146.

устранимый онтологический компонент и в наши представления о реальности «в форме объекта», зафиксированные, скажем, в физической картине реальности.

Следует подчеркнуть, что поскольку общественно-историческая практика объективна, то относительность реальности «в форме объекта», обусловленная уровнем развития практики как реальности «в форме деятельности», так же не ликвидирует объективного характера наших познаний о реальности, как относительность истины не лишает ее объективности.

Однако, несмотря на все сказанное, вывод об относительности реальности может показаться парадоксальным. Из него вытекает, например, что, скажем, эфир существовал по отношению к практике XIX в., а в XX в. после опыта Майкельсона и создания теории относительности перестал существовать. Против этого восстает обыденный здравый смысл.

Но, как указывал Энгельс, здравый смысл — плохой помощник при решении сложных теоретических проблем. Ведь протест против признания относительности наших представлений об отдельных фрагментах физической реальности, об относительности, обусловленной уровнем развития социальной практики, в значительной мере объясняется непреодоленными пережитками созерцательного, наивно-реалистического способа мышления о реальности только «в форме объекта» и неоправданным недоверием к мышлению о реальности «в форме деятельности» в духе первого из марксовских тезисов о Фейербахе.

В «Материализме и эмпириокритицизме» Ленин писал: «Сущность» вещей или «субстанция» *тоже* относительны; они выражают только углубление человеческого познания объектов, и если вчера это углубление не шло дальше атома, сегодня — дальше электрона и эфира, то диалектический материализм настаивает на временном, относительном, приблизительном характере всех этих *вех* познания природы прогрессирующей наукой человека¹. В этих словах ярко выражена мысль о детерминации «субстанциональных» элементов в картине реальности «деятельностными» элементами этой картины. Можно выдвинуть предположение, что механизм такой детерминации в самом общем смысле представляет собой механизм опредмечивания (представления «в форме

¹ Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 18. С. 277.

объекта») того, что вырабатывается общественно-исторической практикой, существующей «в форме деятельности». Анализ конкретных видов такого механизма — дело будущих исследований.

ПРОБЛЕМА СУЩЕСТВОВАНИЯ В АСТРОНОМИИ*

Любая наука — в том числе и астрономия — в процессе своего развития и функционирования имеет дело как с эмпирическими, так и с теоретическими знаниями о существовании отдельных фрагментов изучаемой ею действительности. При обсуждении проблемы существования в космологии нам уже приходилось высказывать утверждение, что такого рода знания могут быть сформулированы двумя способами¹.

Первый способ состоит в простой эмпирической констатации существования того или иного объекта, попавшего в «поле зрения». Такая констатация часто даже не требует предварительной постановки специфического вопроса о существовании. Так бывает, например, при начале формирования эмпирической объектной области той или иной науки, когда ученые работают подобно натуралистам, попавшим в незнакомую местность. Их задача сводится в этом случае к тому, чтобы внимательно смотреть и регистрировать увиденное.

Подобная ситуация имеет место и при использовании новых средств наблюдения, существенно расширяющих сферу «непосредственно наблюдаемого» благодаря повышенной разрешающей способности или чувствительности инструментов; так случилось, например, когда Галилей впервые направил на ночное небо зрительную трубу. Именно этот способ характерен и для современной астрономии, где «стремительное расширение охваченной наблюдениями области Вселенной приводит к открытию все более неожиданных, “экзотических” объектов, качественно отличных от тех, с кото-

* Философские проблемы астрономии XX века. М., 1976. С. 265—288.

¹ Алексеев И. С. Проблема существования в релятивистской космологии // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев, 1965. С. 186. См. также настоящий сборник, с. 238.

рыми астрономы были знакомы раньше»¹. Это стало возможным в первую очередь вследствие революционных изменений в методах изучения Вселенной².

Второй способ состоит в выдвижении *предположения* о существовании некоторого фрагмента действительности на основе использования тех или иных теоретических соображений, что выглядит как «набрасывание» на Вселенную в ходе ее изучения «сети» понятий, теорий, концепций. Формы такого «набрасывания» могут быть самыми разными, но все их объединяет «упреждение» человеческой мыслью достигнутого уровня эмпирических наблюдательно-экспериментальных знаний, выдвижение некоторых гипотез, необходимых как для объяснения накопленных эмпирических фактов, так и для предсказания новых, еще не полученных результатов экспериментов и наблюдений.

Несколько огрубляя и утрируя ситуацию, можно сказать, что при первом способе «существовать» означает «быть воспринимаемым», а при втором «существовать» — это «быть мыслимым». Заметим сразу, что только что сформулированные положения никоим образом не представляют собой критериев (т. е. достаточных условий) объективного существования, а имеют смысл лишь признаков (необходимых условий) существования фрагментов действительности «для нас». В этой связи полезно будет вспомнить слова Энгельса: «...Если мы не способны заниматься вещами, то они для нас не существуют»³.

Применительно к астрономии второй из указанных способов реализуется как в выдвижении гипотез космологического характера (например, гипотеза анизотропной неоднородной Вселенной, выдвинутая и обосновываемая А. Л. Зельмановым⁴), так и в предположениях, носящих более частный характер (например, в дискуссиях о направленности космогонических процессов — от разреженного к плотному или от плотного к разреженному или в гипотезах о механизмах излучения квазаров и т. п.).

1 Казютинский В. В. Революция в астрономии. М., 1968. С. 3.

2 Шкловский И. С. Размышления об астрономии, ее взаимосвязи с физикой и технологией и влиянии на современную культуру // Вопросы философии. 1969. № 5. С. 54.

3 Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. 2-е изд. Т. 20. М., 1961. С. 556.

4 Зельманов А. Л. Метагалактика и Вселенная // Наука и человечество, 1962. М., 1963. С. 389.

Главной целью настоящей статьи будет *методологический* анализ проблемы. Он будет проведен с позиций концепции деятельности, интенсивно развиваемой в последнее время рядом авторов¹. Как нам представляется, эта концепция позволяет более последовательно вскрыть активную роль субъекта в процессе познания, нежели концепция «субъект—объект—условия познания», развиваемая П. С. Дышлевым² и другими философами, и, тем более, нежели концепция «вещи—свойства—отношения»³.

Главным отличием концепции деятельности от концепции «субъект—объект—условия познания» является то, что во второй концепции, как нам кажется, недостаточно учитывается сформированность как субъекта, так и условий познания в деятельности, в то время как первая связывает не только определенность характеристик способностей субъекта и условий познания, но и определенность существования объекта с конкретными характеристиками деятельности, задаваемыми ее средствами⁴.

В общем виде проблема существования формулируется следующим образом: на каком основании выдвигаются те или иные гипотезы о существовании фрагментов действительности? Специфика деятельностного подхода к решению этой проблемы заключается в общем ответе на поставленный вопрос, предопределяющем направления дальнейшей конкретизации этого ответа. Исходным основанием для выдвижения указанных гипотез являются так называемые разрывы в деятельности, проявляющиеся в невозможности достижения желаемых результатов при помощи старых привычных средств — как вещных (приборов), так и понятийных (теорий). Для ликвидации таких разрывов и выдвигаются гипотезы о существовании новых фрагментов действительности, которые, в случае их успеха, пополняют арсенал теоретических средств и обеспечивают получение результатов, которые не могли быть полу-

1 См., например: *Стетин В. С., Томильчик Л. М.* Практическая природа познания и методологические проблемы современной физики. Минск, 1970.

2 *Дышлевый П. С.* Понятие «физической реальности» в современной физике // Гносеологические аспекты измерений. Киев, 1968. С. 49—52.

3 *Уемов А. И.* Вещи, свойства и отношения. М., 1963; *Антипенко Л. Г.* Проблема физической реальности. М., 1973.

4 *Алексеев И. С.* Проблема реальности в физике // Современная физика и проблемы марксистско-ленинской теории познания. М., 1972. С. 68.

чены без их помощи. Эти средства обеспечивают также возможность объяснения эмпирических фактов, недостижимую старыми средствами, а также открывают пути для предсказания новых фактов, направляя тем самым экспериментальные исследования.

Типичным примером подобных ситуаций разрыва в познавательной деятельности являются ситуации, на которые обратил внимание В. А. Амбарцумян¹. Осуществляя эксперименты, направленные определенными теоретическими средствами, мы как бы задаем природе вполне определенные вопросы, самая определенность которых есть не что иное, как желание «втиснуть» возможные ответы в рамки определенных теоретических положений, связанных с представлениями о существовании вполне определенных фрагментов действительности. Однако, как отмечает В. А. Амбарцумян, при осуществлении экспериментов очень часто возникает гораздо больше новых вопросов, поставленных как бы самой природой, нежели получается ответов на заданные нами вопросы. С точки зрения концепции деятельности, эти новые вопросы имеют общий характер: во-первых, в каком пункте старые средства «не срабатывают», не обеспечивая ожидаемого типа ответа, а во-вторых, при помощи каких новых средств (в частности, при помощи каких предположений о существовании новых объектов) неожиданность ответа может быть ликвидирована и заменена известной «предусмотренностью».

Если в отношении первого аспекта общих вопросов — в выявлении пунктов недостаточности старых средств — еще можно надеяться получить определенные ответы, применяя методологические средства к анализу ситуаций разрыва некоторым общим для всех ситуаций способом, то в отношении второго аспекта — поисков предположений о существовании новых объектов, — по-видимому, нет никаких оснований ожидать нахождения общих эвристических методов ликвидации ситуаций разрыва, которые бы позволили перейти к новым теоретическим средствам. По крайней мере, на современном уровне развития методологии науки такие общие ме-

¹ Амбарцумян В. А. Современное естествознание и философия // Философия и современное естествознание. Материалы к XIV Международному Венскому конгрессу, представленные философами Советского Союза. Секция VII: Философия природы. Вып. 1. М., 1968. С. 12—13.

тоды отсутствуют, и ликвидация ситуации разрыва каждый раз осуществляется с помощью *искусства* оперирования понятиями, путем творческого мышления, а не путем применения стандартных научных методов.

Но независимо от способа преодоления ситуации разрыва в познавательной деятельности можно утверждать, что предположения о существовании фрагментов действительности, ранее не известных, которые позволяют объяснять уже известные эмпирические факты и предсказывать новые, имеют не абсолютный характер, а относятся к конкретной познавательной ситуации. Поэтому в новых ситуациях разрыва эти представления о реальности могут оказаться такими же неадекватными, какими были те представления, которым они пришли на смену. Такая конкретизация известного положения марксистской философии об относительности и конкретности истины показывает, таким образом, что существование или несуществование тех или иных фрагментов действительности является относительным к определенному уровню развития деятельности — как материально-практической, так и идеально-теоретической¹.

Методологический анализ процесса получения знаний о существовании позволяет вскрыть конкретные механизмы построения научной картины реальности. Естественно поставить вопрос: имеет ли в этом отношении астрономия свою собственную специфику или процесс получения знаний о существовании протекает в ней так же, как и в других науках, например в физике?

Астрономия как наука

Долгий исторический путь развития астрономии, древнейшей точной науки о природе, наложил неизгладимый отпечаток на ее современное состояние, в значительной мере обусловив то поистине уникальное положение, которое она занимает среди других наук.

Зародившись как наблюдательная наука, основной целью которой было точное определение *видимых положений* небес-

¹ Алексеев И. С. Принцип детерминизма и физическая картина реальности // Философия и естествознание. М., 1974. С. 189. См. также настоящий сборник, с. 271.

ных тел, она сохраняла верность этой задаче вплоть до середины XIX в. Даже сейчас, когда современная физика все больше превращает астрономию в одну из своих ветвей — астрофизику, в связи с чем задачи и возможности астрономии неизмеримо расширились, ее наблюдательный характер сохранился. До сих пор почти весь эмпирический материал для астрономии (если не считать опытов со спутниками и космическими ракетами) продолжает поставлять не эксперимент, а наблюдение.

Последнее обстоятельство обусловлено природой объектов, на изучение которых претендует астрономия. Ни теперь, ни в обозримом будущем человечество не в состоянии ни повлиять на протекание астрономических явлений, ни воспроизвести их требуемое количество раз, что необходимо предполагает осуществление экспериментов в собственном смысле этого слова. Поэтому активность субъекта в плане материально-предметной деятельности по освоению объекта, обязательной для более глубокого проникновения в его природу, астрономия реализует лишь путем создания все более разнообразной и изощренной аппаратуры, расширяющей диапазон спектра, в котором возможно наблюдение небесных тел. Иными словами, субъект стремится как можно полнее приспособить свои наблюдательные возможности к проявлениям объекта, в то время как в эксперименте происходит обратное — активное приспособление объекта изучения к наблюдательным возможностям и задачам субъекта.

Несмотря на то, что эти особенности астрономии достаточно общеизвестны, имеет смысл остановиться на них подробнее, специально имея в виду последующее обсуждение специфики постановки и решения проблемы существования в этой науке.

Начнем с рассмотрения соотношения астрономии и астрофизики, которое имеет непосредственное отношение к вопросу о существовании самой астрономии как самостоятельной науки. Вопрос этот заключается в следующем. С одной стороны, если рассуждать логически, то по своему содержанию астрономия должна быть разделом физики, ибо пространственное распределение, движение, строение и развитие небесных тел описываются и объясняются с помощью тех же понятий, что и аналогичные характеристики тел земных, изучение которых является предметом физики. Но, несмотря на убедитель-

тельность этих доводов, статус астрономии как самостоятельной науки (а не как одного из разделов физики) является историческим фактом.

Представляется, что объяснение суверенности астрономии в первую очередь следует искать в ее истории. Будучи древнейшей наукой о природе, она долгое время являлась наиболее существенным фактором развития науки. Естественно, что столь долгий путь суверенного развития не может закончиться сразу — традиция приписывать изучению небесных тел самостоятельность по сравнению с изучением тел земных продолжает жить и сейчас. Поэтому, хотя суверенность астрономии по отношению к физике, на наш взгляд, и не имеет сейчас убедительного логического обоснования, она все же находит себе историческое оправдание, обладающее своей собственной логикой¹.

Наблюдательный характер астрономии относится к числу ее внутринаучных особенностей. Ограниченные возможности предметной деятельности с объектом, обусловленные специфическими масштабами космических тел, приводят к повышению удельного веса гипотетических теоретических конструкций в процессе объяснения фактов и эмпирических закономерностей. Эти конструкции строятся на базе физических представлений, полученных в земных условиях, что связано с весьма далекой экстраполяцией известных физических законов. Тем не менее, многие астрофизики считают, что, например, процессы, происходящие в звездах, не требуют для своего теоретического объяснения выхода за рамки апробированных концепций. Так, Я. Б. Зельдович пишет: «В настоящее время все физические законы, управляющие процессами в звездах, достаточно хорошо известны, и поэтому задача прямого расчета всей последовательности эволюционных изменений звезды хотя и трудна, но в принципе возможна и разрешима...»².

Такая стратегия исследований связана с определенной трактовкой принципа единства физической картины мира, который служит методологическим обоснованием возможности экстраполяции земных физических законов на мир кос-

1 *Алексеев И. С.* О специфике астрономии как науки // Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 360. Методологические вопросы физики. Ч. 2. Тарту, 1975. С. 14—20.

2 *Зельдович Я. Б.* Предисловие // *Уилер Дж., Гаррисон Б., Вакано М., Торн К.* Теория гравитации и гравитационный коллапс. М., 1967. С. 5.

мических масштабов. Она неоднократно приносила и приносит ощутимые достижения.

Наряду с этой стратегией в современной астрономии имеет место другая, которая, также основываясь на принципе единства физической картины мира, явно допускает возможность того, что «каждому уровню материального мира соответствуют свои собственные структурные и эволюционные закономерности»¹. Для объяснения некоторых наблюдаемых фактов сторонники этой стратегии выдвигают гипотезы о существовании объектов, не укладывающихся в современные физические представления (гипотеза о сверхплотном дозвездном веществе В. А. Амбарцумяна и др.). По своему характеру подобного рода гипотезы очень похожи на выдвигаемые в таких случаях физикой — достаточно вспомнить хотя бы гипотезу о существовании нейтрино, сформулированную В. Паули для объяснения особенностей энергетического спектра электронов, испускаемых при β -распаде ядер. Однако проверка таких объяснительных гипотез в астрономии гораздо сложнее — опять-таки вследствие наблюдательного характера ее эмпирической базы. Гипотетические объекты, существование которых постулируется в физике, должны быть обнаружены в независимых экспериментах, отличных от тех, результаты которых послужили основанием для выдвижения гипотезы о существовании. Для нейтрино таковыми были эксперименты Аллена. В астрономии же в лучшем случае можно говорить о возможности объяснения с помощью гипотетических объектов результатов независимых наблюдений, что гораздо сложнее.

Кроме того, дело осложняется тем, что один и тот же эмпирический материал, одни и те же результаты наблюдений зачастую допускают несколько теоретических объяснений, связанных с представлением о существовании разного рода фрагментов действительности, ответственных за наблюдаемые факты. Это имеет место даже в рамках какой-либо одной из упомянутых выше стратегий. Выбор между конкурирующими объяснениями рано или поздно осуществляется — право на действительное существование получает один из претендующих на него *вариантов возможного бытия, сконструированных мышлением.*

¹ Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Проблемы методологии естественнонаучного поиска // Вопросы философии. 1971. № 2. С. 51.

Итак, можно сказать, что уникальный статус астрономии среди других наук о природе обусловлен, с одной стороны, историческим ходом ее развития, а с другой — спецификой объекта изучения, определяющей ее наблюдательный характер. Это, однако, не приводит к серьезной специфике постановки и решения проблемы существования в астрономии по сравнению с физикой. Ниже на двух примерах из истории астрономии это будет показано более конкретно. Первый пример интересен тем, что смена знаний о способе существования целиком обуславливалась изменением теоретического истолкования одного и того же эмпирического материала. Во втором примере решающим стимулом изменения представлений о существовании были новые наблюдательные данные.

Птолемей, Коперник и проблема существования

Конфликт между системами Птолемея и Коперника¹ по вопросу о структурном способе существования непосредственно окружающей нас области Вселенной с полным правом можно считать классическим в плане проблемы существования. Он является благодарным материалом для методологического анализа как потому, что конкурирующие концепции опирались на одни и те же факты, так и в связи с неожиданным аспектом, в котором спор между Птолемеем и Коперником предстал в свете общей теории относительности.

Освященная временем геоцентрическая система Птолемея в своих предпосылках апеллировала к обычному житейскому опыту. Суточное вращение земного небосвода вместе с Солнцем, звездами и планетами представляло собой самый что ни на есть непосредственно наблюдаемый факт, естественным объяснением которого казалось представление о центральном положении неподвижной Земли во Вселенной. Затруднения, встретившиеся при объяснении запутанных видимых движений «блуждающих звезд» — планет, были преодолены путем усложнения геоцентрической системы введением эпициклов, деферентов, эксцентриков и эквантов, надлежащим

¹ В обсуждении этого конфликта ниже затрагивается исключительно логико-методологический аспект проблемы существования. Реальный исторический спор Птолемей—Коперник — это особая тема. См. в этой связи: Гинзбург В. Л. Гелиоцентрическая система и общая теория относительности // Вопросы философии. 1973. № 6. С. 122—123.

подбором которых достигалось количественное совпадение результатов эмпирических наблюдений и вычислений, проделанных с помощью птолемеевой теоретической модели.

Коперниканская революция, последствия которой вышли далеко за пределы астрономии, на первый взгляд, выглядела очень просто. Коперник только поменял местами Солнце и Землю, отказав последней в праве быть неподвижным центром мироздания. Обычно этот решающий шаг связывают со значительным упрощением системы мира по сравнению с птолемеевой¹. Однако это не так.

Большая простота системы Коперника имеет место только в отношении качественного объяснения движения планет, для чего Копернику были нужны всего семь кругов по сравнению с двенадцатью кругами Птолемея. Но, как показывает Т. Кун, обстоятельно исследовавший различные аспекты коперниканской революции, «очевидная экономичность коперниковской системы хотя и была веским аргументом, на который сторонники новой астрономии редко упускали случай сослаться, в значительной степени является иллюзией... Система семи кругов, представленная в первой книге “О вращениях небесных сфер” и во многих современных элементарных изложениях системы Коперника, удивительно экономична, но она не работает. Она не может предсказать положений планет с точностью, сравнимой с той, которую обеспечивала система Птолемея. Ее точность сравнима с точностью упрощенного двенадцатикругового варианта птолемеевой системы — Коперник дал более экономное качественное описание планетных движений по сравнению с Птолемеем. Но, для того чтобы получить достаточно хорошее количественное описание изменения положений планет, Птолемею пришлось усложнить основную двенадцатикруговую систему малыми эпициклами, эксцентриками и эквантами. Чтобы получить сравнимые результаты с помощью своей основной семикруговой системы, Коперник также был вынужден использовать малые эпициклы и эксцентрики. Его полная система в лучшем случае была лишь немногим менее громоздкой, чем птолемеевская. Обе использовали свыше тридцати кругов, так что вряд ли можно было предпочесть одну из них другой как более

1 См., например: *Александров А. Д. Истина и заблуждение // Вопросы философии. 1967. № 4. С. 69.*

экономную. Обе эти системы не отличались и по точности. Когда Коперник закончил добавление кругов, его усложненная гелиоцентрическая система давала результаты с такой же точностью, как и птолемеяевская, но не приводила к более точным результатам»¹.

Мало того. Оказывается, что на самом деле уточненная система Коперника даже не была в буквальном смысле слова гелиоцентрической! Так, для одного из вариантов объяснения возрастания скорости прохождения Солнцем знаков Зодиака в течение зимы Коперник сделал круговую орбиту Земли эксцентрической, сместив ее центр от Солнца. Центр этого земного эксцентрика вращался по окружности, центр которой в свою очередь обращался вокруг Солнца. Последнее, очевидно, находилось вовсе не в центре земной орбиты².

Система Коперника не была ни более простой, ни более точной, чем система Птолемея, и с прагматической точки зрения ей трудно было отдать предпочтение, особенно если учесть, что за спиной Птолемея стояла многовековая традиция. Тем не менее, победа в споре осталась за Коперником — именно его система приобрела статус системы, истинно отражающей действительность.

На каком же основании был сделан исторический выбор между этими системами? Т. Кун считает, что система Коперника обладала большей внутренней гармонией, т. е. эстетическими преимуществами, к числу которых он относит и ее большую качественную простоту³. Кроме этого, к преимуществам коперниковской системы относится более простое и естественное описание движения внутренних планет (особенно порядка их орбит)⁴.

Очень важно также то, что в системе Птолемея деференты и эпициклы любой из планет можно было со значительной долей произвола сжимать или расширять — это не оказывало никакого влияния ни на размеры остальных планетных орбит, ни на положение этой планеты по отношению к звездам. Явления у Птолемея не зависели от порядка и размеров

1 Kuhn T. The Copernican Revolution. Cambridge, 1957. P. 168—169. Ср. также: Нейгебауэр О. Точные науки в древности. М., 1968. С. 196—197.

2 Паннекук А. История астрономии. М., 1966. С. 209—210; Коперник Н. О вращении небесных сфер. М., 1964. С. 212—214.

3 Kuhn T. The Copernican Revolution. P. 171, 180.

4 Ibid. P. 171—172.

планетных орбит, для определения которых требовались дополнительные предположения.

В системе Коперника такой свободы не было — как порядок, так и относительные размеры орбит можно было определить непосредственно из наблюдений, не прибегая ни к каким дополнительным предположениям. Любое изменение порядка и размеров одной из орбит влияло на всю систему¹. Таким образом, система Коперника была гораздо более жесткой и внутренне согласованной, нежели птолемеевская, в ней было меньше внутреннего произвола.

Важным обстоятельством, обусловившим последующее развитие астрономии в русле коперниковского направления, были новые проблемы, которые встали перед учеными того времени. Например, вращение Земли вокруг своей оси требовало объяснить, почему оно не приводит к тому, что брошенные вверх предметы не падают обратно западнее от того места, где они были брошены, — ведь Земля, поворачиваясь, должна была бы «уйти» из-под них. Ответ на этот вопрос, в конечном счете, привел к формулированию закона инерции².

Наконец, система Коперника гораздо полнее соответствовала общему духу Ренессанса — социально-экономические факторы, своеобразно преломлявшиеся в сфере религиозно-философских споров, сыграли не последнюю роль в утверждении гелиоцентризма³.

Все это вместе взятое и привело к тому, что, несмотря на одинаковое соответствие эмпирическим данным наблюдений и одинаковую сложность систем Птолемея и Коперника, взаимное расположение и движение небесных тел постепенно стало существовать «по Копернику», игнорируя очевидность непосредственно данного опыта.

Надо сказать, что при всей своей революционности система Коперника сохраняла такую особенность античной астрономии, как представление о круговых орбитах, по которым только и могли двигаться небесные тела. Именно это, восходящее к Аристотелю, представление о коренном различии совершенных естественных круговых движений небесных тел и насильственных, разнообразных по своим траекториям дви-

1 Kuhn T. The Copernican Revolution. P. 174.

2 Schlesinger G. Methods in physical sciences. L., 1963. P. 33—34.

3 Kuhn T. The Copernican Revolution. P. 122—132, 270—271.

жений тел земных служило основанием для введения многочисленных эпициклов и деферентов, которые все были окружностями.

Известно, что первым посягнувшим на обязательность круговых орбит небесных тел был Кеплер. Только после введения им эллиптических орбит стало возможно утверждать, что гелиоцентрическая система действительно проще геоцентрической. В связи с этим любопытно заметить, что Галилей, несомненно знавший об эллиптических орбитах Кеплера, ни словом не обмолвился о них в своем «Диалоге», где он в самом начале защищает убеждение, что круг является совершенным не только с математической и эстетической точек зрения, но и с точки зрения механики, ибо только к круговому движению относятся равномерности и постоянства¹. Это свидетельствует о наличии в науке определенных стандартов существования, отказ от которых в пользу других является далеко не простым, а для отдельных личностей иногда даже невозможным делом.

Стандарты эти функционируют внутри науки как регулятивные средства для построения картины реальности, поскольку они допускают существование только определенного сорта. По происхождению и своему существованию они связаны со всем культурно-историческим фоном эпохи, так что их нарушение имеет последствия, далеко выходящие за рамки науки. Так, например, ученые инквизиторы готовы были принять систему Коперника как математическое средство описания и предсказания, но с ее соответствием реальности они примириться не могли по сугубо социальным причинам. Кардинал Беллярmino, например, писал в этой связи: «Если сказать, что предположение о движении Земли и неподвижности Солнца позволяет представить все явления лучше, чем принятие эксцентров и эпициклов, то это будет сказано прекрасно и не влечет за собой никакой опасности. Для математика это вполне достаточно. Но желать утверждать, что Солнце действительно является центром мира и вращается только вокруг себя, не передвигаясь с востока на запад, что Земля стоит на

¹ Галилей Г. Диалог о двух главнейших системах мира — птолемеевой и коперниковой // Галилей Г. Избранные труды. Т. 1. М., 1964. С. 117; см. также: Панофский Э. Галилей: наука и искусство // У истоков классической науки. М., 1968. С. 25—26; Погребынский И. Б. Об оценке научных открытий // Научное открытие и его восприятие. М., 1971. С. 63—64.

третьем небе и с огромной быстротой вращается вокруг Солнца, — утверждать это очень опасно, не только потому, что это значит возбудить всех философов и теологов-схоластов, это значило бы нанести вред святой вере, представляя положения Святого Писания ложными»¹.

Долгое время после своей победы гелиоцентрическая система не без основания расценивалась как единственно возможное адекватное отображение реальности, не подлежащее никакому сомнению. Именно на ее основе Кеплер сформулировал свои три знаменитых закона, которые в свою очередь стали прологом к ньютоновскому закону всемирного тяготения и объединению земной и небесной механики в единую науку. Однако эйнштейновская общая теория относительности заставила вновь вернуться к рассмотрению коллизии «Коперник—Птолемей», которая оказалась тесно связанной с проблемой интерпретации математического аппарата этой теории, т. е., в конечном счете, с проблемой существования.

В известной книге «Эволюция физики» А. Эйнштейн и Л. Инфельд ставят и решают вопрос о соотношении систем Коперника и Птолемея следующим образом. «Можем ли мы сформулировать физические законы таким образом, чтобы они были справедливыми для всех систем координат, не только для систем, движущихся прямолинейно и равномерно, но и для систем, движущихся совершенно произвольно по отношению друг к другу? Если это можно сделать, то... тогда мы будем в состоянии применять законы природы в любой системе координат. Борьба между воззрениями Птолемея и Коперника, столь жестокая в ранние дни науки, стала бы совершенно бессмысленной. Любая система координат могла бы применяться с одинаковым основанием. Два предложения — “Солнце покоится, а Земля движется” и “Солнце движется, а Земля покоится” — означали бы просто два различных соглашения о двух различных системах координат... Это, в самом деле, оказывается возможным!..

Проблема формулирования физических законов для всякой системы координат была разрешена так называемой общей теорией относительности»².

1 Цит. по: Кузнецов Б. Г. Галилео Галилей (Очерк жизни и научного творчества) // Галилей Г. Избранные труды. Т. 2. М., 1964. С. 491.

2 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М., 1967. С. 492.

Вывод о равноправии системы Коперника и Птолемея¹ перед лицом общего принципа относительности неоднократно вызывал категорические возражения. Так, А. Д. Александров настаивал в одной из своих статей на том, что «в системе Птолемея законы природы проявляются по-другому, чем в системе Коперника, потому что в системе, связанной с Землей, сказывается ее вращение. И так как это заключение основано на несомненных фактах, то никакая теория не может его изменить и сделать борьбу между воззрением Птолемея и Коперника бессмысленной... Различие между системой Коперника и Птолемея не только относительное, но и абсолютное. Ведь, например, факт размывания берега реки (имеется в виду преимущественное размывание реками Северного полушария Земли своего правого берега. — И. А.) существует независимо от того, к какой системе координат относится движение Земли. В этом смысле этот факт абсолютный. Соответственно, само движение Земли абсолютно»².

Против равноправия систем Коперника и Птолемея выступил также В. А. Фок³.

Отрицание равноправия геоцентрической и гелиоцентрической систем основано на восходящем к Е. Кречману утверждении, что общий принцип относительности (постулат общековариантности) не имеет физического содержания, трактуя только о математической форме законов природы⁴. Иногда в связи с этим утверждается, что само название «общий принцип относительности» не имеет смысла⁵.

Остановимся на этих возражениях подробнее. Представляется, что А. Д. Александров, апеллирующий к «абсолютным фактам» типа размывания берегов рек для доказательства абсолютности вращения Земли, не прав потому, что он незаметно для себя присоединяет к неоспоримой «абсолютности» (независимости от выбора системы отсчета) этих фактов их интерпретацию в *системе Коперника*, которую также считает

1 Здесь и ниже не проводится, вообще говоря, важное различие между системами отсчета и системами координат, поскольку для обсуждаемой проблемы оно несущественно.

2 Александров А. Д. Истина и заблуждение. С. 70.

3 Фок В. А. Система Коперника и система Птолемея... С. 180—186.

4 См.: Паули В. Теория относительности. М.-Л., 1947. С. 218; Александров А. Д. Истина и заблуждение. С. 71.

5 Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. М., 1955. С. 13—15.

абсолютной. Но это как раз и неверно — факт размывания берега реки, продолжая существовать в системе Птолемея, получает там иную интерпретацию — в ней он обусловлен не вращением Земли, а гравитационным полем сложной структуры, эквивалентным по своим проявлениям в мире фактов кориолисовой силе инерции в системе Коперника. Поэтому апелляция к фактам ничего не доказывает, ибо суть проблемы лежит в их теоретической интерпретации, различной в различных системах.

Правда, признавая равноправными интерпретации наблюдаемых фактов в системах Коперника и Птолемея в рамках общей теории относительности, мы сталкиваемся с гораздо более сильной относительностью существования, чем в первоначальном варианте конфликта между этими системами, где относительными были только кинематические характеристики Земли и Солнца. Здесь же придется признать относительно реальными и те гравитационные поля сложной структуры, которые в системе Птолемея считаются вызывающими эффекты, объясняемые в системе Коперника вращением Земли без предположения о существовании таких полей.

Как будто предвидя возражения такого рода, Эйнштейн писал еще в 1918 г.: «Для изучения Солнечной системы никто не станет использовать координатную систему, покоящуюся относительно Земли, поскольку это непрактично. *В принципе* же такая система, согласно общей теории относительности, совершенно равноправна перед всеми другими. Тот факт, что неподвижные звезды будут двигаться с громадными скоростями, если в основу исследования положить такую систему координат, равно как и сложная структура существующего в этой системе гравитационного поля, имеющего, например, соответствующие центробежным силам компоненты, представляет собой возражения не против *допустимости*, а только против целесообразности такого выбора координат»¹.

Еще определеннее высказывается М. Борн: «С точки зрения Эйнштейна, Птолемей и Коперник в одинаковой мере правы. Чье мнение предпочесть — вопрос удобства. Для механики планетной системы, безусловно, удобнее представление Коперника. Но бессмысленно называть гравитационные поля, возникающие при выборе другой системы отсчета,

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1. М., 1965. С. 624.

“фиктивными” в противовес “реальным” полям, создаваемым окружающими массами»¹.

Возражая против принципиального равноправия любых систем отсчета в рамках общей теории относительности, В. А. Фок защищает идею о принципиально привилегированном характере так называемой гармонической системы координат, подчеркивая, что только при условии признания такой привилегированности можно доказать преимущество системы Коперника над системой Птолемея². Таким образом, решение спора между ними ставится в зависимость от признания или отрицания общего принципа относительности в эйнштейновском понимании, который не допускает никакой принципиальной привилегированности какой бы то ни было системы координат.

Безусловно, Е. Кречман и В. А. Фок правы в том, что сам по себе общий принцип относительности требует только общековариантности основных уравнений теории и поэтому не имеет, взятый в отдельности, никакого физического содержания. Но необходимо учесть, что теория носит системный характер — ее основные принципы тесно связаны друг с другом. В частности, благодаря связи с принципом эквивалентности, утверждающим локальную неразличимость и онтологическое равноправие гравитационных и инерционных сил, общий принцип относительности приобретает физическое содержание, которое обеспечивает не только математическое, но и физическое принципиальное равноправие всех систем координат³, так что «нет никаких *физических* оснований для того, чтобы отказаться от прочих систем координат»⁴.

Правда, надо учесть, что часто под «физическими основаниями» понимаются не только принципиальные (с точки зрения основ теории) соображения, но и соображения, связанные с решением каких-либо конкретных задач. Так, гармонические координаты, предлагаемые В. А. Фоком, безусловно предпочтительны для задач островного типа, когда вещество

1 Борн М. Эйнштейновская теория относительности. М., 1964. С. 414.

2 Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. С. 12, 446, 474; см. также: Фок В. А. Система Коперника и система Птолемея... С. 180—181.

3 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 1. С. 614; Паули В. Теория относительности. С. 218.

4 Андерсон Дж. Принцип относительности и роль координат в физике // Гравитация и относительность. М., 1965. С. 316.

сосредоточено в ограниченной области пространства. Но, как отмечает он сам, «гармонические координаты существуют не для любых распределений масс»¹. Они, таким образом, не являются универсально привилегированными, как, например инерциальные системы в специальной теории относительности. Можно согласиться с Н. В. Мицкевичем, который пишет, что «всякая конкретная задача выделяет некоторую привилегированную систему отсчета, хотя теория в своей общей форме категорически отрицает существование привилегированных систем»². Надо сказать, что ни Эйнштейн, ни Инфельд *никогда не отрицали такого рода привилегированности системы Коперника по отношению к системе Птолемея*³.

В плане проблемы существования признание «относительной привилегированности» определенного рода систем координат при отказе от принципиальной выделенности какой-либо из них означает следующее. Несмотря на принципиальное равноправие способов существования в любых системах отсчета (в одних системах отсчета существуют одни характеристики реальности, в других — другие), для ряда конкретных задач проще выбирать определенный вид системы отсчета и тем самым определенную картину существования. Система Коперника является именно такой «относительно привилегированной» системой по сравнению с системой Птолемея, ибо подавляющая часть массы системы Солнца и планет (99,86%) сосредоточена в Солнце. Хотя с общей точки зрения вполне допустимо пользование и «относительно непривилегированной» системой Птолемея, в которой будут существовать иные характеристики реальности, нежели в коперниковской, конкретные аргументы в пользу системы Коперника на практике оказываются сильнее, чем общие соображения о ее принципиальном равноправии с птолемеевской.

1 Фок В. А. Физические принципы теории тяготения Эйнштейна // Пространство и время в современной физике. Киев, 1968. С. 26.

2 Мицкевич Н. В. Гравитационное поле как вид материи // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев, 1965. С. 227. См. также: Гинзбург В. Л. Гелиоцентрическая система и общая теория относительности. С. 100.

3 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. С. 121, 324, 341, 343; Инфельд Л. Мои воспоминания об Эйнштейне // Эйнштейн и современная физика. М., 1956. С. 237.

Начало и конец существования радиозвезд

Представления о природе источников космического радиоизлучения, в рамках которых была выдвинута и похоронена гипотеза о существовании радиозвезд, имеют недолгую, но бурную историю. Если конфликт между системами Коперника и Птолемея разворачивался на базе одного и того же наблюдательного материала, существенно не пополнявшегося с течением времени, то радиоастрономия и по сей день продолжает расширять область фактов, подлежащих теоретической интерпретации. Этот процесс постоянного пополнения эмпирического материала стимулирует быструю смену теоретических знаний о существовании, воплощающихся в гипотезах о природе источников космического радиоизлучения. На истории одной из этих гипотез — представления о существовании радиозвезд — явственно прослеживаются методологические механизмы полагания гипотетических объектов в качестве существующих и механизмы отказа этим объектам в праве на существование.

Первые радиоволны внеземного происхождения были открыты в 1931 г. американским радиоинженером К. Янским случайно — в процессе исследования высокочастотных атмосферных помех для радиовещания. Обнаруженные шумы он разбил на три группы, одна из которых была интерпретирована как вызванная местными грозами, другая — далекими грозами, а третья представляла собой постоянный свистящий шум неизвестного происхождения. Поскольку, по первым данным, направление третьей группы шумов постепенно изменялось в течение дня, делая почти полный оборот за 24 часа, Янский выдвинул гипотезу, что источник этих шумов каким-то образом связан с Солнцем, которое, таким образом, стало первым кандидатом в радиозвезды.

Однако последующие, более систематические наблюдения за период свыше года показали, что направление прихода радиошумов оставалось постоянным в пространстве. Поскольку из-за орбитального движения Земли положение Солнца среди звезд постепенно смещается к востоку, то оно не могло быть источником наблюдавшегося Янским космического радиоизлучения¹.

1 Струве О., Зебергс В. Астрономия XX века. М., 1968. С. 95.

Ситуация, когда гипотеза о существовании, выдвинутая для объяснения одной группы наблюдений, не может объяснить другую группу наблюдений и поэтому отвергается, является типичной. Как указывал И. С. Шкловский, представления о природе космического излучения «неоднократно и коренным образом менялись. Смены одних представлений другими, как правило, имели своей причиной выяснение новых фактов, что является в свою очередь следствием бурного развития техники и методов радиоастрономии»¹. Существенно, что развитие технических средств познания приводит к получению только эмпирических знаний о существовании — в данном случае о существовании радиоизлучения определенной длины волны, интенсивности и направленности, которое непосредственно регистрируется радиотелескопами. Что же касается теоретических знаний о существовании источников этого радиоизлучения, то они получаются путем конструирования гипотез, выводы из которых не только обязаны совпадать с уже известными эмпирическими знаниями о существовании, но и предвосхищать еще не известные, направляя будущие наблюдения. Чем более обширная область эмпирического материала объясняется с помощью теоретической гипотезы о существовании, тем более правдоподобной последняя считается. На каком-то этапе она может перестать рассцениваться как гипотеза и стать знанием о реальности «самой по себе», утратив элемент предположительности.

Первой попыткой теоретического объяснения наблюдавшегося К. Янским радиоизлучения, которая не связывала его с Солнцем, было предположение Ф. Уиппла и Дж. Гринштейна, согласно которому радиошумы представляют собой тепловое излучение пылевой компоненты межзвездного вещества. Однако эту гипотезу пришлось отбросить, ибо, даже если температуру пылинок принять равной 30 К, что мало правдоподобно, ожидаемое значение интенсивности радиоизлучения оказывается в 10 000 раз меньше действительно наблюдавшегося².

Сравнительно долгое время продержалась гипотеза Дж. Ребера, считавшая единственным источником радиоизлучения ионизированный межзвездный газ. Для сравнитель-

1 Шкловский И. С. О природе радиоизлучения Галактики // *Астрономический журнал*. 1952. Т. 29. Вып. 4. С. 418.

2 Там же. С. 419.

но коротких волн она давала хорошее согласие с наблюдениями, но для волн длиной свыше 8 м наблюдаемая интенсивность снова значительно превышала ожидаемую теоретически. Чтобы согласовать гипотезу Ребера с данными наблюдений, приходилось наделять межзвездный газ совершенно неправдоподобной кинетической температурой¹ — порядка 150000°.

В этой обстановке в 1946 г. и появилась гипотеза о том, что источниками галактического радиоизлучения являются отдельные звезды. Ее авторы основывались на аналогии с обнаруженным к тому времени аномальным радиоизлучением Солнца в метровом диапазоне во время солнечных вспышек. Казалось естественным распространить способность к спорадическому интенсивному радиоизлучению на остальные звезды, что и было сделано². Возражения против этой гипотезы, выдвинутые Дж. Гринстейном, Л. Хинеем и П. Киноном, показавшими, что, даже если звезды непрерывно радиоизлучают так же, как и Солнце в максимуме своей активности, ослабление их излучения с расстоянием вследствие дилуции (уменьшения плотности излучения в единице объема) должно привести к интенсивности в 10^9 раз меньше наблюдаемой, вскоре померкли перед лицом, казалось, неопровержимых двух аргументов в пользу существования радиозвезд.

Первый из них был наблюдательного характера. В том же 1946 г. Дж. Хей, Дж. Филлипс и С. Парсонс обнаружили хаотические флуктуации радиоизлучения, принимаемого в направлении созвездия Лебедя на волне около 5 м. Колебания интенсивности достигали 15% от среднего значения и были короткопериодическими. Поскольку авторы утверждали, что им удалось исключить все возможные земные и солнечные источники, то они сделали вывод, что, во-первых, интерпретация полученных ими результатов должна основываться на факте наличия источника радиоизлучения в направлении Лебедя, а во-вторых, что столь быстрые и интенсивные флуктуации могут быть обусловлены только небольшим числом дискретных источников размером порядка нескольких световых секунд³.

1 Шкловский И. С. О природе радиоизлучения Галактики. С. 419.

2 Шкловский И. С. О радиоизлучении Галактики // *Астрономический журнал*. 1948. Т. 25. Вып. 4. С. 242, 245.

3 Hey J., Parsons S., Phillips J. Fluctuations in cosmic radiation at radio frequencies // *Nature*. 1946. Vol. 158. № 4007. P. 234.

Предложенная Хеем, Парсонсом и Филлипсом интерпретация была сразу же принята, и их работа стала расцениваться как открытие дискретных источников радиоизлучения¹, которые естественно было считать радиозвездами.

Второй аргумент был теоретического характера. В 1949 г. А. Унзольд показал, что межзвездный газ практически ничего не может внести в наблюдаемую интенсивность космического радиоизлучения. Оно, таким образом, стало считаться обусловленным исключительно дискретными источниками — радиозвездами. Работа Унзольда получила широкую известность.

Правда, впоследствии оказалось, что оба эти аргумента были ошибочными. Наблюдавшиеся Хеем, Парсонсом и Филлипсом флуктуации при более детальном исследовании пришлось отнести за счет возмущений в ионосфере Земли², а Унзольд, как выяснилось, попросту ошибся в расчетах³. Тем не менее, тогда дело было сделано, и радиозвезды стали существовать как особый класс космических объектов, ответственных за нетепловую составляющую радиоизлучения, не могущую быть объясненной радиоизлучением межзвездного газа. Производились оценки их массы, размеров, числа и пространственного распределения в Галактике⁴, строились предположения о возможном механизме их излучения⁵.

Любопытно, что альтернативное объяснение механизма космического радиоизлучения, разработка которого в конце концов привела к отказу радиозвездам в праве на существование, первоначально возникло в рамках радиозвездной гипотезы. В 1950 г. Х. Альфвен и Н. Герлофсон выдвинули предположение, что излучение радиозвезд представляет собой тормозное излучение электронной компоненты космических лучей в магнитном поле, окружающем звезду. Согласно их точке зрения, радиозвезды не должны испускать очень много света и должны быть расположены внутри облака межзвездного газа, служащего носителем магнитного поля. По их мне-

1 Шкловский И. С. О природе радиоизлучения Галактики. С. 419.

2 Шкловский И. С. Проблема космического радиоизлучения // *Астрономический журнал*. 1953. Т. 30. Вып. 1. С. 17.

3 Шкловский И. С. О природе радиоизлучения Галактики. С. 420—421.

4 Шкловский И. С. Радиозвезды // *ДАН СССР*. 1951. Т. 79. Вып. 3. С. 423—426.

5 Шкловский И. С. О природе излучения радиозвезд // *ДАН СССР*. 1952. Т. 85. Вып. 3. С. 509—512.

нию, это объясняло трудности оптического обнаружения астрономических объектов, отождествляемых с радиозвездами¹.

В том же году К. Кипенхойер, приняв механизм излучения, предложенный Альфвеном и Герлофсоном, отказался от предположения о связи магнитных полей со звездами, указав, что звезды могут рассматриваться в качестве источников радиоизлучения лишь при весьма искусственных предположениях. Поскольку пространственное распределение космического радиоизлучения обнаруживало сходство лишь с общей формой Галактики, а не с распределением ее видимых компонент, он заключил, что радиоизлучение вряд ли можно связывать со звездами или другими галактическими объектами. Магнитные поля, тормозящие электроны космических лучей, было разумнее, по мнению Кипенхойера, считать локализованными в межзвездном пространстве².

В 1951 г. В. Л. Гинзбург, основываясь на этих гипотезах, произвел детальные расчеты магнитотормозного радиоизлучения электронов и сделал вывод, что «в настоящее время помимо обсуждаемого механизма общего галактического радиоизлучения не видно никаких других его источников. Другая возможность сводится по сути дела к отрицанию самого существования источников излучения в межзвездном пространстве и к сведению общего галактического радиоизлучения к радиоизлучению дискретных источников, связанных со звездами»³.

Однако сторонники существования радиозвезд расценивали эту альтернативу по-другому. Поскольку считалось надежно установленным, что межзвездные магнитные поля обязательно связаны с облаками диффузной материи, то на больших расстояниях от галактической плоскости напряженность межзвездных магнитных полей должна была быть по крайней мере на два порядка меньшей, чем в этой плоскости, в которой в основном сосредоточены облака межзвездного газа. Отсюда следовало, что в области длинных волн интенсивность радиоизлучения в полосе Млечного пути должна быть в сотни раз

1 *Alfven H., Herlofson N. Cosmic radiation and radio stars // Physical review. 1950. Vol. 78. № 5. P. 616.*

2 *Kippenheuer K. Cosmic rays as the source of general galactic radio emission // Physical review. 1950. Vol. 79. № 4. P. 738—739.*

3 *Гинзбург В. Л. Космические лучи как источник галактического радиоизлучения // ДАН СССР. 1951. Т. 76. Вып. 3. С. 379.*

больше, чем в высоких галактических широтах. Но это совершенно не соответствовало наблюдениям¹.

Таким образом, оставалась только одна возможность — считать общее радиоизлучение Галактики суммарным эффектом излучения отдельных объектов, наиболее яркие из которых наблюдаются как радиозвезды².

Решающую поддержку теории магнитотормозного механизма космического радиоизлучения доставили расчеты С. Б. Пикельнера, показавшего, что «каркасом» межзвездных магнитных полей может быть не только межзвездный газ, но и весьма разреженная среда между его облаками, сферически распределенная в Галактике. Это позволило снять возражение, приводившееся выше, и отказать радиозвездам в праве на существование: «совершенно несостоятельно представление о “радиозвездах” как о весьма многочисленной категории галактических объектов звездной природы. В этом смысле радиозвезд не существует»³.

Дискретные источники космического радиоизлучения, принадлежность которых к Галактике ранее не вызывала сомнений⁴, теперь стали трактоваться не как «радиозвезды», а как «радиогалактики» и «радиотуманности», большинство из которых расположено вне нашей Галактики, в Метагалактике⁵. Характер их радиоизлучения также хорошо объяснялся магнитотормозным механизмом⁶.

В результате всего этого на Парижском симпозиуме по радиоастрономии магнитотормозная теория нетеплового космического радиоизлучения оказалась общепризнанной, хотя на предыдущем, Манчестерском симпозиуме 1955 г. еще предпринимались попытки «спасения» радиозвездной гипотезы⁷.

Так радиозвезды окончили свое недолгое существование — а в Галактике их должно было быть, по самым скром-

1 Шкловский И. С. О природе излучения радиозвезд. С. 509.

2 Шкловский И. С. О природе радиоизлучения Галактики. С. 445.

3 Шкловский И. С. Проблема космического радиоизлучения. С. 15.

4 Шкловский И. С. О природе радиоизлучения Галактики. С. 428.

5 Шкловский И. С. Проблема космического радиоизлучения. С. 15, 21; Струве О., Зебергс В. Астрономия XX века. С. 111—112.

6 Гинзбург В. Л., Сыроватский С. И. Космическое магнитотормозное (синхротронное) излучение // Успехи физических наук. 1965. Т. 87. Вып. 1. С. 67.

7 Там же. С. 68.

ным оценкам, около восьмисот миллиардов¹. Космическое радиоизлучение удалось объяснить, исходя из уже известных физических представлений, не прибегая к предположению о существовании новых экзотических космических объектов.

О соотношении

эмпирических и теоретических знаний о существовании

Рассмотренные выше эпизоды из истории астрономии показывают, каким сложным бывает переплетение эмпирических и теоретических знаний о существовании при построении конкретных фрагментов картины астрономической реальности. Можно поставить вопрос: что является ведущим моментом в этом процессе — эмпирически добываемые знания о существовании или же полученные в теоретическом слое науки, поначалу гипотетические знания такого рода? Этот вопрос является одним из аспектов более общей проблемы соотношения эмпирического и теоретического в процессе познания.

Если главную роль играют эмпирические знания, то объясняющие их знания о существовании ненаблюдаемых фрагментов реальности должны так или иначе вытекать из эмпирии, индуктивно детерминироваться ею. Наиболее полное воплощение такое превратное понимание связи между знаниями о существовании первого и второго рода нашло в неопозитивистской концепции «редукционизма», критический анализ которой позволил вскрыть ее несостоятельность².

Противоположное понимание соотношения эмпирического и теоретического часто связывают с именем А. Эйнштейна, неоднократно подчеркивавшего не только логическую независимость теории от опыта, но и убежденного в том, что «природа представляет собой реализацию простейших математически мыслимых элементов», что «посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут нам ключ к пониманию явлений природы»³. Еще более радикально по этому поводу высказывался А. Эддингтон.

1 Шкловский И. С. О природе радиоизлучения Галактики. С. 448.

2 См.: Швырев В. С. Неопозитивизм и проблемы эмпирического обоснования науки. М., 1966.

3 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. С. 184.

Рассмотренная выше коллизия между системами Коперника и Птолемея как будто свидетельствует в пользу Эйнштейна. С другой стороны, история начала и конца существования радиозвезд может доставить аргументы в пользу примата эмпирического материала.

Однако есть все основания полагать, что сама дихотомия «либо эмпирия, либо теория» неверна в плане требования логической первичности того или другого — как вообще, так и при решении проблемы существования. Крах неопозитивистской концепции редукционизма (равно как и эддингтоновской концепции «чистой теории») является методологическим следствием не одностороннего и неправильного *решения* проблемы, а результатом неправильной и узкой ее *постановки*. Выработка новых теоретических знаний о существовании тесно и нелинейно связана с объяснением и предсказанием новых эмпирических знаний подобного типа. Стало общепризнанным, что логика новых теоретических представлений «обязательно включает сопоставление и всесторонний анализ эмпирических данных, построение и разбор различных гипотетических вариантов объяснения эмпирических данных и сравнение их с опытом, а также между собой»¹.

При этом в ходе познания между эмпирическими и теоретическими знаниями о существовании возможны соотношения по крайней мере трех типов. Во-первых, поскольку теория строится для объяснения наличного эмпирического материала, последний детерминирует процесс ее построения целевым образом благодаря требованию интерпретации «жизни» теоретических сущностей на эмпирический материал. Сами интерпретационные связи представляют собой второй тип соотношений «эмпирия—теория». Наконец, будучи построенной (хотя бы вчерне), теория получает способность предсказывать будущие эмпирические факты, логически детерминируя возможность их существования. Это — третий тип соотношений эмпирического и теоретического.

Но логически теория не может вытекать из фактов. Здесь Эйнштейн прав. Дедуктивная, равно как и индуктивная, детерминация в направлении «эмпирия—теория» отсутствует. Целевая детерминация теории эмпирией становится дедук-

1 Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Проблемы методологии естественнонаучного поиска // Вопросы философии. 1971. № 2. С. 51—52.

тивной по отношению не к механизму ее построения, а к механизму апробирования, проверки, требуя вывода из теории уже известных фактов.

В связи с этим вызывает возражение утверждение В. А. Амбарцумяна и В. В. Казютинского, считающих, что процесс развития теоретического уровня знания «сейчас, как и раньше, представляет собой процесс обобщения эмпирических данных»¹. Правда, это возражение может показаться чисто терминологическим, ибо названные авторы признают сложность переплетения «ходов» от эмпирии к теории и обратно и обращают внимание на то, что в термин «обобщение» ими вкладывается новое содержание². Но их слова о том, что «направляющим стержнем» на всех этапах построения теории «должны быть выводы, вытекающие из обобщения фактических данных»³, свидетельствуют, как представляется, о том, что, несмотря на оговорки, традиционный смысл этого термина продолжает довлеть над авторами. Из бесспорного факта целевой детерминации теории эмпирическими данными, на наш взгляд, не следует то, что теория является их обобщением. Возможность построения исключających друг друга теорий на одном и том же эмпирическом материале говорит против этого тезиса.

1 Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Проблемы методологии естественного поиска. С. 52—53.

2 Там же. С. 51.

3 Амбарцумян В. А., Казютинский В. В. Диалектика в современной астрономии // Ленин и современное естествознание. М., 1969. С. 246.

Работы по истории физики

МЕХАНИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. XIX ВЕК*

Несмотря на всю условность членения человеческой истории по векам, девятнадцатое столетие с полным правом может рассматриваться как критически-кульминационное в плане оценки эволюции роли и значения механики в системе естественных наук. Действительно, с одной стороны, идеи «манифеста механики», провозглашенные еще в XVII в. И. Ньютоном в его «Математических началах натуральной философии» («по явлениям движения распознавать силы природы, а затем по этим силам объяснить остальные движения»¹), продолжали действительно функционировать и в XIX в. В этой связи достаточно вспомнить гельмгольцевский мемуар 1847 г. «О сохранении силы»² и привести слова М. Планка, относящиеся к 1910 г.: «До настоящего времени наиболее важные услуги оказало физике, несомненно, механистическое мировоззрение, ... согласно которому все физические явления могут быть полностью сведены к движениям материальных точек и материальных элементов»³. С другой стороны, развитие естествознания на протяжении XIX в. как внутри самой механики, так и за ее пределами, все явственнее обнаруживало, что механистические принципы объяснения природных явлений оказывались слишком жесткими и ограничительными в качестве мировоззренческой основы естествознания не только внутри физики, но, тем более, и в других науках о природе. Это привело к концу века к утрате механикой статуса основополагающей науки естествознания.

* Статья была написана в конце 1985 — начале 1986 гг. для коллективной монографии «Механика и ее роль в истории мировой науки. Ч. 2», подготовленной к печати в Институте истории естествознания и техники, но не вышедшей в свет. Статья публикуется впервые в настоящем сборнике. — *Ред.*

1 *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии. Пг., 1915. С. 3.

2 *Гельмгольц Г.* О сохранении силы. М., 1922.

3 *Планк М.* Единство физической картины мира. М., 1966. С. 52.

Задачей настоящей статьи является прослеживание сложного процесса эволюции роли механики в системе естественных наук лишь в одном ракурсе — путем анализа изменения места механики в классификациях естествознания, предлагавшихся в течение XIX в., дополненного рассмотрением отношения к механике со стороны ведущих ученых, развивавших физику и химию.

Наследие Века Разума

К началу XVIII в., не без оснований оставившего за собой имя «Века Разума»¹ или «Века Просвещения», основы механистического мировоззрения были уже прочно заложены. Процессу «механизации картины мира» посвящена обширная литература², так что для иллюстрации амбиций механики здесь можно ограничиться весьма выразительными словами из «Математических тезисов о движении», защищавшихся в 1692 г. в Париже учеником П. Вариньона Жаком Буше: «Поскольку же все происходящее в этом мире телесных вещей, проистекает из силы движений, разнообразно сообщаемой, ясно, что все произведения природы и искусства суть собственно плод одной лишь механики. Вот почему неудивительно, если древние... придавали ей такое значение при исследовании природных вещей, а новейшие авторы, отбросив субстанциальные формы и скрытые качества, начали сводить явления телесной природы к механическим законам... Мы понимаем здесь под механикой ту часть математики, которая трактует о движении и посредством геометрических рассуждений исследует, какою силой производится то или иное движение природы или искусства»³.

Процесс развития механики в течение XVIII в. в ее взаимосвязи с социальными условиями и практикой был сложным и многообразным. Ряд моментов этого развития подробно рассмотрены в работах А. Н. Боголюбова, П. В. Боярского, А. Т. Григорьяна, И. Б. Погребысского и др., в книгах «Меха-

1 Кузнецов Б. Г., Погребысский И. Б. Французская наука и современная физика. М., 1967. С. 34.

2 См., например: Васильев С. Ф. Из истории научных мировоззрений. М.-Л., 1935; Dijksterhuis E. Die Mechanisierung des Weltbildes. B., 1956.

3 Цит. по: Зубов В. П., Григорьян А. Т. Очерки развития основных понятий механики. М., 1962. С. 14.

ника и цивилизация XVII—XIX вв.» (М., 1979), «Механика и физика XVIII в.» (М., 1976), «Механика и физика второй половины XVIII в.» (М., 1978), в главе 1 книги И. Б. Погребыского¹ и статье А. Т. Григорьяна в данной книге². Здесь мы ограничимся обсуждением только двух моментов, имеющих отношение к теме статьи. Во-первых, опираясь на классические труды Л. Эйлера, Ж. Даламбера и Ж. Лагранжа, мы попытаемся очертить теоретическое самосознание механики, сформированное ею к началу XIX в. Во-вторых, будет кратко рассмотрено место механики в классификационной системе энциклопедистов Даламбера и Дидро, получившей широкую известность и задавшей своеобразные «начальные условия» для классификационного движения, интенсивно развернувшегося в науке XIX в.

Консолидация механики в XVIII в. — Эйлер, Даламбер, Лагранж

К концу XVII в. смысл, связываемый со словом «механика» в кругах ученых, еще не установился однозначно. Если для Ньютона рациональная механика — «наука о движениях, производимых какими бы то ни было силами, и о силах, требующихся для производства каких бы то ни было движений»³ — не содержала в себе статики, по традиции связывавшейся с «практической механикой», то его современник Вариньон, следуя той же традиции, включал статику в состав механики. Называя свой трактат 1736 г. «Механика, то есть наука о движении, изложенная аналитическим методом», Л. Эйлер в самом начале предисловия к этому трактату отметил двойственность употребления термина «механика»⁴ и терминологически последовал за Ньютоном, исключив статику из механики. За это он подвергся критике со стороны своего учителя И. Бернулли, который в 1737 г. писал, что для науки о движении больше подходит название «динамика», введенное Лейбницем. «Механика» же подходит только к случаю равновесия. Она является наукой о «мертвых силах», динамика же — наукой о «живых силах»⁵.

1 Погребыский И. Б. От Лагранжа к Эйнштейну. М., 1966.

2 Имеется в виду «Механика и ее роль в истории мировой науки. Ч. 2». — *Ред.*

3 Ньютон И. Математические начала натуральной философии. С. 2.

4 Эйлер Л. Основы динамики точки. М.-Л., 1938. С. 32.

5 Там же. С. 8.

Через сто лет положение дел с трактовкой смысла термина «механика» существенно изменилось в сторону однозначности. Если для Ньютона, Эйлера и Бернулли существенным был вопрос о различении науки о движении и науки о равновесии, и спор шел только об их названиях, то для Даламбера термин «механика» является общим именем для статики и динамики, имеющими дело, соответственно, с телами, находящимися в равновесии при условии действия на них сил, и телами, движущимися под действием сил. Сведя математически решение задач динамики к решению задач статики, Даламбер тем не менее счел необходимым дать своему трактату, вышедшему в 1743 г., название «Динамика». Объяснял он это следующим образом: «Может показаться, что это название, обозначающее буквально науку о силах, или о причинах движения, не подходит к данной науке, в которой я рассматриваю механику как науку скорее о действиях, чем науку о причинах. Поскольку, однако, за последнее время слово “динамика” часто употребляется учеными для обозначения науки о движении тел, тем или иным образом действующих друг на друга, я счел необходимым оставить это название, чтобы самим названием этого трактата показать геометрам, что главной целью своей я ставлю усовершенствование и развитие именно этой части механики»¹.

В трактате Лагранжа «Аналитическая механика» (1788) мы находим уже терминологически современное подразделение механики на статику, или теорию равновесия, и динамику, или теорию движения². Здесь, правда, отсутствует кинематика — ее оформление в самостоятельный раздел механики произошло уже в XIX в. в результате прямого влияния классификационной системы наук Ампера, о которой речь пойдет в следующем разделе статьи. Но все же можно сказать, что кажущиеся сегодня чисто словесными и даже схоластическими споры об именовании различных разделов учения о движении и силах, равно как и самого этого учения, имели и реальную основу — стремление к внутренней классификации различных разделов механики, устанавливающей четко определенную смысловую связь между ними. Таким образом, систематизация «рациональной механики», происходившая в

1 Даламбер Ж. Динамика. М.-Л., 1950. С. 33.

2 Лагранж Ж. Аналитическая механика. Т. 1. М.-Л., 1950. С. 9.

XVIII в., была одним из направлений ее самоопределения, консолидации, оформления в организованную научную дисциплину.

Другим направлением консолидации механики — пожалуй, самым главным в XVIII в. — можно считать ее «анализацию» — оснащение механических рассуждений аппаратом математического анализа и других разделов математики, в ходе которого происходило взаимообогащение и развитие как механики, так и математики. Это имело своим непосредственным результатом то, что механика рассматривалась как математическая наука, классифицируясь по ведомству математики.

Указанный момент специально подчеркивал Эйлер. Уже в названии своего труда он счел нужным отметить, что механика как наука о движении излагается аналитическим методом, а в предисловии упрекал Ньютона и его последователей, излагавших механику с помощью синтетических геометрических доказательств, в том, что они не применяли анализа, «благодаря которому только и можно достигнуть полного понимания этих вещей»¹. «Если анализ где-либо и необходим, — продолжал Эйлер, — так это особенно относится к механике. Хотя читатель и убеждается в истине выставленных предложений, но он не получает достаточно ясного и точного их понимания, так что, если чуть-чуть изменить те же самые вопросы, он едва ли будет в состоянии разрешить их самостоятельно, если не прибегнет сам к анализу и те же предложения не разрешит аналитическим методом»².

Даламбер в своей «Динамике» совместно использовал как геометрические, так и аналитические методы, почти всегда переводя рассуждения с геометрического языка на аналитический. Характерно, однако, его замечание, что «в теории неравномерного движения я не мог избежать употребления дифференциального исчисления: к этому меня принуждал самый характер предмета»³.

Своего апофеоза анализация механики в XVIII в. достигает у Лагранжа, не без гордости заявившего в предисловии к своей «Аналитической механике»: «В этой работе совершенно

1 Эйлер Л. Основы динамики точки. С. 33.

2 Там же. С. 33—34.

3 Даламбер Ж. Динамика. С. 32.

отсутствуют какие бы то ни было чертежи. Излагаемые мной методы не требуют ни построений, ни геометрических или механических рассуждений; они требуют только алгебраических операций, подчиненных планомерному и однообразному ходу. Все, любящие анализ, с удовольствием убедятся в том, что механика становится новой отраслью анализа, и будут мне благодарны за то, что этим путем я расширил область его применения»¹. Таким образом, Лагранж с полным правом может рассматриваться как завершающий в своем трактате «рациональную механику» XVIII в. в плане ее аналитизации. Дальнейшее развитие аналитической механики в ее взаимосвязи с математикой относится уже к следующему, XIX столетию, и подробно описано в статье Вл. П. Визгина в данной книге².

Процесс консолидации механики в XVIII в., кратко и весьма неполно очерченный выше, был связан с разработкой ее концептуального аппарата, заложенного Галилеем и Ньютоном. Наибольшие трудности в этом плане были связаны с проблемой определения точного механического содержания понятия силы. Не вдаваясь в сложные перипетии процесса концептуализации термина «сила» в предмете механики, достаточно подробно освещенного в монографии М. Джеммера³, ниже мы снова ограничимся рассмотрением лишь взглядов Эйлера, Даламбера и Лагранжа на смысл понятия силы, высказанных в их основных трактатах.

Согласно Эйлеру, «сила есть то усилие, которое переводит тело из состояния покоя в состояние движения или видоизменяет его движение»⁴. Этим определением открывается II глава «Механики» (1736). Тогда Эйлер отказывался обсуждать вопрос, «имеют ли подобного рода силы свое происхождение в самих телах или же они существуют в природе сами по себе»⁵. В «Теории движения твердых тел» (1765), которую обычно рассматривают как третью часть «Механики», Эйлер дает более общее определение: «Все то, что способно изменить абсолютное состояние тела, называется силой»⁶, подчерки-

1 Лагранж Ж. Аналитическая механика. Т. 1. С. 9—10.

2 Имеется в виду «Механика и ее роль в истории мировой науки. Ч. 2». — *Ред.*

3 Jammer M. Concepts of force. Cambridge, Mass., 1957.

4 Эйлер Л. Основы динамики точки. С. 92.

5 Там же. С. 92.

6 Там же. С. 354.

вая, что «сила является внешней причиной»¹, ибо «в самом теле не существует ничего такого, что стремилось бы изменить его состояние»². По поводу способа существования внешних сил Эйлер здесь выражается гораздо более определенно, усматривая в качестве их первоисточника непроницаемость — «то свойство тел, в силу которого в одном и том же месте не могут находиться одновременно два или большее количество тел»³. При столкновениях тел — «если два тела сходятся таким образом, что ни одно из них не может сохранить своего состояния, а равно ни одно из них не может пройти сквозь другое, то они воздействуют друг на друга и вызывают силы, вследствие которых их состояние изменяется»⁴. Иными словами, понятие силы для Эйлера есть лишь иной способ для выражения факта контактного взаимодействия (соударения) непроницаемых тел.

К действию на расстоянии Эйлер относился отрицательно⁵. Любопытно, однако, что он всерьез обсуждал вопрос о возможности воздействия духов на тела, но выводил его за пределы механики: «Прежде всего, в задачи механики не входит решать, могут ли духи влиять на тела и изменять их состояние. Правда, в самих телах мы не находим ничего такого, что бы указывало на невозможность действия духов... Скорее мы должны признать, что мы не видим никаких оснований оспаривать у духов их силу воздействия на тела, хотя мы совершенно не в состоянии указать, каким именно образом они действуют»⁶.

В отличие от Эйлера, Даламбер в своей «Динамике» категорически отказывается обсуждать трудные «метафизические» (т. е. философские) вопросы, связанные с выяснением природы сил. Определяя силу почти так же, как и Эйлер: «Все то, что побуждает тело к движению, называют вообще *силой* или *движущей причиной*»⁷, Даламбер замечает: «Но из всех причин, оказывающих влияние на движение тела, только удар... обладает тем свойством, что его действие мы в состоя-

1 Эйлер Л. Основы динамики точки. С. 354.

2 Там же. С. 355.

3 Там же. С. 358—359.

4 Там же. С. 365.

5 Там же. С. 370, 409—410.

6 Там же. С. 369.

7 Даламбер Ж. Динамика. С. 39.

нии определить, исходя из известной нам причины. Все остальные причины остаются совершенно нам неизвестными; вследствие этого они проявляются для нас только своим действием, ускоряя или замедляя движение тел; и мы можем отличить одни причины от других только при помощи закона и известной величины их действия, то есть при помощи закона и величины производимого ими изменения движения»¹.

Аналогичные мысли высказываются Даламбером и во введении к «Динамике»: «Что же это за причины, способные произвести или изменить движение в телах? К настоящему времени нам известны только два рода этих причин: одни проявляются для нас вместе с производимыми ими действиями или, вернее, с действиями, причинами которых они являются. Эти причины имеют своим источником осязаемое действие тел друг на друга, обусловленное их непроницаемостью; они сводятся к удару и к некоторым другим производным от него действиям. Все другие причины мы познаем лишь по их действию, природа же их самих нам совершенно неизвестна: таковы причина, заставляющая тяжелые тела падать к центру земли, причина, удерживающая планеты на их орбитах и т. п. ... Что же касается причин второго рода, то очевидно, что, поскольку вопрос заключается в действиях, вызванных этими причинами, эти действия должны задаваться независимо от знания причины, так как их нельзя вывести из самих причин. Так, не зная причины тяжести, мы на опыте убеждаемся, что пути, пройденные падающим телом, пропорциональны квадрату времени. Вообще в неравномерных движениях, причины которых неизвестны, действие, произведенное причиной, ... очевидно должно быть задано при помощи уравнения, связывающего время и пространство»².

Более того, даже в явлениях удара причину первого рода механически однозначно определить не удастся, так что в итоге Даламбер приходит к довольно неутешительному выводу: «Нужно пожелать, чтобы механики отчетливо осознали, что в движении мы ничего не знаем, кроме одного движения, т. е. пройденного пространства и затраченного времени. Говорить же о какой-то метафизической, об истинной причине мы не можем, так как мы о ней ничего не знаем»³. Поэтому,

1 Даламбер Ж. Динамика. С. 56.

2 Там же. С. 20—21.

3 Там же. С. 339.

как он считает, «если мы хотим иметь дело только с отчетливыми понятиями, то под “силой” мы не должны понимать ничего, кроме эффекта, произведенного при преодолении препятствия или при сопротивлении препятствию..., поскольку в слове “сила” не содержится никакого ясного и точного смысла помимо соответствующего ей действия»¹.

Развивая феноменологическую методологическую ориентацию Даламбера, Лагранж в своей «Аналитической механике» не считает даже нужным упоминать о «метафизических» проблемах, связанных с осмыслением содержания понятия «сила», ограничившись следующим кратким комментарием: «Под силой мы понимаем, вообще говоря, любую причину, которая сообщает или стремится сообщить движение телам, к которым мы представляем ее приложенной; поэтому силу следует оценивать по величине движения, которое она вызывает или стремится вызвать. В состоянии равновесия сила не производит реального действия; она вызывает лишь простое стремление к движению; но ее следует всегда измерять по тому эффекту, какой она вызвала бы, если бы она действовала при отсутствии каких-либо препятствий»².

Четко прослеживаемая тенденция избегать в механике рассуждений о природе сил как причин вызываемых ими движений и ограничиваться исследованием результатов действий сил, т. е. произведенных ими движений или их изменений, по сути дела означала ограничение программы механики, провозглашенной Ньютоном, только ее одной половиной — нахождением движений при заданных силах. Другая половина программы — нахождение сил при заданных движениях — оставалась неразработанной³. Продолжая понимать силу как причину изменения состояния покоя или движения, но уклоняясь от выполнения второй половины ньютоновской исследовательской программы, механика, таким образом, свела в XVIII в. к минимуму «метафизические» представления о природе сил. В следующем, XIX в. вторая половина ньютоновской программы разрабатывалась, в основном, за пределами собственно механики — в физике и химии, развивая и укреп-

1 Даламбер Ж. Динамика. С. 26—27.

2 Лагранж Ж. Аналитическая механика. Т. 1. С. 17.

3 Кузнецов Б. Г. Классическая механика и общественно-экономическая мысль // Механика и цивилизация XVII—XIX вв. М., 1979. С. 295.

ляя продолжавшую сохранять ведущее положение мировоззренчески-механистическую основу тогдашнего естествознания.

Механика в энциклопедической классификации наук Даламбера и Дидро

«Предварительное рассуждение», открывающее знаменитую французскую «Энциклопедию» и написанное Даламбером и Дидро, заканчивается классификационной таблицей, которая представляет собой «наглядную систему человеческих знаний». Разъясняя цель энциклопедического порядка знаний, резюмированных в их наглядной системе, Даламбер писал: «Система наших знаний слагается из различных отраслей, из которых многие имеют одну общую точку соединения; и так как, отправляясь от этой точки, невозможно пуститься по всем дорогам, то выбор определяется природой различных умов. Поэтому очень редко, чтобы один человек обнимал за раз большое количество знаний»¹.

Вследствие указанного обстоятельства возникает необходимость как сведения всей совокупности знаний в энциклопедию, так и в «путеводителе» по отдельным энциклопедическим статьям — в классификации, устанавливающей «энциклопедический порядок наших знаний». Последний, по мысли Даламбера, «заключается в собрании их на возможно меньшем пространстве и, если можно так выразиться, в поднятии философа над этим обширным лабиринтом на чрезвычайно возвышенную точку зрения, откуда он мог бы одновременно охватить взором все главные науки и искусства; видеть с одного взгляда предметы своих умозрений и операции, которые он может производить над этими предметами; различать главные ветви человеческих знаний, точки, разделяющие или соединяющие их, и иногда даже предусматривать тайные пути, сближающие их. Это своего рода карта земных полушарий, которая должна показать главные страны, их положение и взаимную зависимость и дорогу, разделяющую их в виде прямой линии; дорогу, часто прерывающуюся тысячью препятствий, которые могут быть в каждой стране известны только местному населению или путешественникам и которые могут быть указаны только на специальных, очень подроб-

1 Даламбер Ж. Очерк происхождения и развития наук // Родоначальники позитивизма. Вып. 1. СПб., 1910. С. 122.

ных картах. Этими специальными картами и являются отдельные статьи энциклопедии, а... наглядная система — плоскошарием»¹.

Все человеческое знание Даламбер и Дидро подразделили, следуя Ф. Бэкону, на три части, соответственно трем способностям человеческого ума — на историю, относящуюся к памяти, на философию, проистекающую из рассудка, и на поэзию, рождающуюся из воображения². Знания о природе при этом попадали отчасти (в качестве естественной истории) в историю, отчасти (в качестве наук о природе) — в философию, которая тогда означала то же самое, что и наука вообще.

Дальнейшее подразделение естествознания производится у энциклопедистов по следующему плану: «Наука о природе — не что иное, как наука о телах. Но так как тела имеют общие обычные им свойства, как непроницаемость, подвижность, протяженность, то наука о природе должна также начинаться с изучения этих свойств: они имеют, так сказать, чисто интеллектуальную сторону, благодаря которой они открывают необозримое поле для спекуляций ума, и материальную и чувственную сторону, позволяющую их измерять. Интеллектуальное умозрение принадлежит к общей физике, являющейся, собственно говоря, только метафизикой тел; измерение — предмет математики, деления которой распространяются почти до бесконечности.

Эти две науки приводят к частной физике, изучающей тела сами по себе и занимающейся только индивидами. Между телами, свойства которых нам важно знать, наше тело должно быть на первом месте и непосредственно за ним должны следовать те, знание которых наиболее необходимо для нашего сохранения; откуда вытекают анатомия, земледелие, медицина и их различные ветви. Наконец, все естественные тела, будучи подчинены нашему исследованию, дают в результате другие бесчисленные части описательной физики»³.

Работа по реализации указанного плана⁴ приводит в результате к классификационной таблице, изображающей всю систему человеческих знаний, включающую как науки, так и

1 Даламбер Ж. Очерк происхождения и развития наук. С. 122—123.

2 Там же. С. 124—125.

3 Там же. С. 127.

4 Там же. С. 159—163.

ремесла. Механика в этой таблице, вместе с геометрической астрономией, оптикой, пневматикой и «искусством угадывать» («анализом случайностей»), или, на современном языке, теорией вероятностей), относилась к разряду физико-математических наук, или к «смешанной математике». В свою очередь, механика подразделялась на статику и динамику, в соответствии с оформившейся традицией. С современной точки зрения, любопытно дальнейшее подразделение динамики — она включала в свой состав динамику в собственном смысле, баллистику и гидродинамику. Последняя включала в себя гидравлику, мореплавание и морскую архитектуру¹.

Непосредственной предшественницей механики в классификационной системе энциклопедистов — первой из наук, составлявшей «смешанную математику», была замыкавшая «чистую математику» геометрия. Принципом перехода от чистой математики к смешанной (к физико-математическим наукам), а от нее — к частной физике у энциклопедистов служил принцип перехода от абстрактного к конкретному. Так, оставляя у тел только свойство протяженности, они получали предмет изучения геометрии², включение в рассмотрение счета и отношения отдельных частей, из которых составлены геометрические тела, давало в результате арифметику³, дальнейшее обобщение и конкретизация которой приводило к алгебре — «этой главной части математики и всех естественных наук; называемой наукой о величинах вообще; она служит основанием для всех возможных открытий в отношении количества, то есть относительно всего того, что доступно увеличению и уменьшению»⁴.

К механике мы приходим после того, как исчерпаем все возможности чисто геометрического изучения природы. Тогда «мы начинаем возвращать ей непроницаемость, составляющие физические тела... Это новое изучение влечет за собой исследование воздействий тел друг на друга, ибо тела действуют лишь постольку, поскольку они непроницаемы; и именно отсюда выводятся законы равновесия и движения, составляющие предмет механики. Мы распространяем наши иссле-

1 Даламбер Ж. Очерк происхождения и развития наук. С. 169.

2 Там же. С. 106.

3 Там же. С. 107.

4 Там же.

дования даже на движение тел, толкаемых неизвестными движущими силами или причинами, лишь бы только закон, согласно которому эти причины действуют, был бы известен или предполагался известным»¹.

Существенно, что, рассматривая механику как науку физико-математическую, т. е. как раздел «смешанной математики», считая ее истины необходимыми² и «отмеченными печатью очевидности»³, Даламбер ограничивает сферу ее применения (как и сферу применения чистой математики) исключительно другими физико-математическими науками⁴, среди которых он на первом месте ставил астрономию⁵. Что же касается частной (экспериментальной) физики, которая тогда представляла собой «только систематическое собрание опытов и наблюдений»⁶, то там, по мысли Даламбера, следовало поступать так: «Физика должна ограничиваться исключительно наблюдениями и вычислениями, медицина — историей человеческого тела, историей его болезней и их лекарств; естественная история — подробным описанием растений, животных и минералов, химия — опытным соединением и разложением тел»⁷, всячески избегая «духа системы», основанного на гипотезах и догадках натурфилософского толка.

Таким образом, философски обосновывая методы опытного естествознания, совпадавшего для него с частной физикой, Даламбер, как и Ньютон, выступает против объяснения в духе натурфилософских систем, основанного на выдвигании не подкреплённых опытами и не обеспеченных математически гипотез. Он пишет: «Дух системы является для физики тем же, что метафизика для геометрии. Если он иногда необходим, чтобы поставить нас на путь истины, он сам почти всегда неспособен быть путеводителем. Просвещенный наблюдением природы, он может приблизительно видеть причины явлений; но только вычисление призвано, так сказать, удостоверить существование этих причин, точно определяя следствия, которые они могут производить, сравнивая тако-

1 Даламбер Ж. Очерк происхождения и развития наук. С. 107.

2 Даламбер Ж. Динамика. С. 31.

3 Даламбер Ж. Очерк происхождения и развития наук. С. 111.

4 Там же. С. 109.

5 Там же. С. 108.

6 Там же. С. 109.

7 Там же. С. 150.

вые с теми, которые открывает нам опыт. Всякая гипотеза, лишенная такой помощи, редко приобретает ту степень достоверности, которая всегда необходима в естественных науках и которая, тем не менее, так мало встречается в этих легкомысленных догадках, украшаемых именем систем»¹.

Замечательно, что только что изложенные принципы методологии Даламбера, строго говоря, не позволяют считать его представителем механистического мировоззрения в полном смысле этого слова — ведь утверждение о сводимости всех наук о природе к механике, с его точки зрения, было бы типичной «легкомысленной догадкой, украшенной именем системы». Поэтому он явным образом предостерегает от чересчур ретивой механизации и математизации естествознания: «Нужно, однако, признать, что геометры иногда злоупотребляют... применением алгебры к физике. Вследствие отсутствия опытов, могущих служить основанием для их вычислений, они позволяют себе прибегать к гипотезам, правда, наиболее удобным, но часто чрезвычайно отдаленным от того, что действительно существует в природе. Хотели распространить приложение математики даже на искусство лечить, и человеческое тело, эта столь сложная машина, рассматривалось нашими врачами-алгебраистами как простой и легко разбираемый механизм. Любопытно посмотреть, как эти авторы одним росчерком пера разрешают проблемы гидравлики и статики, — проблемы, на которые великие геометры способны потратить всю свою жизнь. Мы, более мудрые или более скромные, считаем большую часть этих вычислений и смутных предположений продуктами игры ума, которым природа не обязана подчиняться, и заключаем, что единственный и истинный философский метод в физике состоит либо в применении математического анализа к опытам, либо в одном только наблюдении, освещенном духом метода, восполняемом иногда и догадками, когда они могут быть полезны, но безусловно свободном от всякой произвольной гипотезы»².

Идеал эмпирико-математического метода с наибольшей полнотой воплотился, по мысли Даламбера, в астрономии, которую он рассматривал как «наивысшее и вернейшее при-

1 Даламбер Ж. Очерк происхождения и развития наук. С. 150.

2 Там же. С. 109.

менение геометрии, соединенное с механикой»¹. Поэтому если все же квалифицировать Даламбера как механикаста, то это можно делать только с формально-методологической, а не содержательно-мировоззренческой точки зрения.

Место механики в классификациях естествознания XIX в.

Специализация научных исследований, начавшаяся еще в XVIII в., получила свое дальнейшее развитие в следующем столетии. Это вызвало к жизни построение огромного количества разнообразных классификационных систем, имевших целью как-то упорядочить и систематизировать многообразные отрасли стремительно разрастающегося массива научных знаний. Эти системы излагались в виде специальных разделов в курсах логики, разнообразных «Введениях в философию», в общих руководствах по физике, биологии и другим научным дисциплинам. Появилось также значительное количество монографических исследований, специально посвященных проблеме классификации наук.

Практическая необозримость классификационной литературы XIX в. вынуждает ограничиться ниже весьма кратким и неполным рассмотрением лишь небольшого числа классификационных систем на предмет выяснения места и роли механики в этих системах среди естественных наук. Более полное представление о классификациях наук вообще и естествознания в частности, сопровождаемое более или менее подробным их критическим разбором, можно найти в монографических исследованиях Б. М. Кедрова², Е. И. Шамурина³ и Б. Гуцина⁴.

Механика в «энциклопедической иерархии наук» О. Конта (1830)

В апреле 1826 г. Огюст Конт, известный французский философ, один из основателей позитивистского направления в философии, приступил к чтению лекционного «Курса положительной философии». Болезнь помешала ему закончить лекции, но, тем не менее, присутствовавшие на первых из них

1 Даламбер Ж. Очерк происхождения и развития наук. С. 108.

2 Кедров Б. М. Классификация наук. Т. 1. М., 1961; Т. 2. М., 1965.

3 Шамурин Е. И. Очерки по истории библиотечно-библиографических классификаций. Т. 1. М., 1955; Т. 2. 1959.

4 Гуцин Б. Обзор главнейших систем классификации наук. Л.-М., 1924.

А. Гумбольдт, Л. Пуансо и ряд других известных ученых дали Конт лестные отзывы. В 1829 г. Конт повторил свой курс, на этот раз прочитав его полностью. Среди его слушателей снова были такие выдающиеся естествоиспытатели как Ж. Фурье, Л. Пуансо, А. Навье, А. де Бленвиль, М. Биша и др.

Под «положительной философией» (позитивизмом) Конт понимал «изучение общих идей различных наук, признавая науки подчиненными одному методу и составляющими различные части одного общего плана исследования»¹. Метод позитивной философии, единый для всех наук, был, по мысли Конта, основан на «признании всех явлений подчиненными неизменным естественным законам, открытие и сведение которых до минимума и составляет цель всех наших усилий, причем мы считаем безусловно недоступным и бессмысленным искание так называемых причин, как первичных, так и конечных... Мы ограничиваемся тем, что точно анализируем условия, в которых явления происходят, и связываем их друг с другом естественными отношениями последовательности и подобия»². Иными словами, развивая методологическую ориентацию ведущих механиков XVIII в., тяготевших к феноменологическому описанию явлений, Конт попытался обосновать феноменологизм с философской точки зрения. В качестве образцов применения позитивного метода в современной ему науке Конт рассматривал ньютоновскую теорию тяготения и аналитическую теорию теплоты Ж. Фурье.

Энциклопедический порядок наук устанавливался Контом в соответствии с природой изучаемых этими науками явлений, в отличие от того, как это делали энциклопедисты XVIII в., отправлявшиеся от познавательных способностей человеческого разума. Этот порядок подчинялся двум законам: закону убывающей общности и независимости явлений и закону возрастающей их сложности³. Применение этих законов к упорядочиванию всех известных науке явлений давало пять главных классов явлений: астрономических, физических, химических, физиологических и социальных⁴, соответст-

1 Конт О. Курс положительной философии. Т. 1. Отд. 1. СПб., 1899. С. 2.

2 Конт О. Курс позитивной философии // Родоначальники позитивизма. Вып. 4. СПб., 1912. С. 6.

3 Конт О. Курс позитивной философии. С. 7; Конт О. Дух позитивной философии. СПб., 1910. С. 70.

4 Конт О. Курс позитивной философии. С. 9.

вующих линейному подразделению наук на астрономию, физику, химию, физиологию (биологию) и социологию.

Математику Конт ставил во главе ряда наук, рассматривая ее двояким образом — и как содержательную составную часть положительной науки, и как методическое основание всех остальных наук¹. Методическое значение математики, согласно Конту, заключается в том, что она представляет собой науку о косвенных измерениях, строящуюся на основании точных соотношений между непосредственно измеримыми величинами и величинами, определяемыми путем вычислений².

Далее математика подразделяется у Конта на абстрактную и конкретную. Абстрактная математика — это исчисление, понимаемое в самом широком смысле слова и применяемое исключительно методически «как поразительное и обширное распространение... логики на известный вид дедукций»³. Конт полагает, что «явления всех классов сами по себе необходимо подчиняются математическим законам, которые в большинстве своем только благодаря чрезвычайной сложности самих явлений останутся для нас навсегда неизвестными»⁴. Поэтому логически допустимая возможность представления любой наблюдаемой связи между явлениями с помощью математического уравнения⁵ практически реализуема далеко не всегда, и полностью математизированная наука остается для Конта недостижимым идеалом позитивной философии.

Конкретная математика, согласно Конту, включает общую геометрию и рациональную механику, подразделяющуюся далее на статику и динамику. После создания Фурье математической теории теплоты («термологии», как ее называл Конт), последняя стала рассматриваться им как третья составная часть конкретной математики⁶.

Конкретная математика, основанная на абстрактной, сама становится, по Конту, непосредственным основанием для всех остальных наук, «рассматривая, насколько это возможно, все явления вселенной как геометрические или как меха-

1 Конт О. Курс положительной философии. Т. 1. Отд. 1. С. 46.

2 Там же. С. 53.

3 Конт О. Курс позитивной философии. С. 45.

4 Конт О. Курс положительной философии. Т. 1. Отд. 1. С. 63.

5 Там же. С. 61.

6 Там же. С. 66.

нические»¹. Геометрию и механику, несмотря на их принадлежность к математике, Конт считает «действительными естественными науками, основанными, как и все другие, на наблюдении, хотя благодаря чрезвычайной простоте их явлений они достигли бесконечно более высокой степени систематизации, которая иногда могла скрывать экспериментальный характер их первоначальных принципов»².

Поскольку геометрия имеет дело лишь с пространственными характеристиками явлений, механика — с движениями, а пространство и движение включены во все остальные явления, начиная от астрономических и кончая социальными, то эти отрасли конкретной математики, по Конту, с чисто логической точки зрения являются универсальными: «Все явления природы могут быть рассмотрены как простые и необходимые результаты законов пространства и законов движения»³. Перед нами как будто чистейшей воды механицизм. Но это не совсем так.

Во-первых, Конт ясно осознает практическую невозможность универсальной реализации отмеченной им логической возможности, которая тогда была действительно реализована лишь отчасти — в астрономии и некоторых областях земной физики — оптике, акустике, термологии⁴. Во-вторых, он указывает, что физические, химические и другие классы явлений, хотя и с необходимостью включают в себя пространственность и движение, никоим образом не исчерпываются ими, т. е. не сводятся к ним, как этого требовал бы механицизм. Так, он пишет: «Несомненно, что в живых телах можно наблюдать все механические явления и химические, происходящие в телах неорганизованных, но кроме того, особый вид явлений, явлений жизненных в собственном смысле этого слова, находящихся в зависимости от организации»⁵. Стремление ликвидировать самобытность различных классов явлений путем сведения высших к низшим Конт считал прискорбным⁶.

Что же касается внутреннего содержания механики, то Конт усиленно подчеркивает ее исключительно феноменоло-

1 Конт О. Курс позитивной философии. С. 45.

2 Там же. С. 45.

3 Конт О. Курс положительной философии. Т. I. Отд. I. С. 57.

4 Там же. С. 57.

5 Конт О. Курс позитивной философии. С. 35.

6 Конт О. Дух позитивной философии. С. 75.

гический, описательный характер. По его мнению, «механика совсем не останавливается не только на первичных причинах движения, — их рассмотрение выходило бы за пределы положительной философии, — но даже и на обстоятельствах, которыми эти движения вызываются; в различных областях физики обстоятельства, производящие движения, действительно являются важным предметом положительного изучения, но они совершенно исключены из области механики»¹. В соответствии с такой позитивистской методологической установкой Конт считает, что «силы в механике являются ничем иным как движениями, совершающимися или должными совершиться»², продолжая в этом вопросе линию рассуждений Даламбера.

Контская классификация наук пользовалась широкой популярностью в некоторых кругах ученых вплоть до конца XIX в. Она устанавливала взаимную связь между явлениями разных классов, сохраняя их самостоятельность. Конт не ограничился построением классификационной системы как таковой, а наполнил ее в своем «Курсе» конкретным содержанием, энциклопедически охватив всю совокупность современных ему знаний. И хотя он не сумел дойти до идеи развития, перехода одних классов в другие, его взгляды вполне заслуживают внимания в связи с темой данной статьи.

*Механика в «естественной классификации
человеческих знаний» А. Ампера (1834)*

Классификационная система Ампера³ замечательна в первую очередь тем, что, обнимая все отрасли знания, она составлена выдающимся физиком, основоположником электродинамики. Кроме этого, она соединяет в себе два принципа построения — по особенностям изучаемых науками предметных областей и по возможным способам их изучения (точкам зрения исследователя). Наконец, Ампер стремился строго выдержать дихотомический принцип разделения наук, т. е. претендовал на некоторую формальную строгость. Последнее

1 Конт О. Курс положительной философии. Т. 1. Отд. 2. СПб., 1900. С. 223.

2 Там же.

3 Ampère A.-M. Essai sur la philosophie des sciences ou exposition analytique d'une classification naturelle toutes les connaissances humaines. P., 1838.

обстоятельство, в частности, обусловило то, что в ряде случаев Амперу приходилось ради соблюдения этого принципа выделять науки, еще не оформившиеся в качестве самостоятельных в сознании ученых его времени. Именно Амперу принадлежит заслуга выделения кинематики в качестве самостоятельного раздела механики, что очень скоро было превращено в жизнь, а также пророческое указание на необходимость выделения кибернетики (науки об управлении государством), реализованное в гораздо более расширительном смысле общей науки об управлении лишь в середине XX в.

Всю совокупность наук Ампер подразделял на два царства — космологические (о природе) и ноологические (о человеке). Царство космологических наук делилось у Ампера на два подцарства — космологические науки в собственном смысле слова и физиологические науки. Космологические науки в собственном смысле слова относились к неорганической природе и делились на два ответвления — математические и физические науки. Физиологические науки также состояли из двух ответвлений — естественных и медицинских наук, предметом изучения которых была живая природа.

Ответвление математических наук также подразделялось в системе Ампера на два подответвления. Подответвление математических наук в собственном смысле слова содержало в качестве наук первого порядка арифметику и геометрию, второе подответвление физико-математических наук также включало две науки первого порядка — механику и уранологию.

Таким образом, механика как наука первого порядка принадлежала у Ампера к подответвлению физико-математических наук, входящему в ответвление математических наук, включавшееся в состав царства наук космологических как элемент подцарства космологических наук в собственном смысле слова. Внутреннее подразделение механики, по Амперу, также строго выдержано в духе дихотомического принципа: механика подразделялась на две науки второго порядка — элементарную механику и трансцендентную механику. В состав элементарной механики входили как науки третьего порядка кинематика и статика, в состав трансцендентной — динамика и молекулярная механика. В итоге механика как наука первого порядка оказывалась состоящей из четырех наук третьего порядка — кинематики, статики, динамики и молекулярной механики. По традиции она рассматривалась

Ампером как математическая наука, но не в собственном смысле слова, а как физико-математическая. Такое чисто терминологическое уточнение (у Конта механика была конкретной математической наукой в отличие от абстрактной математики, у энциклопедистов — «смешанной» в противоположность «чистой») выражало начавшийся в самом конце XVIII в. процесс «офизичивания» механики, связанный, главным образом, с программой Лапласа¹, влияние которой видно и во включении молекулярной механики в механику.

Четыре науки третьего порядка, составляющие механику, выделены Ампером в соответствии с четырьмя возможными подходами к изучению предмета, которые он назвал аутоптической, криптористической, тропономической и криптологической точками зрения. Их суть Ампер разъяснял следующим образом: «Я дал название аутоптической первой точке зрения, то есть изучению того, что мы замечаем при первом наблюдении предмета, от греческого “аутос”, “сам предмет” и “оптомай”, “вижу”. Вторая точка зрения, при которой мы стремимся определить то, что скрыто в предметах, будет называться криптористической, от “криптос”, “скрытый” и “орисос”, “определяю”, откуда прилагательное “ористикос”, “определяющий”. Что касается третьей точки зрения, то ее главный признак есть изучение изменений, испытываемых теми же самыми предметами в зависимости от места и времени, и вывод из сравнения таких изменений управляющих ими законов; я обозначу ее именем тропономической, от “тропо”, “перемена” и “номос”, “закон”. Наконец, четвертая точка зрения, при которой мы завершаем познание того, что имеется более скрытого в изучаемом предмете, получит имя криптологической»².

Если встать на эти точки зрения, то кинематика в составе механики представляет собой аутоптическое (феноменологическое, говоря современным языком) описание движения без учета сил. Ее зачатки Ампер видел в работах Л. Карно, Ланца и Бетанкура³, описывавших движения чисто геометрически. Статика, напротив, рассматривает силы независимо от движений. Используя представления о виртуальных скоростях,

1 Погребыцкий И. Б. От Лагранжа к Эйнштейну. С. 82, 86.

2 Ampère A.-M. Essai sur la philosophie des sciences... Р. 43.

3 Ibid. Р. 51.

она определяет условия равновесия сил, реализуя криптористическую точку зрения. Динамика, по мысли Ампера, имеет дело с общими законами движения как результата действия сил, трактуя предмет механики тропономически. Молекулярная механика рассматривает этот же предмет криптологически, объясняя наблюдаемые механические состояния тел как результат движения и равновесия составляющих их молекул, служащих скрытыми причинами этих явлений¹.

В составе ответвления математических наук, имеющего предметом понятие величины, вся механика в целом как наука первого порядка, изучающая общие определения движений и сил², соответствует тропономической точке зрения. Аутоптическую точку зрения в масштабах этого ответвления реализует арифмология, изучающая величины вообще, криптористическую — геометрия, имеющая дело с протяженностью, а криптологическую — уранология, занимающаяся определением движений и сил для реально существующих протяженных тел. Она состоит из уранографии (кинематики небесных тел), гелиостатики (изучения движения тел солнечной системы относительно неподвижного Солнца) и небесной механики с астрономией, вскрывающих с помощью закона всемирного тяготения причины видимого движения небесных тел³. Подразделение уранологии на четыре науки третьего порядка также соответствует четырем точкам зрения Ампера. Вся уранология в целом как физико-математическая наука по существу представляет собой небесную механику Солнечной системы.

Как явствует из вышеизложенного, Ампер считал вполне законным и необходимым поиск скрытых от непосредственного наблюдения причин явлений. В этом проявляется несомненное методологическое преимущество его воззрений по сравнению с позитивистскими взглядами Конта.

Механика глазами биолога

в классификации И. Жоффруа Сент-Илера (1844)

Классификация наук, разработанная известным французским биологом Исидором Жоффруа Сент-Илером, имела

1 *Ampère A.-M. Essai sur la philosophie des sciences...* P. 54—55.

2 *Ibid.* P. 50.

3 *Ibid.* P. 56—60.

своей главной целью определение места биологии как общей науки о жизни в системе человеческого знания. Обсуждению общей проблемы классификации человеческих знаний французский биолог посвящает всю первую книгу первого тома задуманного им шеститомного руководства «Общая биология». После критического сравнения классификационных систем Даламбера и Дидро, Конта, Ампера и ряда других философов и ученых, Жоффруа Сент-Илер предлагает свою собственную классификацию, построенную по объективному принципу — в зависимости «от главных предметов, составляющих наши познания»¹.

Ряд наук открывается у Сент-Илера математическими науками, имеющими дело, как он полагает, с отвлеченными безусловными неизменными вечными истинами². Далее идут науки физические, изучающие вещество. Их истины «уже не могут быть сознаваемы как безотносительные, непреложные, вечные; но соподчинены веществу и соприисущи известным телам, независимо от которых они не могут быть ни созданы, ни представлены даже умственно, в отвлечении»³. Науки биологические, изучающие жизнь, имеют дело с истинами, управляющими организованными, живыми вещественными телами, резко отличающимися от физических тел⁴. Закljučают ряд наук социальные науки, имеющие предметом человека как существа разумного, нравственного и общественного⁵. Общая закономерность построения ряда наук у Жоффруа Сент-Илера представляет собой постепенное восхождение от простого к сложному, идущее от Декарта⁶.

Философия как «наука о соотношении и совокупности явлений, о их первопричине»⁷ выведена у Сент-Илера за пределы ряда наук. Представляя собой «всеобщий перечень, совокупность выводов, общим всем прочим наукам, соединяющихся и сливающихся с ней своими наиболее возвышенными вопросами»⁸, философия, по его мысли, «не есть наука, она

1 Жоффруа Сент-Илер И. Общая биология. Т. 1. М., 1860. С. 231.

2 Там же. С. 232.

3 Там же. С. 232.

4 Там же. С. 233.

5 Там же. С. 234.

6 Там же. С. 236.

7 Там же. С. 235.

8 Там же.

есть наука наук, венец всех других, ... наука высшая и единая»¹.

Ряд наук подразделяется далее у Жоффруа Сент-Илера в каждом из своих разделов на соответствующие классы теоретических и прикладных (практических) наук². В итоге получается объективная параллельная классификация наук.

Поскольку французский биолог ставил своей целью только определение места биологии в ряду наук и установление ее связей с ближайшими к ней науками, его занятие проблемой классификации носит ярко выраженный прикладной характер, и в дальнейшем подразделение выделенных им групп наук он сознательно не вдает³. Поэтому механика специально не выделена в качестве отдельной науки в его классификационной схеме. Но из нескольких общих замечаний по проблеме классификации, имеющих у Жоффруа Сент-Илера, можно однозначно заключить, что он, равно как Ампер и Конт, помещает механику в разряд математических наук⁴.

Обсуждая вопросы метода естественных наук, Жоффруа Сент-Илер считает, развивая взгляды своего отца, Э. Жоффруа Сент-Илера, что естествоведение должно быть настолько же наукой законов, насколько и наукою фактов, соединяя в себе как эмпирические, так и теоретические исследования. Упоминая о своих постоянных усилиях «приблизить метод естествоведения к методу наук, наиболее определенных и разработанных» (математики и физики), И. Жоффруа Сент-Илер видит в этом «единственно возможное средство для естествоиспытателя найти себе твердую дорогу к открытию общих законов организации»⁵. Но, имея в виду сложность биологических явлений, он считает невозможным полное слияние метода биологических наук с методом наук физических и, тем более, математических⁶, так что содержательная несводимость биологии даже к физике и химии для него была очевидной⁷.

Тем не менее Жоффруа Сент-Илер полагает, что общие характеристики единого для всех наук метода исследования

1 Жоффруа Сент-Илер И. Общая биология. Т. 1. С. 235.

2 Там же. С. 243, 258.

3 Там же. С. 245.

4 Там же. С. 200, 238.

5 Там же. С. XV—XVI.

6 Там же. С. 337.

7 Там же. С. 271.

биологии «следует усвоить в той степени, в которой они приложимы к ней... Только вследствие этого биология делается тем, чем она должна быть. Она никогда не будет наукой математическою или отраслью физики, и этот исход очевидно не может ожидать ее в будущем; но она достигнет до того, что по примеру и с помощью наук предшествующих, сохраняя притом свой самостоятельный характер, делается наукою, вполне заслуживающей это название; наукою, представляющей тот же характер, как и предшествующие ей науки — физика и даже сама математика — конечно, в тех известных границах, которые вытекают из их объективного различия, то есть и ее существенными свойствами будут: определенность направления, строгость выводов и неоспоримое величие следствий»¹.

Таким образом, математика (включаящая и механику), как и у Конта, является у Жоффруа Сент-Илера методологическим идеалом любой науки, в том числе и биологии, в плане строгости и обоснованности рассуждений и выводов.

Механика в классификации наук Ф. Энгельса (70—80-е гг. XIX в.)

Проблема классификации наук занимает значительное место в размышлениях Ф. Энгельса в 70—80-е гг. прошлого столетия. Несмотря на то, что книга «Диалектика природы», в которой собраны мысли Энгельса о философских вопросах современного ему естествознания, была опубликована только в 1925 г., ее основные положения стали известны читателям благодаря публикации «Анти-Дюринга» и ряда других работ уже в последней четверти XIX в. Энгельсовская методология классификации естествознания, представляющая собой последовательное применение диалектико-материалистического учения к развитию природы и ее познания, значительно опередила свое время. Основные ее идеи интенсивно разрабатываются и развиваются уже в нашем столетии².

Исходным пунктом подхода Энгельса к проблеме классификации естественных наук является четко выраженная материалистическая философская установка: «Систематизацию естествознания, которая становится теперь все более и более

1 Жоффруа Сент-Илер И. Общая биология. Т. 1. С. 337—338.

2 См.: Кедров Б. М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. М., 1962.

необходимой, можно найти не иначе, как в связях самих явлений»¹. В соответствии с этой установкой Энгельс формулирует основной принцип классификации: «Классификация наук, из которых каждая анализирует отдельную форму движения, является вместе с тем классификацией, расположением, согласно внутренне присущей им последовательности, самих этих форм движения, и в этом именно заключается ее значение»².

Поскольку принципы диалектики требуют не только учета взаимной связи наук и изучаемых ими форм движения материи, но и рассмотрения их развития, то классификация естествознания должна учитывать и эту сторону дела. Энгельс пишет: «Подобно тому как одна форма движения развивается из другой, так и отражения этих форм, различные науки, должны с необходимостью вытекать одна из другой»³. Поэтому энгельсовский классификационный ряд не только упорядочивает различные естественные науки по степени сложности изучаемых ими явлений, но и служит отображением развития — как наук, так и изучаемых ими форм движения материи. В этом заключается принципиальная новизна энгельсовского подхода.

Ряд естественных наук у Энгельса, если ограничиться только их перечислением, почти такой же, как и в рассмотренных ранее классификационных системах — механика, физика, химия, биология. Существенным изменением, однако, является отделение математики от естествознания и выделение механики в самостоятельную естественную науку. Это изменение опять-таки связано с учением о формах движения материи — несмотря на то, что Энгельс усиленно подчеркивает практическое происхождение чистой математики, определяя ее объект как «пространственные формы и количественные отношения действительного мира»⁴, он специально отмечает в связи с этим, что «вся чистая математика так называемая занимается абстракциями, что все ее величины суть, строго говоря, воображаемые величины»⁵. Поэтому можно говорить только о применении математики в естествознании⁶, но нель-

1 Энгельс Ф. Диалектика природы. М., 1982. С. 221.

2 Там же. С. 216.

3 Там же.

4 Энгельс Ф. Анти-Дюринг. М., 1983. С. 33.

5 Энгельс Ф. Диалектика природы. С. 236.

6 Там же. С. 237.

зя рассматривать ее как естественную науку, ибо в природе нет математической формы движения материи.

Первой, наипростейшей формой движения материи, согласно Энгельсу, является механическая (простое перемещение), служащая предметом изучения механики¹. Носителями этой формы движения являются реальные тела, обладающие массой — в соответствии с этим Энгельс определяет механику как науку о небесных и земных массах², считая, что как в широком, так и в узком смысле механика знает только количества³, что в ней «мы не встречаем никаких качеств, а в лучшем случае состояния, как равновесие, движение, потенциальная энергия, которые все основываются на измеримом перенесении движения и сами могут быть выражены количественным образом»⁴. На этом — сугубо философском — основании Энгельс отличает механику от физики и химии, где «не только имеет место постоянное качественное изменение в результате количественных изменений, т. е. переход количества в качество, но приходится также рассматривать множество таких качественных изменений, обусловленность которых количественным изменением совершенно не установлена»⁵.

Подвергая критике «яростное стремление» современных ему ученых-естествоиспытателей свести все состояния материи в природе к модификациям движения, отождествляемого с механическим перемещением, Энгельс замечает, что этим смазывается специфический характер прочих форм движения как «изменения вообще», их качественное своеобразие. Вместе с тем признание качественного различия этих форм вовсе не означает, «будто каждая из высших форм движения не бывает всегда необходимым образом связана с каким-нибудь действительным механическим (внешним или молекулярным) движением»⁶. Суть дела, по Энгельсу, в том, что механическая форма движения материи, входя в состав всех высших форм в качестве побочной, не исчерпывает существа этих высших форм⁷.

1 Энгельс Ф. Диалектика природы. С. 215.

2 Там же. С. 46.

3 Там же. С. 218.

4 Там же. С. 46.

5 Там же. С. 218—219.

6 Там же. С. 214.

7 Там же. С. 215.

Более подробно критика механицизма как стремления свести содержание всех естественных наук к механике развертывается Энгельсом во фрагменте «О “механическом” понимании природы». Этот фрагмент открывается обсуждением выдержки из речи известного немецкого химика А. Кекуле «Научные цели и достижения химии», произнесенной им 18 октября 1877 г. при вступлении в должность ректора Боннского университета. Кекуле полагал, что, если положить в основу атомистические представления о сущности материи, «то химию можно будет определить как науку об атомах, а физику как науку о молекулах; и тогда сама собой напрашивается мысль выделить ту часть современной физики, которая занимается *массами*, в особую дисциплину, оставив для нее название *механики*. Таким образом, механика оказывается основой физики и химии, поскольку та и другая, при рассмотрении определенных сторон явлений и особенно при вычислениях, должны трактовать свои молекулы и, соответственно, атомы как массы»¹.

Солидаризуясь с Кекуле, Энгельс указывает на несколько меньшую терминологическую точность и определенность его формулировки по сравнению со своей собственной, приведенной в VII главе первого отдела «Анти-Дюринга», которая была опубликована 9 февраля 1877 г. Там Энгельс рассматривал физику как механику молекул, химию — как физику атомов, а биологию — как химию белков². Разъясняя смысл своих формулировок в связи с критикой Кекуле, Энгельс пишет: «Называя физику механикой молекул, химию — физикой атомов и далее биологию — химией белков, я желаю этим выразить переход одной из этих наук в другую, — следовательно, как существующую между ними связь, непрерывность, так и различие, дискретность обеих. Идти дальше этого, называть химию тоже своего рода механикой, представляется мне недопустимым»³.

Между тем такое расширительное понимание механики, по крайней мере терминологически сводившее к ней не только физику и химию, но даже и биологию, было широко распространенным — «модным», как выражался Энгельс — и даже

1 Цит. по: Энгельс Ф. Диалектика природы. С. 218.

2 Энгельс Ф. Анти-Дюринг. С. 62.

3 Энгельс Ф. Диалектика природы. С. 218.

определяющим в то время. Энгельс приводит два впечатляющих свидетельства этого. Первое из них — это изложение вышеупомянутой речи Кекуле в английском журнале «*Nature*» от 15 ноября 1877 г., в котором приведенные выше формулировки Кекуле были существенно усилены в направлении механицизма: механика в этом изложении именовалась статикой и динамикой масс, физика — статикой и динамикой молекул, химия — статикой и динамикой атомов. По поводу этого Энгельс замечает: «По моему мнению, такое безусловное сведение даже и химических процессов к чисто механическим суживает неподобающим образом поле исследования, по меньшей мере, в области химии»¹.

Второе свидетельство механистической ориентации естествознания 70-х гг. прошлого столетия, приводимое Энгельсом, взято из работы известного немецкого биолога Э. Геккеля, имевшей характерное название: «Перигенезис пластидул, или волнообразное возникновение жизненных частиц. Опыт механического объяснения элементарных процессов развития» (1876). В этой работе Геккель писал: «Современная физиология... даст в своей области место только физико-химическим, или в широком смысле слова механическим силам»².

Показательно, что критика Энгельсом «механического понимания природы» разворачивается в корректных, спокойных и даже, можно сказать, довольно осторожных тонах. «Можно охотно согласиться, — пишет он, — с тем, что современное течение науки движется в этом направлении, но это не доказывает, что оно является исключительно правильным и что, следуя этому течению, мы до конца *исчерпаем* физику и химию»³. Далее Энгельс формулирует свою собственную позицию: «Всякое движение заключает в себе механическое движение, перемещение больших или мельчайших частиц материи; познать эти механические движения является *первой* задачей науки, однако лишь *первой* ее задачей. Но это механическое движение не исчерпывает движения вообще. Движение — это не только перемена места; в надмеханических областях оно является также и изменением качества. Открытие, что теплота представляет собой некоторое молекулярное движение, составило эпоху в науке. Но если я не имею ничего

1 Энгельс Ф. Диалектика природы. С. 218.

2 Цит. по: ук. соч. С. 218.

3 Там же. С. 219.

другого сказать о теплоте кроме того, что она представляет собой известное перемещение молекул, то лучше мне замолчать»¹. Эта позиция, очевидно, основывается на признании качественного своеобразия различных форм движения материи, полагаемого как философское обобщение истории развития естествознания.

Но история эта продолжалась, и во время написания только что процитированных слов, как признает сам Энгельс, естествознание явно обнаруживало механистические тенденции своего развития. Поэтому Энгельс считает необходимым довести до философского предела выводы, вытекающие из механицизма, относительно природы материи (вещества). «Если все различия и изменения качества, — пишет он, — должны быть сводимы к количественным различиям и изменениям, к механическим перемещениям, то мы с необходимостью приходим к тезису, что вся материя состоит из *тождественных* мельчайших частиц и что все качественные различия химических элементов материи вызываются количественными различиями, различиями в числе и пространственной группировке этих мельчайших частиц при их объединении в атомы. Но до этого мы еще не дошли»².

Мы хотели бы обратить внимание на заключительную фразу только что приведенной цитаты. Опираясь на нее, можно предположить, что Энгельс не исключал в принципе возможность принятия естествознанием представлений о «первоматерии», состоящей из тождественных (качественно однородных) частиц. Он лишь констатировал, что в современном ему естествознании до этого еще далеко.

Существенно в этой связи, что, по Энгельсу, утверждение о существовании такого рода однокачественной «первоматерии» может носить только философско-мировоззренческий характер, равно как и возражения против такого существования. Он пишет: «Ведь у теории об абсолютной качественной тождественности материи имеются свои приверженцы; эмпирически ее так же невозможно опровергнуть, как и нельзя доказать. Но если спросить людей, желающих объяснить все “механическим образом”, сознают ли они неизбежность этого вывода и признают ли они тождественность материи, то

1 Энгельс Ф. Диалектика природы. С. 219.

2 Там же.

сколько различных ответов услышим мы на этот вопрос!»¹ Это происходило, по мысли Энгельса, из-за философской необразованности естествоиспытателей.

Заканчивая обсуждение позиции Энгельса в отношении возможности сведения всех отраслей естествознания к механике в смысле объяснения всех качественных особенностей всех форм движения материи на основе механической, можно констатировать, что он отвергал такую возможность по сугубо философским соображениям, идя против методологических механистических течений современного ему естествознания. Но некоторые его высказывания дают основание предполагать, что принципиальная возможность сведения одних форм движения материи к другим в вышеуказанном смысле допускалась Энгельсом лишь для соседних форм.

Так, говоря о соотношении химического и биологического, Энгельс отмечал, что «химия подводит к органической жизни, и она продвинулась достаточно далеко вперед, чтобы гарантировать нам, что *она одна* объяснит нам диалектический переход к организму»². Рассматривая соотношение физики и механики в связи с представлениями об эфире, он писал: «Когда мы называли физику механикой молекулярного движения, то при этом не упускалось из виду, что это выражение отнюдь не охватывает всей области теперешней физики. Наоборот. Эфирные колебания, которые опосредствуют явления света и лучистой теплоты, конечно, не являются молекулярными движениями в теперешнем смысле слова. Но их земные действия затрагивают прежде всего молекулы: преломление света, поляризация света и т. д. обусловлены молекулярным строением соответствующих тел. Точно так же почти все крупнейшие исследователи рассматривают теперь электричество как движение эфирных частиц... Тем не менее, когда мы имеем дело с электрическими и тепловыми явлениями, то нам опять-таки прежде всего приходится рассматривать молекулярные движения; это и не может быть иначе, пока мы так мало знаем об эфире. Но когда мы настолько продвинемся вперед, что сможет дать механику эфира, то в нее, разумеется, войдет и многое такое, что теперь по необходимости причисляется к физике»³.

1 Энгельс Ф. Диалектика природы. С. 220.

2 Там же. С. 216.

3 Там же. С. 88.

В конце XIX в. значительное распространение получили позитивистские тенденции в истолковании природы науки, ограничивающие ее задачи логической систематизацией чувственных восприятий. В механике эти тенденции с наибольшей полнотой выразились в известном историко-критическом анализе истории развития этой науки, осуществленном Э. Махом¹. Одной из многочисленных книг позитивистского направления, посвященных борьбе с неискоренимым стремлением естественных наук к объяснению наблюдаемых явлений, к поиску их сущности и причин, была «Грамматика науки» английского ученого К. Пирсона, вышедшая вторым изданием в 1899 г.² Одна из глав этой книги специально посвящена проблеме классификации наук.

Не претендуя на логическую стройность своей классификационной системы, Пирсон ставил своей целью наметить ее «лишь в грубых основных линиях, имеющих в виду показать, как относятся различные ветви науки к основным научным понятиям — идеальное пространство, абсолютное время, движение, молекула, атом, эфир...»³.

Всю совокупность наук Пирсон подразделил на два типа — абстрактные и конкретные. Абстрактные науки имели своим предметом «идеальные эквиваленты тех форм, под которыми наша способность восприятия различает объекты»⁴ — логические категории, пространство и время. В число абстрактных наук включались логика, методология и ортология (наука о правильном применении языка), объединявшиеся как задающие общие соотношения различения восприятий на качественном уровне. Кроме них, к числу абстрактных наук относились все разделы математики, а также кинематика и теория деформаций, образующие абстрактные разделы механики⁵.

Конкретные науки, согласно Пирсону, имели своей целью описание содержания восприятий. Они подразделялись по двум основаниям: во-первых, по конкретному содержанию

1 Мах Э. Механика. СПб., 1909.

2 Пирсон К. Грамматика науки. СПб., 1899.

3 Там же. С. 607.

4 Там же. С. 609.

5 Там же. С. 610.

восприятий — на науки о неорганических явлениях (физические) и науки об органических явлениях (биологические и социальные), и, во-вторых, по степеням достижения идеала описательной науки (сведения с помощью научных законов и формул к законченной идеальной модели) — на точные, достигшие этого идеала, и синоптические, пока что находящиеся на пути к нему и имеющие статус «систематического каталога»¹.

К точным физическим наукам в классификации Пирсона относились: молярная физика (механика, планетарная теория, теория спутников и т. п.), имеющая дело с перемещениями больших масс; молекулярная физика, куда входили кинетическая теория газов, гидро- и аэромеханика, теория упругости, пластичности и сцепления, а также акустика и кристаллография; атомная физика, включавшая теоретическую химию, спектральный анализ, физику Солнца и звезд; и, наконец, физика эфира — теории света, лучистой теплоты, электричества и магнетизма. К синоптическим физическим наукам Пирсон относил геологию, географию, метеорологию, минералогию и химию. Все биологические науки также относились к разряду синоптических².

Отчасти вследствие принципа подразделения естественных наук по содержанию их основных понятий, отчасти из-за процесса внутренней специализации механики, интенсивно протекавшего в XIX в.³, последняя утратила в классификационной схеме Пирсона характер единой самостоятельной науки. Ее различные отрасли были не только разбросаны по различным разделам физики, но попадали частью и в абстрактные науки. Несмотря на это, Пирсон видел в механике как учении о движении идеал экономного описания, и многие высказывания позволяют квалифицировать его как методологического механициста. Так, он писал, что «описание в терминах движения, краткие формулы, выражающие изменения в пространстве и времени идеальных геометрических образов, представляет собой все содержание естествознания»⁴. Отмечая, что «биология без рассмотрения проблем механики

1 Пирсон К. Грамматика науки. С. 608.

2 Там же. С. 619, 623.

3 См.: Погребысский И. Б. От Лагранжа к Эйнштейну.

4 Пирсон К. Грамматика науки. С. 248.

неизбежно окажется неполной»¹, Пирсон считал мнение о невозможности механистического описания жизни заходящим «далеко за пределы доказуемого при современном состоянии наших знаний»². Он полагал также, что «законы движения в самом широком смысле этого слова охватывают всю физику, может быть, даже всю вообще науку»³.

Дополняя свою классификационную схему прикладной математикой, должной осуществлять связь между абстрактными и конкретными науками, и биофизикой, задачу которой он видел в приложении законов физики к развитию органических форм, Пирсон считал, что «лишь в том случае, если бы дело их было вполне закончено, мы были бы в состоянии осуществить предсказание Гельмгольца и свести все научные формулы, все естественные законы к законам движения. Мы должны сознаться, что в настоящее время эта цель еще бесконечно далека от нас»⁴.

Таким образом, кинетический вариант механицизма был у Пирсона не только формально-методологическим, но и содержательно-методологическим идеалом всего естествознания. Так далеко не решался заходить даже Мах, для которого механика была лишь древнейшей и наиболее простой частью физики⁵. Мах видел в механике не столько объясняющую основу для всех остальных областей, сколько формальный образец⁶, и недвусмысленно утверждал: «Воззрение, что механику следует рассматривать как основу для всех остальных отраслей физики, и что все физические процессы следует объяснять механически, есть, на мой взгляд, предрассудок»⁷.

Связь механики с физикой и химией в XIX в.

Рассмотренная в предыдущем разделе последовательность классификаций естествознания хронологически охватывает весь XIX в. и обнаруживает достаточно четко выраженную тенденцию «физикализации» механики и обретения ею само-

1 Пирсон К. Грамматика науки. С. 248.

2 Там же. С. 400.

3 Там же. С. 322.

4 Там же. С. 626.

5 Мах Э. Механика. СПб., 1909. С. 10.

6 Там же. С. 325.

7 Там же. С. 416.

стоятельности по отношению к математике. Однако классификационные схемы, задающие «глобальную карту наук», не раскрывают сами по себе внутренних содержательных взаимосвязей между различными отраслями естествознания. Эти связи выражаются с различной степенью полноты и обоснованности в пояснениях к классификационным схемам, воплощающих философско-методологические взгляды их авторов. Тем самым задается определенная теория взаимных соотношений естественных наук, которая в части, относящейся к месту и роли механики среди них, также обсуждалась в предыдущем разделе. У всех рассмотренных выше авторов (за исключением Энгельса) механика занимает привилегированное место в ряду естественных наук, служа в том или ином отношении образцом для остальных. Это и позволяет говорить о господстве механистического мировоззрения в естествознании XIX в.

Анализ связей механики с ее ближайшими соседями — физикой и химией — является задачей настоящего раздела. Он должен дополнить результаты, полученные в предыдущем разделе, путем рассмотрения конкретных исследовательских программ физики и химии с целью выявления роли механики в их выдвижении и реализации. Это позволит дать дополнительный эмпирический материал из реальной истории естествознания XIX в. для иллюстрации и проверки тех философско-методологических соображений, которые были положены в основу определения места механики в классификационных схемах, рассматривавшихся выше.

Механика и физика

В первые годы XIX в. физика продолжала свое развитие в рамках представлений, унаследованных от предшествующего столетия. Эти представления строились на основе ньютоновской механистической программы, так успешно реализованной в теории всемирного тяготения.

По мере вовлечения в сферу экспериментального исследования и математического описания тепловых, оптических, электрических и магнитных явлений, в объяснительный арсенал физики, наряду с обычной («весомой») материей (веществом) вошли представления о существовании специфических «невесомых материй» (флюидов) — теплорода, светового ве-

щества, электрических и магнитных жидкостей, притягательные и отталкивательные силы между частицами которых предполагались ответственными за соответствующие наблюдаемые явления.

Заслуга количественной разработки программы объяснения всех явлений природы в рамках «молекулярной механики» принадлежит Лапласу и его последователям, сознательно ориентировавшимся в своей методологии на образец ньютоновской теории тяготения. В «Изложении системы мира» (1796) Лаплас так излагал свое методологическое кредо: «Видя, что все части материи подвержены действию сил притяжения, одна из которых охватывает сколь угодно большие пространства, тогда как другие становятся неощутимыми даже на самых малых расстояниях, какие доступны нашим чувствам, можно задаться вопросом, не являются ли эти последние силы видоизменением первой силы — видоизменением, определяемым формой и взаимными расстояниями молекул... Тогда различные сродства зависели бы от формы объединяющихся молекул и их относительных положений, и многообразием этих форм можно было бы объяснить все многообразие сил притяжения и свести, таким образом, к одному общему закону все явления Физики и Астрономии»¹.

Более определенно и несколько иначе Лаплас формулирует свою программу в начале пятитомной «Небесной механики», содержание которой порою выходило далеко за пределы, очерченные названием этого капитального труда. Там он пишет: «Тяготение становится ничтожным между телами незначительных размеров, но оно проявляется вновь между элементами в бесконечном многообразии. Твердость, кристаллизация, преломление света, поднятие и опускание жидкостей в капиллярных полостях и вообще все химические соединения являются результатом действия сил, знание которых есть один из важнейших объектов изучения природы. Материя подчинена господству различных сил притяжения: одна из них простирается на бесконечные расстояния в пространстве, управляет движением Земли и небесных тел; все, что относится к внутреннему строению образующих их веществ, зависит в основном от иных сил, действие которых становится ощутимым лишь на незаметных расстояниях. Поэтому почти невоз-

1 Цит. по: *Погребыский И. Б.* От Лагранжа к Эйнштейну. С. 89—90.

можно указать законы их изменения с расстоянием; к счастью, то свойство, что они ощущаются лишь в непосредственной близости к соприкосновению, оказывается достаточным, чтобы можно было подвергнуть анализу большое число зависящих от него интересных явлений. Я намерен представить здесь вкратце основные результаты этого анализа и восполнить тем самым математическую теорию всех сил притяжения, существующих в природе»¹.

В рамках лапласовской программы в начале XIX в. было получено значительное количество обнадеживающих результатов. Навье, Пуассон, Коши и др. развили теорию упругости и гидродинамику, сам Лаплас — теорию капиллярности, Био — теорию оптических явлений, включая двойное лучепреломление. Это, однако, потребовало чрезвычайного усложнения программы при разработке ее деталей, дополнения ее рядом специально подобранных, часто очень искусственных гипотез. Поэтому довольно скоро — уже к концу второго десятилетия XIX в. лапласовские представления, став чересчур громоздкими и неправдоподобными, утратили свое единство и методологическую привлекательность и перестали быть магистральной теоретической основой развития физики.

Отсылая за подробностями судьбы лапласовской программы механического обоснования физики к специальным исследованиям И. Б. Погребысского² и Р. Фокса³, отметим в заключение ее обсуждения два важных момента.

Во-первых, лапласовская программа замечательна не только осознанным методологическим стремлением к разработке механических оснований физики и даже химии, но и отчетливо выраженным движением в направлении выявления физических оснований механики. Если механика XVIII в., как мы старались показать в первом разделе данной статьи, развивалась главным образом в направлении аналитизации, т. е. поиска математических оснований, настойчиво избегая вдаваться в вопросы о природе сил как причин наблюдаемых движений, то Лаплас и его последователи сделали вопрос о силах одним из главных. Поскольку, как справедливо отметил

1 Цит. по: Дорфман Я. Г. Всемирная история физики с начала XIX до середины XX вв. М., 1979. С. 55—56.

2 Погребысский И. Б. От Лагранжа к Эйнштейну. Гл. 2.

3 Fox R. The rise and fall of Laplasian physics // Hist. stud. phys. sci. 1974. Vol. 6. P. 89—236.

Ф. Розенбергер, «господствующее воззрение на сущность силы являлось во все времена истинным руководящим началом в развитии физики»¹, то механизация физики неминуемо имела своим следствием вовлечение механики в обсуждение характера сил. Именно это мы и имели в виду, говоря о «физикализации» механики как о выявлении ее физических оснований.

Особенно четко и определенно требование «физикализации» механики выражено у Пуассона, одного из самых ревностных сторонников Лапласа, который писал следующее: «Было бы желательно, чтобы геометры снова рассмотрели главные проблемы механики с... физической точки зрения, соответствующей природе вещей. Эти проблемы нужно было рассмотреть вполне абстрактно, чтобы открыть общие законы равновесия и движения. И по этому пути общности и абстрактности Лагранж ушел настолько далеко, насколько это поддается представлению, заменив физические связи между телами уравнениями относительно координат различных их точек, и это составляет Аналитическую Механику. Но наряду с этой восхитительной концепцией теперь можно было бы воздвигнуть Физическую Механику, единственным принципом которой было бы сведение всего к молекулярным действиям, передающим от точки к точке действие данных сил, и посредством которых устанавливается равновесие последних. При таком подходе для применения общих правил механики к частным вопросам более не требовалось бы специальных допущений»².

Во-вторых, существенно отметить, что лапласовская программа представляла собой динамический вариант механицизма, в котором силы как причины наблюдаемых явлений были логически и онтологически первичны по отношению к вызываемым ими движениям. Продолжая считать внутреннюю природу (сущность, причину) сил принципиально неизвестной³, Лаплас был однозначно определен в их «внешней природе» — он считал силы действующими на расстоянии, т. е. придерживался доктрины дального действия. Правда, это было «дальным действием на неощутимо малых расстояниях»,

1 Розенбергер Ф. История физики. Ч. 3. Вып. 1. М.-Л., 1935. С. 21.

2 Цит. по: Погребельский И. Б. От Лагранжа к Эйнштейну. С. 93—94.

3 Там же. С. 82.

т. е. в непосредственной близости к соприкосновению, но суть дела от этого не менялась — близкодействующее действие на расстоянии с принципиальной точки зрения оставалось дальнедействием.

Кинетический вариант «молекулярной механики», отдающий логический и онтологический приоритет движению, а не силам, основанный на концепции близкодействия как контактного взаимодействия частиц при столкновениях, был развит в 20-х гг. XIX в. О. Френелем для обоснования единой волновой теории всех известных к тому времени оптических явлений — отражения, преломления, дифракции, интерференции и поляризации света. Уже в «Первом мемуаре о дифракции света» (1815) Френель подверг подробной и аргументированной критике представления ньютоновской теории истечения, развивавшейся в школе Лапласа Био и Пуассоном, и показал методологические преимущества волновой теории, ведущей свое происхождение от Декарта и Гюйгенса. В дидактическом трактате «О свете» (1822) Френель, не вдаваясь в детали математических расчетов, привел ясные механические аналогии (соударение шаров разной массы) для объяснения интерференции¹ и других оптических явлений. В частности, явление отражения он объяснял разницей в плотности двух сред, состоящих из молекул вещества и молекул эфира, который он рассматривал как носитель световых колебаний². Френель специально заботился о том, чтобы его гипотезы (в частности, о поперечном характере колебаний эфира) не содержали ничего «механически абсурдного» и не противоречили принципам механики³. Рассматривая свет как волновое движение в эфире — «универсальной жидкости», имеющей молекулярное строение, Френель склонялся к тождественности световых и тепловых частиц (частиц светового эфира и теплорода)⁴, считая теплоту тоже волновым движением, принципиально не отличающимся по своей природе от света⁵. Тем самым Френелем был дан импульс для разработки волновой теории теплоты, сыгравшей не последнюю роль в установлении первого начала термодинамики и послужившей «мостиком» для пере-

1 Френель О. О свете. М.-Л., 1928. С. 81—82.

2 Френель О. Избранные труды по оптике. М., 1955. С. 320.

3 Там же. С. 421.

4 Там же. С. 73.

5 Френель О. О свете. С. 152.

хода к механической (кинетической) теории тепловых явлений¹.

По ньютоновскому методологическому образцу была построена и электродинамика Ампера. Его «Теория электродинамических явлений, выведенная исключительно из опыта» (1826) начинается прямыми ссылками на Ньютона. Излагая суть своей программы, Ампер писал: «Начать с наблюдения фактов, изменять, по возможности, сопутствующие им условия, сопровождая эту первоначальную работу точными измерениями, чтобы вывести общие законы, основанные всецело на опыте, и в свою очередь вывести из этих законов, независимо от каких-либо предположений о природе сил, вызывающих эти явления, математическое выражение этих сил, то есть вывести представляющую их формулу, — вот путь, которому следовал Ньютон... Этим же путем руководился и я во всех моих исследованиях электродинамических явлений. Чтобы установить законы последних, я искал ответа единственно в опыте, и я вывел отсюда формулу, которая одна только может выразить силы, вызывающие указанные явления. Я не сделал ни одного шага к изысканию причины, с которой можно было бы связать происхождение сил, будучи убежденным в том, что всем подобным изысканиям должно предшествовать чисто экспериментальное познание законов. Эти законы должны затем служить единственным основанием для вывода формулы, выражающей элементарные силы, направление которых необходимо совпадает с направлением прямой, соединяющей две материальные точки, между которыми она действует»².

Установив свою формулу, Ампер далее выдвинул гипотезу, объясняющую взаимодействие токов с магнитами и магнитов между собой путем сведения «магнитных молекул» к молекулярным токам. Благодаря этому оказалось возможным ликвидировать независимое существование магнетизма, воплощенное в представлении о существовании специфического магнитного невесомого флюида. Это содействовало объединительным тенденциям физики, начавшей постепенно изгонять представления о невесомых флюидах из арсенала своих объяснительных средств.

1 *Silliman R.* Fresnel and the emergence of physics as discipline // *Hist. stud. phys. sci.* 1974. Vol. 4. P. 158.

2 *Ампер А.* Электродинамика. М., 1954. С. 10.

«Всегда останется математически доказанным, — писал Ампер, — что если рассматривать магниты как совокупность электрических токов, протекающих, согласно моему представлению, вокруг их частиц, то все значения сил, которые в каждом случае даются из опыта, могут быть выведены из одной единственной силы, действующей между двумя элементами электрических токов вдоль прямой, соединяющей их середины. Из этой же силы могут быть выведены и все условия трех родов действий, которые происходят: одно — между двумя магнитами, другое — между проводником с током и магнитом, третье — между двумя проводниками»¹.

Исследования Ампера, как и работы Френеля, имели одним из результатов уменьшение числа независимо существующих невесомых флюидов благодаря замене представления о существовании одного из них представлениями о движении другого, что шло в русле объединения физики на основе кинетического варианта механицизма.

Тепловой флюид (теплород) был окончательно похоронен благодаря успешному развитию кинетической теории вещества². Эта теория более соответствовала методологическим идеалам механицизма, так как объясняла тепловые явления на основании представлений о движении частиц обыкновенной (весомой) материи — молекул и атомов. Ампер и Френель же просто сводили два невесомых флюида к одному, не решая до конца вопросов о характере взаимодействия частиц оставшегося флюида с частицами обычного вещества.

Немаловажную роль в объединении физики XIX в. сыграло установление и количественная разработка закона сохранения и превращения энергии. Отношение этого закона к основополагающим принципам механистического мировоззрения исторически оказалось сложным и неоднозначным. Примечательно, что сначала этот закон формулировался с помощью термина «сила», приобретшего к тому времени и смысл способности к совершению механической работы. Лишь постепенно термин «сила» был заменен в формулировке закона термином «энергия», введенном Т. Юнгом еще в самом начале XIX в.

Натурфилософские соображения одного из первооткры-

1 Ампер А. Электродинамика. С. 131.

2 См.: Основатели кинетической теории материи. М.-Л., 1937.

вателей закона сохранения и превращения энергии врача Р. Майера были основаны на «метафизическом» принципе «причина равна действию» и на представлении о неуничтожимости силы (энергии). Они приводили к трактовке сил природы (видов энергии) как неразрушимых, способных к превращениям невесомых объектов¹. Майер выделял в природе различные виды сил — два механических (сила падения и движение), тепло, магнетизм и электричество, химическую разобщенность и связанность². Эти силы могли превращаться друг в друга и были, по мысли Майера, различными проявлениями одной единственной первичной силы³. Ни одно из этих проявлений, ни одна из сил не имела привилегированного существования перед остальными, так что Майер был анти-механицистом, явно выступая против сведения к механическому движению даже «силы падения» (потенциальной энергии), не говоря уже о теплоте и других видах «сил». Считая, что «понятия, выработанные механикой для ее собственных целей, развиваются другими науками значительно дальше, чем того требовал бы их первоначальный смысл»⁴, Майер недвусмысленно утверждал, «что для того, чтобы сделаться теплом, движение — будет ли оно простым или вибрирующим, как свет, лучистая теплота и т. д. — должно перестать быть движением»⁵. Согласно Майеру, можно было говорить только о превращении движения как одного из вида «сил» в теплоту как другой вид силы, но не о том, что теплота есть движение, как было в кинетической теории теплоты.

Напротив, для Г. Гельмгольца, с именем которого связывается математическая разработка закона сохранения и превращения энергии и который также считается одним из его творцов, этот закон служил фундаментом для обоснования механистического мировоззрения в его динамическом варианте. Впервые это было сделано им в знаменитом докладе «О сохранении силы» (1847), где Гельмгольц утверждал следующее: «...Естественные явления должны быть сведены к действию последних неизменяемых причин; это требование должно быть понимаемо так, что в качестве последних причин долж-

1 Майер Р. Закон сохранения и превращения энергии. М.-Л., 1933. С. 77.

2 Там же. С. 127.

3 Там же. С. 94.

4 Там же. С. 91.

5 Там же. С. 84.

ны быть указаны неизменные во времени силы. Вид материи с неизменными силами (с неуничтожимыми качествами) мы называли в науке (химической) элементом. Представим себе, что весь мир разложен на элементы с неизменными качествами, тогда единственно возможными изменениями в такой системе явятся пространственные изменения, то есть движения, и внешние взаимоотношения, благодаря которым изменяется действие сил, могут быть только пространственными; следовательно, силы могут быть только движущими силами, зависящими в своем действии только от пространственных соотношений. Точнее говоря, явления природы должны быть сведены к движениям материи с неизменными движущими силами, которые зависят только от пространственных взаимоотношений»¹.

Более подробное механистическое истолкование закона сохранения и превращения энергии дано Гельмгольцем в докладе «О цели и об успехах естествознания» (1869). Повторив, что «наше требование *понять* явления природы, то есть найти управляющие ими *законы*, может быть сформулировано иначе: наша задача сводится к отысканию сил, служащих *причинами* явлений»², Гельмгольц снова провозгласил динамический вариант механистического естественнонаучного мировоззрения: «...Всякое изменение в мире сводится к изменению относительного расположения элементов в пространстве, и это изменение в последнем счете достигается движением. Если же движение есть первоначальное изменение, лежащее в основе всех других изменений в мире, то все элементарные силы суть силы движущие, и поэтому конечная цель естественных наук заключается в нахождении и изучении движений, лежащих в основе всех других изменений, а также причин, вызывающих эти движения, то есть в сведении к механике»³.

Далее к обоснованию механистического мировоззрения привлекается механистическое же истолкование смысла закона сохранения и превращения энергии: «Если все первоначальные силы суть силы движущие и, следовательно, все одинаковой природы, то все они могут быть измеряемы одной

1 Гельмгольц Г. О сохранении силы. М., 1922. С. 7.

2 Гельмгольц Г. О цели и об успехах естествознания // Философия науки. Естественно-научные основы материализма. Ч. 1. Физика. Вып. 1. М.-ИГ., 1923. С. 48.

3 Там же. С. 50—51.

мерой, именно мерой механических сил. А что это на самом деле так, можно считать уже доказанным. Выражающий это закон известен под именем закона сохранения силы»¹. Согласно этому закону, как его понимает Гельмгольц, «все силы природы могут быть измерены одною и той же механической мерой: все они в отношении работоспособности эквивалентны чисто механическим силам. В этом заключается первый значительный шаг по пути к разрешению обширной теоретической задачи — свести все явления природы к движению»².

Нетрудно видеть, что возможность установления механического эквивалента для различных видов энергии сама по себе не служила доказательным достаточным аргументом в пользу механистического истолкования их сущности. Это ясно осознавали уже в то время и Майер, и ряд других исследователей. Так, в популярной книге «О соотношении физических сил» английский физик В. Грове (Гров, как иногда транскрибируют его фамилию. — И. А.), будучи сам сторонником механистического мировоззрения, гораздо более осторожен по сравнению с Гельмгольцем в провозглашении его обязательности, ограничиваясь только экспериментально установленными фактами. Он писал, в частности: «Положение, которое я имею в виду доказать в этом сочинении, состоит в том, что различные состояния материи, составляющие главный предмет опытной физики, то есть теплота, свет, электричество, магнетизм, химическое сродство и движение находятся все в соотношении и взаимной зависимости между собой; так что ни одно из них, взятое отвлеченно, не может быть названо существенной причиной других, но каждое может... превращаться в любое из остальных. ...Хотя я сильно склоняюсь в пользу мнения, что все поименованные свойства материи будут окончательно сведены к видам движения, и в подтверждение этого мнения привожу много доводов в последующих частях этого сочинения, но в настоящее время отождествлять их с движением — значило бы заходить слишком далеко»³.

Вопрос о соотношении закона сохранения и превращения энергии с механистическим мировоззрением подробно обсуждается в фундаментальном исследовании М. Планка «Прин-

1 Гельмгольц Г. О цели и об успехах естествознания. С. 51.

2 Там же. С. 54.

3 Грове В. Соотношение физических сил. СПб., 1865. С. 14—15.

цип сохранения энергии» (1887). Соображения, высказанные им в различных местах указанной работы¹, Планк резюмирует следующим образом: «...Мне кажется, что можно было бы с большим правом считать, что принцип сохранения энергии является опорой механического миропонимания, чем, наоборот, принять последнее за основу для вывода принципа энергии, так как все же этот принцип обоснован более надежно, чем положение, хотя и правдоподобное, что всякое изменение в природе может быть сведено к движению. В бесчисленных решающих случаях правильность принципа сохранения энергии уже доказана, между тем как основания, которые можно привести в пользу механической теории, по крайней мере, поскольку они покоятся на непосредственном опыте, по большей части (но не исключительно, ср. теорию газов) сводятся к закону сохранения энергии, из которого они, впрочем, ни в коем случае с необходимостью не вытекают... Ибо принцип энергии вполне может существовать без механического миропонимания. Ведь до сих пор напрасно старались свести совокупность электрических и магнитных явлений к простым движениям, а что касается органического мира (на который мы можем и должны распространить доказательство принципа сохранения энергии), то для него нельзя показать и следа такой возможности.

...Поэтому мне кажется, что в лучшем соответствии с эмпирическим, столь блестяще испытанным характером нашего современного естествознания будет рассмотрение механического мировоззрения в качестве наиболее возможной и наиболее вероятной цели исследования, чем поспешное предвосхищение еще недостаточно установленного результата с целью сделать его исходным пунктом доказательства как раз такого положения, всеобщая справедливость которого гораздо надежнее каких-либо других законов всего естествознания.

Большое практическое значение механического мировоззрения от такого рассмотрения совершенно не уменьшается; последнее указывает нам направление, в котором должно двигаться исследование, потому что вопрос о допустимости этой теории может решаться только путем опыта. Поэтому следует использовать все доступные только средства, чтобы с крайней последовательностью провести механическое воззрение во

¹ Планк М. Принцип сохранения энергии. М.-Л., 1938. С. 13, 58—59, 95.

всех областях физики, химии и т. д. И в этом смысле направленное к этому стремление имеет принципиальное значение, тем более что оно уже привело к блестящим результатам. Но все же имеется большое различие в том, должна ли гипотеза рассматриваться в качестве вероятной, или же она ставится во главу такой дедукции, о которой здесь идет речь»¹.

Из слов Планка ясно видно, что в последней четверти XIX в. механика перестала рассматриваться как априорно необходимая основа физического и вообще естественнонаучного понимания природы — по крайней мере, в глазах физиков. Оставаясь конечным регулятивным принципом и будучи желательным и весьма вероятным для подавляющего большинства ученых, механистическое мировоззрение должно было на практике подтвердить свои содержательно-методологические претензии. Существенно, что практика такого подтверждения должна была носить теоретически-методологический характер. Для фактического теоретического обоснования действительности механистического мировоззрения надлежало построить конкретные механические модели для всех физических явлений на единообразной основе. Но, как известно, этого не случилось².

Главным препятствием на пути эмпирико-методологической реализации механистического мировоззрения оказались электромагнитные явления. Эрозия механистического варианта физической картины мира в связи с попытками построения «механики эфира», постепенный переход к электромагнитной картине природы достаточно подробно проанализирован в работе Р. Мак-Кормака³. И хотя отдельные рецидивы механицизма сохранялись еще долго, уже в первое десятилетие XX в. он перестал быть главенствующей методологической стратегией на переднем крае развития физики.

Механика и химия

В начале XIX в. области физического и химического исследования еще не были четко отделены друг от друга. Химия,

1 Планк М. Принцип сохранения энергии. С. 136—137.

2 Алексеев И. С. Единство физической картины мира как методологический принцип // Методологические принципы физики. М., 1975. С. 140.

3 McCormack R. H. A. Lorentz and the electromagnetic view of nature // Isis. 1970. Vol. 61. № 209. P. 459—497.

следуя традиции XVIII в., часто рассматривалась в качестве специфической отрасли физики, что, в частности, нашло свое выражение в классификационной системе Даламбера и Дидро и в совместных калориметрических исследованиях Лапласа и Лавуазье.

От XVIII в. химия получила в наследство и лапласовскую исследовательскую программу, в рамках которой силы химического сродства объяснялись на механистической основе. В 1803 г. французский химик К. Бертолле, один из ближайших идейных соратников Лапласа, выпустил двухтомный «Курс химической статики», на первой же странице которого можно было прочесть: «Силы, вызывающие химические явления, всецело определяются взаимным притяжением между молекулами тел. Этому притяжению было дано название сродства лишь для того, чтобы отличить его от астрономического притяжения. Возможно, что оба этих притяжения представляют собой одно и же свойство»¹. Название труда Бертолле также говорит само за себя.

Разработка количественного подхода к изучению химических явлений, пронизывающая всю химию XIX в., настоятельно потребовала уточнения понятий «атом», «молекула» и «эквивалент», фигурировавших в объяснении химических соединений и химических реакций. Такое уточнение, однако, затянулось на несколько десятилетий. Внедрение в химию атомно-молекулярной гипотезы, начатое Дж. Дальтоном² и продолженное А. Авогадро³ и Я. Берцелиусом⁴, сопровождалось довольно значительным разнообразием в употреблении и трактовке вышеуказанных понятий при объяснении стехиометрических законов объемных и весовых соотношений компонентов в соединениях. Только после разработки кинетической теории вещества, на I Всемирном химическом конгрессе в Карлсруэ (1860 г.) в основном благодаря усилиям С. Канинциаро, было достигнуто относительное единодушие в понимании смысла понятия молекулы как сущности химических явлений и четкого отграничения этого понятия от понятия атома и эквивалента⁵.

1 Цит. по: Fox R. The rise and fall of Laplasian physics. P. 98.

2 См.: Кедров Б. М. Атомистика Дальтона. М.-Л., 1949.

3 См.: Быков Г. В. Амедео Авогадро. М., 1970.

4 См.: Соловьев Ю. И., Куринной В. И. Якоб Берцелиус. М., 1980.

5 См.: Фаерштейн М. Г. История учения о молекуле в химии. М., 1961.

По мере развития и дифференциации конкретных исследований в области теоретической химии ее связь с механикой все больше стала опосредствоваться физическими представлениями. Разрабатывая вслед за К. Бертолле учение о химическом равновесии, одной из главных целей которого было установление законов действия сил химического сродства, К. Гюльдберг и П. Вааге методологически ориентировались на механику. «В химии, как и в механике, — писали они, — наиболее естественным методом будет определение сил в их состоянии равновесия»¹. Ими был сформулирован закон действующих масс, причем учет атомно-молекулярных представлений позволил перейти от трактовки химического равновесия на основе этого закона в духе статики к динамическому объяснению равновесия. Согласно последнему, как указывали Гюльдберг и Вааге, для понимания равновесия противоположных реакций «недостаточно простого предположения о силах притяжения между веществами и их составными частями... Необходимо принять во внимание *движение атомов и молекул*... Состояние равновесия, которое наступает при такого рода химических процессах, *есть состояние подвижного равновесия*, так как одновременно имеют место две противоположные химические реакции»².

Поиски количественной меры химического сродства интенсивно разрывались в области термохимических исследований. Еще до открытия закона сохранения и превращения энергии один из основоположников термохимии Г. Гесс в 1839 г. утверждал, что «чем прочнее образующиеся соединения, тем больше выделяется тепла. Это позволяет надеяться, что точные измерения количества тепла дадут нам относительную меру сродства и приведут нас к раскрытию его законов»³. Дальнейшее развитие термохимии, уже на основе закона сохранения и превращения энергии, привели к выдвижению принципа максимальной работы. Один из его создателей М. Бертло стремился преобразовать всю химию, сведя ее к рациональным понятиям, опирающимся на основные законы механики. В 1879 г. он опубликовал двухтомный курс «Очерк химической механики, основанной на термохимии»⁴.

1 Цит. по: История учения о химическом процессе. М., 1981. С. 66.

2 Цит. по: ук. соч. С. 67.

3 Гесс Г. Термохимические исследования. М., 1958. С. 12.

4 См.: История учения о химическом процессе. С. 26.

Ориентация на механистический методологический идеал отчетливо обнаруживается у творца теории химического строения А. М. Бутлерова. Считая, что истинная химическая теория «будет математической теорией силы, называемой нами химическим сродством»¹, он признавал, что пока «мы не знаем той связи, которая существует внутри сложной частицы между взаимным химическим действием атомов и их механическим размещением»², вследствие чего в химии «мы еще далеки от совершенства теорий механических»³. Опираясь на представление о том, что каждый химический атом, входящий в состав тела, принимает участие в образовании этого последнего и действует здесь определенным количеством химической силы (сродства), Бутлеров назвал химическим строением «распределение действия этой силы, вследствие которого химические атомы, посредственно или непосредственно влияя друг на друга, соединяются в химическую частицу»⁴. Химическое строение он отличал от пока неизвестного пространственного расположения атомов в молекуле, проводя на этом основании различие между химическими и физическими атомами⁵.

Считая, что атомам присущ «необъятный запас движения», мерой которого является химическая энергия, Бутлеров замечает: «Само собою разумеется, что ближе мы не знаем еще рода движения, составляющего запас химической энергии, — но мы не сомневаемся, что это движение атомам присуще, и то, что мы называем процессом химического соединения, есть изменение в состоянии этого движения»⁶. Поэтому свою собственную теорию химического строения он рассматривал лишь как временный способ объяснения в химии, обладающий, как сказали бы философы, только относительной, но отнюдь не абсолютной истиной. «Само собой разумеется, — писал Бутлеров в 1879 г., — что когда мы будем знать ближе натуру химической энергии, самый род атомного движения, — когда законы механики получают и здесь приложение, тогда учение о химическом строении падет, как падали прежние химические теории, но, подобно большинству этих тео-

1 Бутлеров А. М. Сочинения. Т. 1. М., 1953. С. 37.

2 Там же. С. 70.

3 Там же. С. 383.

4 Там же. С. 70.

5 Там же. С. 102—103.

6 Там же. С. 372.

рий, оно падет не для того, чтобы исчезнуть, а для того, чтобы войти в изменном виде в круг новых и широких воззрений»¹.

Пожалуй, наиболее отчетливо кинетически-механистический идеал химической науки выражен Бутлеровым во «Введении к полному изучению органической химии» (1864). Там он пишет: «Фактическая связь между химизмом, теплотою, светом и другими проявлениями деятельности материи очевидна: что свет есть движение, это гипотеза, доросшая ныне почти до степени непреложной истины; что теплота — движение, это сделалось более чем вероятно с тех пор, как возникла механическая теория тепла, и, может быть, не ошибется тот, кто назовет движением все явления химизма. Если наступит время, которое уяснит причинную связь между всеми видами этого движения, то явления химизма получат свою механическую теорию, — теорию в полном смысле слова, — и, заняв свое место в науке, как определенная часть стройного целого, теория эта, наравне с другими частями — теориями другого рода движений, подчинится математическому анализу»².

Подробный анализ механистических идеалов в трудах Д. И. Менделеева проделан Ю. И. Соловьевым, отметившим, что, «пожалуй, никогда идеал механики не воодушевлял так химиков, как в 1860—1880 гг. Химики неизменно владело чувство, что созданные ими теории и открытые законы — это только первоначальные разработки, составные части будущей всеобъемлющей механической теории строения и движения вещества»³. Эта мысль обосновывается многочисленными выдержками из работ Д. И. Менделеева и других химиков.

Уже в начале своего творческого пути Менделеев был уверен, что «должно настать время, когда химическое сродство будет рассматриваться как механическое явление»⁴. Он ожидал, что в химии должен будет появиться свой Ньютон, который «в химическом строении вещества найдет основные законы механики невидимых движений вещества проще и скорее, чем в физических (электрических, тепловых, световых) явлениях»⁵. В своей итоговой статье 1871 г. «Периоди-

1 Бутлеров А. М. Сочинения. Т. 1. С. 383.

2 Бутлеров А. М. Сочинения. Т. 2. М., 1953. С. 45.

3 Solovov Yu. Mechanicism and chemism as reflected in works of Dmytry Mendeleev // The history of science: Soviet research. Vol. 1. М., 1985. P. 121.

4 Ibid. P. 107.

5 Ibid. P. 109—110.

ческая законность химических элементов» Менделеев писал: «Сравнение элементов по их атомному весу может притом перевести химические о них сведения на почву механических знаний»¹.

Ю. И. Соловьев указывает, что, хотя в Фарадеевской лекции 1889 г. и в предисловии к «Истории химии» Э. Мейера Менделеев высказал ряд мыслей о качественной специфике химических явлений, они не получили у него дальнейшего развития. Он продолжал видеть в механике образец для химической науки².

Антимеханические тенденции в химии XIX в. находили свое выражение в представлении о специфической «жизненной силе», ответственной за образование органических соединений. Одно время подобного рода взгляды разделялись Я. Берцелиусом³ и рядом других химиков. В русле антимеханицизма развивалось и энергетическое направление в физике и химии, наиболее видным защитником которого был В. Оствальд. Но эти направления не получили широкого распространения. Магистральной методологической линией построения теоретической химии продолжала оставаться ориентация на механику.

Эта ориентация четко обнаруживается у Я. Вант-Гоффа, основоположника стереохимии и автора «Очерков по химической динамике». В 1896 г., ретроспективно обозревая свой творческий путь, он говорил: «В 1870-х годах казалось твердо установленным, что химия свое глубокое математическое обоснование может получить лишь через атомную механику, и мои первые попытки соединить химию и математику лежат в области атомной механики. Моя попытка к развитию или, вернее, к обоснованию пространственно-молекулярной формулы специально для углеродистых соединений находится в этой плоскости, но, как часто случается, главный результат лежал не в направлении опыта, и, таким образом, из положения атома в пространстве развилась не атомная механика, а стереохимия... Однако ясно, что мост между химией и математикой стоит в совершенно иной плоскости, а именно: его перебрасывает механическое учение о теплоте и отчасти ки-

1 Менделеев Д. И. Периодический закон. М., 1958. С. 104—105.

2 Solovyov Yu. Mechanicism and chemism... P. 119.

3 Соловьев Ю. И., Куриной В. И. Якоб Берцелиус. С. 181—183.

нетическая теория...»¹.

В последний год XIX в. Вант-Гофф выступил с речью «Развитие точных естественных наук в девятнадцатом веке». Отметив, что на протяжении этого столетия механика превратилась из науки о силе и движении в науку о работе, или энергии, он указал, что «сущность закона сохранения энергии лежит в основных уравнениях механики»². Саму механику, входящую, по его мнению, в состав «основных наук математики», Вант-Гофф рассматривал как образец совершенства, определенно заявляя, что в физике «все научные приобретения XIX в. можно приурочить к той основной мысли, что все, происходящее в природе, объясняется чисто механическими явлениями движения и проявлениями силы»³. Между физикой и химией, по его мнению, почти невозможно провести границы, чего и следовало ожидать «согласно нашему общему (механическому) воззрению на явления природы»⁴.

Надо заметить, что к тому времени механистическая программа обоснования физики в самой физике стала уже не такой популярной, и в том же 1900 г., в котором Вант-Гофф произнес свою речь, В. Вин выдвинул программу полностью электромагнитного обоснования механики⁵. В этой связи показательно, что спустя всего три года С. Аррениус закончил свою Нобелевскую речь уже в духе электромагнитной картины природы. Рассказывая о своей теории электролитической диссоциации, он заметил, что эта теория «показала также, что в мире химии огромную роль играют электрически заряженные атомы или группы атомов. Общей тенденцией научных исследований является признание ими важности электрических процессов как наиболее сильных факторов в явлениях природы. Продвижение в этом направлении идет сейчас очень быстро. Мы уже знакомы не только с развитием электронной теории Дж. Дж. Томсона, в которой материя сводится к мельчайшим частицам, но и с успешными попытками объяснения материи простым проявлением электрических взаимодействий...»⁶.

1 Цит по: Добротин Р. Б., Соловьев Ю. И. Вант-Гофф. М., 1977. С. 32.

2 Цит. по: ук. соч. С. 247.

3 Цит. по: ук. соч. С. 249.

4 Цит. по: ук. соч. С. 248.

5 *McCormack R. H. A. Lorentz and the electromagnetic view of nature.* P. 477.

6 Цит. по: История учения о химическом процессе. С. 425.

К ПРЕДЫСТОРИИ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ*

Закон, о котором М. Планк доложил 19 октября 1900 г. на заседании Немецкого физического общества, представлял собой, по его собственным словам, одно из улучшений спектрального уравнения Вина. Изменению вида формулы спектрального распределения энергии излучения абсолютно черного тела в работах Планка исторически и логически предшествовало улучшение вывода закона Вина, т. е. изменение способа получения этой формулы. Поэтому представляется целесообразным сначала сравнить способы вывода закона Вина у его автора и у Планка, поскольку именно модификация планковского, измененного способа вывода закона Вина привела сначала к изменению вида самого закона Вина, а затем — после изменения подхода к обоснованию — к появлению представлений о квантах — первому шагу в истории квантовой теории¹.

Основной задачей теории теплового излучения было получение формулы для распределения энергии излучения по длинам волн (или по частотам) в спектре излучения абсолютно черного тела в зависимости от температуры. Поскольку уже в самой постановке задачи требовалось связать между собой электродинамические и термодинамические характеристики, ее решение неминуемо должно было представлять собой деятельность по согласованию основных представлений термодинамики и электродинамики, которые были развиты независимо друг от друга. Согласование это шло в направлении приписывания термодинамических характеристик (температуры и энтропии) излучению, что было отнюдь не простым делом, иногда встречавшим категорические возражения.

Так, например, когда в 1893 г. Б. Б. Голицын представил диссертацию, одна из глав которой была посвящена обсуждению связи энергии излучения с температурой, его идеи вызвали резкий протест А. Г. Столетова, который утверждал, что распространение понятия температуры на энергию световых

* Вопросы истории естествознания и техники. 1981. № 2. С. 77—84.

1 Предыстория планковского закона излучения как в теоретическом, так и в экспериментальном аспектах подробно исследована в монографии: *Kangro H. Vorgeschichte des planckschen Strahlungsgesetze*. Wiesbaden, 1970. См. также: *Schöpf H. Von Kirchhoff bis Planck*. Б., 1978; *Kuhn T. Black-body theory and the quantum discontinuity*. 1894—1912. Oxford, 1978.

волн в пустом пространстве недопустимо¹, и встретил в этом вопросе безусловную поддержку патриарха физики XIX столетия лорда Кельвина². Основанием для возражений было то, что Столетов понимал температуру исключительно как «живую силу нестройных движений», т. е. связывал применимость понятия температуры с неупорядоченностью теплового движения, в то время как электромагнитные волны он считал упорядоченными, т. е. «стройными» движениями³. Даже в 1900 г. Планк сетовал, что «все же имеются еще физики, защищающие точку зрения, согласно которой следует говорить не о температуре теплового луча самого по себе, а только о температуре излучающего тела»⁴. Аналогичные сомнения высказывались и по поводу применимости к излучению понятия энтропии. Тот же лорд Кельвин оспаривал это вплоть до своей смерти⁵.

Для Вина и Планка, однако, возможность термодинамического рассмотрения теплового излучения и, следовательно, приписывания ему температуры и энтропии не вызывала никаких сомнений. Оба они основывали свои теоретические рассуждения на том простом факте, что при обмене излучением тел с различной температурой их температуры выравниваются, т. е. достигается состояние теплового равновесия между телами и излучением, которое, как показал Кирхгоф еще в 1859 г., не зависит от природы тел, обменивающихся излучением. Поскольку равновесное состояние отвечает максимуму энтропии и одинаковой температуре, то, если предполагать универсальную применимость законов термодинамики, не остается ничего иного, как распространить понятия температуры и энтропии также и на излучение, что и было сделано Вином в 1894 г.⁶ и Планком в 1898 г.⁷

Несмотря на то, что Вин и Планк отправлялись в своих работах от одних и тех же исходных предпосылок и, таким образом, придерживались одной и той же программы иссле-

1 Голицын Б. Б. Избранные труды. Т. 1. М., 1960. С. 223.

2 Там же. С. 224.

3 Там же. С. 222.

4 Планк М. Избранные труды. М., 1975. С. 235.

5 Wien W. Aus der Welt der Wissenschaft. Leipzig, 1921. S. 142.

6 Wien W. Temperatur und Entropie der Strahlung // Annal. Phys. 1894. B. 52.

7 Planck M. Über irreversible Strahlungsvorgänge, 4. Mitteilung // Sitzungsberichte Preiss. Acad. Wiss., 1898.

дований в области теории теплового излучения, способы реализации этой программы были у них существенно различными. Это, в частности, проявилось и при выводе ими закона распределения энергии в спектре излучения абсолютно черного тела, которое соответствовало состоянию теплового равновесия.

Рассмотрим сначала подход Вина, которому в 1896 г. первому удалось теоретически вывести закон распределения энергии излучения абсолютно черного тела, сразу же получивший его имя¹.

Первоначально Вин надеялся получить закон распределения энергии, рассматривая равновесное излучение как самостоятельный объект исследования, не принимая во внимание то, что оно испускается и поглощается телами, т. е. не включая в сферу анализа обмен энергией между излучением и телами, находящимися с ним в равновесии. Именно таким способом он вывел в 1893 г. «закон смещения», который позволял вычислить для теплового излучения черного тела изменение его распределения по длинам волн в зависимости от изменения температуры. Этот закон был получен методом мысленного эксперимента с помощью чисто термодинамических соображений, примененных к излучению, рассматривавшемуся независимо от источников — «без привлечения специальных гипотез», как не без гордости подчеркивал Вин. Однако само распределение энергии по длинам волн на этом пути получить не удавалось, несмотря на убежденность Вина в том, что «согласно природе вещей зависимость интенсивности от длины волны должна полностью определяться свойствами самого излучения, поскольку она зависит только от температуры, но не от специфических свойств отдельных тел»².

Еще раз подчеркнув, что излучение черного тела соответствует состоянию теплового равновесия, т. е. максимуму энтропии, Вин указал далее, что закон распределения энергии в спектре излучения черного тела можно было бы получить, если бы был известен какой-то физический процесс, осуществляющий изменение длины волны без затраты работы и без поглощения энергии в смысле увеличения энтропии. По-

1 *Wien W. Über die Energievertheilung im Emissionspectrum eines schwarzen Körpers // Annal. Phys.* 1896. B. 58.

2 *Ibid.* P. 662.

сколько же такой процесс придумать не удавалось даже в форме мысленного эксперимента, Вин с явным сожалением замечает, что закон распределения энергии невозможно получить, не прибегая к гипотезам, т. е. не вводя определенных модельных предположений об источниках излучения и о связи их характеристик с характеристиками излучения. Далее, используя в качестве отправной гипотезы «счастливую догадку» русского физика В. А. Михельсона, в 1877 г. предположившего, что излучение черного тела испускается молекулами, для которых справедлив максвелловский закон распределения по скоростям, Вин приступил к выводу явного выражения для закона распределения энергии излучения по длинам волн.

Как показывает анализ рассуждений Вина в процессе вывода этого закона, эти рассуждения никак не могут рассматриваться в плане реализации намеченной им программы. Согласно этой программе, закон излучения следовало выводить из условия максимума энтропии, соответствовавшего состоянию теплового равновесия, характерного для излучения черного тела. Однако при выводе закона понятие энтропии совершенно не фигурировало.

Опираясь на самые общие предположения о связи длины волны излучения со скоростью излучающих молекул (т. е. вводя дополнительную гипотезу) и на положение кинетической теории газов о связи абсолютной температуры со средней энергией движения молекул, Вин сначала преобразовал формулу максвелловского распределения молекул по скоростям в формулу для распределения энергии излучения по длинам волн, в которую входили две неизвестные функции, а затем получил явные выражения для этих функций. Одна из них была определена Вином с помощью его закона смещения, а другая — с помощью закона Стефана—Больцмана, устанавливавшего зависимость энергии полного излучения черного тела (на всех длинах волн) от температуры. В итоге искомый закон выразился формулой, в которую входили две неизвестные постоянные, значения которых должны были устанавливаться эмпирически.

Сам Вин расценивал свой вывод довольно критически, считая, что использование модельных гипотез делает теоретическое обоснование ненадежным¹, поскольку приходится

1 *Wien W. Über die Energievertheilung...* P. 663.

прибегать к дополнительным частным предположениям о природе источников излучения и о связи характеристик источников с характеристиками излучения, а не рассматривать излучение в общем виде, вне зависимости от источников, как это было им сделано при выводе «закона смещения» и Больцманом при выводе закона Стефана. Последние выводы Вин квалифицировал как «чисто термодинамические», хотя в них понятие энтропии также не использовалось явным образом. «Термодинамичность» этих выводов обеспечивалась другим путем: и Вин, и Больцман опирались в своих рассуждениях на второе начало термодинамики в его качественной формулировке — как запрета перехода тепла от холодного тела к горячему без совершения работы.

Привлечение закона Максвелла к выводу формулы Вина не удовлетворяло, как мы видели, даже самого автора этой формулы. Поэтому не следует удивляться, что Планк подошел к выводу закона Вина по-другому, стремясь основывать свои рассуждения исключительно на термодинамике и электродинамике и не прибегать к статистической механике, как это был вынужден сделать Вин. Хотя Планк нигде прямо не критиковал вывод Вина, в следующих его словах явственно чувствуется оттенок превосходства: «Г-н Вин вывел свой закон на основе известных предположений о числе содержащихся в единице объема центров излучения и о скорости их движения; в развиваемой здесь теории эти величины не играют никакой роли, но закон появляется как неизбежное следствие принятого... определения энтропии излучения»¹, т. е. «чисто термодинамически», как сказал бы Вин. Таким образом, оказалось, что программа, намеченная Вином, была реализована не им самим, а Планком.

Как и Вин, Планк стремился осмыслить второе начало термодинамики в его применении к тепловому излучению в чисто электромагнитном плане. Но подход Вина был чересчур прямолинейным — он считал, что излучение должно рассматриваться вне зависимости от его взаимодействия с источниками. Для Планка же понимание явлений испускания и поглощения теплового излучения было необходимым отправным пунктом исследования — причем понимание именно как электромагнитных процессов. Поэтому в качестве источни-

¹ Планк М. Избранные труды. С. 229.

ков излучения Планк, руководствуясь соображениями простоты¹, выбрал элементарные гармонические осцилляторы, которые, как он считал, «можно полагать находящимися в какой-то взаимосвязи с... атомами излучающих тел»², т. е. рассматривать как модели атомов, полностью описываемые электродинамически.

Резонно задать вопрос — чем же отличается введение осцилляторов Планком от введения молекул Вином? Не следует ли расценивать шаг Планка тоже как типичную гипотезу *ad hoc*, нарушавшую последовательность рассуждений? Остановимся на этом вопросе более подробно.

С одной стороны, если принять во внимание закон Кирхгофа, согласно которому тепловое равновесие излучения с излучающими и поглощающими телами рано или поздно устанавливается для любых тел, причем характеристики равновесного излучения не зависят от природы этих тел, то гипотезы Вина и Планка относительно природы источников излучения имеют как будто бы одинаковый логический статус и обе кажутся допустимыми. Однако следует учесть, что механизм взаимодействия излучения с молекулами был совершенно неизвестен — поэтому даже весьма общее предположение Вина о зависимости длины волны излучения только от скорости молекул носило характер произвола. К тому же Вин учел в этой дополнительной, ни на чем не основывающейся гипотезе только излучение молекул, совершенно не принимая во внимание поглощение излучения молекулами, наличие которого было обязательно для теплового равновесия. Вообще же говоря, было отнюдь не очевидно, что излучающие и поглощающие молекулы, находящиеся в тепловом равновесии с излучением, будут также подчиняться закону распределения Максвелла, выведенному в рамках механики без учета взаимодействия молекул с излучением. Все это говорит отнюдь не в пользу гипотезы Вина.

Что же касается Планка, то приняв лишь однажды, что источниками излучения являются линейные гармонические осцилляторы, он тем самым встал на твердую почву электродинамики, где уже была подробно разработана теоретическая модель взаимодействия излучения с осцилляторами, в кото-

1 Планк М. Избранные труды. С. 236.

2 Там же. С. 191.

рой учитывалось не только испускание, но и поглощение излучения. Это позволило ему сразу же получить уравнение для баланса энергии, излучаемой и поглощаемой осциллятором в произвольном поле излучения¹.

Следующим важным отличием подхода Планка от подхода Вина к разработке их общей программы был гораздо более глубокий анализ структуры теплового излучения и явный теоретический учет экспериментальных возможностей измерения его характеристик. У Вина излучение характеризовалось только длиной волны и интенсивностью (энергией). У Планка же наряду с этими параметрами фигурировали также амплитуда и фаза, которые описывали структуру излучения гораздо более подробно, но не допускали непосредственного сравнения с результатами опыта. Поэтому Планк вводит и обосновывает различие между быстро изменяющимися (к ним принадлежит, в частности, амплитуда колебаний поля излучения) и медленно изменяющимися величинами (к ним относились энергия осциллятора и интенсивность возбуждающего его колебания). По его собственным словам, «это различие важно здесь в физическом отношении постольку, поскольку в дальнейшем мы будем полагать непосредственно измеряемой только медленную зависимость от времени. Тем самым мы приближаемся к условиям, фактически имеющим место в оптике и в теории теплового излучения. Наша задача будет, следовательно, заключаться в том, чтобы установить соотношения исключительно между медленно изменяющимися величинами, ибо только они одни допускают возможность сравнения с результатами опыта»².

Эти слова Планка методологически можно квалифицировать как явное использование одного из вариантов принципа наблюдаемости, требующего основывать теорию на непосредственно наблюдаемых (измеримых) величинах. Но, как известно, в теорию входят не только наблюдаемые, но и ненаблюдаемые величины, причем общего правила, позволяющего установить связь между ними, не существует. Дальнейшие шаги Планка имеют целью прояснить вопросы, касающиеся конкретного механизма соотношения наблюдаемых и ненаблюдаемых величин в решении задачи о взаимодействии осциллятора с полем излучения.

1 Планк М. Избранные труды. С. 197.

2 Там же. С. 201.

Пока что Планк получил в качестве непосредственно измеряемых величин только полную интенсивность (энергию) возбуждающего колебания (на всех частотах) и энергию осциллятора (определенной частоты). Эти величины, однако, не находились в общем случае в простой взаимосвязи друг с другом, так как энергия осциллятора зависела не только от полной интенсивности возбуждающего его излучения, но и от специальных свойств этого излучения — в частности, от спектрального распределения его интенсивности по частотам. Поэтому следующий шаг Планка состоял во введении понятия интенсивности определенной частоты, содержащейся в полной интенсивности, и обосновании наблюдаемости этой величины¹.

Но и после этого электродинамическую часть исследования Планка нельзя было считать завершенной. Планк ясно осознавал, что интенсивность колебания определенной частоты, содержащегося в возбуждающем колебании, даже если она известна для всех моментов времени, еще не определяет энергию подвергнутого этому колебанию осциллятора той же частоты. Частота зависит не только от интенсивности, но и от ее распределения по колебаниям той же частоты, с различными амплитудами и фазами, которые представляют собой быстро меняющиеся, т. е. ненаблюдаемые величины. В результате перед Планком возникла дилемма — либо вообще отрицать существование общей зависимости между медленно меняющимися величинами — энергией осциллятора и интенсивностью излучения определенной частоты, либо перекинуть мост над возникшей пропастью посредством введения «новой гипотезы»². Опираясь на опытные данные, он выбрал вторую альтернативу и ввел гипотезу «естественного излучения». С математической точки зрения, эта гипотеза состояла в усреднении по ненаблюдаемым амплитудам и фазам, а с физической — в предположении о полной нерегулярности распределения энергии по парциальным колебаниям различных амплитуд и фаз, входящих в состав излучения с определенной частотой. Тем самым ненаблюдаемые величины, усредняясь, приводили к наблюдаемым. В итоге Планк получил возможность записать уравнение, связывающее только наблюдаемые

1 Планк М. Избранные труды. С. 203—204.

2 Там же. С. 207.

величины — энергию резонатора и интенсивность излучения определенной частоты, решив которое, он получил выражение для зависимости энергии осциллятора от интенсивности (энергии) излучения, допускающее проверку на опыте.

Замечательно, что гипотеза «естественного излучения» не только обеспечивала выполнение требований принципа наблюдаемости, но и давала основу для применения к излучению методов термодинамики. Вводя нерегулярность (беспорядок) в электромагнитные явления, эта гипотеза ликвидировала логическое противоречие между обратимостью элементарных процессов электродинамики, описываемых уравнениями Максвелла, и необратимостью процессов передачи тепла с помощью излучения. Как специально подчеркивал Планк, в этом отношении гипотеза естественного излучения играет ту же роль, что и Больцмановская гипотеза о «молекулярном беспорядке», разрешающая противоречие между обратимостью законов механики и необратимостью тепловых процессов, рассматриваемых с позиций механической теории теплоты¹.

Далее Планк получил электродинамическую характеристику стационарного состояния системы, состоящей из осцилляторов (резонаторов) и излучения в виде уравнения, непосредственно связывавшего интенсивность (энергию) излучения с энергией резонатора для определенной частоты². Опираясь на него, он получил возможность вместо исследования характеристик излучения исследовать поведение резонатора, т. е. пошел по пути, противоположному тому, которым стремился идти Вин, желавший исключить из рассмотрения источники излучения.

Дальнейшие шаги Планка представляют собой построение алгоритма, с помощью которого, зная выражение для энтропии осциллятора, можно было вычислить функцию, описывавшую распределение энергии излучения по длинам волн в спектре абсолютно черного тела в зависимости от температуры, т. е. решить основную задачу теории теплового излучения. Рассмотрим этот алгоритм подробнее.

Прежде всего Планк определил энтропию отдельного резонатора в зависимости от его частоты и энергии в виде выражения, в которое входили две универсальные положитель-

1 Планк М. Избранные труды. С. 195.

2 Там же. С. 215, 223.

ные постоянные, чьи значения могли быть установлены эмпирически¹. В этом пункте Планк кардинально расходился с Вином. Вин считал обязательным рассмотрение большого количества центров излучения в качестве существенного условия для обеспечения «беспорядочности», в то время как Планк сумел «ввести беспорядок» для одного единственного осциллятора, постулируя своей гипотезой о «естественном излучении» полную нерегулярность распределения энергии излучения (а, значит, и энергии осциллятора) по парциальным колебаниям, различающимся амплитудами и фазами даже для определенной частоты².

Далее Планк, учитывая связь энергии резонатора и интенсивность излучения, находящегося с ним в равновесии, определил выражение для энтропии излучения и показал, что суммарная энтропия системы, состоящей из осцилляторов и излучения, действительно возрастает, как это и должно быть согласно второму началу термодинамики³.

Следующим шагом Планка было введение электромагнитного понятия температуры для осциллятора и излучения. Этот шаг состоял в использовании известного термодинамического соотношения, согласно которому температура является интегрирующим делителем, превращающим приращение теплоты (в данном случае — энергии излучения) в полный дифференциал — дифференциал энтропии. Иными словами, обратная температура была равна производной энтропии по энергии, так что, имея выражение для энтропии осциллятора, Планк легко смог получить выражение для его температуры⁴.

Остальное было делом чистой алгебры. Сначала Планк выразил энергию осциллятора через температуру⁵, а затем, используя установленное соотношение между энергией осциллятора и интенсивностью излучения, получил искомое выражение для распределения интенсивности равновесного теплового излучения (излучения черного тела) по частотам в зависимости от температуры⁶. Пересчет этого распределения в распределение по длинам волн привел Планка к выражению,

1 Планк М. Избранные труды. С. 219.

2 Там же. С. 237—238.

3 Там же. С. 221—223.

4 Там же. С. 224.

5 Там же.

6 Там же.

совпадающему с законом Вина¹. Задача согласования термодинамических и электродинамических представлений применительно к тепловому излучению была решена — Планк осуществил вывод закона Вина, не выходя за рамки термодинамики и электродинамики.

Как уже упоминалось выше, Планк рассматривал полученный им закон Вина как необходимое следствие принятого им определения электромагнитной энтропии. Поэтому вопрос о неизбежности этого закона совпадал для него с вопросом о неизбежности этого определения. Сославшись на безуспешность попыток видоизменения или обобщения выражения для электромагнитной энтропии резонатора, на котором основывался вычислительный алгоритм, Планк пришел к выводу, что данное им определение энтропии, «а тем самым закон распределения энергии Вина является неизбежным следствием применения принципа возрастания энтропии к электромагнитной теории излучения и что поэтому пределы применимости этого закона, если только они вообще существуют, совпадают с пределами применимости второго начала термодинамики»². Так думал Планк в начале 1900 г., подводя итоги своих исследований в обобщающей статье «О необратимых процессах излучения».

В системе рассуждений Планка закон Вина и определение энтропии осциллятора были логически эквивалентны. Более того, хотя в изложении Планка закон Вина был следствием принятого Планком определения энтропии, само это определение фактически было получено как следствие уже известного Планку закона Вина. Планк сначала прошел обратным путем свой вычислительный алгоритм, установив, каким образом конкретно должна быть определена энтропия осциллятора при условии, что распределение интенсивности излучения по длинам волн в зависимости от температуры описывается законом Вина, а потом уже принял это определение в качестве одного из исходных пунктов в своем изложении вывода закона Вина³. То, что закон Вина был уже известен Планку, таким образом, сыграло существенную роль в обес-

1 Планк М. Избранные труды. С. 229.

2 Там же. С. 230.

3 Klein M. Max Planck and the beginning of the quantum theory // Archive for history of exact sciences. 1962. Vol. 1. № 5. P. 463; Jammer M. The conceptual development of quantum mechanics. N. Y., 1966. P. 15.

печении самой возможности его вывода. Можно сказать, что закон Вина телеологически однозначно детерминировал выбор вполне определенного выражения для энтропии осциллятора, которое в противном случае, выглядело бы абсолютно произвольным.

Между тем результаты ряда экспериментов по измерению интенсивности теплового излучения в области длинных волн, выполненных в 1899 г., обнаружили значительные расхождения с законом Вина. Это рассогласование экспериментальных данных с предсказаниями теории побудило Планка всерьез отнестись к возможности того, что закон Вина имеет лишь ограниченную применимость. Он решил «снова рассмотреть, сопоставить и подвергнуть острой критике теоретические предположения, которые привели к вышеупомянутому выражению для энтропии излучения и в которых, во всяком случае, следовало бы что-то изменить, если бы оказалось, что закон распределения энергии Вина не является всеобщим»¹. В работе «Энтропия и температура лучистой энергии», законченной в марте 1900 г., Планк сумел выполнить прямое вычисление энтропии осциллятора и энтропии излучения, которые ранее вводились им по определению, фактически из закона Вина. Теперь же энтропия осциллятора задавалась независимо от закона Вина.

Сначала Планк вычислил, не используя никакого специального предположения относительно конкретного выражения для энтропии осциллятора, изменение этой энтропии, имеющее место, когда находящийся в стационарном поле излучения осциллятор, энергия которого содержит небольшой избыток сверх ее стационарного значения, претерпевает малое изменение энергии в направлении возвращения к состоянию равновесия с излучением. Мерой изменения энтропии оказалась вторая производная энтропии по энергии, которая должна была иметь отрицательный знак, так как энтропия по мере приближения к стационарному состоянию могла только увеличиваться. Поскольку конкретный вид выражения для энтропии был неизвестен, Планк записал ее вторую производную по энергии в виде произвольной положительной функции от энергии, взятой со знаком минус², и заметил, что закон

1 Планк М. Избранные труды. С. 234, 235.

2 Там же. С. 242.

возрастания энтропии будет выполняться при каком угодно виде этой функции. Отсюда он сделал вывод, что «закона увеличения энтропии самого по себе еще недостаточно, чтобы вычислить выражение для энтропии как функции энергии. Для этой цели необходимо более близкое рассмотрение физического значения функции энтропии»¹. Таким образом, утверждение об однозначной связи второго начала термодинамики с законом Вина и соответствующим ему определением энтропии осциллятора, сделанное Планком всего несколькими месяцами ранее, теперь оказывалось неверным, и Планк не преминул прямо заявить об этом.

Конкретное выражение для второй производной энтропии по энергии Планк получил, перейдя в общем виде от рассмотрения изменения энтропии единственного осциллятора к анализу ее изменения для системы большого числа одинаковых осцилляторов, энергия которых независимо испытывает флуктуации, немного отклоняясь от своего стационарного значения. Используя факт аддитивности энтропии осцилляторов, Планк показал, что эта производная, взятая со знаком минус, обратно пропорциональна энергии осциллятора², после чего сначала двукратным интегрированием легко вычислил энтропию осциллятора, а затем, используя алгоритм, построенный в предыдущей работе, получил выражение для функции распределения энергии излучения по частотам в зависимости от температуры, которое совпадало с законом Вина при условии специального выбора вида двух произвольных функций от частоты излучения, входящих в это выражение³.

Существенно новым моментом было введение новой физической величины — второй производной энтропии осциллятора по энергии, которая служила мерой возрастания его энтропии. Именно эта величина теперь стала для Планка исходной в алгоритме вывода закона распределения, в то время как в прежней работе исходной была энтропия осциллятора. Но изменилось не только конкретное содержание исходного пункта алгоритма вывода. Изменился и его логический статус. Если выражение для энтропии ранее вводилось посредством определения (которое было телеологически де-

1 Планк М. Избранные труды. С. 243.

2 Там же. С. 244.

3 Там же. С. 244—245.

терминировано уже известным Планку законом Вина), то выражение для ее второй производной по энергии выводилось теперь из физических соображений независимо от этого закона, что лишало вывод тавтологического характера, какой он имел ранее.

Общее сравнение способов вывода закона Вина у его автора и у Планка показывает явное преимущество планковского подхода. Если у Вина вывод носил характер *ad hoc*, будучи нацеленным только на получение формулы для распределения энергии в качестве единственного результата, то Планк строил общую теорию теплового излучения, в рамках которой закон распределения энергии был лишь одним из возможных результатов.

Наряду с ним было получено множество других, в совокупности образывавших самосогласованную теоретическую систему, основанную на принципах электродинамики и термодинамики, дополненных гипотезой «естественного излучения», связывающей эти принципы. Развивая дальше эту систему в плане ее приспособления к экспериментальным данным, Планк положил начало квантовой теории.

ОТ ЗАКОНА ВИНА К ЗАКОНУ ПЛАНКА*

Как ни велико было убеждение Планка во всеобщей справедливости закона Вина, еще более укрепившееся в результате его теоретических выкладок¹, оно оказалось несостоятельным перед лицом неоспоримых экспериментальных данных, свидетельствовавших о невыполнимости этого закона для длинноволновой части спектра теплового излучения. Начиная свое сообщение на заседании Немецкого физического общества 19 октября 1900 г., Планк со всей определенностью указал на это: «Сообщенные г-ном Курльбаумом на сегодняшнем заседании интересные результаты измерений энергии, выполненных им совместно с г-ном Рубенсом в области

* Вопросы истории естествознания и техники. 1984. № 2. С. 57—60.

1 Алексеев И. С. К предистории квантовой теории // Вопросы истории естествознания и техники. 1981. № 2. С. 77—85; см. также настоящий сборник, с. 352—365.

самых длинных волн спектра, убедительно подтвердили утверждение, первоначально выдвинутое г-дами Луммером и Прингсхеймом на основании их наблюдений, согласно которому закон распределения энергии Вина обладает не всеобщим значением, которое приписывалось ему многими вплоть до последнего времени, а скорее имеет характер не более как предельного закона, чрезвычайно простая форма которого обязана своим происхождением исключительно ограничением областью коротких волн и низких температур»¹.

В этой ситуации перед Планком встала задача получения такой формулы для закона распределения энергии по длинам волн, которая соответствовала бы всем имевшимся в его распоряжении экспериментальным данным. Он успешно решил ее — выведенный им закон распределения, который сразу же стал называться его именем, сохраняет свою эмпирическую справедливость и в наши дни.

Каким же способом Планк вывел свой закон? В литературе иногда можно встретить утверждения, что закон Планка был получен путем интерполяции между законом Вина, справедливым для коротковолновой части спектра теплового излучения, и законом Релея—Джинса, хорошо соответствующим измерениям в области длинных волн². Это выглядит логич-

1 «Die von Hrn. Kurlbaum in der heutigen Sitzung mitgeteilten interessante Resultate der von ihm im Gemeinschaft mit Hrn. Rubens auf dem Gebiete der längsten Spektralwellen ausgeführten Energiemessungen haben die zuerst von den Herren Lummer und Pringsheim auf Grund ihrer Beobachtungen aufgestellte Behauptung nachdrücklich bestätigt, dass das Wien'sche Energieverteilungsgesetz nicht die allgemeine Bedeutung besitzt, welche ihm bisher von mancher Seite zugeschrieben worden war, sondern dass dies Gesetz vielmehr höchstens den Charakter eines Grenzesetzes hat, dessen überaus einfache Form nur einer Beschränkung auf kurze Wellenlängen bei tiefe Temperaturen ihren Ursprung verdankt» (*Planck M. Über eine Verbesserung der Wien'schen Spectralgleichung // Planck M. Physikalische Abhandlungen und Vorträge. Bd. I. Braunschweig, 1958. S. 687*). Ср. перевод В. Я. Френкеля: «Интересные результаты, относящиеся к измерению длинноволновой части спектра излучения, о которых г-н Курльбаум сообщил на сегодняшнем заседании и которые были получены им и г-ном Рубенсом, убедительно подтверждают утверждение Луммера и Прингсхейма, основывающееся на их наблюдениях, что закон распределения энергии в спектре Вина справедлив не всегда, в отличие от того, что представлялось многим вплоть до последнего времени; он скорее носит характер предельного случая, применимого в простой форме лишь в области коротких длин волн и низких температур» (*Планк М. Избранные труды. М., 1975. С. 249*).

2 См., например: *Slater J. Concepts and development of quantum physics. N. Y., 1955. P. 43*.

ным, но ни в какой мере не соответствует исторической действительности — в статьях 1900 г. Планк ни словом не упоминает о работах Релея.

Наиболее распространенной (можно сказать, даже общепринятой) является трактовка истории получения формулы для закона распределения Планка как интерполяции между двумя предельными значениями второй производной энтропии по энергии, одно из которых отвечает коротковолновому участку спектра (область действия закона Вина), а другое — длинноволновому участку¹. Это подтверждается и собственными словами Планка, который именно таким образом рассказывал о выводе своего закона распределения и в своей научной автобиографии², и в Нобелевской речи (1920 г.)³, и в воспоминаниях, специально посвященных истории открытия кванта действия (1943 г.)⁴, прямо квалифицируя свой закон как «счастливо отгаданную интерполяционную формулу»⁵. Поэтому естественно думать, что данная трактовка представляет собой исчерпывающий ответ на вопрос о способе вывода Планком закона распределения, носящего его имя.

Для осуществления интерполяции между предельными значениями второй производной энтропии осциллятора по энергии необходимо было знать конкретный вид зависимости этой величины от энергии в области длинных волн (для области коротких волн эта зависимость определялась на основании закона Вина). В своих воспоминаниях (1943 г.) Планк определенно указывает, что этот вид (обратная пропорциональность второй производной квадрату энергии, а не энергии, как требовал закон Вина) был получен им на основании результатов измерений Г. Рубенса и Ф. Курльбаума, обнаруживших, что для очень больших длин волн интенсивность излучения черного тела линейно зависит от температуры. «Встроив» этот эмпирический результат в свой алгоритм, Планк и получил возможность определить конкретный вид

1 Klein M. Max Planck and the beginning of the quantum theory // Archive for history of exact sciences. 1962. Vol. 1. № 5. P. 464; Jammer M. The conceptual development of quantum mechanics. N. Y., 1966. P. 18; Hermann A. The genesis of quantum theory (1899—1913). Cambridge (Mass.), 1971. P. 13—14.

2 Планк М. Избранные труды. С. 659.

3 Там же. С. 606.

4 Там же. С. 438.

5 Там же. С. 606.

второй производной энтропии осциллятора по энергии для длинноволнового участка спектра¹.

Анализируя этот пункт вывода закона Планка, Г. Кангро приходит к выводу, что, благодаря измерениям Рубенса и Курльбаума, Планк получил конкретное указание на характер зависимости между энергией излучения и температурой для длинных волн. Этот эмпирический факт, конечно же, давал ученому значительно больше, чем утверждения Луммера и Прингсхейма о невыполнимости закона Вина для всего спектра и предложенного ими нового уравнения. Дело в том, что Планк, как справедливо подчеркивает Кангро, в определенном смысле все еще сознательно продолжал придерживаться закона Вина — он не отбросил, а лишь обобщил его благодаря тому, что смог встроить данные о линейной зависимости энергии от температуры в теорию, которая прежде использовалась им для вывода закона Вина².

Кангро, однако, признает, что Планк в октябре 1900 г. явно не указывал в своей статье³ на пропорциональность энергии и температуры. Такое указание, как мы видели выше, содержится в воспоминаниях 1943 г. Интересно заметить в этой связи, что в Нобелевской речи и «Научной автобиографии» Планк, рассказывая о значении опытов Рубенса и Курльбаума для получения закона распределения, излагает (по-видимому, в чисто дидактических целях) логически упрощенную версию определения вида длинноволнового предела, опуская полностью рассуждения о зависимости энергии от температуры и ограничиваясь рассмотрением только зависимости второй производной энтропии осциллятора от энергии⁴.

Но нельзя ли попытаться представить интерполяционную трактовку способа получения Планком «улучшенного закона Вина», взятую в целом, тоже как логически выпрямленное (возможно, в угоду дидактическим требованиям) изложение реального исторического хода событий?

Действительно, в тексте доклада 19 октября 1900 г. Планк нигде не говорит ни слова ни об интерполяции, ни о поведении второй производной в области длинных волн. Ход его

1 Планк М. Избранные труды. С. 438.

2 Kangro H. Vorgeschichte des planschen Strahlungsgesetze. Wiesbaden, 1970. S. 207.

3 Planck M. Über eine Verbesserung...

4 Планк М. Избранные труды. С. 606, 659.

рассуждений целиком и полностью укладывается в рамки алгоритма, который использовался Планком для вывода закона излучения Вина и был подробно описан¹.

Сначала Планк изложил основания, которыми он руководствовался в своих предыдущих работах по термодинамике теплового излучения, неоднократно высказывая утверждения о необходимости и всеобщности закона Вина². Он еще раз указал, что это его утверждение базировалось на непосредственном вычислении бесконечно малого возрастания энтропии системы, состоящей из большого количества одинаковых осцилляторов, находящихся в стационарном поле излучения. Это было по существу повторение аргументов, впервые приведенных в статье «Энтропия и температура лучистой энергии». Поскольку предполагалось, что все осцилляторы одинаковы (точнее, обладают одинаковой энергией), из этого вычисления следовало, что вторая производная энтропии осциллятора по энергии обратно пропорциональна энергии осциллятора. Это уравнение Планк рассматривал как эквивалентное закону Вина, так как разработанный им алгоритм позволял однозначным образом вывести из него этот закон.

Поскольку закон Вина эмпирически оказался не всеобщим, вместе с ним утратило эмпирическую всеобщность и выражение для зависимости второй производной энтропии (по энергии) от энергии. А поскольку это выражение было найдено исходя из предположения, что увеличение энтропии системы резонаторов зависит только от энергии всей системы, но не от энергии отдельных резонаторов, то это предположение в свою очередь также нельзя было уже считать всеобщим.

Установление этого теоретического факта закрывало возможность непосредственно вычислить вторую производную энтропии осциллятора по энергии и тем самым лишало теоретического обоснования прежний конкретный вид этой производной. Осознание этого обстоятельства не оставило для Планка иного выхода, кроме попыток, как он сам выразился,

1 Алексеев И. С. К предистории квантовой теории. См. также настоящий сборник, с. 352—365.

2 «...zur Ansicht von der Allgemeinheit des Wien'schen Gesetzes wurde ich vielmehr durch eine besondere Betrachtung geführt...» (*Planck M. Über eine Verbesserung... P. 687*). Это место переведено «с точностью до наоборот»: «Моя точка зрения о том, что закон Вина существенно ограничен, основывалась...» (*Планк М. Избранные труды. С. 249*).

«приступить к построению совершенно произвольных выражений для энтропии, которые хотя казались и более сложными, чем выражение, соответствующее закону Вина, но все же, так же как и оно, полностью удовлетворяли бы всем требованиям термодинамической и электромагнитной теории»¹. Иными словами, Планк вынужден был вернуться к произвольному выбору исходного пункта в алгоритме перехода от энтропии осциллятора к закону распределения.

Одним из методологических требований, ограничивающих произвол выбора, было для Планка требование простоты: «Среди таким образом установленных выражений, — писал он, — мне особенно бросилось в глаза одно, которое по своей простоте было наиболее близким к выражению Вина и которое, поскольку последнее недостаточно для того, чтобы отобразить данные всех наблюдений, вполне заслуживало более детальной проверки...»².

Дополнительным аргументом в пользу выражения для второй производной энтропии по энергии (которое фактически было предметом обсуждения Планка и продолжало оставаться исходным пунктом его алгоритма), выбранного на основании соображений простоты, было то, что для малых значений энергии оно переходило в выражение, соответствующее закону Вина. Это представляет собой не что иное, как неявное использование еще одного методологического принципа, который впоследствии в явном виде будет сформулирован Бором и получит название принципа соответствия.

Записав в явном виде новое выражение для второй произ-

1 «...ganz willkürlich Ausdrücke für die Entropie zu konstruieren, welche, obwohl complicirter als der Wien'sche Ausdruck, doch allen Anforderungen der thermodynamischen und electromagnetischen Theorie ebenso vollkommen Genüge zu leisten scheinen wie dieser» (*Planck M. Über eine Verbesserung... P. 688*). Ср.: «...приступил к построению полностью произвольных уравнений для энтропии, которые, хотя и выглядели более сложными, чем формула Вина, все же представлялись удовлетворяющими всем требованиям термодинамики и электромагнитной теории» (*Планк М. Избранные труды. С. 250*).

2 «Unter den so aufgestellten Ausdrücken ist mir nun einer besonders aufgefallen, der dem Wien'schen an Einfachkeit am nächsten kommt, und der, da letzter nicht hinreicht, um alle Beobachtungen darzustellen, wohl verdienen würde, daraufhin näher geprüft zu werden» (*Planck M. Über eine Verbesserung... P. 688*). Ср.: «Особенно привлекательно одно из построенных мною выражений, которое почти так же просто, как и формула Вина, и заслуживает рассмотрения, поскольку эта формула недостаточна для того, чтобы охватить всю область наблюдаемых величин» (*Планк М. Избранные труды. С. 250*).

водной энтропии по энергии, Планк, используя свой алгоритм, легко получил закон распределения энергии излучения по длинам волн, не забыв еще раз обратить внимание в самом конце своего сообщения, что выражающая закон формула с точки зрения электромагнитной теории, по его мнению, была самой простой из формул, наиболее близких к формуле для закона Вина¹.

Итак, текст сообщения Планка об улучшении закона Вина не содержит абсолютно никаких указаний на то, что в выборе выражения для второй производной энтропии по энергии сыграла роль интерполяция, основанная на знании явного вида зависимости этой производной от энергии в области длинных волн. Конечно, можно себе представить, что Планк в своей психологической личной действительности мыслил интерполяционно — так, как он впоследствии рассказывал об этом. Оснований не верить ему не имеется. Но даже если это и так, то приходится констатировать, что такой способ его личного мышления по каким-то причинам не нашел выражения в оригинальном тексте его доклада 19 октября 1900 г.

С теоретико-методологической точки зрения, трудно отдать предпочтение одной из двух версий логической реконструкции действительной истории получения Планком его закона распределения. «Интерполяционная» версия привлекательна тем, что демонстрирует определяющую роль эмпирических данных в изменении теоретических представлений и показывает конкретный механизм «встраивания» экспериментальных результатов в теорию. Версия «свободного конструирования» делает акцент на роли методологических принципов (внеэмпирического критерия простоты и интертеоретического принципа соответствия) в выборе исходного пункта теоретического алгоритма. Оставляя рассуждение Планка исключительно теоретическим, эта версия сводит роль эмпирии к выбраковке допускаемых теорий возможностей, т. е. отводит ей чисто негативную эвристическую функцию, в то время как интерполяционная версия признает за экспериментальными данными и эвристическое положительное значение.

С историко-методологической точки зрения, на наш взгляд, более предпочтительным является вариант «свободного конструирования», поскольку именно он представлен в

1 Планк М. Избранные труды. С. 249.

оригинальном тексте сообщения Планка от 19 октября 1900 г. Тот факт, что в своих последующих воспоминаниях, отдаленных от этого события сроком не менее чем в 20 лет, Планк излагал «интерполяционный вариант», может быть объяснен смещением исторической перспективы, обусловленным стремлением к более доходчивому изложению событий. Точно так же Вин по-разному рассказывал о способе получения Планком его закона. Иными словами, сложные пути реальной истории могут быть принесены в жертву ясности и доходчивости изложения. Это предположение заслуживает внимания социологов науки и должно быть проверено эмпирическими методами.

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО ПОВОДУ ДИСКУССИИ ЭЙНШТЕЙНА И БОРА*

Дискуссия Бора и Эйнштейна является уникальной, может быть, даже во всей истории культуры. Ее можно сравнить разве что с дискуссией Лейбница и Кларка по вопросам пространства и времени, которая также надолго определила полризацию мнений и направление дальнейших дискуссий в этой области¹. Можно сказать, однако, что дискуссия Эйнштейна и Бора имеет даже большее значение благодаря глубине затронутых в ней вопросов. В дальнейшем это я попытаюсь обосновать. Второй общей характеристикой дискуссии Бора и Эйнштейна является ее многоаспектность. Не претендуя на систематичность и полноту, можно выделить в ней ряд моментов, представляющихся существенными.

Непосредственным предметом дискуссии Бора и Эйнштейна, в наибольшей степени отраженным в опубликованных материалах, являются, вообще говоря, довольно частные физические проблемы — проблема статуса кванта света, проблема истолкования мысленного эксперимента Эйнштейна—

* Вопросы философии. 1979. № 1. С. 96—103.

1 Jammer M. The history of the Einstein—Bohr controversy // Труды XIII Международного конгресса по истории науки. Секция VI. История физики и астрономии. М., 1974. С. 105; Petersen A. Quantum physics and the philosophical tradition. N. Y.—Cambridge (Mass.), 1968. P. 119.

Подольского—Розена. Эти проблемы, безусловно, представляют большой интерес сами по себе. Однако неизмеримо большее значение имеет философский фон дискуссии, проявившийся главным образом в ходе личных бесед Эйнштейна и Бора, к сожалению, оставшихся недокументированными. Этот философский фон заключается в расхождении между ними по поводу того, что на философском языке можно было бы определить как вопрос о категориальной природе элементов физической реальности. Именно проблема физической реальности была центром философского подтекста дискуссии, который явным образом не выражен в статьях, документирующих ее. Речь шла о философских предпосылках, которые применяются для концептуального конституирования физической реальности и реализуются в построении ее картины.

Психологический аспект дискуссии также представляет значительный интерес благодаря неповторимым личностным качествам ее участников — как Бора, так и Эйнштейна. Хотя этот аспект, несомненно, заслуживает специального исследования, в дальнейшем он будет затронут в самой минимальной степени.

Необходимо также отметить, что дискуссия Эйнштейна и Бора отнюдь не исчерпывалась диалогом только этих мыслителей, в нее оказались вовлеченными ближайшие соратники и Бора, и Эйнштейна. Это, кстати, документировано и подтверждено перепиской Бора и Эйнштейна в период их дебатов. В частности, немаловажную роль в качестве посредника между Бором и Эйнштейном сыграл Эренфест, в особенности на Сольвеевских конгрессах.

«Глобальная» дискуссия Эйнштейна и Бора породила более частные, как бы «дочерние» дискуссии, касающиеся более специальных проблем. К ним относятся, например, дискуссия по поводу специфики смысла соотношения неопределенностей между энергией и временем, продолжающаяся по сей день, а также интенсивные непрекращающиеся споры об интерпретации парадокса Эйнштейна—Подольского—Розена.

Помимо фундаментальности и многоаспектности, можно указать еще по крайней мере три момента, делающих дискуссию Эйнштейна и Бора уникальной и интересной. В первую очередь необходимо упомянуть о чрезвычайной плодотворности этой дискуссии, которая отнюдь не свелась к взаимной констатации точек зрения, как это довольно часто бывает в

научных спорах. В процессе дискуссии Эйнштейн и Бор взаимно стимулировали друг друга, побуждая к уточнению, а иногда даже существенному исправлению формулировок своих позиций по целому ряду вопросов. Хотя Бор пережил своего оппонента на 7 лет, он до конца своей жизни, выступая по общим проблемам физики, как бы мысленно продолжал спорить с Эйнштейном. Последний рисунок, сделанный Бором на доске в своем кабинете за день до смерти, изображал эйнштейновский «ящик с фотоном», размышлять над которым Бор, по-видимому, все еще продолжал.

Следующим моментом, на первый взгляд, контрастирующим с только что упомянутой плодотворностью этого спора, является безрезультатность дискуссии Бора и Эйнштейна в том смысле, что никто из них не переубедил друг друга — каждый остался на своей позиции.

Наконец, последний момент, на который мне хотелось бы указать в связи с общей характеристикой дискуссии Бора и Эйнштейна, является довольно странным. Хотя «общественное мнение» физиков считало и считает, что побежденной (но не убежденной) стороной в дискуссии оказался Эйнштейн, сейчас ситуация такова, что работы по методологическим проблемам квантовой механики (в частности, по проблеме реальности) в большинстве своем пишутся в духе Эйнштейна. Таким образом, победившая боровская линия в настоящее время если не умерла, то по крайней мере законсервировалась. Этот факт интересен сам по себе и заслуживает специального обсуждения.

Ход дискуссии

В дискуссии Эйнштейна и Бора достаточно отчетливо выделяются два этапа, разделенные непродолжительным «переходным» звеном. На первом этапе центральным пунктом дебатов был статус эйнштейновских световых квантов. Позиция Бора по отношению к ним очень долгое время представляла собой, по выражению известного историка физики М. Джеммера, их «непреклонное неприятие»¹. Вплоть до 1920 г. Бор вообще не упоминал в своих работах о квантах света, подчеркивая, что при переходах между стационарными состояниями

1 Jammer M. The conceptual development of quantum mechanics. N. Y., 1966. P. 345.

атома испускаются «монохроматические цуги волн», то есть он признавал лишь планковские кванты энергии, не соглашаясь с пространственной дискретностью излучения, постулированной Эйнштейном.

Впервые Бор упомянул о квантах света в своей лекции, которую он прочитал в апреле 1920 г. в Берлине¹ (тогда же он впервые лично встретился с Эйнштейном). Как полагают историки науки, это упоминание, по-видимому, было всецело обусловлено тем, что в числе слушателей Бора был Эйнштейн². Упомянул же Бор о квантах лишь затем, чтобы отказаться от их обсуждения. Личные беседы Бора и Эйнштейна во время берлинской встречи остались, к сожалению, недокументированными.

Любопытно, что если сравнить позиции Бора и Эйнштейна по вопросу о природе излучения в начале и в конце их дискуссии, то окажется, что они в некотором смысле поменялись ролями³. В начале дискуссии позиция Эйнштейна состояла в том, что он признавал существование как непрерывного, так и дискретного аспектов излучения — как электромагнитных волн, так и световых квантов. Бор в это время был убежденным сторонником чисто волновой природы излучения. В конце же дискуссии Бор защищал свою концепцию дополненности, расщепляющую единую классическую картину реальности на две независимые, исключаящие одна другую, но в равной степени необходимые подкартины, а Эйнштейн настаивал на монистически-детерминистском стиле классической физической картины, в которую он надеялся каузальным образом вписать и кванты.

Статья Бора—Крамерса—Слетера⁴, опубликованная в 1924 г., была последней отчаянной попыткой Бора изгнать кванты света из физической картины реальности. На этом пути Бор не остановился даже перед тем, чтобы пожертвовать законами сохранения энергии и импульса в применении к элементарным микропроцессам; эти законы выполнялись, согласно развитой в статье программе теории излучения, лишь статистически, в среднем. По поводу этой статьи Бор и Эйн-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. М., 1970. С. 249.

2 Jammer M. The philosophy of quantum mechanics. N. Y., 1974. P. 121.

3 Ibid.

4 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. С. 526—541.

штейн не переписывались и, насколько известно, не беседовали, но зато мы можем документально проследить переписку Эйнштейна со Шредингером и Эренфестом, в которой Эйнштейн выражал твердую уверенность в том, что теория Бора окажется ошибочной. И когда известные опыты Боте—Гейгера действительно показали эту ошибочность, Эйнштейн ограничился одной фразой: «Я в этом не сомневался».

Вторая личная встреча Бора и Эйнштейна произошла в декабре 1925 г. в Лейдене по случаю 50-летнего юбилея защиты Лоренцом докторской диссертации. Во время этой встречи впервые в качестве посредника выступил Эренфест. Хотя несомненно, что во время этой встречи в беседах Эйнштейна и Бора затрагивались такие глубокие проблемы, как корпускулярно-волновой дуализм микрообъектов, еще более усугубившийся к тому времени благодаря работам де Бройля, непосредственным объектом обсуждения, как показывают воспоминания, был эксперимент, предложенный Эйнштейном с целью однозначно решить вопрос о пространственной структуре излучения в пользу либо волн, либо квантов света¹. Как раз усилиями Эренфеста было показано, что этот эксперимент не мог служить решающим в этом вопросе.

Письма, которыми обменялись Эйнштейн и Бор после своего знакомства, свидетельствуют о глубоком впечатлении, которое они произвели друг на друга². Эйнштейн писал, что он никогда не был раньше так глубоко удовлетворен от одного лишь присутствия человека, как это было во время встречи с Бором. Бор также выражал глубокое восхищение Эйнштейном. Таким образом, они, несмотря на разные психологически-личностные типы, с глубоким уважением и даже с любовью относились друг к другу. В одной из открыток Эйнштейн так и пишет: «Дорогой, если не сказать любимый Бор!» Это не мешало предельной логической остроте и даже резкости выдвигаемых ими друг против друга аргументов.

В качестве промежуточного звена между двумя этапами дискуссии, знаменующего собой смещение центра обсуждения от проблемы статуса световых квантов к проблеме интерпретации квантовой механики, развитой Бором и его сотрудниками, можно указать на письмо Бора Эйнштейну от 13 ап-

1 Подробнее см.: *Клейн М.* Первая фаза диалога Бора и Эйнштейна // Эйнштейновский сборник 1974. М., 1976. С. 115—155.

2 *Jammer M.* The philosophy of quantum mechanics. P. 123.

реля 1927 г., в котором, в частности, Бор с большой теплотой вспоминает о лейденской встрече с Эйнштейном. Это письмо было написано после возвращения Бора с отдыха в Норвегии, во время которого он разработал основы своей концепции дополнительности, будучи вынужденным в какой-то мере согласиться с существованием эйнштейновских световых квантов, в пользу чего недвусмысленно говорили результаты эксперимента Боте и Гейгера. Именно в этом письме Бор впервые сформулировал основную идею концепции дополнительности, не употребляя еще термина «дополнительность». Таким образом, Эйнштейн был первым (если, конечно, не считать ближайших сотрудников Бора), с кем Бор поделился содержанием концепции дополнительности, не называя ее еще по имени. Бор писал Эйнштейну, что понятия классической физики «позволяют нам лишь выбор между Сциллой и Харибдой в зависимости от того, на что мы обращаем наше внимание — на непрерывные или прерывные черты описания»¹.

Второй этап дискуссии Эйнштейна и Бора целиком был сосредоточен вокруг различных пунктов боровской (или, как ее часто называют, копенгагенской) интерпретации квантовой механики. Если на первом этапе «непреклонное неприятие» позиции оппонента было характерно для Бора, всеми силами сопротивлявшегося идее световых квантов, то на втором этапе позицию «непреклонного неприятия» занял Эйнштейн — как по отношению к принципиально вероятностному характеру квантовомеханических законов, так и по отношению к зависимости характеристик микрообъектов от процессов измерения, провозглашаемых копенгагенской интерпретацией. Никакие аргументы Бора, опровергавшие частные возражения Эйнштейна, не могли убедить последнего. Поэтому позиция Эйнштейна на втором этапе дискуссии сторонниками Бора (Л. Розенфельд, К. Вейцеккер) квалифицируется как трагическая² или даже мистическая³, поскольку Эйнштейн в конце концов апеллировал к своему внутреннему чувству в качестве аргумента в тех вопросах, где, казалось бы, должен судить только разум.

1 Цит. по: Jammer M. The philosophy of quantum mechanics. P. 125.

2 von Weizsäcker C. Einstein und Bohr // Zum Weltbild der Physik. Stuttgart, 1958. S. 200—210.

3 Rosenfeld L. The epistemological conflict between Einstein and Bohr // Zeitschrift für Physik. 1963. Bd. 17. Hf. 1. S. 245.

Заметим, кстати, что Бор на втором этапе дискуссии принял эйнштейновские световые кванты не целиком, а, если можно так выразиться, лишь наполовину. Для Эйнштейна световой квант соединял в себе как энергетическую, так и пространственную дискретность излучения. Бор же оставил квантам света только энергетически-импульсные (или, как он выражался, причинные) характеристики. Пространственную же их дискретность Бор так и не принял, поскольку пространственно-временной способ описания, согласно концепции дополнителности, не был совместим с энергетически-импульсным. Он прямо писал в связи с этим, что «физическое содержание идеи световых квантов целиком исчерпывается законами сохранения энергии и импульса».

Впервые столкновение позиций Эйнштейна и Бора на втором этапе дискуссии произошло на V Сольвеевском конгрессе, состоявшемся в Брюсселе в октябре 1927 г. Бору был предоставлен четырехкратный лимит времени для изложения содержания лекции «Квантовый постулат и новейшее развитие атомной теории»¹, которую он несколько месяцев тому назад произнес в Комо на Международном конгрессе памяти Вольта. Эйнштейн промолчал после выступления Бора и выступил лишь третьим, четко подразделив два возможных способа интерпретации волновой функции. Согласно первому способу, которого он сам придерживался, волновая функция описывает лишь ансамбль частиц; согласно второму, защищаемому «копенгагенцами», она относится к индивидуальной частице. Но свои главные возражения Эйнштейн выдвинул в неофициальных беседах в кулуарах конгресса. Эти возражения были сформулированы в форме мысленных экспериментов, имевших целью попытаться показать, как можно обойти требования, накладываемые соотношениями неопределенностей на взаимную точность измерения дополнительных характеристик микрообъектов. Эти эксперименты в живой и наглядной форме описаны Бором в статье², подготовленной им для мемориального тома, посвященного Эйнштейну и вышедшего в свет в 1949 г.

Каждый раз Бор находил ошибку в рассуждениях Эйнштейна и показывал, что если правильно учесть детали взаи-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 30—53.

2 Там же. С. 399—433.

модействия измеряемого микрообъекта с частями прибора, то нарушения соотношений неопределенностей не происходит, а значит, остается непоколебленной и основа копенгагенской интерпретации — концепция дополнительности, поскольку соотношения неопределенностей являются ее количественным выражением.

На VI Сольвеевском конгрессе, спустя три года, Эйнштейн продолжил линию аргументации, направленную на показ логической непоследовательности копенгагенской интерпретации, путем опровержения соотношений неопределенностей, предложив знаменитый мысленный эксперимент с «фотонным ящиком». Эйнштейн думал, что путем взвешивания ящика до и после вылета фотона, время которого также, по его мысли, можно было зафиксировать с помощью часов, окажется возможным точно определить такие дополнительные характеристики фотона, как его энергия и время вылета.

Бор, однако, показал себя мастером диалектической аргументации, изумительно красивым образом опровергнув рассуждения Эйнштейна с помощью его же собственной общей теории относительности.

По-видимому, после Сольвеевских конгрессов 1927 и 1930 гг. у Эйнштейна уже не осталось сомнений во внутренней логической согласованности копенгагенской интерпретации, ее непротиворечивости¹, поскольку он перестал изобретать мысленные эксперименты с целью показать невыполнение соотношений неопределенностей в тех или иных частных случаях. Тем не менее такого рода «внутреннего совершенства» и даже блестящего «внешнего оправдания» квантовой механики многочисленными экспериментальными данными для Эйнштейна оказалось недостаточно. Следуя своему непоколебимому внутреннему «инстинкту», согласно которому реальность должна быть описана в физической теории на базе строгих лапласовски-каузальных законов, безотносительно к актам измерения, он продолжал считать квантовую механику неполноценной теорией. Основную часть своих усилий Эйнштейн теперь сосредоточил на попытках доказать неполноту квантовой механики, показать, что не все логически допустимые реальные ситуации отображаются ею.

Кульминационным пунктом дискуссии на этой стадии

1 Jammer M. The philosophy of quantum mechanics. P. 156.

стали две статьи под одинаковым названием «Может ли квантовомеханическое описание физической реальности считаться полным?», опубликованные в 1935 г. в журнале *«Physical review»*. Первая из них была написана А. Эйнштейном, Б. Подольским и Н. Розеном, вторая — Бором. Эйнштейн, сформулировав четкий критерий физической реальности, показал, что если его принять, то квантовая механика оказывается неполной, поскольку не учитывает всех возможных исходов эксперимента по косвенному измерению дополнительных характеристик микрообъекта, которые, как думал он, можно объединить в единой картине. Бор снова нашел уязвимый пункт в аргументации Эйнштейна.

После этого новых предметов для дискуссий у Эйнштейна и Бора не возникало. Судя по тому, что до конца своей жизни Эйнштейн продолжал приводить в качестве аргумента против полноты квантовой механики свой пример 1935 г., доводы Бора не убедили его. А поскольку Бор также не выдвигал новых аргументов в защиту своей позиции, ограничившись в своих последующих статьях совершенствованием формулировок, можно полагать, что он тоже остался при своем мнении.

Философский подтекст дискуссии

Что означало бы осуществление желаний Эйнштейна показать неполноту квантовой механики? Это означало бы возврат к классическому стилю характеристики физической картины реальности. В его основе лежит требование, имеющее сугубо философско-мировоззренческий характер, так как оно непосредственно касается стандарта категориальной определенности элементов этой картины. А поскольку элементы физической картины реальности предполагаются адекватно отображающими элементы самой физической реальности, то указанное требование имеет самое непосредственное отношение не только к определенности результатов познания, но и к категориальной определенности элементов бытия, на изучение которых претендует физика. Как известно, категории являются не только «ступеньками познания», но и характеристиками бытия.

Согласно этому требованию, определявшему классический стиль описания физической картины реальности, элементами реальности могут быть только объекты (вещи). Несмот-

ря на то, что эти вещи предполагаются взаимодействующими, их характеристики (свойства, отношения) мыслятся существующими «в себе» во всей своей конкретной определенности, то есть абсолютно не зависящими в своем существовании ни от познающего субъекта вообще, ни от совершаемых им измерительных процедур в частности. Именно в этом смысле позицию Эйнштейна можно назвать сугубо классической.

Бор же в качестве элементов физической реальности предлагал рассматривать целостные завершенные экспериментальные ситуации, или, как он выражался, «явления». В описание явления, согласно Бору, наряду с описанием микрообъекта должно включаться как описание существенных частей экспериментальной установки и их работы, так и описание результата эксперимента.

Надо сказать, что к такому пониманию явлений Бор пришел не сразу, и приведенная выше трактовка была результатом учета аргументации, выдвинутой Эйнштейном, Подольским и Розеном в 1935 г. Впервые с достаточной отчетливостью такая трактовка явления была высказана Бором в его варшавской лекции 1938 г.¹ В своих ранних работах Бор, во-первых, понимал под явлением измеряемый микрообъект и его поведение безотносительно к измерениям, а во-вторых, придерживался представления о «возмущении» явлений измерительным прибором в ходе процесса измерения. Поскольку в мысленном эксперименте Эйнштейна, Подольского и Розена физическое возмущение микрообъекта явным образом отсутствовало, Бору пришлось существенно уточнить свои высказывания о целостности процесса измерения и о явлении. В результате в своих последующих статьях он всячески подчеркивал неправомочность такого способа выражения, согласно которому прибор возмущает явление, поскольку прибор входит в явление в качестве одного из элементов.

Итак, Бор включил в состав физической реальности измерительные процедуры, то есть фактически человека, хотя и безлично заданного. Косвенным свидетельством этого является также программное методологическое требование Бора описывать измерительные приборы и результаты измерений на языке классической физики. Это требование, по сути дела,

1 Bohr N. The causality problem in atomic physics // Conference on new theories in physics. P., 1939. P. 11—30.

представляет собой учет «макроскопической», «классической» природы познающего субъекта, который может получать информацию лишь с классических «на выходе» приборов. Глубоко понимая все философские последствия этого шага, К. Вейцеккер указывал, что, хотя физик входит в физическую картину реальности всего лишь как беслично заданный наблюдатель-регистратор, это уже не та физика, какой она была раньше.

Согласно Бору, применимость таких понятий, с помощью которых описываются микрообъекты, то есть задается определенность их существования (определимость микрообъектов), непосредственно зависит от возможности измерить (от измеримости) те характеристики, которые отображены в этих понятиях. Он сформулировал в связи с этим принцип тождества определимости и измеримости. Бор никоим образом не сомневался в объективном существовании микрообъектов «самых по себе», безотносительно к измерениям. Но то, как они существуют, в каких моделях мы будем задавать конкретную определенность их существования, это, по Бору, целиком определяется (причем объективно!) измерительным контекстом. Таким образом, измерительный контекст явления оказывается определяющим по отношению к его вещно-объектному контексту. Именно это казалось Эйнштейну субъективным и неудовлетворительным с философской точки зрения.

Если оценить методологические позиции Бора и Эйнштейна с философской точки зрения, то вполне можно сказать, что различие между ними — в их философском подтексте — соответствует различию между двумя типами материализма: диалектическим и домарксовским. Как известно, главным недостатком предшествующего материализма Маркс считал то, что в нем «предмет, действительность, чувственность берется только в форме объекта или в форме созерцания, а не как человеческая чувственная деятельность, практика, не субъективно». Именно такая методологическая установка была характерна для Эйнштейна, который не соглашался рассматривать экспериментальную деятельность как относящуюся к действительности, к предмету изучения физики. Для Бора же эта деятельность была существенным, определяющим компонентом явления как элемента физической реальности. Налицо смена типа философско-мировоззренческой основы физики — от созерцательной к практически-действенной.

Дальнейшая судьба дискуссии Бора и Эйнштейна

Мировоззренческие позиции, в которых так глубоко расходились Бор и Эйнштейн, впоследствии воспроизводились неоднократно. Это воспроизведение, однако, можно сравнить лишь с единичными вспышками спора — оно не представляло собой дискуссию в полном смысле этого слова. Дело ограничивалось тем, что работа (или ряд работ) одного из авторов вызывала критику со стороны другого, но ответных возражений не поступало, так что дискуссия гасла в самом зародыше, продолжая воспроизводиться лишь в комментаторских публикациях.

Если же рассмотреть под углом зрения фундаментальных вопросов, затронутых в дискуссии Эйнштейна и Бора, весь массив публикаций по методологическим проблемам квантовой механики, то придется согласиться с констатацией канадского исследователя К. Хукера, что «мы утратили видение боровского подхода к революции в науке XX века»¹.

Это в немалой степени обусловлено тем, что, как отмечает К. Хукер, «уникальные взгляды Бора почти повсеместно либо полностью остаются непонятыми, либо искажаются при рассмотрении»². Последние слова, к сожалению, остаются справедливыми даже по отношению к ближайшим соратникам Бора по копенгагенской интерпретации — В. Гейзенбергу, М. Борну, В. Паули, которые в своих работах излагают боровскую концепцию дополнительности в духе доктрины возмущения микрообъекта макроприбором, что совершенно не соответствует мыслям Бора. Одним из немногих исключений в этом плане являются К. Вейцеккер за рубежом и М. А. Марков в нашей стране.

Какие же соображения можно высказать с учетом этого обстоятельства о дальнейших перспективах развертывания обсуждений методологических проблем квантовой механики в направлении, намеченном дискуссией Эйнштейна и Бора? Сейчас, если принять во внимание наукометрические показатели, по числу опубликованных работ эмпирически побеждает «линия Эйнштейна». Однако, если вернуться к сравнению

1 *Hooker C.* The nature of quantum mechanical reality: Einstein versus Bohr // *Paradigms and paradoxes: the philosophical challenge of quantum domain.* Pittsburgh, 1972. P. 68.

2 *Ibid.* P. 132.

дискуссии Эйнштейна и Бора с дискуссией Лейбница и Кларка (то есть фактически Лейбница и Ньютона), то не лишним будет заметить, что, хотя после последней дискуссии почти двести лет господствовали ньютоновские представления об абсолютности пространства и времени, в конечном счете победу одержала позиция Лейбница, воплощенная в теории относительности. Поэтому, несмотря на преобладание «реалистических» версий подхода к разработке квантовомеханической картины реальности в настоящее время, пока еще далеко не пришло время подводить итоги в споре Эйнштейна и Бора. Да, сейчас идеи Бора не ассимилированы научным сообществом физиков во всей их глубине и полноте, не говоря уже о методологах физики. Лишь очень немногие представители научных сообществ могут с полным правом говорить от имени Бора, хотя так поступают почти все, употребляя его имя всуе.

Мне кажется, что дискуссия Эйнштейна и Бора и позиция, развитая в ней Бором, имеют колоссальное значение благодаря своему мировоззренческому значению не только для будущего физики, но и для будущего науки вообще. В настоящее время настоятельно чувствуется необходимость преодоления разрыва между науками о природе и науками о человеке. В этой связи бесполезным будет вспомнить о пророческом высказывании К. Маркса, согласно которому «впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке, точно так же, как наука о человеке включит в себя естествознание — это будет одна наука»¹. Мне представляется, что Бор, включивший экспериментальную деятельность человека в физическую картину реальности, сделал очень важный, можно даже сказать решающий шаг на этом пути.

Любопытно, что самый первый шаг в этом направлении в физике был сделан Эйнштейном, который явно поставил пространственно-временные и некоторые другие характеристики объектов в зависимость от процедур их измерения в своей специальной теории относительности.

Однако потом он отказался от операционалистской трактовки реальности, заявив, что «хорошая шутка не должна повторяться дважды».

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Из ранних произведений. М., 1956. С. 596.

МАКСВЕЛЛ ЭЙНШТЕЙНА И МАКСВЕЛЛ БОРА*

У каждого свой Максвелл. Эта формулировка, при всех неизбежных издержках, обусловленных ее резкостью, тем не менее отражает реальную ситуацию, возникающую в связи с обсуждением значения творчества одного из величайших физиков всех времен и народов для современности и для будущего. По сути дела, говоря и думая о Максвелле, каждый из нас окрашивает его своей индивидуальностью, понимает его по-своему.

Почему же тогда в качестве темы нижеследующего обсуждения выбраны Максвелл Эйнштейна и Максвелл Бора, а, скажем, не Максвелл Планка или Максвелл Герца? Объяснением этого может послужить то, что идеи Эйнштейна и Бора (как собственно физические, так и философско-методологические), воплощенные в теории относительности и квантовой механике, определяют лицо современной физики. В безличном плане статью можно было бы назвать «Максвелл и физика XX века». Этого не сделано потому, что физика XX в. в значительной мере «запрограммирована» в идейном отношении именно Эйнштейном и Бором.

Следуя только что намеченной логике, подчеркивающей индивидуальные вклады в обычно безлично воспринимаемое научное знание, не лишним, по-видимому, будет оговориться, что более точное название данной статьи — это «Мой Максвелл Эйнштейна и мой Максвелл Бора»...

Основным материалом нижеследующего обсуждения будут две коротенькие статьи, написанные 50 лет тому назад в связи со столетним юбилеем Максвелла. Одна из них — «Влияние Максвелла на развитие представлений о физической реальности» — принадлежит Эйнштейну, другая — «Максвелл и современная теоретическая физика» — Бору. Их сравнительный анализ помогает внести дополнительные штрихи в картину дискуссии между двумя гигантами физической мысли XX в.

Первое, что бросилось мне в глаза при чтении этих статей, — это противоположная оценка отношения Максвелла к Ньютону Эйнштейном и Бором. Как известно, Ньютон, как и Максвелл, олицетворяют собой классическую физику. Если для Бора они выступают всегда в «тандеме», не только не

* Максвелл и развитие физики XIX—XX веков. М., 1985. С. 201—207.

противопоставляясь, но даже порой и не различаясь, если, по Бору, в Максвелле «весь мир признает достойного продолжателя великого дела Ньютона»¹, то Эйнштейн не упускает случая подчеркнуть свое противоположное отношение к Ньютону и Максвеллу. Так, в юбилейной статье он пишет: «До Максвелла физическая реальность, поскольку она должна представлять процессы в природе, мыслилась в виде материальных точек, изменения которых состоят только в движении, описываемом обыкновенными дифференциальными уравнениями. После Максвелла физическая реальность мыслилась в виде непрерывных, не поддающихся механическому объяснению полей, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных. Это изменение понятия реальности является наиболее глубоким и плодотворным из тех, которые физика испытала со времени Ньютона»². Еще более явно и определенно Эйнштейн противопоставляет Максвелла Ньютону в другом месте: «Первый удар по учению Ньютона о движении как о программе для всей теоретической физики нанесла максвелловская теория электричества»³.

Интересно, что противопоставление Максвелла Ньютону у Эйнштейна и их отождествление у Бора несколько утрачивает свою противоположность при сопоставлении идей классической физики с идеями, лежащими в основе квантовой механики. Но и здесь Эйнштейн и Бор проводят это сопоставление с противоположных позиций — у Эйнштейна акценты делаются на подчеркивании различий между классическим и квантовым способами мышления, у Бора — на сходстве. Так, у Эйнштейна читаем: «Самое последнее и наиболее успешное создание теоретической физики — квантовая механика — в своих основах принципиально отличается от обеих программ, которые мы ради простоты будем называть программами Ньютона и Максвелла. В самом деле, величины, выступающие в ее основных законах, не претендуют на то, чтобы описывать саму физическую реальность, они описывают только вероятность появления физической реальности»⁴. У Бора же по этому поводу написано прямо противоположное: «Хотя

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. М., 1971. С. 380.

2 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М., 1967. С. 138.

3 Там же. С. 86.

4 Там же. С. 139.

фундаментальное открытие Резерфордом атомного ядра... ярче всего обнаружило ограниченность обычной механики и электродинамики, единственным путем развития в этой области осталось сохранение возможно более тесного контакта с классическими идеями Ньютона и Максвелла»¹.

В полном соответствии с только что приведенными оценками отношения классической и квантовой физики у Эйнштейна и Бора находятся и их прогнозы, касающиеся будущего развития теоретической физики. Согласно Эйнштейну, «физики не будут долго довольствоваться такого рода косвенным описанием физической реальности... Тогда мы снова должны будем вернуться к попыткам реализации той программы, которую по праву можно назвать максвелловской...»². Согласно же Бору, «мы должны осознать, что недвусмысленное истолкование любого измерения должно быть по существу выражено в терминах классических теорий, и мы можем сказать, что в этом смысле язык Ньютона и Максвелла останется языком физиков на все времена... Даже если мы должны быть готовы к дальнейшему отказу от ставших привычными физических представлений, основные понятия физики, которыми мы обязаны великим учителям, несомненно, окажутся незаменимыми также и в... новой области физики»³.

Причины столь существенно различных оценок Эйнштейном и Бором состояния физики в 30-х гг. нашего столетия и перспектив ее дальнейшего развития прежде всего следует искать в фундаментальном с философско-методологической точки зрения различии их идеалов научного познания.

Сравнивая эти идеалы, которые, несмотря на всю противоположность их конкретной реализации, продолжают оставаться классическими, можно с полным правом сказать, что они выступали в творчестве патриархов физики XX в. в качестве априорных условий их мышления. Но если для Эйнштейна эта априорность имела содержательный характер (воплощаясь, в частности, в требовании, чтобы математическим аппаратом физики были дифференциальные уравнения, с помощью которых, по мысли Эйнштейна, только и можно было выразить идеи непрерывности и строгой причинности, от ко-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 73.

2 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. С. 139.

3 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 74.

торых он никак не желал отказаться), то для Бора априорный характер классических понятий был сугубо формальным требованием, не предreshавшим конкретные способы их содержательного сочетания и напоминавшим в этом плане кантовский «категорический императив».

Общими теоретико-познавательными ценностями для Бора и Эйнштейна были требования «внутреннего совершенства» и «внешнего оправдания» физической теории. Но у Эйнштейна требования к внутреннему совершенству теории были более жесткими, нежели у Бора — если для Бора было вполне достаточно внутренней непротиворечивости теории и ее полноты по отношению к возможному опыту, то для Эйнштейна кроме того требовалось, чтобы физическая реальность, описываемая теорией, была однородной по содержанию (непрерывной и лапласовски детерминистской) и не зависящей от опыта, характеристики которого не должны были входить в ее состав. Поэтому Эйнштейн не хотел и не мог согласиться с боровской концепцией дополнительности, нарушавшей оба выдвинутых им требования к физической реальности. Отсюда же проистекает и диаметрально противоположная оценка Эйнштейном и Бором методологического статуса классической электродинамики — если для Бора она была эталоном внутреннего совершенства теории¹, то для Эйнштейна она обладала принципиальным с его точки зрения внутренним дефектом, соединяя в себе представления о непрерывном поле и дискретных частицах².

В конечном же счете в основе всех расхождений Эйнштейна и Бора лежали несовместимые философские установки в понимании самого смысла понятия «физическая реальность»³. Для Эйнштейна, как уже указывалось выше, физическая реальность противостояла процедурам измерений как их объект и не должна была от них зависеть, для Бора же физическая реальность включала в свой состав измерительные процессы, которые были для Бора определяющими в деле характеристики ненаблюдаемого.

Имея в виду философско-методологические различия Эйнштейна и Бора, сравним теперь их отношение к некоторым

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 1. М., 1970. С. 167.

2 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 2. М., 1966. С. 722.

3 Алексеев И. С. По поводу дискуссии Эйнштейна и Бора // Вопросы истории естествознания и техники. 1980. Вып. 3(67)—4(68). С. 55—62.

методологическим установкам Максвелла, в первую очередь — к использованию механических аналогий для описания и объяснения немеханической реальности.

Как известно, для Максвелла механические аналогии имели не только иллюстративный смысл. Правда, ни одной из этих аналогий Максвелл не приписывал безоговорочно статус физической реальности, но, тем не менее, он верил в то, что реальность имеет механическую природу. Пусть те или иные конкретные аналоговые модели электромагнитных явлений и неадекватны в своих частностях реальности, но сама реальность устроена по законам механики.

Для Бора, в отличие от Максвелла, механические (вообще классические) аналоги корпускулы и волны имели только иллюстративный смысл. Бор считал определенность существования отдельных фрагментов физической реальности относительной к экспериментальной ситуации¹. Классические понятия, неизбежные при описании любой экспериментальной ситуации и в этом смысле априорные, согласно Бору можно было комбинировать различным, в том числе и неклассическим образом в зависимости от конкретной определенности экспериментальной ситуации. Одним из примеров этого является боровская концепция дополнительности.

Что же касается Эйнштейна, который, как и Бор, признавал за механическими аналогиями чисто иллюстративный смысл, то для него, в отличие от Бора и в параллель с Максвеллом, характерна установка на вполне определенные обязательные категориальные характеристики физической реальности, к числу которых относятся непрерывность и классический лапласовский детерминизм, отказ от которых был равносильным для Эйнштейна отказу от физического познания вообще.

Другим интересным методологическим моментом, по которым будут сравниваться позиции Максвелла, Эйнштейна и Бора, является их отношение к математике как средству физического познания. Здесь Эйнштейн также гораздо ближе к Максвеллу, чем Бор, и оказывается более определенным, чем сам Максвелл.

Для Максвелла характерно глубоко физическое понимание математики, выражающей, по его мысли, самую суть

1 Алексеев И. С. Концепция дополнительности. Историко-методологический анализ. М., 1978. С. 137.

физики. Так, говоря о Фарадее, Максвелл вспоминал: «По мере того, как я подвигался вперед, ...я замечал, что его способ понимания явлений также был по своей природе математическим, хотя он и не был представлен в обычной математической форме. Я убедился, что его идеи могут быть выражены в виде обычных математических формул, и эти формулы вполне сравнимы с формулами профессиональных математиков...»¹. В другом месте Максвелл пишет об этом еще более определенно: «Способ, которым Фарадей использовал свою идею силовых линий для того, чтобы координировать явления электромагнитной индукции, доказывает, что он был математиком высокого класса — одним из тех, у кого математики будущего могут черпать ценные и благотворные методы»².

Для Эйнштейна так же, как и для Максвелла, характерна онтологизация математики, приписывание ей бытийного статуса. Оба они не задумываясь подписались бы под крылатой фразой Галилея: «Книга Природы написана на языке математики». Но если для Максвелла математика лишь отображала физические явления или коренилась в их сути, то Эйнштейн отводил математике еще более важную — формирующую роль по отношению к физической реальности. Это ясно усматривается из следующих его слов: «Весь предшествующий опыт убеждает нас в том, что природа представляет собой реализацию простейших математически мыслимых элементов. Я убежден, что посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут нам ключ к пониманию явлений природы. Опыт может подсказать нам соответствующие математические понятия, но они ни в коем случае не могут быть выведены из него. Конечно, опыт остается единственным критерием пригодности математических конструкций физики. Но настоящее творческое начало присуще именно математике»³.

В противовес Максвеллу и Эйнштейну, Бор видел в математике лишь удобный вспомогательный языковой инструмент для компактного выражения зависимостей между опытными данными. Он отводил ей лишь оформленческую роль,

1 Максвелл Дж. Статьи и речи. М., 1968. С. 354.

2 Там же. С. 69—70.

3 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. С. 184.

не придавая математике онтологического статуса, указывая, что «несмотря на всю пользу, которую нам всегда приносит... математика, следует помнить, что всякое определение математических символов и операций основывается на простом логическом применении обычного языка. В самом деле, математика никогда не рассматривалась как отдельная отрасль знания, основанная на совокупности опытных данных, а скорее считалась рафинированием общего языка с прибавлением к нему соответствующих добавок, позволяющих описывать такие взаимоотношения, для которых обычные словесные средства общения либо недостаточно точны, либо слишком неудобны. Говоря точнее, математический формализм квантовой механики и квантовой электродинамики попросту устанавливает правила подсчета математических ожиданий для наблюдений, производимых в хорошо определенных экспериментальных условиях, описанных с помощью представлений классической физики»¹.

Статьи Эйнштейна и Бора о Максвелле были написаны полвека тому назад. Что же можно сказать сегодня о тех прогнозах будущего развития физики, которые были в них высказаны?

Насколько я могу судить, современная квантовая физика, как это ни странно, естественнейшим образом воплощает в себе довольно противоестественный гибрид методологических установок Эйнштейна и Бора. Вопреки мнению Эйнштейна, она является сугубо вероятностной, и не помышляет больше о возврате к лапласовскому детерминизму. Вопреки Бору, она ухитрилась ассимилировать вероятностные представления без всяких ссылок на познающего субъекта, приписывая их природе микрообъектов «самой по себе». Точно так же ей удалось объективировать боровскую концепцию дополненности, представив ее в виде объектно трактуемых корпускулярно-волнового дуализма и соотношений неопределенностей. Сложные и тонкие методологические проблемы измерений, встающие в связи с задачей синтеза квантовых и релятивистских представлений, игнорируются подавляющим большинством физиков.

Почему все это произошло? Почему физика утратила насыщенность методологическими и философскими размышле-

1 Бор Н. Избранные научные труды. Т. 2. С. 576—577.

ниями, характерную для нее в эпоху становления теории относительности и квантовой механики? На мой взгляд, это произошло в результате «парадигматизации» физики, обретшей надежный математический формализм и получило — в условиях отсутствия вопиющего расхождения теории с экспериментом, сохраняющихся уже несколько десятилетий — возможность спокойно решать «задачи-головоломки» типа объяснения невылетания кварков или придания последним цвета и аромата. В такой ситуации методологические размышления, подвергающие сомнению самые основания теории, просто не нужны — они даже мешают. Многие уже поговаривают о близком конце физики.

История физики продолжается. Будущее покажет, насколько долго сохранится «квантово-релятивистский рай», и действительно ли физикам удастся принципиально завершить свою науку. Экстраполяция прошлой истории физики на будущее заставляет в этом сомневаться. Но кто знает?..

Л. Г. ДЕДЕНКО

ПОИСК ПУТИ

(студенческие годы И. С. Алексеева)

В 1953 г. Игорь окончил школу с золотой медалью в г. Верея и поступил на физический факультет МГУ. Мы познакомились в конце августа, когда вселялись в общежитие. Первокурсникам (мальчикам) предстояло жить на 7—9 этажах зоны «Д» Главного здания на Ленинских горах. Так как расселяли по алфавиту, то мы оказались на одном этаже. Каждый из первокурсников занимал одну из двух комнат в блоке. Старшекурсники, которые тоже жили по одному, пугали: пропадете, станете индивидуалистами. В коридорах были постелены новые ковровые дорожки, в гостиной — пианино, мягкие кресла, цветы. На каждом этаже дежурная следила за порядком: хорошо ли мы себя ведем, нет ли посторонних? На первом этаже сидел вахтер: вход в зону строго по пропускам. Чтобы войти в здание, также надо было предъявить пропуск. Хочешь навестить сокурсницу, знакомого из другой зоны — заказывай пропуск с указанием времени посещения. В столовой первое время на столах были постланы белоснежные скатерти, стояли букеты свежих цветов (розы, гладиолусы), манил аромат ярко-красного украинского борща. Хочешь пообедать — стой в очереди, час или два. Наиболее практичные скоро обнаружили поблизости рабочую столовую, где можно было пообедать существенно быстрее. Нам было по 17—18 лет. Восторженные, ходили мы друг к другу в гости, знакомились. Кто угощал липовым медом, кто яблоками.

Какие были мы? Разные. Дети из семей простых людей — у многих отцы погибли на фронте, и дети министров, крупных партийных и административных работников, академиков, известных всей стране людей. На курсе нас было свыше 400 человек. Общались между собой в основном внутри студенческой группы, в меньшей степени — внутри потока. Связь

между потоками была совсем слабой: разные лекторы и расписание занятий. Москвичи объединялись своими заботами, а у тех, кто жил в общежитии, были свои интересы. Жизнь сепарировала нас в соответствии с реальными обстоятельствами.

Какое было время? В марте 1953 г. умер Сталин, летом был арестован и расстрелян Берия. По-видимому, многие из нас не осознавали истинного значения этих событий. У нас были свои конкретные заботы: выпускные экзамены, проблема поступления в Университет (конкурс был большой). Мы решали задачи по физике и математике, читали популярные книжки. Поражала «Эволюция физики» Эйнштейна и Инфельда. У медалистов было собеседование. Что спрашивают, какие задачи предлагают решить? Пожалуй, эти вопросы нас в то время интересовали больше, чем остальные. Итог для Игоря, как и для многих других (но, увы, не для всех): зачислить с общежитием.

Итак, мы — студенты МГУ. Первые в новом здании на Ленинских горах. Известна песня: «...на простор смотрит с Ленинских гор наш дворец, величаяя крепость науки». Крепость, правда, поделена на «зоны». Молодой разум фиксирует несуразность сочетания слов «зона» и «наука». Но говорить об этом считается верхом неприличия, все равно как нарушить какое-либо священное табу в родовой общине, где-нибудь на далеком острове. Но вот наступает 1 сентября 1953 г. Ректор, академик И. Г. Петровский, приветствует всех первокурсников Университета на площади перед главным входом. Вечером торжественное собрание в актовом зале. В последующие дни почти каждый вечер — концерты, собрания, встречи и т. д.

Как мы учились в «храме науки»? Запомнились лекции по математике, которые блестяще читал профессор Н. В. Ефимов. Учебников, соответствующих читаемым курсам, практически не было. Почти каждая существующая книга была в чем-то раскритикована. Самые грозные обвинения — в идеализме, который «уводил к поповщине». Теория вероятности — сомнительная наука. Кибернетика — буржуазная наука. Роботы — изобретение мракобесов, мечтающих заменить «передовой пролетариат» на послушных исполнителей. Двоичная логика и ее схемная реализация, основы современной вычислительной техники — под запретом. В. И. Шестаков, один из первых в мире ученых, кто начинал еще до войны

разрабатывать эти вопросы, был вынужден оставить свои исследования и заняться преподаванием общей физики. Еще до 1952 г. печатались призывы запретить «идеалистические науки»: теорию относительности и квантовую механику. Атомная бомба спасла основы физики от погрома. Но осталась бдительность: всячески подчеркивалась «идеалистическая направленность» копенгагенской школы и ее основателя Н. Бора, а также А. Эйнштейна, Э. Маха, Р. Клаузиуса и других основоположников физической науки. Однако в отличие, например, от генетики или общественных наук в Университете можно было изучать основы физики. Главное требование — успешно выполнять учебный план. Игорь выполнял это требование: окончил первый курс с отличными оценками. В конце учебного года было распределение на отделение ядерной физики. Игорь написал заявление и был зачислен на это отделение. Лето прошло быстро. Привлекло наше внимание сообщение о пуске первой атомной электростанции: ведь мы тоже «атомщики».

В 1954 г. состоялась знаменитая комсомольская конференция физического факультета. Студенты-старшекурсники, среди которых было много бывших фронтовиков, остро обсуждали недостатки учебного процесса, указывали, что на физическом факультете к преподавательской работе не привлекаются ведущие ученые страны. Было послано письмо в ЦК партии. Результат — деканом стал профессор В. С. Фурсов, трижды лауреат Сталинских премий; на факультет пришли академики Н. Н. Боголюбов, И. К. Кикоин, Л. Д. Ландау, М. А. Леонтович. Учиться стало интереснее. На ядерном отделении повышенная стипендия: на втором курсе — 600 рублей. Эта сумма превышала зарплату некоторых рабочих. За отличную учебу и общественную работу Игорь получает стипендию имени Сталина.

После второго курса — работа в колхозе, отдых. На третьем курсе Игорь — студент кафедры теории атомного ядра. Наступает 1956 год. XX съезд партии. Информация о закрытом письме Н. С. Хрущева. Ужас, потрясение масштабами преступлений. Начинается процесс расторможения сознания. Игорь увлекается поэзией; в университете читает свои стихи Е. Евтушенко. Реакцию зала вызывает строка «... выше цветы, цветов не вижу... » из стихотворения «На демонстрации». Игорь — подписчик БСЭ. Сокурсники удивлены.

В 1957 г. в Москве — Международный фестиваль молодежи и студентов. Кажется, впервые видим иностранцев из западных стран. Подспудно происходит процесс раскрепощения сознания. Увлечение поэзией и литературой, возможно, отразилось на успеваемости: Игорь получил на экзаменах несколько четверок.

Научный руководитель Игоря — профессор Г. Т. Зацепин (в настоящее время академик), который некоторое время работал в экспедициях на Памире. Восторженные рассказы старшекурсников о Памире будоражили молодое воображение: белоснежные горы, синее небо, пограничники. Даль (но, видимо, свобода) манила. Как попасть в эти края? Попроситься в экспедицию по космическим лучам. Но хотелось заниматься физикой элементарных частиц. Г. Т. Зацепин — и теоретик, и экспериментатор. Итак, выбор сделан. Однако жизнь опровергла смелые надежды: в экспедиции нужны были экспериментаторы, владеющие навыками радиомонтажных работ. Прощай, Памир! Тема работы Игоря — физика мюонов. Зачем нужен мюон? Почему он в 200 раз тяжелее электрона? Есть ли специфические (тогда называли «аномальные») взаимодействия у мюонов, которых бы не было у электронов? Задача Игоря — разобраться в теоретических представлениях, проанализировать экспериментальные данные и наметить оптимальные пути дальнейших исследований.

Учебные занятия идут своим чередом. Начавшаяся «оттепель» постепенно начинает сказываться на качестве читаемых курсов. Привлекают лекции А. С. Давыдова по квантовой механике и Н. Ф. Овчинникова по диалектическому материализму. Игорь много читает. Энтузиазм вызывают и достижения науки и техники: открытие несохранения четности и запуск первого искусственного спутника Земли. Молодое сознание, руки — в поиске. Что нужно и следует сделать? Игорь занимается легкой атлетикой, ходит в походы, много читает, размышляет, смотрит.

Лето 1958 г. Первый строительный отряд физиков (и первый в стране) едет на целину. В. Письменный и С. Литвиненко возглавили студенческое движение. Игорь едет в числе первых. Казахстанские степи, свежий воздух, чувства взаимной дружеской поддержки, солидарности, сознание, что тебя окружают единомышленники, — все это выливается в трудовой порыв, в подлинный энтузиазм молодых комсомольцев.

Днем — работа, ночью — песни, споры. Кажется, что можно сделать все. Даже когда ребята возвратились, песни и споры не кончились. Однако учеба еще не завершена. Начались долгие и трудные расчеты. Дипломная работа Игоря легла в основу доклада, представленного на Международную конференцию по космическим лучам, которая состоялась в Москве летом 1959 г. На доклад И. С. Алексеева и Г. Т. Зацепина «*мезоны высокой энергии*» (Труды Международной конференции по космическим лучам. Т. 1. М., 1960. С. 326) — множество ссылок, вплоть до настоящего времени. Предложенная в работе идея определять энергию мюона по генерированным парам используется как в нашей стране, так и в Японии, США и других странах: огромные установки, которые называются *парметры*, помогают раскрывать тайны мюонов.

После успешной защиты дипломной работы — выпускной вечер. Январь 1959 г. Торжественное заседание в Доме культуры МГУ. В президиуме — Н. С. Хрущев, приглашенный по частным каналам, руководство университета, факультета. Ректор И. Г. Петровский, который приветствовал нас при поступлении в 1953 г., произносит теплые слова прощания, желает успешной творческой работы, здоровья. Н. С. Хрущев начинает свое выступление с осуждения присущих молодости честолюбивых планов «*заниматься космосом, делать перевороты в науке, быстро продвигаться по служебной лестнице*». «*Вы — винтики*», — подводит итог лидер страны. Речь вызывает недоумение. Каждый понимает, что, конечно, не всем суждено открыть что-то новое, но зачем приземлять инициативу? К сожалению, как показало уже распределение, жизнь каждому указывала свой «шесток», требовала становиться «винтиком» в системе. Кончалась «оттепель», появлялись запреты. Формально у Игоря все было хорошо: поступил в аспирантуру к академику С. Н. Вернову. Фактическое положение было трудным. Игорь не был связан с какой-либо лабораторией или коллективом. Надо было начинать с нуля: куда-то пристраиваться, подчиняться «установленному порядку», т. е. становиться «винтиком».

Игорь долго и мучительно раздумывал. Внутренняя свобода, независимость мышления — все вольнолюбивые качества Игоря искали выхода. Факт поразительный. На полную мощь работала чудовищная машина порабощения сознания, запущенная «великим вождем» и системой: и мыслить, и действо-



*Л. Д. Ландау на «празднике Архимеда».
Физический факультет МГУ, май 1960 г. Справа — И. С. Алексеев*



*Н. Бор и Л. Д. Ландау на «празднике Архимеда».
Физический факультет МГУ, май 1961 г. В центре — И. С. Алексеев*

вать разрешалось только в соответствии с «учением корифея». Но и в школе, еще при жизни Сталина, и в университете, когда в первые годы после смерти «учителя» Наука изгонялась из «храма», Игорь смел «свое суждение иметь». Возможно, нравственная чистота простого народа, среди которого рос Игорь, русская и мировая литература помогли ему сохранить свою индивидуальность. Девиз Игоря — динамика. И он решил действовать: встреча с Учителем — Н. Ф. Овчинниковым — стала началом пути. С кафедры космических лучей Игорь переходит на кафедру диалектического материализма.

Весной 1961 г. на физическом факультете состоялся «праздник Архимеда». Игорь — в роли Ломоносова. На праздник были приглашены приехавший в СССР Нильс Бор с супругой и ведущие ученые страны. Известна фотография: Бор, Ландау и «Ломоносов»-Игорь. Этот символ человеческого разума предсказал назначение Игоря — быть Мыслителем.

1989

ВСПОМИНАЯ ИГОРЯ АЛЕКСЕЕВА

«Я никогда — ни в своей философии, ни в своей жизни — не хотел подчиниться власти общего, общеобязательного, обращающего индивидуально-личное, неповторимое в свое средство и орудие. Я всегда был за исключение против правил. У меня всегда была вражда к монизму, к рационализму, к подавлению индивидуального общим, господству индивидуального духа и разума, к гладкому и благополучному оптимизму. Моя философия всегда была философией конфликта». Это сказал Бердяев. Думаю, что-то близкое мог бы сказать и Игорь Алексеев. «Истина не одна; опасно думать, что истина одна», — говорил Игорь 20 апреля 1988 г. на конференции в Институте истории естествознания и техники АН СССР, посвященной 150-летию Э. Маха. Эта мысль перекликается с принципом дополнительности Бора, которым Игорь много занимался. Его тяготение к этой проблематике выражало, по-моему, протест его натуры против имперской установки в мышлении и жизни.

Познакомился я с Игорем Серафимовичем Алексеевым в 1961 г. в Московском университете. Наш общий приятель Игорь Львович Генкин (астроном, как и я), представлявший в шутку как Тигр Львович Гиенкин, дал Игорю мой аспирантский реферат по проблеме бесконечности в космологии. В те времена Игорь перешел из физики в философию — в аспирантуру к Николаю Федоровичу Овчинникову, организовавшему с помощью Игоря Алексеевича Акчурина и Игоря Серафимовича Алексеева философский кружок на физфаке МГУ. Игорь тогда жил с женой и маленькой дочкой в зоне «Б» главного здания МГУ, я жил в одной с ним зоне. Помню, у Игоря стояло три набитых книгами книжных шкафа вместо обычного одного.

В его или моем блоке мы много говорили о философии, политике и прочем. Игорь убеждал меня в необходимости последовать его примеру, пожертвовать физикой ради философии, как того требовала, по его представлению, жизнь в те времена. Помню, я как-то спросил его: «А что такое, по-твоему, культ личности (Сталина)?» «А вот то, — ответил Игорь, — что я призываю тебя переходить в философию, а ты отказываешься». Конечно, он имел в виду индивидуальный

протест против инерции заданного течения жизни. Но я не мог бросить астрономию, любовь к которой мне с детства привил мой дед.

Не один Игорь тогда бросил естествознание ради философии, так сделали многие мои друзья, с которыми я познакомился в философском кружке Игоря: Толя (Анатолий Валерианович) Ахутин и Витя (Виктор Павлович) Визгин ушли в философию из химии, Сережа (Сергей Михайлович) Половинкин — из математики, Алик (Альберт Васильевич) Соболев — из физики, Сережа (Сергей Сергеевич) Хоружий стал философом, оставаясь физиком. Это смещение интереса от природы к человеку, от физики к метафизике было типичным в период хрущевской оттепели.

В кружке Игоря были физики, философы, психологи, филологи. Помню выступления Эвальда Васильевича Ильенкова, Владимира Соломоновича Библера, Генриха Степановича Батищева, Александра Александровича Зиновьева, Юрия Николаевича Давыдова, Пиамы Павловны Гайдено, Льва Регельсона, Василия Васильевича Давыдова, Анатолия Сергеевича Арсеньева, Вадима Валериановича Кожинова, Михаила Александровича Лифшица и других. Неформальных организаций тогда практически не было, и комсомольские функционеры оприходовали наш кружок, дав ему претенциозное название: Университет молодого марксиста при МГК ВЛКСМ, затем — при ЦК ВЛКСМ. Летом 1964 г. мы как функционеры УММ ездили от ЦК ВЛКСМ в командировки по Союзу распространять наш опыт. Меня тогда направили в Баку. Помню, как я говорил первому секретарю ЦК ЛКСМ Азербайджана тов. Али-заде, что комсомольцы должны изучать все — Маркса, Гегеля, Ленина, Гитлера, Ницше, Фрейда, Бердяева и т. д. Подразумевалась открытость осмысления всего и свобода полемики (например, умение критиковать Маркса и Фрейда за фундирование высшего в низшем и т. д.). Но вместо филиала УММ в Баку возник политический клуб «Гвоздика» (хотя мы ратовали не за клубы, а за духовное возрождение, за преемственность культуры и полную открытость ее источников).

Осенью 1964 г. состоялся международный форум молодежи, и активисты философского кружка и УММ завязывали международные связи. Руководителем советской делегации был первый секретарь ЦК ВЛКСМ Сергей Павлов. Нам пред-

лагалось по команде вставаниями в зале заседаний и аплодисментами поддерживать нужных делегатов и противостоять китайским делегатам. Помню, одного нашего товарища окружили в кулуарах китайцы и по команде громко засмеялись, добившись требуемого смущения товарища. Но нами двигали совсем другие чувства, нежели требуемые комсомольским начальством. На следующий день после моей беседы с китайцами меня разыскали «представители профсоюза» и прогнали с форума — китайцы, оказывается, ночью звонили в Пекин, заявив, что советская делегация предлагает им переговоры, про которые Павлов ничего не ведал. Таким было столкновение наших искренних наивных устремлений со стереотипами комсомольской аппаратной работы.

Вместе с политической карьерой Хрущева окончил существование и наш Университет молодого марксиста, давший затем название одному из факультетов казенного Университета марксизма-ленинизма. Факультет философских основ коммунистического мировоззрения УММ, возглавляемый Г. С. Батищевым, заменился его семинаром «Социально-гносеологические проблемы» в Институте философии АН СССР. Юрий Николаевич Давыдов стал читать спецкурс «Логика Гегеля» на философском факультете МГУ. Эвальд Васильевич Ильенков организовал кружок физиков в Институте философии. Его тогда интересовало, как платоновские универсальные формы в основаниях физики соперничают с демокритовским подходом (за этим легко теперь проследить благодаря недавно переведенным работам В. Гейзенберга, собранным в книге «Шаги за горизонт» (М., 1987)). Помню, я как-то спросил Э. В. Ильенкова, в чем же заключается развитие марксизма, если возник сталинизм? «Вот это и есть развитие марксизма», — неожиданноотреагировал Эвальд Васильевич (а он выражался всегда продуманно и точно). Потом мы посещали «интеллектуальные концерты» Сергея Сергеевича Аверинцева. Таков был примерный путь кружка Игоря Алексеева и таковы были его продолжения.

Мы с Игорем Алексеевым общались редко, но с ощущением духовного братства-соперничества. Наша братская взаимная симпатия сочеталась с резкой конфронтацией со стороны Игоря по вопросам философским и научным (тут мы оба были упрямы). Возьмем, например, последний спор 21 апреля 1988 г. в Институте истории естествознания и техники. Игорь

спросил докладчика Я. А. Смородинского о равноправии систем отсчета Птолемея и Коперника. Смородинский (вслед за Эйнштейном, но вопреки Фоку) склонялся к равноправию этих систем отсчета. Я написал на доске полученное мною в 1969 г. уравнение сопутствующей гравитационному полю системы отсчета (в Солнечной системе — Солнцу, дающему основной вклад в кривизну данного пространства-времени, что решало спор между Птолемеем и Коперником в пользу последнего). Игорь резко возражал против диктата Солнца, проводя аналогию с имперскими замашками важных персон. Я ответил Игорю в субъективном духе, к которому он тяготел, что ко всему можно относиться с точки зрения воли и разума, и Игорь прав в первом смысле и не прав во втором.

Игорь шел не от объекта к субъекту, а в обратном направлении, называя себя «субъективным материалистом». Его переход от механицизма к одушевленности характерен для его жизненного пути и для его пути в науке. В самом стремлении дополнить, говоря словами Фейербаха, «монархический принцип субординации демократическим принципом координации» Игорь Алексеев был, конечно, прав.

Однако субординацию и координацию, абсолютизм и равноправие, диктатуру и демократию, привилегии и равенство связывает диалектическое взаимопроникновение. Представим два состояния физической квантовой системы. Представим, что система переходит из одного состояния в другое сразу всеми возможными путями (принципы конструктивной интерференции и интегрирования по путям). В итоге выживает путь, удовлетворяющий вариационному принципу экстремума действия: движение по всем путям породило одну определенную траекторию, описываемую определенным уравнением (полный хаос породил строгий закон). Кого и что следует приравнять: индивидов или единицы их способностей, опыта, духовного и материального богатства? Ясно, что имеется сложная динамика соединения различных произведений, субъектов, членений реальности. Ясно, что решение здесь имеется не в пространстве, а в пространстве-времени, в неотвратимой динамике — с глубокими неизбежными преобразованиями объектов и субъектов этой динамики (в этом и заключается непредсказуемая неисчерпаемость бесконечности как процесса, не совместимой с бесконечностью повторений). Игорь Алексеев хотел найти то измерение реальности, в кото-

В пятницу, 2 марта,
в 18 часов в ауд. 5-51
состоится первое занятие
ФИЛОСОФСКОГО
КРУЖКА.

В программе: обсуждение статей

А. Дж. Айера "Философия и наука"

/Вопросы философии" № 1, 1962 г./
оппонент А. Баранов

и И. В. Кузнецова: "Нет! Философия - это наука!"

/Вопросы философии" № 1, 1962 г./
оппонент М. Иваненко

сообщения по литературе:

А. Осипова

В. Рокитянский.

Дополнительная литература:

1. В. И. Ленин "Материализм и эмпириокритицизм", т. В.

2. Ф. Франк. Философия науки. М. 1960

3. Беседа с проф. Лайнусом Поллингом (США)
"Вопросы философии" № 2, 1962 г.
стр. 45-61

Объявление о первом в 1962 г. заседании философского кружка,
написанное И. С. Алексеевым

ром малое и большое были бы равноценны, хотел разбить монологическую установку сталинизма (В. С. Библер, например, делает это в философии с помощью принципа диалогичности, полифоничности мышления М. М. Бахтина).

Все мы, «шестидесятники», отличаясь частностями, стремились от мертвого и отчужденного к живому и свободному. И Игорь Серафимович Алексеев сыграл здесь для нас великую роль.

1989

С. М. ПОЛОВИНКИН

СУБЪЕКТИВИСТ, ПОЗИТИВИСТ, ПРОРОК?..

Самое раннее (1960—1962 гг.)

«Философский кружок» на физфаке МГУ. Начало 60-х гг. Игорь — один из его руководителей. Ровесник или чуть старше нас. Красив, вдохновенен, блестящ. Начиная говорить, быстро входит в раж: горит и пылает. Когда распаляется, вдруг неожиданно начинает как-то простонародно окать. Слушает противника в споре с видом, что знает любой ответ до всякого, в том числе и этого, вопроса. Из его уст на семинаре в основном исходят речи о квантовой механике. Элементарные частицы у него из мелких брызг вещества превращаются в нечто весьма странное, виртуальное. Они — скорее теоретические конструкции, чем вещественная реальность. Из-под чугунных сводов «копируется-фотографируется» именно такие энтузиасты, как Игорь, повлекли теорию познания через осмысление квантовомеханической теории на простор увлекательных трудностей уяснения ее гносеологической природы. «Копенгагенская интерпретация», «принцип дополнительности» и т. п. пробуждали нас от догматического сна. Имена Бора, Гейзенберга, Шредингера звучали как набат. Потом пришли к нам и другие бодрящие средства, но это было первое — в эпоху пробуждения от сна, подобного смерти.

В это время под эгидой горкома комсомола по своей Москве прошла волна диспутов на темы, реально волновавшие молодежь. Апофеозом этой «кампании» был знаменитый диспут на физфаке МГУ, после которого все и кончилось. Но перед этим был диспут в Политехническом, на котором выступал Игорь. Я не помню содержания выступления. По всей вероятности, лейтмотивом его были призывы к искренности и правдивости, без которых не двинуться с места, с намеками на засилье лжи. Помню образ Игоря — образ прекрасного пылкого пророка. Его облик поразил моих спутниц-дам. Еще долго они меня спрашивали: «А как тот, что в Политехническом выступал?» Но на диспуте, кроме восторженно принимавшей его аудитории, были и «ответственные товарищи», которым всякое слово об искренности и правде — как нож острый. Они кинулись узнавать «имя, фамилию, отчество, где живет, где работает и т. п.» Узнали: «Ага, это — философ, боец идеологического фронта, а что он говорил... Ату его!» «Сигнализировали» по месту учебы — на кафедре диамата и истмата естественных факультетов МГУ, где Игорь в то время учился в аспирантуре. На кафедру был «звонок сверху» с предложением «принять меры». При этом даже не удосужились изложить суть его выступления, но лишь, вероятно, «указали» его «антиобщественный», «антипартийный», «внеклассовый» характер.

«Звонок сверху» был по тем временам приказом к расправе. Кафедральное начальство стало размышлять, как это сделать. Первым здесь возник вопрос: «За что?» Ведь содержания его речи в Политехническом не сообщили. Попроси Игоря самому изложить — потом греха не оберешься. Поверить адекватности этого изложения? А если здесь не будет «криминала»? Мудрое начальство решило так: «Поручим ему сделать доклад на кафедре и разнесем этот доклад».

И вот настал день заседания кафедры. Для меня это первое заседание, на котором я присутствую, ибо только что поступил в аспирантуру. Сажу в уголке — ни жив, ни мертв, глаза то боюсь поднять, не то что слово сказать. Заседание кафедры объявляется открытым, и слово для доклада предоставляется Игорю Серафимовичу Алексееву. Я не в курсе всей интриги и с интересом слушаю. Игорь, как всегда, сначала спокойно-воодушевлен. Он-то в курсе, и старается говорить лишь такое,

к чему нельзя придраться. Не помню темы доклада, но помню многочисленные чертежи на доске: столкновение и разлетание элементарных частиц; щель, через которую пролетает электрон и странно при этом себя ведет. Речь идет о трудностях теоретико-познавательной ситуации в современной физике. Закончил. «Какие будут вопросы?» Какие могут быть вопросы, если никто ничего не понимает ни в физике, ни, пожалуй, в философии. Тут надо лихорадочно думать, в чем бы его уесть. Вопросов нет. «Кто хочет выступить?» Напряженное молчание. Наконец, нашелся: «Ну, теперь мы все видим, что это — настоящий позитивизм!» Все облегченно вздохнули: брешь в обороне найдена. И понимать ничего не надо, а все вместе назвать позитивизмом и топтать сколько захочется. И навалились. Нет отбоя от выступающих: «Ленин заклеил позитивизм как оружие империализма, а у нас на кафедре аспирант...»; «От позитивизма один шаг к воинствующей поповщине...»; «Главный враг позитивизма — материализм и диалектика...»; «При современном обострении классовой борьбы на международной арене на чью мельницу льет воду Алексеев?...» и т. п. Были ли выступления «за»? Да, были. Выступавшим потом пришлось уйти с кафедры. Взянул было один честный аспирант: «Такой ли уж это позитивизм?» На ближайшем кандидатском экзамене ему поставили двойку.

Нравы были таковы, что только что тебя громивший мог подойти к тебе после погрома, добродушно похлопать тебя по плечу и «дружески» этак посоветовать: «Ну, брат, ты и действительно уж — того, загнул с этим, как его, позитивизмом. Ну а оргвыводы, это уж начальство переусердствовало. Да и этот, как его, электрон, ну ты уж его так расписал, ни в какие ворота, вроде свободной волей он что ли у тебя обладает, ну уж это извини». И, убедив себя в собственной правоте, научной беспристрастности и дружелюбии к человеку, но отнюдь не к его идеям, отходит удовлетворенный.

Игорь с кафедры исчез, и я долго его не видел. Слышал, что ему не сладко приходилось, но что у него было много друзей.

На Физтехе: «Я — субъективный материалист!»

Прошло несколько лет. Из Новосибирска доходили лишь слухи: «молодежь ходит за ним толпой», «начальство гонит,

но затравить до конца не может», «несмотря ни на что, защитил кандидатскую» и т. п. И вдруг Игорь появляется на нашей кафедре — кафедре философии Московского физико-технического института. Работает он в Институте истории естествознания и техники, а у нас — на полставки. На его занятиях я никогда не был, но отзывы студентов и аспирантов — прекрасные. На заседаниях кафедры на Игоря стоило посмотреть. Сесть старался в глубокое кресло, нога на ногу — прекрасен, ироничен, готовый взорваться каждый миг. К людям ищущим снисходителен и терпелив. К закоренелым догматикам, все талдычащим «первично-вторично», «отражение» и т. п. — беспощаден. Докладчик рисует на доске «блин-субъект», а на нем «откушенный-кус-отражение». Игорь взрывается и подсказывает к доске. В руках мел, взволнован, а посему и окает. От доски слышится: «Экспериментальная и теоретическая установка определяет не только форму, но и само существование объекта». Когда он сам делал доклад, то последовал «коварный» по тем временам вопрос: «А если приборы не фиксируют объект, то есть ли он на самом деле?» Игорь, ни секунды не раздумывая: «Нет!» Ему: «Но это же принципиальная координатная Авенариуса, которую критиковал Ленин!» Игорь: «Это не аргумент, да и у Ленина все не так просто». Тогда ему задают самый убийственный вопрос: «А существовала ли Земля, если ее никто не наблюдал?» («Материализм и эмпириокритицизм» давно стал типом мышления многих и многих советских философов.) Игорь: «Могла существовать, а могла и не существовать. Для возможных мегасуществ, которые живут на мегапланете, Земля может и не существовать, ибо у них может не оказаться приборов, способных обнаружить слишком для них малую Землю». «Да Вы — субъективный идеалист!» — «Нет, я — субъективный материалист!»

Незабываемы кафедральные «сабантуи», непременно участником которых был Игорь. В незабвенную «эпоху застоя» вино лилось рекой, и река эта была не подземной, а всеоткрыто и привольно стремилась свои довольно-таки высокоградусные воды среди лесов и полей, в школах и домах престарелых, в институтах и на заводах, в колхозах и министерствах. Кафедральные попойки были весьма частыми, да и достаточно обильными. Поводов для них — хоть отбавляй: юбилеи и просто дни рождения, защиты диссертаций и при-

суждение званий, прибавки к жалованию и рождение детей, и т. п. Слабый вариант реализовывался на кафедре. Расстановка сил традиционная: за мужиками — выпивка, за дамами — закуска. Кафедральные двери закрывались на ключ (есть, правда, боковой вход). И пошло-поехало. Начальство не обращало на это никакого внимания, ибо это было в порядке вещей. Студенты ломились в дверь, а некоторые прорывались. И можно было наблюдать такую сцену: преподаватель с чашкой (так!) вина в руках что-то чиркал в зачетной книжке студента, который облизываясь смотрел на стол. Если кто-то не добирал до кондиций, то шли к покойному зав. кафедрой Э. М. Чудинову добирать. Усиленный вариант: собирались у кого-то дома, или в ресторане, или в столовой института, или у незабвенной Людмилы Викторовны Омилавой. Там уж всем хватало с избытком. В столовую института иногда приходило и институтское начальство. Как отрадно было созерцать крепость нашего руководства, когда проректор без передыху выпивает наполненный до краев фужер водки, а потом еще и еще, а после этого умудряется танцевать летку-енку. Веселье доходило до того, что только что получивший корочки кандидат терял все: и корочки, и еще много-много ценных документов. Случался и выпрезвитель. О времена, о нравы!

Часто встречаемся в электричке утром, идем вместе в институт. Игорь то оживлен и слова не даст сказать, то каменно молчит. Как-то это обижало, пока не догадался... И у него дома: то кипит сверхидеями, то сидит и молчит, свесив голову на грудь...

* * *

Последняя встреча: конференция, посвященная Маху в ИИЕТе. Я пришел к концу. Игорь на кафедре по-юношески красив и речист. Подхожу после окончания конференции, здороваюсь. Игорь излучает юношескую энергию, еще не остыл от полемического пыла... К кафедре прислонена *его* палочка.

1989

Я услышал о смерти Игоря — и вместе со скорбью, с чувством потери, с болью о нелепо оборвавшейся жизни, полной энергии и таланта, почти сразу ко мне пришло и странное чувство какого-то повторенья, сходства. Сама собой всплыв в сознании, рядом стала еще одна судьба и еще одна не столь давняя смерть — и две судьбы, две кончины, перекликаясь и отзываясь в душе, своим подобием словно раскрывали что-то общее, важное. Несколько лет назад, изведав почти те же недуги и проблемы и столько же на свете прожив, в Москве умер Виктор Хинкис — известный переводчик, писатель. Я был с ним близок как раз в последнюю пору его жизни и мог воочию видеть, как назревал разрушительный исход, проступали неумолимые очертанья судьбы, которые сейчас так узнаваемо повторились в судьбе Игоря. Они были одного склада, оба сильные и строптивые, одаренные не только способностями, но и яркой индивидуальностью, бурливой непокорностью нрава. И оба явно не уместались, не могли сполна реализовать себя в окружающем, оказывались с ним в конфликте. Это и стало решающим в их судьбе. Чем дальше, тем больше ее определяло развитие этого конфликта. Развитие же в обоих случаях шло совершенно одинаково.

Вначале отношения с окружающим просто оказывались зачастую обострены. Потом постепенно они становились непоправимо деформированы, болезненны. Потом — повлекли болезнь. Наконец — привели к гибели.

Переход внешнего во внутреннее — ключевая черта этой печальной картины. Обстановка, атмосфера, условия, отношения — все это в течение долгих лет давило, ущемляло, ранило личность, пока не проникло наконец и до ее психических и физических слоев, душевно-телесного естества — и повлекло его разрушение. Накапливаясь и нагнетаясь, внешние нарушения нормальной активности с неизбежностью породили внутренние, начали поражать ткани личности. Налицо перед нами — картина губительного воздействия какой-то вредоносной, нездоровой среды.

Но не такова ли в точности — подумал я — картина действия радиации? И не будет ли правильно сказать, что оба они погибли оттого, что многие годы жили, действовали, пытались себя осуществить — будучи в зараженной среде, в зоне радиации? Так пришло слово. Зона: слово века, нагруженное его главными смыслами. Зона — лагерь. Зона — место зараженной, губительной среды обитания, как Чернобыль. Но также и место коренной духовно-душевной порчи, как мир тоталитарной псевдокультуры: оно губительно в равной мере, ибо природа человека едина, и нельзя насиловать одни ее стороны безущербно для прочих. Разные виды и обличья имеет зона, но суть одна всюду: это страшное, гиблое для человека пространство, где он погибает, либо мутирует, вырождается в радиационного уродца.

Искусство, всегда идущее впереди в осмыслительном труде человека, давно уж открыло важность этого образа-символа. Первым мы, конечно, вспомним Тарковского с его «Сталкером» и вовсе не удивимся: не ясно ли, что вся судьба этого художника — жребий человека из зоны? Но это — совсем не начало жизни образа; его история ведется еще с 1912 г., со знаменитой поэмы «Зона» Гийома Аполлинера. Тогда, в довоенном «золотом веке», еще неведом был его будущий страшный смысл, и образ еще неясен самому автору, смутно-тревожен: одно из таинственных прозрений, какие бывают в искусстве. Но оставим искусство: я должен говорить о зоне здесь и сейчас, в наших судьбах. В кратких словах я попытаюсь вспомнить те немногие и довольно давние страницы жизни, когда она сводила нас с Игорем. И хотя это было скорей не в зоне, а в ее, так сказать, предзонах, — черная тень ее всегда лежала на всем.

* * *

Когда-то, давным-давно — Боже милостивый, не тридцать ли лет тому? ровнехонько тридцать, как одна копейка! жизнь прошла как сон, как гитары звон... — стоял на Ленинских горах физфак. Говорят, будто бы стоит и сейчас — только это уже едва ли интересует нас; да и вообще мало кого. Но тогда — о, тогда дело было совсем другое. Шел разгар *оттепели*. Что сие — оттепель? Сие вот что: некие российские умники исчислили, что свободная личность и процветающая культура возникают в обществе, когда его граждан «три по-

коления не били»; ну, а оттепель — это свобода и процветание, явившиеся у нас, когда граждан три года не убивали. Такая, значит, пропорция. Об этой поре немало говорят и пишут сейчас, но, кажется, редко вспоминают такую характерную ее черточку, как культ физики и физиков, особенно — физиков-ядерщиков. И делают правильно. Потому что черточка эта — наследство еще старых, тоталитарных структур сознания. Это вовсе не парадокс. Припомним бурные кампании вокруг челюскинцев и папанинцев, вокруг полетов в стратосферу. Все это — стратегия отвлечения высокими целями, причем всегда — выдуманными, за уши притянутыми, не имеющими ни малейшего отношения к действительным нуждам жизни. Тоталитаризм хочет выработать у человека особую оптику дальнорзости, планетарный полет сознания. Не вглядывайся, не вдумывайся в то, что творится рядом с людьми, с тобою самим — над этим, будь спокоен, бдят органы, партия и лично тов. Пускай лучше твои мысли и волнения устремляются высоко-высоко, в стратосферу... далеко-далеко, в полярные льды... глубоко-глубоко, в недра атомного ядра.

Измученной послесталинской России недра ядра нужны были, как козе баян. Но так или иначе, новый культ имел место, и физики ходили в баловнях общества, как двадцать лет назад летчики. Им позволялось быть свободомыслящими, раскованными или, пожалуй, точней — образ зоны не отпускает и не может нас отпустить — расконвоированными. (Термин тем паче к месту, что расконвоировал физиков не кто иной, как Лаврентий Берия. Он лично взял на себя заботы о ядерной науке, окружил ученых теплом, и каждый из нас в период оттепели не раз слышал быль о том, как Лаврентий Павлович сам выбирал место для ядерного центра — будущей знаменитой Дубны.) В известных, разумеется, пределах, им разрешалось думать — и общество, по режиму давно уже не имевшее такой льготы, с энтузиазмом воспользовалось послаблением правил. Ощущая, что в сложившейся ситуации их роль в обществе — шире рамок профессии, физики пустились в философию, в сочиненье доморощенных социальных теорий, в общественную активность — под которою тогда еще понимался не выпуск «Хроники», а, большей частью, работа по линии ВЛКСМ.

...Летом 1959 г. на физфаке было положено начало движению студенческих стройотрядов. Студенты, закончившие

первый курс, выехали в целинные совхозы Казахстана — как выезжали в те годы все студенты Москвы, но с той огромной разницей, важность которой поистине трудно переоценить, что вместо уборки урожая им предстояли различные строительные работы. Игорь, в то время старшекурсник, был в числе вожаков всего предприятия, я же — в числе рядовых строителей телятника и курятника в совхозе «Ждановский» Северо-Казахстанской области. Конечно, мы сталкивались не раз, но при всей дистанции, нас разделявшей, этого было не назвать знакомством. Как мне поверхностно казалось тогда, он вполне соответствовал типуажу комсомольского лидера — и даже в те годы, когда почти ничего еще не сложилось из будущих моих взглядов, типаж этот вызывал у меня некоторую задумчивость, смешанную с отвращением.

Сегодня, в основном, всем все ясно с комсомольской организацией. Разными путями, на разных уровнях, включая и массовые фильмы типа «ЧП районного масштаба», в обществе распространяется понимание, простая суть которого такова: комсомол — одно из главных орудий той попытки создания нового человека, которая обернулась лишь разрушением прежней человечности — как выяснилось, единственной, допускающей лишь сатанинскую альтернативу. Комсомол — школа цинизма и карьеризма, звериной дрессуры, фашистской закалки лидеров. Комсомол — мастерская обрубки рядовых под утвержденную последним съездом болванку советского человека. Не мне спорить с этими невеселыми истинами. Однако никакая общая истина не существует без исключений и оговорок. И один из случаев, когда известные оговорки вполне уместны, — как раз физфаковский комсомол времен оттепели. И общие настроения эпохи, и упомянутая расконвоированность нашей профессии заметно сглаживали, заглушевывали суть дела, и на первый план выступали невинные розовые стороны. Праздник Архимеда, придуманный именно в те годы, устраивавшийся при живейшем участии и даже, кажется, под началом Игоря, с шуточной оперой и карнавальным шествием, при всеобщем шумном веселье, — все это ведь тоже был комсомол. При нашей монолитности он один обслуживал все; и в той мере, в какой это было допустимо с идеологической точки зрения, в его рамках находили приют и выход также и традиционные развлечения, присущие вечному сословию буйных буршей, неприкаянных студюзовцов... Ком-

сомольский раск в высотном ленинском шалаше! И я там был, мед-пиво пил, похोдивши с год в активистах самого маленького ранга. Будучи же намечен к повышению, в состав факультетского бюро, в панике отпросился у боссов от почетного жребия: не из идейных расхождений, каковых не имел, но из стремления к своей науке. Так в первый раз жизнь уберегла меня от судьбы Игоря. Ибо, подслащенная или нет, но суть дела никуда деться не могла. Комсомол — зона. И годы комсомольского лидерства для Игоря наверняка надо уже считать — временем пребывания в зоне. То была первая его зона. Второй, более разрушительной, стала советская философия.

* * *

Быстры, как волны, струи нашей жизни... Минуло совсем немного с эпохального стройотрядовского почина; Игорь — аспирант, и больше уже не ядерщик, а философ. Я, между тем, старшекурсник, и в моей группе Игорь ведет семинары по дисциплине, именуемой диамат. Передовые веяния в преподавании «общественных предметов» имели в тот период двойное направление: одни из либеральных наставников распространяли разные неортодоксальные концепции, условно говоря, неомарксистского плана, другие же, давая своим предметам изумляюще широкое толкование, пытались под видом их знакомить юношество хотя бы кой-с чем из истинной культуры и философии. К чести Игоря, он явно примыкал ко второму направлению. Собственные его интересы лежали в области философии физики, шире — философии науки, а в части общепhilософского фундамента в этом случае было почти неизбежным влияние неопозитивизма. Уплативши скупую дань священным коровам отрицания отрицания и перехода количества в качество, он занимал свои семинары обсуждениями философских интерпретаций квантовой теории, анализом проблемы причинности в квантовой механике и тому подобными сюжетами... Без сомнения, это было и оправданным, и разумным в профессиональной подготовке физиков, и эту деятельность его стоит сегодня вспомнить с благодарностью. При всем том, это не сблизило нас тогда: мне была в философии совсем иная нужда. Но, с другой стороны, это нас и не развело. Игорь ни на грань не был догматиком, навязывающим собственные взгляды. Напротив, сам будучи своеволен и свободолобив, он в то же время умел беречь и чужую сво-

боду, чужую личность. У нас, студентов, он поощрял и поддерживал любой философский интерес; а когда подошло к сессии, предложил всем желающим — что было дерзкою волею! — взамен диаматического экзамена написать реферат на какую угодно философскую тему. Я состряпал живо «Учение Платона об идеях», уснадив его ради чистейшего эффекта ссылками на немецкие и французские тома потолще и вызвав незаслуженно серьезный интерес Игоря. Примерно в это же время нас сблизило и еще одно: организованный Игорем философский кружок.

Философский кружок для студентов-физиков: слова эти никак не вяжутся с представлением о чем-то значительном. Что это может быть? Так, детская самодеятельность... Однако с игоревым кружком дело обстояло иначе. Он быстро сделался известен во всей Москве и стал даже, пожалуй, одним из заметных, характерных явлений времени. Ибо в кружке этом не студенты — как обычно бывает — читали друг другу жиденькие доклады, но приглашались и рассказывали о своих идеях многие и разные люди со свежей, независимой мыслью, не только философы, но и психологи, социологи, литературоведы.

Чтобы собрать сей цвет столичных гуманитариев в аудиторию к простым студентам-естественникам, должно было сойтись многое: и энергия организатора, и пресловутый престиж нашей профессии, и, самое важное, наверно, — скудость отдушин, свободных трибун, возможностей донести к людям свою мысль... Но аудитория наша была благодарной почвой. Часто выступление затягивалось на целый вечер, выливалось в живой разговор, в истовые споры; и потом еще, обступив гурьбой, провожали мэтра к метро. Кружок начал привлекать думающую молодежь уже и разных профессий, из разных мест; и скоро среди участников стало выделяться некое ядро, группа тех, у кого философские интересы шли глубже простого пополнения эрудиции. Нам, бывшим в этом ядре, понемногу делалось ясно, что наша связь с философией выходит делом серьезным. Любовь к мудрости задела уж нас, уязвила жалом своим, и мы откликались, мы были готовы верно служить ей. Трудились, восполняя отсутствие подготовки, приобретали собственные воззрения, иные уже задумывали и писать свое... Все были молоды, и слушатели кружка, и Игорь, его отец-основатель, и почти все, кто приходил в него просвещать нас. И все происходящее казалось лишь многообещающим началом.

Однако не стало таковым. Ожидания не сбылись — ни для нас, ни для прошедших чередой перед нами молодых умов оттепели. Чтобы в этом убедиться, легче всего было бы взглянуть на конкретные человеческие судьбы — только едва ли уместно здесь, вспоминая Игоря, устраивать персональный разбор тех, кто в большинстве еще живы. Скажем лишь несколько общих слов. Если говорить о старших, о просветителях кружка, это был не такой уж и узкий круг людей — несомненно, очень небесталанных, мыслящих интересно, наделенных творческими задатками. И при всем том, едва ли хоть кому-нибудь из них выпал нормальный творческий путь, едва ли хоть кто-то смог полностью осуществить себя в своих творческих возможностях и человеческом облике. (Последнее ведь не менее важно!) Стандартные элементы всех судеб — конфликты и кризисы, коверканье личности, гибель замыслов... Типические дороги старших неплохо передает, увы, суровая российская формула: *кто спился, кто скурвился*. Хотя надо бы к ней добавить, по меньшей мере, одно: измельчание и бесплодие, серость и деградацию, сопровождающие покорность духовному диктату тоталитаризма. Слава Богу, этот удел миновал Игоря.

Младшие же, из круга слушателей, по большей части все-таки не последовали за старшими в активную деятельность, опасно близкую к идеологической сфере. Убийственность этой сферы ощущалась резче с обозначавшимся постепенно спадом оттепели. Но, вместе с тем, уязвленные философией не имели сил вовсе ее оставить; и, в результате, оказывались где-нибудь возле, на обочине или в сторонке, где не требовалось ежеутренней присяги дьяволу. Здесь, глядишь, удавалось сохранить человеческий облик, но... как бы в миниатюре, в карликовом варианте. Кто творил для себя, вырастая в онтолога микрорайонных масштабов, кто углубленно изучал философские проблемы нигерийской гляциологии, а кто становился первейшим знатоком маршрутов послеобеденных прогулок русских мыслителей. И шло так — *десятилетия*. Маленькая собачка до старости щенков. Мы не сломались и не исподличались. Но мы — не выросли. Мы — мичуринская карликовая порода. В богатстве возможностей, предлагаемых Зоной, поистине трудно предпочесть что-нибудь.

... После долгого перерыва мы снова встретились с Игорем уже в недавние годы, его последние годы. Обрадовались; впа-

дая в стиль бывшего буршевского знакомства, бодрячески приветствовали друг друга, оживленно расспрашивали. Но почему-то с первых минут встреча явственно и щемяще веяла последними страницами Орвела, книги нашей молодости, и нежеланно, назойливо всплывала в мозгу сцена свиданья двух отпущенных помирать развалин, с дурацкой вариацией детской песенки:

Под развесистым каштаном Предали друг друга мы...

Ни оба мы, и никто из старого общего круга не сидел. Никого не пытали — упаси, Боже! Никто не каялся в программе «Время» Центрального Телевидения. Никто как будто не предавал друзей. Но когда после долгого перерыва мы снова встретились, и бодрячески приветствовали друг друга, и обменялись первыми взглядами — у каждого взгляд был таким, *словно все это с нами было*. В словах не было нужды.

Слова были о другом. Его интересует проблема причинности в квантовой механике, тут сейчас новые подходы, новые экспериментальные возможности. Важное направление — нейтронная интерферометрия, не мог ли бы я снабжать его последними иностранными статьями по этой теме. Несколько статей, для него заготовленных, так и остались у меня, позднее он не вспоминал уже об этом. Да, нейтронная интерферометрия...

* * *

Какая-то фатальная неизбежность срыва. Крушенья, банкротства, недоразвития всего, что начинается ярко и обещающе, и, в первую очередь, — судьбы таланта. Эту черту нашей жизни я заметил очень давно, и по молодости лет почти что повергался ей в отчаяние. Меня мучил вопрос: но отчего это так? Неужели это должно быть так?

Ответ упорно не приходил; но вместо ответа вдруг несколько неожиданно возник — образ. Припомнилась картинка из школьного учебника: развитие эмбриона человека. Прежде, чем появиться на свет в человеческом облике, мы зачинаемся, потом проходим стадии дочеловеческой эволюции, повторяя путь развития жизни. Но если что-то не так в материнском лоне, если эта родимая среда вдруг стала вредной, губительной для зародыша — путь его обрывается. Лоно ис-

торгает его — оставшимся на какой-то дочеловеческой стадии. И называется это, как известно, выкидыш.

Полнейшее соответствие картинки с миром советской культуры поразило меня. Общество — лоно, питательная среда, где непрерывно зачинаются, заявляют о себе творческие существа, личности. Каждая начинает свой путь, и для каждой ее назначением, заданием является осуществить свои творческие потенции, как для эмбриона — генетическую программу. В полноте этого самоосуществления творческая личность и обретает свой истинный человеческий облик. И именно этого никогда не происходило, не достигалось, нормальный процесс обрывался. Даже и не имея в уме заготовленной аналогии, всякий мог видеть: одни — и таких множество — сумели довести свой творческий рост лишь до стадии пресмыкающегося, другие — и таких масса тоже — лишь до стадии рыбы. А все почти остальные, пускай и не находились прямо на картинке учебника (нелепо и незачем утверждать точный изоморфизм биологической и социальной эмбриологии), однако тоже по-разному не состоялись, не сбылись в своей творческой и человеческой полноте. И найденная аналогия настойчиво влекла к выводу, что любая из этого сонма судеб, в сравнении с полноценным творческим самоосуществлением, увы, представляет собою выкидыш. Общественный организм оказывался нездоровой средой, не способною выносить нормальную личность, обреченной производить выкидыши. Но ведь так именно бывает с организмами, пораженными радиацией. И мы вновь возвращаемся к нашему началу. Перед нами вновь — Зона.

Я склонен думать, что набросанные образы и картины — не просто поверхностная аналогия. В устройстве мира действует принцип самоподобия, и часто за внешним сходством лежит сходство внутреннее, структурный и динамический параллелизм. Язык органических понятий применительно к обществу искони близок русской мысли, начиная с ранних славянофилов; и было бы плодотворным, я убежден, попытаться сегодня возродить этот старый наш органический подход на уровне современных представлений. В свете этих резонансов, я вполне готов допустить, что вышеописанные черты — проявление некой научной закономерности, объективного социобиологического закона. Но темой моей сейчас никак не наука, я говорю о судьбах, о жизни и смерти наших друзей и нас

самих. Что ж тогда следует из этих слов о закономерности? Как будто только одно: вдобавок к неизбежной гибели в Зоне (по крайней мере, духовной гибели) неизбежна и сама Зона, неизбежно ее господство. Создается картина обреченности.

И все же — неверно думать так! Пусть даже за нашими органическими параллелями кроются строгие законы — заведомо не все в человеке и социуме подвластно этим законам. Духу присуща свобода, и духовное усилие способно разорвать власть органических закономерностей. Только как достичь этого, как отыскать спасительную стратегию? Сегодня как никогда ясно, что тут недостаточно простой апелляции к свободе, призыва к освобождению. Образование самой Зоны на российских пространствах — не было ли оно движимо именно этим призывом? И тема преодоления Зоны (очищения, оздоровления — язык внешний и внутренний тут равно уместен, Зона всегда и вне, и внутри) — не ограничивается темой свободы, она должна идти глубже, должна быть осмыслена в своей онтологической и религиозной природе как *тема спасения*, вечная тема антропологии.

Решение этой темы — дело веры, не только ума и воли; об этом и сказано: «коемуждо по вере его». Для всех христиан залог спасения — во Христе: по Новому Завету между человеком и Богом, Христос никогда и нигде не оставит нас, «и в мрачных пропастях земли», как писал поэт, и в гораздо мрачнейших безднах Зоны. Путь же единения со Христом православие выразило сжатой формулой: стяжание Духа Святого. Этот знаменитый девиз преподобного Серафима Саровского и есть спасительная стратегия. Она признает в полной мере свободу человека и полагается на нее, однако указывает и то необходимое другое начало, без которого свобода рискует обернуться сооружением Зоны. Начало это — Божия благодать. Духовное усилие человека по самой природе своей свободно, но спасительно оно лишь тогда, когда свобода его направляет навстречу благодати; когда, вслушиваясь, оно ловит благодать и сотрудничает с нею. И для этого сотрудничества с благодатью, синергии, как его называли православные подвижники, нет и не может быть заранее расчисленных и гарантированных дорог. Ты напрягаешь разум и волю, но об исходе своего усилия скажешь только одно:

Спаси мя, Господи, имиже путями Сам веси.

Такова та диалектика спасения, неисповедимая и драматическая, которою движется освобождение из Зоны, будь то в судьбе человека или страны. И, помянув погубленных Зоной друзей, принесем Богу о нас, живущих, и о земле нашей эту простую молитву.

1989

М. А. РОЗОВ

Я ОПОЗДАЛ НА НАШУ ВСТРЕЧУ

Это произошло где-то в начале 60-х гг. в Академгородке Сибирского отделения Академии наук, где я жил в то время. Ко мне домой пришел стройный, худощавый молодой человек с открытым взглядом и высоким лбом. Помню, что он держался очень прямо и ходил с высоко поднятой головой. Заочно мы уже знали друг друга, но встретились впервые. Это был Игорь Алексеев. Он сказал, что хочет познакомиться, и сразу же спросил, чем я занимаюсь. Это было вполне естественно в то время: молодой Академгородок еще горел энтузиазмом и бурлил спорами и обсуждениями, еще не было осте-



Новосибирск, 1966 г.

пенности и сановности, собственных автомашин и садовых участков, но зато все мы верили в свое предназначение и полагали, что живем во втором Геттингене, где на единицу площади приходится максимальное количество Мыслящего серого вещества. Естественно, что знакомство надо было начинать с предъявления своих теоретических «визитных карточек».

Мы сразу заспорили. Спорил Игорь всегда очень горячо, впадая даже в некоторую эйфорию, говорил быстро, вскакивал с дивана. Конкретных пе-

рипетий этого первого нашего обсуждения уже невозможно восстановить, но суть его я могу изложить с полной достоверностью. Много лет спустя, уже в Москве, где-то в начале 80-х гг. Игорь как-то сказал: «А помнишь нашу первую встречу? Ты тогда был еще совсем серый!» Дело в том, что мы пришли на эту встречу очень разными, даже прямо противоположными путями: Игорь окончил физический факультет МГУ и ушел из физики в философию. Он, разумеется, ценил чисто философские проблемы. Я же, наоборот, окончив философский факультет ЛГУ и аспирантуру при кафедре логики, разочаровался к этому времени в философии и, гонимый местными философами, которые обвиняли меня в позитивизме, перешел на работу в Институт автоматики и электрометрии. Нет, я вовсе не пытался стать физиком или математиком, мной еще со студенческих лет владела другая идея: я хотел, если выражаться на языке того времени, построить «логику» или теорию познания как эмпирическую науку. Образцом для меня был Ч. Дарвин и его путешествие на корабле «Бигль», а мечтал совершить аналогичное «путешествие» в Мир Науки.

Все это я изложил Игорю, уже не помню, в каких выражениях, а он в ответ тут же спросил меня, как я отношусь к материализму. Вот тут я и проявил свою полнейшую серость. Философские проблемы такого типа для меня тогда просто не существовали, точнее, я всячески пытался от них отделаться. Ну зачем мне эти проблемы? Я не сомневался в реальности науки, в реальности познания, я представлял их как некий объективный естественно-исторический процесс, который надо исследовать на эмпирическом материале в виде множества научных текстов. Свою библиотеку я уже тогда подбирал по такому принципу: учебные курсы по основным дисциплинам, работы классиков, историко-научные очерки. Я собирал не библиотеку, а эмпирический материал. Правда, передо мной уже вставал такой вопрос: а можно ли выводить, объяснять познание из объекта, если единственная имеющаяся у нас картина этого объекта является продуктом познания? Более конкретно это звучало тогда так: исследование познания не похоже на павловские эксперименты с собаками, ибо мы не можем занять позицию Бога и поэтому в отличие от физиолога не знаем, что у нас на входе. Вопрос стоял, но как вопрос чисто методологический, я не поднимал его на уровень принципиальной мировоззренческой проблемы, а практически

еще оставался на позициях так называемой теории отражения.

В отличие от меня у Игоря уже была определенная философская концепция, которую он называл субъективным материализмом. Отталкивался он при этом от знаменитого первого тезиса Маркса о Фейербахе и утверждал, что действительность надо понимать как человеческую социальную деятельность, т. е. субъективно. «Вдумайся в смысл слова “действительность”, — говорил Игорь (он вообще любил начинать с семантики терминов), — оно происходит от слова “действие”; действительность — это наши действия и то, с чем мы действуем, существовать — значит быть элементом деятельности». Именно с этого тезиса он начал позднее свой первый курс лекций по философии на физическом факультете НГУ, и я пришел на эту лекцию вместе с небольшой группой своих учеников, которые уже у меня были. Год спустя я тоже начал читать лекции в университете и начал их аналогичным образом, хотя в несколько иных выражениях и с иной аргументацией. Урок Игоря не прошел для меня зря.

Все это стало возможно только потому, что идеологическая обстановка в Городке, если не считать кафедру философии СО АН, с которой я и ушел, была в то время сравнительно очень спокойной, нас почти никто не контролировал. Конечно, надо было проявлять некоторую осторожность и не лезть на рожон, но ни мне, ни Игорю, к счастью, не пришлось читать традиционный, кондовый курс диалектического материализма, сдерживая тошноту от собственных слов. Впрочем, в то время мы оба были еще марксистами (мне кажется, что Игорь так и остался им до конца своих дней), но у нас была свобода интерпретаций, свобода выбора материала и определения удельного веса тех или иных разделов. В наших лекционных курсах разрасталось историко-философское введение, обсуждение проблем теории познания и философии науки. Мы почти не уделяли внимания пресловутым законам диалектики. Когда я уже в 1979 г. оказался в Смоленске и рассказал профессору А. В. Славину, что мы обсуждаем на лекциях в НГУ, он ответил: «Это у нас абсолютно невозможно!» С аналогичной реакцией я столкнулся и в Москве, приступая в 1981 г. к работе в Московском университете на кафедре В. И. Купцова.

Конечно, в наших лекциях было тогда много скороспелой «отсебятины». Мы спешили порвать с опротивевшей догмой,

но еще не знали, чем ее заменить. Надо было не только преодолеть то, что постоянно просачивалось в сознание со страниц всех учебных пособий и монографий. Надо было еще думать о маскировке. Мне как-то передали, что один местный философ сказал обо мне озлобленно: «А Розов какая сволочь! Ведь ясно, что контра, а не поймаешь!» Мне кажется, что Игорь маскировался гораздо меньше, чем я. В нем еще жила юношеская вера в несокрушимость логики, в возможность доказать свою правоту. Он до конца своей жизни так и не порвал с некоторыми иллюзиями и, в частности, занимался критикой философских взглядов Ленина, что мне в это время представлялось уже делом совершенно неинтересным. Но я забегаю вперед. А в те далекие годы каждый из нас напряженно искал, что преподавать, каким серьезным содержанием заполнить лекции. Каждый шел здесь своим путем. Помню, однажды мы вместе принимали экзамены. Сдавали студенты сразу из двух разных групп, в одной семинары вел я, в другой — Игорь. «А ты знаешь, я бы тебе не сдал!» — сказал Игорь после экзамена. «И я тебе тоже», — последовало ответное признание.

Можно с уверенностью сказать, что Игорю очень повезло в том, что свою карьеру философа он начал именно в сибирском Академгородке. Повезло, ибо он никогда (и особенно в то время) не был конформистом. Кафедру философии в НГУ, где начал работать Игорь, возглавлял тогда Н. П. Антонов, человек спокойный, доброжелательный, даже несколько сентиментальный, но в философском плане достаточно традиционный. Студенты со смехом рассказывали, что на лекции о бесконечности Вселенной Николай Павлович в решительный момент снимал очки, клал их на стол и, очерчивая руками перед собой нечто сферическое, произносил: «Вселенная..., она бесконечна». Мне кажется, он очень боялся достаточно агрессивной в то время естественнонаучной аудитории. Однажды его пригласили выступить на так называемом Кофейном клубе и рассказать, чем занимаются философы. Он отказался под каким-то предлогом и уговорил выступить меня. И вот Игорь тут же затеял на кафедре философские баталии, выступая против Антонова чуть ли не по каждому поводу и критикуя его взгляды вплоть до обвинений в некомпетентности. Игоря поддержала молодежь, которая составляла на кафедре большинство. Антонов был в полной растерянности.

«Ну что ему нужно? — спрашивал он меня обиженно. — Он же еще даже не кандидат, завкафедрой его все равно не сделают». Но Игорю ничего не было нужно, он никогда никого не подсиживал, он просто увлеченно, прямо и резко высказывал свои взгляды. «Николай Павлович, — сказал я тогда, — молодежь хочет чего-то нового, она хочет двигаться вперед, возглавьте это движение — и вы на коне». «Как я могу возглавить то, в чем ничего не понимаю?» — ответил Антонов.

Я тогда в Университете не работал, но фактически постоянно принимал участие в жизни кафедры в качестве «серого кардинала». Дело доходило до анекдотов. Антонов взял к себе в аспирантуру В. И. Гувакова, медика по образованию, и дал ему тему «Переход внешнего раздражения в факт сознания». Гуваков пришел посоветоваться со мной, и я в соответствии с моей ориентацией на эмпирический анализ науки рекомендовал ему другую тему: «Физиологический эксперимент и его виды». На кафедре возник конфликт между руководителем и аспирантом, Антонов настаивал на своем, Игорь поддерживал Гувакова. Итогом был «компромисс», в результате которого тема получила такую формулировку: «Виды физиологического эксперимента и переход внешнего раздражения в факт сознания». Когда Володя Гуваков после этой баталии пришел ко мне с видом победителя, я не стал возражать, надеясь, как говорят в таких случаях, что либо осел умрет, либо шах умрет... И действительно, вскоре Антонов не выдержал и уехал в Иваново, а его место занял В. Н. Борисов. Обстановка сразу резко изменилась, ибо Борисов тут же фактически передал научную работу на кафедре в руки мне и Игорю, сохранив за собой право на скептически-ироническую позицию старшего товарища. Думаю, что кафедра философии НГУ была в то время одной из самых интересных в научном плане философских кафедр страны.

Говоря об Игоре-полемисте, надо подчеркнуть, что он никогда специально не выбирал слабых оппонентов. Когда академик А. Д. Александров организовал философский семинар в Доме ученых СО АН, Игорь сразу же вступил с ним в дискуссию о способе бытия физических объектов, доказывая, что электрон существует только как социальное явление. Это полностью соответствовало его представлению о действительности как деятельности. Я частично поддерживал Игоря, считая, однако, его формулировку слишком резкой и говоря,

что объективно существует нечто такое, что мы на данном уровне развития Культуры представляем себе как электрон. Сейчас, когда я это пишу, у меня возникает вопрос: а можно ли сказать, что объективно существует нечто такое, что мы в свое время представляли себе как флогистон или как мировой эфир? А где то нечто, которое в свое время породило представление о Пегасе? В качестве итога тогдашней дискуссии по Городку разлетелась брошенная где-то А. Д. Александровым ядовитая фраза: «Розов и Алексеев торгуют пирожками на паперти марксизма».

Игорь не был конформистом и в политических ситуациях. По многим вопросам он был в то время настроен явно диссидентски, резко реагируя на все проявления несвободы. В 1968 г. он стал одним из «подписантов», подписав протест против ареста Гинзбурга и Галанскова. Это происходило у меня дома. Я подписывать отказался и отговаривал Игоря. «Единственным следствием всего этого, — говорил я, — будет то, что нас исключат из партии и выгонят с работы, если, конечно, не будем очень каяться». Игорь не спорил, а молча ходил по комнате. «А я все-таки подпишу», — сказал он. Вскоре начались всяческие гонения, сильно повлиявшие на взаимоотношения людей. Один из моих недоброжелателей среди местных философов говорил обо мне: «Ну, сволочь, не подписал! Мы бы его!» Я в то время работал уже в Институте экономики и организации промышленного производства, который возглавлял А. Г. Аганбегян. Хорошо помню партийное собрание, посвященное изгнанию «подписантов». Интересно, что до собрания в частных беседах многие были настроены очень либерально, не видя в акте протеста никакого состава преступления, но собрание в целом сразу меняло позиции этих людей и они точно под воздействием какого-то гипноза выступали с прямо противоположными точками зрения. В зале было душно от почти физического ощущения озлобленной непримиримости. Когда был поставлен вопрос об исключении, поднялся лес рук и воздержались только двое: я и Р. В. Рывкина. Помню, что это было трудно — не поднять руку на фоне трехсот единодушно взлетевших рук.

Игоря тоже исключили из партии на Бюро райкома. Он не каялся, но положил свой партийный билет и ушел. Исключение из партии, особенно для философа, означало тогда очень многое, фактически тебе выдавался «волчий билет». И тут,

как рассказывают, в райком позвонил тогдашний ректор НГУ С. Т. Беляев, который хорошо относился к Игорю, и сказал, что он не может поручиться за студентов Университета. Не могу утверждать, что это было сказано именно так, но студенты Игоря действительно любили, и лекции его пользовались популярностью. Короче, Игоря опять вызвали на Бюро райкома, где состоялся следующий довольно показательный разговор. «Тут за вас просят, Игорь Серафимович, чтобы мы восстановили вас в партии и ограничились строгим выговором. Думаю, вы тоже нас просите?» — «Я не возражаю», — ответил Игорь. — «Вы не возражаете или просите?!» — «Я не возражаю», — повторил Игорь. В партии его все же восстановили, но начали незаметно, хотя и систематически, теснить по всем направлениям, в результате чего он вскоре переехал в Москву.

В 1963 г. я организовал в Академгородке семинар по философии науки, и Игорь сразу же стал активным его участником. Толчком к организации семинара послужило мое знакомство с Г. П. Щедровицким. Первоначально мы собирались у меня дома, но для ряда консервативно настроенных философов Городка это было неприемлемо, и некоторые из них подняли шум, представляя семинар как домашний антимарксистский кружок. Моя жена С. С. Розова, работавшая тогда на кафедре философии СО АН, получила партийное взыскание. Я в Институте автоматики и электрометрии был гораздо более защищен, и все же для большей безопасности директор Института К. Б. Карандеев предложил мне командировку в Москву для апробирования моих взглядов в Институте философии. Там я выступил на заседании сектора логики, которым руководил тогда П. В. Таванец, и получил полную поддержку. Все же мы перенесли семинар на квартиру моего хорошего знакомого д. ф.-м. н. (позднее члена-корреспондента АН) Н. А. Желтухина, переименовав его в семинар по методологии механики. Впрочем, это длилось не очень долго, ибо с «воцарением» В. Н. Борисова семинар стал работать вполне официально на кафедре философии НГУ. Позднее он работал и в Университете, и в домашней обстановке, и в Доме Ученых СО... Об интенсивности работы семинара в отдельные периоды говорит хотя бы тот факт, что с мая 1964 г. по май 1966 г. было проведено 96 заседаний.

Что же мы обсуждали? К сожалению, об этом нельзя коротко рассказать, это тема специальной работы. В основе

семинара лежала идея эмпирического исследования закономерностей развития науки на материале анализа научных текстов. Прежде всего нас интересовало знание, его строение, методика его изучения. В качестве пробного камня для анализа мы взяли «Краткий курс теоретической механики» С. М. Тарга, что обеспечивало на первых порах и некоторую маскировку. Не исключались, разумеется, и другие тексты. Но что это значит анализировать текст, что именно и на каком основании мы должны в нем выделять: отдельные тезисы, специально не выделенные автором, типы знаковых систем, аксиомы и теоремы, уравнения и способы их интерпретации?.. Эмпирическая по замыслу работа сразу же стала уводить нас в русло обсуждения огромного количества теоретических и, в частности, методологических проблем.

Не вдаваясь в детали, главные из этих проблем можно свести к следующему.

1. Встал вопрос об объективности анализа. Я утверждал, что мы не можем знать, что происходит в той или иной человеческой голове, а, следовательно, надо выбросить из нашего лексикона такие выражения, как «мысленно выделить», «представить», «мысленно разложить» и т. п. Мы можем говорить только о том, что как-то внешне проявляет себя и подконтрольно другому человеку. Иными словами, разрешалось ссылаться только на те операции, которые можно наблюдать на общедоступном «социальном конвейере». Я отталкивался при этом от принципа, который несколько позднее нашел у У. Эшби в его книге «Конструкция мозга»: «Наука имеет дело — и может иметь дело — только с тем, что один человек в состоянии продемонстрировать или доказать другому». Появилась задача — описать все на языке операций, осуществляемых на «конвейере». Например, что собой представляет, с этой точки зрения, абстракция или идеализация, что такое идеальные объекты науки, что такое смысл текста?.. Игорь в спорах со мной отстаивал право на интроспекцию, я пытался от нее полностью отказаться. Спор наш с некоторыми перерывами продолжался вплоть до 80-х гг.

2. Какие методы следует использовать при анализе знания? Любой эмпирический анализ предполагает некоторую деятельность с объектом: орех можно разбить молотком, свет разложить с помощью призмы, труп животного разрезать скальпелем... Что мы должны делать со знанием, чтобы раз-

ложить его на составные элементы? Первая наша идея состояла в том, что знание надо исследовать в деятельности его построения, обоснования и использования. Предполагалось, что, в принципе, это должно дать три разных картины, которые затем следует как-то синтезировать. Мы считали при этом, что деятельность обоснования дает нам уже достаточно разработанную логическую картину знания, и сосредоточили свое внимание на деятельности использования. Поэтому первые доклады на семинаре были посвящены исследованию того, как теоретические представления механики функционируют при решении конкретных задач. Очень скоро это породило новые проблемы и новые трудности. Во-первых, оказалось, что образцы решенных задач — это тоже элемент теории, элемент ее содержания, иными словами, теория сама рассказывала нам о том, что мы хотели о ней узнать. (См. об этом пункт 5.) Во-вторых, принятый подход неизбежно вел к операциональной концепции знания, что породило попытку свести все виды знания к явным или завуалированным предписаниям, а также противоположную проблему онтологизации, т. е. выведения картины мира из деятельности. Только значительно позднее пришло осознание того, что при анализе знания сам исследователь выступает в функции своеобразного прибора, что такой анализ предполагает понимание и что именно эту последнюю процедуру надо вынести на «конвейер».

3. Все это естественно вело к использованию представлений так называемой теории деятельности и к обсуждению того, что это такое. Хорошо помню споры с Игорем по следующему вопросу. Я утверждал, что любой акт деятельности представляет собой реализацию некоторой программы, которую я называл схемой деятельности, и что недостаточно выделить такие элементы, как объект, средства, продукт, процедуры, ибо их просто не существует без указанной программы. Фактически, выделяя эти элементы, мы как раз и формулируем некоторую схему деятельности. Игорь резонно возражал, говоря, что никакой «схемы деятельности» нет на конвейере и что я должен ее предъявить. «Я не знаю, откуда она взялась!» — говорил он, требуя фактически, чтобы я следовал своим же собственным принципам. Иными словами, надо было ответить на вопрос, каков способ бытия тех программ, в соответствии с которыми осуществляется деятельность? Попытки сделать это и привели в начале 70-х гг. к представлению

о воспроизведении деятельности по образцам, т. е. к представлению о социальных эстафетах.

4. Анализируя знание, мы постоянно отталкивались от аналогий с естественными науками. Это и понятно: мы жили тогда в естественнонаучной среде, гуманитарная наука в Городке только начиналась. И вот оказалось, что семиотические объекты, с которыми прежде всего сталкивается эпистемолог, имеют чисто функциональную определенность, безразличную к материалу этих объектов, иными словами, они не имеют атрибутивных характеристик, обусловленных материалом. Действительно, любое слово может быть произнесено, записано на бумаге или магнитной ленте, высечено на камне... Где искать объяснения тех свойств слова, с которыми мы сталкиваемся при его употреблении? Физические свойства газа мы объясняем его строением, химические свойства вещества — строением и составом... Как объяснить свойства знака, если он меняет материал, как хамелеон меняет цвет? Естественнонаучные аналогии, взятые из сферы химии или биологии, наталкивали на задачу поиска какого-то скрытого «материала», что и породило обсуждение «проблемы атрибутивности». Работала и другая аналогия — представление об абстрактном труде как о субстанции стоимости товара. Только к началу 70-х гг. вопрос был в принципе решен на базе представлений о социальных эстафетах. Сработала еще одна естественнонаучная аналогия, аналогия с волной, ибо социальные эстафеты — это своеобразные социальные «волны».

5. Наконец, одна из главных проблем, с которой мы столкнулись, была связана с тем, что научный текст фиксирует не только характеристики изучаемого объекта, но и особенности самой исследовательской деятельности: описание экспериментов, методов рассуждения, обоснование идеализаций... Встал принципиальный вопрос: как описывать системы с рефлексией, т. е. системы, которые сами себя описывают? Чем исследователь такой системы отличается от нее самой? Это привело к поиску особой «надрефлексивной» позиции при исследовании познания. И здесь я неоднократно спорил с Игорем, который фактически идентифицировал свою позицию с позицией рефлексии. Я же в то время называл рефлексивную позицию нормативно-методической, связывая ее с разработкой методов познания, и пытался обосновать возможность изучения познания и науки с некоторой внешней

позиции, в рамках которой сама рефлексия становится объектом исследования. Игорь не признавал специфики этой позиции, считая ее просто следующим рангом рефлексии. Мне представляется, что разработка теории социальных эстафет решает вопрос в мою пользу, но, может быть, я и заблуждаюсь.

Можно с уверенностью сказать, что на первых порах семинар просто не смог бы работать без Игоря Алексеева. Основной поиск осуществлял я, но Игорь был моим постоянным оппонентом, он почти никогда со мной не соглашался, почти всегда был готов к развернутому спору, который нередко перерастал в его особый доклад, направленный против моих предложений. Для постоянной и достаточно интенсивной работы у нас тогда было не так уж много желающих сделать очередной доклад. Поэтому я поступал так: я делал доклад, вызывая тем самым огонь Игоря на себя, и в разгар спора предлагал ему систематизировать его возражения и сделать контрдоклад на следующем заседании. Он, как правило, соглашался, а у меня появлялась не только передышка, но и возможность выступить тоже с контрдокладом. Именно поэтому в сохранившейся у меня «летописи» семинара мои доклады часто чередуются с докладами Игоря: это следы постоянной нашей дискуссии. Вот небольшой отрывок из этой «летописи» за май—июнь 1964 г.:

- 5 мая: Розов «Блок-схема кинематики точки в курсе механики Хайкина»;
- 11 мая: Алексеев «Предмет и объект»;
- 12 мая: Розов «Блок-схема кинематики точки в курсе механики Хайкина» (2 вариант);
- 18 мая: Розов «Предмет и объект»;
- 19 мая: Алексеев «Анализ кинематики точки в курсе механики Тарга»;
- 25 мая: Розов «Предмет и модель»;
- 26 мая: Алексеев «Анализ кинематики точки в курсе механики Тарга» (2 вариант);
- 1 июня: Розов «Предмет и модель» (2 вариант);
- 2 июня: Алексеев «Анализ кинематики точки в курсе механики Тарга» (3 вариант);
- 8 июня: Алексеев, Розов «Предмет и его описание» (дискуссия);
- 9 июня: Розов «Анализ кинематики точки в курсе механики Тарга».

Позднее, обобщая опыт работы семинара, я сформулировал один из принципов «семинарологии» следующим образом: в семинаре обязательно должен быть не только лидер, но и претендент на лидерство, и, если он есть, заставляйте его работать, делая бесконечные контрдоклады. Игорь Алексеев, однако, вовсе не претендовал на лидерство. Лидером он считал меня, и, если к нему кто-либо обращался с желанием включиться в работу семинара, он отсылал этого человека ко мне. «Я тем не даю, — сказал он однажды, — идите к Розову». Меня он в шутку именовал мэтром, но будучи очень недоволен каким-либо моим утверждением, говорил, что я в данном случае не мэтр, а миллимэтр. Мы постоянно спорили, но никогда не ссорились. Надо сказать, что будучи таким агрессивным в теоретических отношениях со мной, Игорь очень часто проявлял крайнюю, даже излишнюю мягкость и терпимость при оценке выступлений других членов семинара или при обсуждении на кафедре диссертационных работ. Это не упрек — теоретические споры с ним всегда были мне полезны и помогали двигаться вперед. После того, как Игорь переехал в Москву, семинар продолжал работать еще почти десять лет, но такого сильного «антилидера» уже никогда не было.

Собственная работа Игоря на семинаре сводилась к обсуждению двух основных идей. Первая на семинарском жаргоне получила название «Батисфера Алексеева». Игорь действительно рисовал батисферу в разрезе, иллюминатор и утверждал, что мы находимся внутри и видим мир через «иллюминатор», в качестве которого выступает наша деятельность. В принципе с этим все соглашались. Но как это происходит, что деятельность начинает восприниматься как картина мира? В ходе обсуждений это переросло, в частности, в проблему перехода от знаний-предписаний к знаниям-описаниям, но сам Игорь этим уже не занимался. Вторая идея получила название «Пропеллер Алексеева». Речь шла о строении теории, и Игорь выделял там четыре блока: эмпирический материал, онтологию, математический аппарат и соединяющий все эти блоки блок управления. На схеме получалось нечто, похожее на трехлопастной пропеллер. Думаю, что выделение блока управления было очень важным шагом, ведущим в принципе к пониманию науки как некоторой программы, но к этому мы пришли гораздо позже. Вообще, вспоминая это далекое прошлое, просто диву даешься, как извилист был наш путь и

сколько идей и возможностей мы беззаботно теряли.

В конце 60-х гг. к нашим теоретическим разногласиям добавились споры об отношении к московскому семинару Г. П. Щедровицкого. Выше я уже сказал, что именно мое знакомство со Щедровицким дало толчок к созданию новосибирского семинара. Многое нас объединяло и в теоретическом отношении, однако работать в постоянном контакте мы не могли: материалы обсуждений практически почти не попадали в печать, личные встречи были очень редкими, в течение всех 60-х гг. я побывал на заседании московского семинара всего два раза, несколько раз Щедровицкий приезжал в Горький. Надо сказать, что, пропагандируя наш семинар как филиал московского, Щедровицкий в наших личных разговорах всегда уходил от обсуждения принципиальных теоретических проблем. Моей жене он как-то сказал: «Хорошие отношения с Мишей мне важнее наших теоретических разногласий». Естественно, это меня оскорбило. Позднее я пришел к выводу, что Щедровицкий в ряде случаев сознательно меня дезориентировал, говоря, что проблемы, которые мы обсуждаем, в Москве уже решены. В свете всего сказанного я настаивал на том, что мы должны двигаться самостоятельно, имея собственную логику развития. Игорь, который чаще меня ездил в Москву, постоянно требовал, чтобы мы поворачивали в русло московского семинара, а мое несогласие трактовал как результат соперничества со Щедровицким. Не скрою, к концу 60-х гг. это несколько испортило наши отношения.

В октябре 1967 г. я распространил среди участников семинара анкету с просьбой подвести основные итоги нашей работы. Ответы Игоря у меня сохранились, в них нашло отражение и его видение истории семинара, которое отличается и отличалось от моего, и некоторые наши разногласия, о которых я уже говорил. Привожу эти ответы полностью без всяких изменений, но с некоторыми комментариями, необходимыми для понимания.

1. Сформулируйте основные проблемы, которые лежали в основе нашей работы.

Мы постоянно находились в мировоззренческом русле деятельности представления об универсуме, но проблематика на протяжении 1963—1967 гг. несколько раз менялась. Начав с попытки тщательного микроанализа науч-

ных текстов, навеянной «Аристархом»¹, (период «Механики» Хайкина и Тарга, XII-1963—IV-64), мы постепенно и естественно, рефлексивно смещаясь в задачах, перешли к более широкой проблеме «предмет исследования» (V-64—III-65). В ходе попыток разработки этой проблемы обсуждались еще более широкие проблемы (типы познавательной деятельности, знак и т. п.). Далее, начав осенний семестр 1965 с общеобразовательных реферативных семинаров, мы перешли к проблеме «эмпирическое и теоретическое», более узкой по сравнению с предыдущей. Над ней мы работали с X по XII 65. Недостаток опыта и детальных средств решения всех этих проблем обусловил своеобразный «кризис жанра»², результатом которого явился цикл докладов М. А. Розова по основаниям содержательно-генетической логики, начавшийся в III-66, в ходе которых родился пресловутый и многострадальный логико-трансляционный подход, затем реализованный в теории сетей³. Этот подход, на мой взгляд, является искусственным прыжком в совершенно новый предмет.

2. *Какие из этих проблем решены, от каких отказались и почему, какие результаты Вы считаете основными?*

Ни одна из обсуждавшихся проблем решена не была. Отказались от магистрального прежнего нашего русла исследований, объявленного (на мой взгляд, не совсем обоснованно) нормативно-методическим — это произошло благодаря героическим усилиям М. А. Розова — т. е. по чисто субъективным причинам. Возможно, в основе лежало глухое и безнадежное соперничество с Москвой и прин-

1 «Аристарх» — неопубликованная работа Г. П. Щедровицкого, посвященная анализу текста Аристарха Самосского «О величине и расстоянии Солнца и Луны», которая ходила по рукам в машинописном варианте. Работа по тем временам очень интересная, но Игорь, как мне кажется, преувеличивает ее влияние на направление новосибирского семинара.

2 Анализируя проблему соотношения эмпирического и теоретического, мы натолкнулись на трудности, связанные с непониманием того, что такое идеальные объекты. Преодолеть эти трудности мы тогда не смогли.

3 Логико-трансляционный подход — это моя первая и действительно неудачная попытка как-то конституировать направление работы семинара. Деятельностный подход требовал ответа на вопрос: через призму какой деятельности мы рассматриваем науку? Я отвечал, что это деятельность трансляции опыта организации науки. Очень быстро я от этого отказался, не отбросив при этом попыток преодоления нормативно-методического видения.

цип «перегнать не догоняя»¹, но в этом я не вполне уверен. Основной результат — это повышение логико-методологической культуры всех членов нашего семинара.

3. *Сформулируйте те проблемы, которые сейчас должны быть исходными в нашей работе.*

Исходным в нашей работе, по-моему, должно быть принятие общего направления исследований, которым могло бы стать возвращение к теме «предмет исследования». Для этого необходимо, наряду с мировоззренческим, иметь единство категориального, а еще лучше — и модельного аппарата.

4. *Считаете ли Вы, что существуют какие-либо принципиальные разногласия внутри семинара и, если да, то в чем их содержание?*

Принципиальные разногласия есть — по вопросу, что сделать главным направлением работы: логико-трансляционный подход или наш старый, традиционный, почему-то обозванный нормативно-методическим.

5. *Считаете ли Вы, что в работе семинара есть какие-либо существенные трудности. В чем они, и где вы усматриваете возможность их устранения?*

Главная трудность — отсутствие единства цели у «стариков» и как следствие — некоторая растерянность и дезориентация «молодых» (см. 4). Устранение — возвращение в прежнее русло (к моей точке зрения) или принятие логико-трансляционной идеологии (с моей точки зрения на точку зрения М. А. Розова).

6. *Как Вы себе представляете Ваше место в работе семинара: а) Признаете ли Вы основную направленность и целевые установки его работы, и если нет, то в чем именно? б) Какие проблемы Вам ближе и как это связывается с решением основных и узловых проблем?*

а) Признавая основную мировоззренческую направленность, я отвергаю работу семинара в русле целевых установок последнего (Л-Т) периода.

1 «Перегонять, не догоняя» — это лозунг, выдвинутый в свое время Партком СО АН.

б) Ближе всего мне проблемы исследования структуры предмета исследования (в частности, исследование блока онтологии) на материале физики.

Сейчас мне кажется, что, несмотря на многолетние и постоянные споры, мы так и не встретились с Игорем на его собственном «поле». Это поле было в стороне от семинара, с нами он не обсуждал своих главных проблем. Это не случайно. По всему складу своего характера Игорь был одиночкой, он никого никуда не вел и не хотел вести, у него не было аспирантов и учеников. И это не только в сфере науки. Он любил застолье, любил богему, но и пребывание в шумных компаниях было для него всего лишь формой публичного одиночества. Мне всегда казалось, что он похож на человека, который, одев наушники, целиком погружен в свою собственную и никому другому неведомую музыку. Игоря как исследователя-одиночку всегда и прежде всего интересовали методологические проблемы квантовой физики и, в частности, проблемы гносеологии в свете боровского принципа дополнительности. Но я тогда этим не интересовался, и это никогда не обсуждалось на семинаре. Доклады о принципе дополнительности Игорь делал в совсем других аудиториях. Как-то на конференции в Киеве в середине 70-х гг. я сказал ему по поводу этих докладов: «Игорь, ты же повторяешься, ты из года в год пытаешься провести одну и ту же мысль: принцип дополнительности следует понимать, исходя из первого тезиса Маркса о Фейербахе». Мы сидели в ресторане гостиницы, звучала музыка, Игорь пребывал в состоянии печально-сладкого погружения в себя. Он улыбнулся в ответ и сказал: «В повторении этой мысли я и вижу свое предназначение». Я тогда сразу решил, что он прав: для того, чтобы тебя когда-нибудь поняли, надо иметь мужество без конца, но на разные лады и по разным поводам повторять одно и то же.

Однажды летом Игорь попросил меня вывезти его на какой-нибудь необитаемый островок Обского моря и оставить там одного на десять дней. Это было в те годы, когда Обское море было еще бесплодно, моторных лодок было мало, беспощадные волны еще не успели смыть бесчисленные острова и островки, каждый из которых привлекал своей неповторимой индивидуальностью. Позднее быстрое исчезновение этих островков я всегда воспринимал как горький символ

угнетения личности и ее творческой свободы. У меня была моторная лодка, и я выполнил просьбу Игоря, высадив его с запасом провизии и с палаткой на небольшом острове километрах в сорока от Городка. Шли дни, и меня все больше охватывало беспокойство: как-никак, но я бросил человека совсем одного, мало ли что может случиться. Дней через пять я не выдержал и вышел в море. Мне не хотелось беспокоить Игоря, я заглушил мотор, не доезжая до острова, и поднес к глазам бинокль: на пустом песчаном пляже стояла черная от загара одинокая фигура с удочкой. Что он там ловил на этом мелком месте, я не знаю, но что-то, вероятно, ловил. Почему-то сейчас, вспоминая Игоря, я чаще всего вижу эту одинокую тощую фигуру с удочкой, заброшенной на мелководье. Этот остров, на котором Игорь прожил десять дней, мы долго потом среди моих знакомых и участников семинара именовали островом Забвения.

В 1981 г. я переехал в Москву, но тесных контактов с Игорем уже не было. Иногда мы встречались, иногда разговаривали по телефону. Несколько раз он с грустью вспоминал новосибирский семинар, говорил, что он очень много ему дал и предлагал восстановить его уже в Москве. Одно время у меня на квартире начала собираться группа философов, но не было уже той атмосферы, а сам Игорь не принял в этом никакого активного участия. Состояния творческой эйфории сменялись у него длительными периодами глубокой депрессии и пессимизма. Он звонил мне по телефону и говорил, что окончательно выдохся, что у него нет идей... И именно в этот период, разрабатывая теорию социальных эстафет, я здесь, т. е. при изучении социальных явлений, натолкнулся на дополнительную, очень похожую на то, что мы имеем в квантовой механике. Принцип дополнительности на несколько лет оказался в центре моих интересов. С Игорем я консультировался, но постоянных споров и детальных обсуждений уже не было. Я явно опоздал на нашу встречу. Помню деталь одного из последних наших разговоров. Я был у него в гостях, он пребывал в приподнятом, несколько эйфорическом состоянии. «Миша, — сказал он, — задай мне какой-нибудь вопрос. Я знаю ответы на все вопросы!» — «Беда в том, — ответил я со смехом, — что и я тоже знаю. Это, Игорь, конец!» — «А я и не хочу жить долго», — сказал Игорь.

От Игоря всегда исходило какое-то вдохновение. Он

любил петь, и, хотя не имел никаких голосовых данных, пел самозабвенно, целиком отдаваясь песне. Он очень легко и быстро писал стихи, чаще всего во время праздничного застолья, прямо на салфетках, раздаривая их окружающим. Его внешность всегда к себе привлекала, но в конце жизни он был особенно красив: с высоким лбом, с седеющей шевелюрой, бородой и усами, он напоминал мне Жюль Верна на известных у нас портретах. И у него была какая-то удивительная, мягкая и вдохновенная, совершенно неподражаемая манера выступать. От всего его облика веяло мудрой доброжелательностью, совершенно завораживающей аудиторию. Он не вступал со своими слушателями в борьбу, не навязывал им своих идей, он просто предлагал обсудить его точку зрения с мудрым сознанием ее преходящего характера.

Для меня в облике Игоря Алексеева есть нечто трагическое. Читая лекции, делая много докладов, он отнюдь не раскрывал то, что составляло для него самого его подлинный мир. Этот мир был невыразим и, вероятно, неподвластен ему самому. Игорь принадлежал к числу тех людей, которые говорят «я так чувствую», «я так это воспринимаю», точно ссылаясь при этом на некоторый непреодолимый фатум. Этот фатум нельзя рационализировать, о нем нельзя рассказать, его можно только нести в себе. И Игорь постоянно нес в себе что-то доступное только его внутреннему зору. Он любил сохранять старые вещи, даже старые билеты, фиксируя тем самым только ему доступную летопись его жизни. Его почерк почти невозможно расшифровать, он оставил огромное количество записей, сделанных этим стенографическим почерком явно только для себя. Фатум его души явно вел его к преждевременной развязке, и, мне кажется, он это осознавал. Он точно нес в себе постоянно известную фразу Хемингуэя, согласно которой жизнь — это трагедия, которая имеет только один конец. И вот этот конец наступил, и никакой сборник статей не восстановит нам подлинный и навсегда теперь утраченный Мир Игоря Алексеева.

1995

«АЛЕКСЕЕВСКИЕ УНИВЕРСИТЕТЫ»

В командировку на Целину в августе 1964 г. я отправлялась с энтузиазмом. Был разгар движения студенческих строительных отрядов под руководством выпускников физического факультета МГУ Сергея Литвиненко и Славы Письменного. Я сама была участником целинного движения: работала заместителем главного редактора газеты «Молодой целинник на студенческой стройке» в первый год ее издания, в 1962 г. Тогда я только что защитила кандидатскую диссертацию на факультете журналистики МГУ, и мне очень хотелось вновь окунуться в омут практической работы. Это удалось в полной мере.

Итак, два года спустя после моих первых горячих целинных денечков, поступило предложение из центральной «Правды»: написать о текущем состоянии студенческих строительных отрядов. И я, повторяю, с энтузиазмом отправилась в путь.

Встреча с ребятами из Центрального штаба в Целинограде, по обычаю недолголюбивавшими «всяких там писак», оказалась очень теплой. Приехал ведь «свой человек», уже «обстрелянный» целинник, и Слава Письменный доверительно сказал: «Другим бы не посоветовал, а тебе рекомендую: напиши о комиссаре отряда из Новосибирского университета Игоре Алексееве. Тебе это наверняка будет интересно: выпускник нашего физфака, а потом — философской аспирантуры, молодой преподаватель диамата, без пяти минут кандидат наук. Как любая незаурядная личность, пустозвонов терпеть не может. Но не исключено, что тебе удастся его “разговорить”, если сошлешься на мою рекомендацию».

С этим дружеским напутствием я и отправилась в Кокчетав, где располагался стройотряд из Новосибирска.

<p>„Мы уверены, что комсомольцы, если советская молодежь и в период развернутого коммунистического строительства будут, как завета комсомолу бессмертный Ильяч, ударной группой, которая проявляет свою инициативу, свой почин на всех важнейших фронтах коммунистического строительства“.</p>	<p>Комитет ВЛКСМ <u>Новосибирского Государственного Университета</u> (назначение ВРСО) направляет на летнюю стройку в составе Кокчетавского сводного студенческого целинного отряда тов. <u>Алексеева Игоря Сергеевича</u> (фамилия, имя, отчество)</p>
<p>Н. С. ХРУЩЕВ</p>	<p>Секретарь комитета комсомола <u>Кокчетав</u> 1964 г.</p>

Беседа с будущим героем (не столько внешнего текста моих журналистских публикаций, сколько их глубинной духовной сущности) состоялась в Кокчетавском городском саду 5 августа 1964 г. около полудня.

С тех пор — вот уже более трех десятилетий — я отмечаю этот день как **ДЕНЬ МОЕГО ДУХОВНОГО РОЖДЕНИЯ**.

Возможно, точнее сказать: «духовного преображения», но первое для меня звучит подлиннее.

Что же произошло в Кокчетавском саду? Внешне ничего особенного. Просто, как это нередко случается и с моими коллегами, суховатое интервью перешло в задушевную двухчасовую беседу. А главной ее темой были вопросы: «В чем Истина? Чему учить студентов?».

Напомню: шел 1964 год. Бесспорные до того идеологические устои были уже поколеблены. А где искать новые? Как преподавать идеологические дисциплины, чтобы не развращать юные души ложью? Преподаватель философии, естественно, разбирался в этом более профессионально, чем преподаватель журналистики. И нашел в себе душевную щедрость (и смелость) поделиться с «залетным репортером» своими собственными мировоззренческими обретениями, сомнениями, поисками.

Сознавала ли я сразу после беседы свой духовный переворот? Нет. Для этого потребовались время и работа. Очень много работы с философскими источниками, текущей «шестидесятнической» литературой, список каковых мне вскоре любезно прислал мой собеседник из Новосибирска в Москву.

Наверное, новому поколению читателей небезынтересно узнать, что в этом списке рядом с Гегелем и Кантом стояла книга Ю. Н. Давыдова «Труд и свобода» 1962 года издания.

Я углубилась в громаду философской классики, без которой — казалось раньше — можно и обойтись, и «азбуку шестидесятничества». Передо мной открылись духовные, творческие горизонты, ранее основательно (хотя и не наглухо) загороженные официальной идеологией.

По рекомендации Игоря Алексева, мне удалось тогда немного приобщиться к работе московского семинара столь безвременно ушедшего от нас в 1994 г. Г. П. Щедровицкого. Семинар этот был настоящим генератором идей, мыслей, концепций.

Я обучалась в «Алексеевских университетах» обычный студенческий срок — около пяти лет. В конце 60-х гг. редкие и до той поры встречи прекратились: жизнь развела.

Но по-прежнему — вот уже более тридцати лет — я отмечаю 5 августа как день своего духовного рождения. Я искренне желаю своим (теперь уже многочисленным) ученикам, аспирантам, научным преемникам пережить духовное преобразование. Наверное, в одиночку осуществить это крайне трудно: нужен поводырь, гуру, умный и великодушный наставник.

Таким был и остается для меня навсегда Игорь Алексеев.

1995

ПРИБЛИЖЕНИЕ К ИСТИНЕ*

«Будем учиться мыслить, — сказал новый преподаватель. — Иначе за философию и братья не стоит».

Это начало второкурсники приняли слегка иронически. Разве самым поступлением на физфак Новосибирского университета они не доказали, что мыслить умеют? А первый курс такого факультета, лекции ученых с мировым именем, две экзаменационные сессии? Это ли не школа мысли! Что нового откроет им философия? «Материя первична, сознание вторично»? Это они уже знают.

Галерка аудитории зашелестела припасенными газетами. В первых рядах перья меланхолично зачиркали по вырванным из тетрадок листкам.

А еще преподаватель сказал: «Учебника я излагать не буду и советую к нему до экзаменов пореже обращаться — читайте первоисточники!»

В следующий раз на место пробных листочков легли увесистые общие тетради. «Фронт» галерки заметно приблизился к кафедре. Обнаруживалось: открытия диамата помогают физикам постигать мир не меньше, чем законы, открытые естествоиспытателями.

Естествознание и философия — своеобразные оси системы координат, в которой прочерчен изломанный след многовековых научных поисков, заблуждений, прозрений. Без философской культуры мышления нет плодотворных научных исследований.

Формировать мировоззрение... Нет преподавателя общественных наук, который не согласился бы с таким определением

* Ученова В. В. Приближение к истине // Комсомольская правда. 1965. 5 июня. С. 2.

своей главной задачи. Но как? На этот счет почти нет полностью совпадающих мнений. Большинство суждений смещается к двум полюсам. Один: воспитание мировоззрения — громадная ответственность, и здесь нежелательны пробы, поиски, эксперименты — при пробах возможны ошибки, а ошибаться нам нельзя. Другой: вреднее всяких возможных ошибок — схематизм, топтание на месте в изложении идей марксизма.

Трудный спор. Трудный потому, что у первого полюса собираются не только ищущие спокойствия противники нового, у второго — не всегда те, кто способен обратить декларации в дело. Но вести этот спор необходимо.

... Семинар второкурсников физфака начался не совсем обычным вопросом: «Объясните, зачем бороться с современным идеализмом?» Объяснить как будто несложно. Но ребята растерялись. Ответы будущих Архимедов походили на детский лепет — где уж тут раскопать смысл под поверхностью явления. Пересказать устоявшиеся положения студенты могли, доказать их большинству не удавалось.

Ход занятия многое определил в поисках молодого преподавателя И. С. Алексеева. Как формировать мировоззрение? Увиделось: нельзя жалеть усилий на то, чтобы время от времени остановить студента перед, казалось бы, известным. Остановить и выяснить: а может он это «известное» доказать? Доказать экзаменатору, соседу по общежитию, идейному противнику. Да и самому себе тоже. Потребность во всем доискаться истоков — первое побуждение к творчеству, к самостоятельности мышления. Отысканное в раздумьях, отвоёванное в дискуссиях становится неразменной частью золотого мировоззренческого запаса.

Над этим размышлял молодой преподаватель, составляя план очередного занятия по теме «Пространство и время — объективные формы существования материи». Как повести его? Чего добиваться? Только того, чтобы студенты верно пересказали основное?

На семинаре преподаватель предложил: «Представьте себя на время всемогущими, возьмитесь сконструировать мир без пространства и времени». Ребята заулыбались — странное задание! Заспорили, зашумели.. Потом попробовали — может быть, все-таки получится? — и обнаружили: невозможно. Оказалось, никаким божествам неподвластно создать мир, в котором не было бы пространственной протяженности,

непрерывного развития во времени. Такое творение с трудом удается представить себе безразмерной, статичной точкой.

Следующим вопросом было: «Неудовлетворенные первым результатом, даруем беспространственному миру время — что изменится?» И снова будущие физики мыслят, конструируют, доказывают. В рассуждениях их, в переходе от недоумений к жарким перепалкам начинает пробиваться не только увлеченность будущей профессией — увлеченность проблемами мироздания.

Присутствовавшие на семинаре коллеги Алексеева высказали сомнение: стоит ли прибегать к необычным приемам, если можно обойтись и без них? Что возразишь против этого? Конечно, есть много иных, вероятно, не менее результативных способов активизировать мышление. Но значит ли это, что не стоит наряду с другими пробовать и такой? Оппоненты настаивают: в подобном преподавании слишком велика доля «вопросов от противного», завышен «процент дискуссионности». Нелепо, дескать, доискиваться основ общепризнанного: каждому открывать для себя мировоззренческие принципы не есть ли «изобретение велосипедов». Беремся утверждать: не есть.

Да, в нашем обществе сызмальства в плоть и кровь впитываются материалистические взгляды. Но значит ли это, что с возмужанием можно не размышлять над ними? Кристаллизация убеждений происходит у каждого своим, неповторимым образом. Меньше всего напоминает она наращивание кирпичной кладки, где ряд за рядом ложатся жизненные впечатления, и чем их больше, тем внушительнее здание. Скорее — это конструкция сложного лабиринта, где порой за прямым и широким въездом — узкие переходы, лучами расходящиеся развилки, где встречаются временами почти безвыходные тупики. Путеводитель по лабиринту — не только вузовский курс философии. Жизненный опыт, рабочая деятельность часто формируют мировоззрение полнее и основательнее. Однако сейчас разговор о вузе, о том, что, стараясь помочь студентам, их учителя и наставники не должны огибать лабиринт.

Правы оппоненты: определить разумную долю дискуссионности в тексте лекций, партитуре семинара — сложно. Здесь не применишь точных измерителей, не воспользуешься спектроскопом. Взять бы спектрограмму занятия и выявить: вот это — яркие, полноценные линии оригинальности, твор-

чества, а здесь — неоправданное смещение влево, односторонность суждений, непродуманность формулировок, оригинальничанье. Но пока нет спектрограмм, полезно и с помощью обычных стенограмм разбирать занятия молодых преподавателей, изучать их отличный от устоявшегося опыт.

На кафедре философии Новосибирского университета «нет» по поводу особенностей преподавания Алексеева звучало довольно резко.

...Выглядело парадоксом: на лекциях по философии в Большой физической аудитории стало собираться больше слушателей, чем на лекциях по специальности. Кроме физиков, начали приходить студенты мехмата, порой жертвуя любимым матанализом. И это тоже натолкнуло на возражения. Причина «популярности» молодого преподавателя, встревожились на кафедре, — слишком «физико-математическое» объяснение им законов диалектического материализма. Не сужается ли тем самым методологическая дисциплина до выявления закономерностей одной, пусть первостепенно важной, но все же частной науки?

Верно, всепроникающий характер законов диалектического материализма необходимо раскрывать в самых разнообразных сферах. Но преобладание (и значительное) физических примеров в курсе философии на физическом факультете правомерно. Пожалуй, необходимо. Только постоянно опираясь на последние достижения той науки, которая стала призванием слушателей, можно глубоко обосновать незаменимость марксистско-ленинской диалектики для познания и преобразования мира. И здесь опыт Алексеева, преподавателя с физическим образованием, поучителен.

Хотя, разумеется, не бесспорен. Ну вот, скажем: наверняка не все студенты успевают справиться с лавиной источников, монографий, исследований, которые рекомендует он на лекциях. Не все, но многие. Теперь уже — большинство. Сотрудники кабинета общественных наук удивляются непривычной настойчивости студентов-физиков в розысках «дополнительной» литературы по диалектическому материализму. Удивляются и те, кто заглядывает в общежитие физиков по пятницам, когда Алексейев проводит там консультации.

...В комнате для занятий опять не хватило места. Перенесли грифельную доску в малоприспособленный для теоретического собеседования холл. Алексейев пригласил на встречу

ученого-физика Г. В. Рязанова. Участник международного симпозиума, проходившего в это время в Новосибирске, выводил на шатающейся доске свою формулу для возможного расчета электронных траекторий. Никакого отношения к философским проблемам эта формула, на первый взгляд, не имела. И, казалось, правы оппоненты Алексеева: консультация по диамату оборачивалась увлекательным обсуждением квантово-механической гипотезы. Но кончил говорить теоретик-физик. Послышались вопросы, реплики, возражения. Отвечали и Рязанов, и Алексейев.

Консультация вплотную подводила будущих физиков к осмыслению объективной, абсолютной, относительной истины. Она помогала глубже постичь сложное понятие реальности в современной науке и философии — ту самую проблему, на которой паразитирует позитивизм. Те, кто были на консультации, вряд ли растеряются перед вопросом: «Зачем бороться с современным идеализмом?»

В Новосибирском университете очередное занятие по философии. Как поведет его преподаватель? Будет ли настаивать на том, что все им сказанное не должно вызывать и тени сомнения, что истину можно постичь однажды и навсегда? Или через раздумья и поиски сумеет передать студентам неостывающий хлеб марксистско-ленинской диалектики, способный вечно утолять вечный голод человечества на путях приближения к истине?

1965

Послесловие к очерку

Творческая история этого очерка — еще один существенный эпизод моей журналистской биографии, связанный с Игорем Алексеевым. Замысел этой публикации естественно предопределила рассказанная выше встреча в Кокчетаве. Мой недавний редактор по «Молодому целиннику на студенческой стройке» Ким Смирнов, став сотрудником отдела студенческой молодежи «Комсомольской правды», попросил высказать свои соображения относительно новой газетной рубрики «Обсуждаем преподавание общественных наук».

Я недолго размышляла перед тем, как определить пункт назначения в командировочном удостоверении: Новосибирск, Академгородок, Университет, кафедра философии.

Но очень много пришлось размышлять при сборе материала, при написании текста. Новаторство молодого преподавателя одни поддерживали, другие — встречали в штыки. Вокруг неординарной личности клубилось множество различных мнений. Но все же в главном «короля не подводила свита».

Все, что изложено в очерке, не поведано напрямую Игорем Алексеевым, а сообщено его друзьями, учениками, интеллектуальными корифеями Новосибирского Академгородка.

Писать было трудно — многое должно было читаться между строк и, судя по реакции читателей, прочитывалось. На некоторое (очень недолгое) время недоброжелатели поутихли. Но давно известно — чем выше ствол, тем скорее крону поразит молния. Одноразовым журналистским участием этого не предотвратить.

Вдохновение — именно это состояние я вспоминаю, когда изредка перечитываю студентам очерк «Приближение к истине».

1995

Б. Я. ШТИВЕЛЬМАН

НАШ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ФИЛОСОФИИ В НГУ

Что написать об Игоре? Мы едва знакомы. Раскланивались при встрече. Тогда, четверть века назад, другие фигуры — более резкие, более выпуклые — занимали умы юных пришельцев. Ибо все мы были пришельцами в земле севера... Будкер. Румер. Покровский. Заславский. Сагдеев. Фридман. Захаров. Галеев. Кулаков. Так почти в рифму складывался тогда пантеон студенческой босоты. Я говорю о незабвенном физфаке, простите. О первых курсах 64—65-х гг., ибо на других факультетах и других курсах и пантеоны были иные.

Игорь не занимал в этом собрании видного места. Но и не волновать он не мог. Физик, ставший философом, — нам казалось это диковинным. Он говорил о презренном диамате так, что казалось, что наш антифилософский снобизм вот-вот рухнет, а то и обратится в свою противоположность. Логика

физика, вдохновение гуманитария. Удивительная ясность ума и речи — нисколько не похож на обычного университетского бубнигу. Наша влюбленность в Игоря росла. Помню фурор, который он производил своими еженедельными набегами на общагу. Он являлся с утра в выходной день, усаживался в холле второго или третьего этажа, и каждый желающий мог обсуждать с ним любые проблемы. Политика, философия, физика. Запретных тем не было. Страха не было. Дистанции не было. Была острота выпадов — с обеих сторон, жесткость суждений — ведь мы были почти сверстниками. И была зеленая тонкая тетрадь в клетку: сражаясь с нами, Игорь не поднимал глаз, непрерывно записывал что-то. Получался не треп, а дискуссия — ведь наши мысли стоило записывать! Удачным ходам, умным выпадам он радовался, неважно, кому они принадлежали — ему или противнику. Здорово он улыбался: бледное лицо с неправдоподобным лбом воителя или схимника вдруг освещалось. Чахлые черты оживали, глаза смотрели лукаво. Дон Кихот? Ребенок? Ангел? Поражала, просто ранила его очевидная беспорочность. Так нам казалось, а ведь в юности ведь не кажется — знаешь. Казалось — тесто, из которого он слеплен, — высшей пробы.



Потом жизнь развела нас — бывшего преподавателя и бывших студентов. Разные сферы, разные круги, разные регионы. Сведения об Игоре почти не долетали. А те, что долетали, были дикими. Он четырежды женат. Он доктор наук. Он пьет и курит. Это не Игорь! Это однофамилец, тезка, двойник!..

Может быть, самое удивительное, что я увидел в жизни, — эти две фотографии. Маленькая, на паспорт — Игорь, каким я его знал: юный, в смешном пиджаке, открытый комсомольский взгляд, лукавинка, любопытство, бесстрашие. И другая — чуть побольше, в ладонку величиной. Старик в восточном халате черного шелка в цветах. В кресле. Седой. С неправдоподобным лбом. С кокетливой бородкой, с усами. С изведавшим страсти, одухотворенным лицом, желтизна которого, казалось, проступала сквозь черно-белый снимок. С самоуверенными? С самодовольными? С знающими? С мученическими глазами Человека, Который Познал Ад.

1989

В. Л. ДОРОШЕНКО

КАК МОЯ МАМА ПОМОГЛА И. С.

С Игорем Серафимовичем Алексеевым я познакомился как с преподавателем, который вел семинары по философии в нашей студенческой группе. Было это в 1963/64 учебном году, был я тогда студентом-историком гумфака НГУ. Диалект у нас читали довольно серо и кондово, и философия ни у кого из нас, студентов, интереса не вызывала. Так что у И. С. была тяжелая работа — побуждать студентов к философствованию после того, как лектор погасил их первоначальный интерес к философии.

И. С. был хорошим преподавателем и пробудил у некоторых из нас желание заниматься философией. Семинары постепенно активизировались, и я помню несколько шумных обсуждений. Я был студентом не только активным, но и подчас настырным: когда мне хотелось нечто выяснить, а в том возрасте все обычно выясняется от начала до конца, я обращался к И. С. после семинаров и даже просто встретив его в

университете. К этому первому времени нашего знакомства относятся беседы-прогулки с И. С. по вечерним зимним улицам Академгородка. Как-то И. С. пригласил меня к себе домой, и я стал изредка бывать у него.

Такого рода личное общение носило менее формальный характер, чем общение преподавателя со студентом в университете. Однако я постеснялся бы назвать это общение дружеским. На беседы подобного рода я шел тогда с различными преподавателями — то был интерес не столько к конкретному человеку, сколько к людям этой когорты и к обсуждаемым проблемам.

Помню отдельные картинки таких бесед. Комната И. С., заставленная самодельными стеллажами с несколькими тысячами книг по философии, физике. Освещение в комнате только от настольной лампы, полумрак. И. С. обычно стоит у стены или у форточки, постоянно куря. Высокий, с черной «хемингуэвской» бородой (вид ее потом менялся не только сединой — то *à la* Курчатов, то *à la* Достоевский). Мне запомнился случай, когда И. С. растолковывал мне, в чем в сочинениях Платона заключается философия. Тогда я прочитал только что изданный первый том сочинений Платона, и прочитал как художественное произведение, а философии в нем не обнаружил. Конечно, я отметил отдельные философские пассажи, но их у Платона было не больше, чем в произведениях Л. Н. Толстого, Ф. М. Достоевского и других замечательных писателей. Почему же Платон именно философ, а не литератор?

И вот И. С. растолковывает мне, что, где и в чем состоит философия Платона. Это было столь неожиданно, столь непохоже на диамат и истмат, которые и представлялись мне собственно философией, что запомнилось до сих пор. Вероятно, для меня это была первая или одна из первых настоящих бесед по философии.

Но таких бесед был мало, а запомнилось еще меньше. Философия в то время гораздо больше интересовала меня в ее прикладном значении к политике, которой я увлекся. Но И. С. ни на какие политические разговоры не шел ни тогда, ни позже. Он терпеливо и стойко выдерживал мои наскоки, но дальше философии хода не было. Такое общение становилось для меня все менее и менее интересным, и к концу 1965 г. сошло на нет. Но были в тот период еще два сюжета, связанные с И. С.

Сюжет первый: в неформальном студенческом движении НГУ был создан клуб студенческой инициативы (КСИ), в котором обсуждались значимые для студентов проблемы общественной жизни. Одна из таких проблем весны 1965 г. — «Наука и демократия».

В холле общежития студентов-математиков собралось более сотни студентов. С установочным докладом по теме обсуждения выступал академик А. Д. Александров. Выступление его было в меру острым и критичным, но мы, студенты, тогда мало привычные к критике в пределах возможного, что называется, «завелись»: ведь нашими «учителями» до того являлись только провинциальные троглодиты консерватизма, столичный же либерализм не так давно приехавшего в Академгородок А. Д. Александрова воспринимался как необычайная новинка.

Дискуссия разгорелась сразу и жаркая. Пробыв на ней час и выступив с предварительным заключением, академик отбыл, пожелав нам разобраться в проблеме. Дискуссия же длилась до глубокой ночи, и все это время вел ее, дирижировал ею И. С., постоянно выправляя многократные сбои эмоциональных и недостаточно вразумительных студенческих речений, не позволяя дискуссии уйти в песок, но доведя ее до резолюции о необходимости демократизации науки. Помню, что И. С. был в необычно приподнятом настроении, когда мы возвращались с дискуссии.

Я добавляю рассказанное не только к личной характеристике И. С., но и к его трагедии. Необходимость диаматизировать перед студентами на лекциях и семинарах, постоянная невозможность выразить свои философские идеи, обнаружить свои социальные и политические предпочтения, постоянное подавление своих личностных возможностей — такова была его судьба и судьба лучших из его поколения. Чем крупнее были иные из них, тем ординарнее обязаны были проявляться. Существенная часть их жизненной энергии уходила на «самодисциплину».

Конечно, этот случай со студенческой дискуссией о демократизации науки не прошел для И. С. вовсе даром. Но, поскольку все дело прикрывалось авторитетом А. Д. Александрова, бывшего тогда секретарем парткома НГУ, то последствия ограничились рычанием местных консерваторов от КПСС.

Обо всем этом у меня сохранилась только маленькая заметка о том, что «в марте 1965 г. на КСИ выступал академик А. Д. Александров с докладом “О демократии в науке”, вел дискуссию преподаватель философии И. С. Алексеев».

Второй сюжет связан со вступлением И. С. в партию.

В то время неприступной или преступной преградой для преподавания философии являлось отсутствие партийности, разумеется, КПСС. Содействовал вступлению И. С. в партию тот же А. Д. Александров, но в данном случае его содействия оказалось недостаточно. Против выступили консервативные партийные деятели. Дело приема в партию сошло с накатанных рельс и было передано на решение районного партактива, что ничего хорошего не предвещало. И. С. был допущен на партактив, когда решался его вопрос, и стоял у стола президиума. Ситуация была для него, безусловно, тягостной. Секретарь райкома доложил активу, что мнение парткома НГУ о приеме И. С. в партию разделилось: А. Д. Александров выступил с рекомендацией И. С., кто-то от консерваторов выступил против. Секретарь райкома предложил проголосовать за отсрочку приема. В этот момент и попросила слова моя мама, Валентина Павловна Дорошенко (в то время она работала методистом-воспитателем детского сада и была членом районного партактива).

Как оратор мама была очень личностна, говорила, вкладывая душу. Она сказала, что именно такие, как И. С., нужны сейчас в партии: высокообразованные, умные, сложные, неоднозначные. Откладывать решение о приеме — значит, закрывать дорогу в партию. А. Д. Александров — авторитетная личность, и его рекомендации вполне достаточно. Партии же в момент начала «косыгинских реформ» нужны свежие силы. Что же мы получим для преобразований, если будем принимать в партию только тех, которые всем угодили?

Это выступление изменило настроение партактива, и подавляющим большинством голосов И. С. был принят в партию.

Моя мама и И. С. не были тогда знакомы лично, так что все произошло вполне «объективно» и к лучшему. Познакомились они только через несколько лет, и вот каким образом.

Ко времени окончания университета мои философские интересы обозначились более четко, и я стал часто бывать у И. С. (мы жили тогда в соседних домах), получая его консультации. Как-то, когда меня не было дома, И. С. зашел ко мне.

Ему открыла дверь моя мама. Он узнал того человека, который, по словам И. С., решил его судьбу на партактиве. Когда же вечером я вернулся домой, то был порядком удивлен: у стола, нарядно накрытого, меня ждали мама и И. С. Они решили отпраздновать «очное знакомство».

Вечер удался замечательным. Происшедшее несколько лет назад на партактиве было повторено в рассказах с различными подробностями, дополнено теми обстоятельствами, которые лежали за всем этим делом. Все мы были очень оживлены. Говорили об общественной ситуации в стране, в Академгородке, в университете. То был один из редких разговоров, когда И. С. вообще заговаривал об общественном, о политике. Была и философская тема — И. С. рассказывал о философских исканиях в Москве (Московский методологический кружок Г. П. Щедровицкого), о своих философских друзьях и знакомых. Это был один из лучших наших вечеров с И. С., пожалуй, самый лучший...

С тех пор мы действительно подружились с И. С. домами. Правда, чаще я бывал у него, чем он у меня. В то время его обычной позой было уже не стояние у стены, а лежание на диване. Ситуация в университете была человечески сложная, а научно беспросветная. И. С. готовился перебраться в Москву.

Можно сказать, что в этот период И. С. стал моим учителем в философии — при всем различии наших философских интересов. Меня занимала и занимает в основном социальная философия, направление философской работы И. С. хорошо известно. Все-таки в общих философских вопросах он явился моим учителем, других не было.

После отъезда И. С. в Москву я бывал у него в гостях несколько раз. Эти встречи были дружественны, радушны, но не очень-то веселы... Приезжая в Академгородок, И. С. также бывал у меня, всякий раз спрашивал, как поживает моя мама, передавал ей приветы.

Жизнь И. С. представляется мне и удачной, и неудачной. Он осуществился как философ в весьма неблагоприятной для этого общественной ситуации, но реализовал, пожалуй, меньшую часть себя. Была драма советско-русского интеллигента, человека с огромными потенциями — не только не востребованными, но забитыми в тайники души.

1995

ИГОРЬ АЛЕКСЕЕВ, КАКИМ Я ЕГО ПОМНЮ

В Игоре Алексееве я всегда прежде всего чувствовал неоспоримое присутствие благородства во всем, начиная с внешнего облика: неторопливость, даже величавость походки, исключительная благорасположенность к людям, честность и прямота в суждениях, интеллектуальная трезвость и обаятельная эмоциональность — все это было в нем и подавалось каждому как подарок судьбы, как тот чистый воздух, цены которому нет, а мы беспечно дышим им, и, не замечая его целебных свойств, продолжаем катиться по рельсам нашей судьбы, не отдавая себе отчета в том, что это он, Игорь Алексеев, создает нам зеленую улицу, режим наибольшего благоприятствования...

Элегантное клетчатое пальто, аккуратная борода с ранней сединой, стройная фигура бывшего спортсмена заставляли меня ассоциировать Игора Алексеева с образом кембриджского профессора-джентльмена. Профессором, кстати, он был первоклассным — я имею в виду его удивительный дар лектора. Он превосходно умел реанимировать темы, заданные стертыми идеологическими клише, демонстрируя тем самым неистребимость живого поиска истины. От его докладов у меня сохранилось ощущение классического искусства научного дискурса — ничто не оставлено за границей светового конуса ясной логики, никаких импровизаций, уравновешенность, гармония; основательность. Игорь Алексеев сумел реализовать в ясной и четкой, эстетически весомой форме свое присутствие в мире, и важной частью этой интегральной формы был диспут, научная полемика в докладе или лекции. «Этим человеком правит *amor intellectualis Dei*», — именно так думал я тогда, хотя, быть может, слов этих применительно к Игору в ту пору еще и не возникало.

Самым непосредственным, естественным образом Игорь создавал ауру интеллектуальной жизни, в которой философия, история, наука могли чувствовать себя по-домашнему комфортно, что означает — находиться в непрерывной работе познания и критики. Он не только воплощал этос науки как честного, свободного, открытого, демократического, «человекомерного» предприятия, но и сам его активно, щедро продуцировал. Я не могу не сопоставить его в этом отношении с

Б. С. Грязновым: оба были рыцарями бесстрашного научного разума, свободными от всякого философского догматизма, умевшими поддержать на высшем накале интеллектуальный тонус в научном сообществе, являясь его живыми формообразующими центрами.

Впервые я услышал об Игоре Алексееве в начале 60-х гг., когда интеллектуальная «оттепель» привела к созданию на физфаке МГУ философского кружка — его инициаторами были Н. Ф. Овчинников, И. А. Акчурин и И. С. Алексеев. Я заканчивал химфак и вольнослушателем участвовал в некоторых заседаниях этого кружка. Знакомство с Игорем тогда не состоялось: я не был усердным кружковцем, но мои друзья — Р. Полищук, С. Хоружий, С. Половинкин — были и друзьями Игоря. Я как бы жил в ауре Игоря, не общаясь, однако, с ним лично. Так продолжалось и после окончания Университета. Я поступил, как и Игорь, в аспирантуру кафедры философии естественных факультетов МГУ. Но незадолго до моего поступления он уехал в Новосибирск. И опять я оказался в ауре Игоря: слышал рассказы о нем, дружил с его друзьями, тем самым незаметно включаясь в сообщество «новых философов», плывущих в своих исканиях через строгую науку к неведомой не-догматической философии современности.

Потом были годы работы в Институте истории естествознания и техники. ИИЕТ был уникальным местом для интеллектуальной жизни в славно-бесславные годы «застоя». Я уверен, что противозастойной сывороткой, защитившей ИИЕТ от стагнации и идущей от нее порчи, была Наука. Между философскими и специально-историческими секторами Института существовал плодотворный устойчивый симбиоз. Игорь, быть может, наиболее ярко его представлял. Даже чисто организационно он то входил в сектор истории физики и механики, то выходил из него в составе исследовательской группы по методологическим принципам физики, включался в сектор логики развития науки, соседствовавший с нашим сектором методологии историко-научных исследований и «географически», и интеллектуально. И в качестве такой «двуязычной» научно-философской фигуры Игорь был определяющим интеллектуальным держателем акций ИИЕТа как духовного предприятия. Этот теоретический «билингвизм» служил ему — и многим работающим рядом с ним — одним из гарантов творческой плодотворности в условиях трапезни-

ковско-сусловского климата в Академии и стране в целом.

Но тогдашний ИИЕТ был не только уникальным очагом интеллектуальной свободы в застойные годы — он был еще и ареной личных отношений, духовных общений, ярких праздников за столом и в аудитории, в Звенигороде и Обнинске, на конференциях и в кулуарах. Одно было неотторжимо от другого — ииетовская Касталия оставалась «единой и неделимой» и в теоретических турнирах, и под выстрелы пробок, сопровождавшиеся аккомпанементом стихов и дружеских пародий на наших неофициальных встречах...

Как-то далеким мартом собрались мы в Теплом Стане на день-рожденческий праздник у Ольги Кузнецовой. Это была середина 70-х гг., в воздухе летало слово «разрядка», но реальных плодов ее мы не ощущали. «Оттепель» осталась далеко позади, и «заморозки» казались нам способными на чудеса долгоживучести. Упавший градус общественной жизни во всей стране мы пытались возместить малыми очагами — застольями, дружбами, квартирными посиделками. Игорь любил это неофициальное общение — в нем, возможно, наиболее ярко раскрывалась эмоционально-духовная сторона его жизни. В тот вечер, откликаясь на атмосферу дружбы и непринужденности, я отважился прочесть только что написанные мною стихи:

**Без вольности, без песен, без друзей
Уныла жизнь и нет к ней сожаленья,
Без музыки, без праздности затей,
Без тишины и легкого томленья...**

**На рынок, к быта разным мелочам,
Зовет жена, с утра гремя посудой.
А мне такое снится по ночам,
Что никогда, наверно, не забуду.**

**А утром я не помню ничего,
И грежу очищения обновой.
Спокойствия приподнято чело,
Но жизни рвется слабая основа...**

**Жена за свеклой гонит поутру,
И стынет кровь в гостинице панельной.
Доверившись воздушному перу,
Я по Москве шатаюсь метельной.**

Ни демонов не вижу, ни Христа —
Универмагов серые коробки,
Очередей вонючая глиста,
И вонь автомобильной пробки...

Но что душе потребно — ей дано:
В пещер печерских недра погрузиться,
Усадеб псковских старое вино
В крови моей ликует и струится.

А что душе потребно — ей дано:
Вон чернецы сосульки с крыш сбивают,
И толстый поп улыбки прибавляет,
И дребезжит вагонное окно...

Не успел я дочитать до конца, как Игорь вручает мне пародию, пародию на стихи, которые еще звучат в воздухе!

Пародия на Виктора Визгина

Такая жизнь пошла теперь —
Безличная совсем...
Ассоциаций зыбкий зверь
Пленяет нас не тем.

Жена, вонючая Москва,
Религия и свекла,
Вольтер, Грузин — но все слова
При этом несколько поблекли.

Такой я интеллектуал,
Который из иных мотивов
Стихи мудреные писал,
Которым ни вино, ни пиво —
Ничто не будет нипочем:
Коль не поймете — ваш просчет.

С тех пор я привык к реакции Игоря — мгновенно сочинял он экспромт, с завидной крейсерской скоростью рифмуя свои впечатления. Не знаю, были ли у него «серьезные» стихи, но «несерьезные» он писал удивительно легко, в чем его можно сравнить, пожалуй, с Бонифатием Михайловичем Кедровым, его шефом, возглавлявшим сектор логики развития науки. Неудивительно, что в те годы наша логика развития науки развивалась и логично, и научно: ведь душой ее были одарен-

ные творческие натуры, равно способные и к блестящему тамадо-версификационному экспромту, и к основательной и оригинальной историко-научной реконструкции.

На дружеских сборах, органично дополнявших наши интеллектуальные баталии, Игорь всегда был распахнут настежь. Он неплохо пел, любил Кима, Окуджаву — весь тот джентльменский набор оттепельно-весенней песенной культуры. Помню, как Игорь четко выводит с модуляциями мужества и рыцарской верности Долгу и Идеалу:

**Но Франция жива — и о-ля-ля —
И живы мушкетеры Короля!**

Песни и стихи помогали ему и нам выжить, сохранив душу и ум.

Испытательным полигоном для стихов и юмора была «Вербалка», стенная газета звенигородских конференций. Стихи и юморески сочинялись для нее, как правило, коллективно: Вадим Рабинович, Толя Ахутин и я. Наше трио задавало специфический тон иистовского «вербалочного» юмора. Методы «Вербалки» не ограничивались газетой, под нетерпеливое ожидание засидевшихся конференстов вывешиваемой в зале научных заседаний. Так, когда у Игоря случился день рождения, то мы с Вадимом Рабиновичем отметили его в лучших традициях «Вербалки», сочинив такую спич-тираду:

*КАНТ-ата или О-да
в честь и во имя Юбилея Игоря С. Алексеева*

**Однажды плевелы посеяв,
Решив, что это все равно,
Взрастил пшеницу Алексеев —
Весьма культурное зерно.**

**И чтоб, наевшись тучной полбой,
И по лбу чтоб не получить,
В философическую колбу
Концептов надо нацедить,**

**А также, может быть, конструкторов,
Абстрактов, актов и тэ дэ,
И прагматических продуктов —
Отныне, присно и везде.**

**Потом поставить колбу эту
В духовку или на попа,
Добавив в меру марафету,
А также пригласив попа**

**С тем, чтоб поповство опровергнуть
И сциентизмом обложить,
И в алексеевщину ввергнуть,
Не дав попу и дня прожить.**

**Все это только предисловье,
А сказка будет впереди...
Желаем доброго здоровья
На Вашем жизненном пути!**

В последние годы чувствовалось, что Игорь переживает глубокую духовную трансформацию. В интеллектуальном плане она проявилась в его гуманистическом, антропологическом, можно сказать, переосмыслении философии и методологии науки, да и мировоззрения вообще. Постфактум мне ясно, что сегодняшний широко прокламируемый с высоких трибун «поворот к человеку» Игорь осиливал сам и давно. В связи с этим мне вспоминается одно выступление Игоря. Однажды (это было уже начало перелома нашей общественно-политической жизни, столь неясное и неопределенное, когда новые принципы еще не были сформулированы) Игорь попросил собраться у Николая Федоровича Овчинникова близких ему людей, составляющих, так сказать, его широкую референтную группу. Это были философы и ученые — Ю. А. Шрейдер, Н. И. Кузнецова, З. А. Сокулер, М. А. Розов, Вл. П. Визгин и другие. Речь Игоря тогда поразила многих. Для меня содержащийся в ней призыв прозвучал как голос одинокого и много пережившего человека. Голос этот говорил о самых простых вещах, о которых в интеллектуальных собраниях говорить как-то и не принято — о честности, о совести, об императиве «жить не по лжи»... Те, кто ждал тонких концептуальных софистикаций, были явно разочарованы. «Неслыханная простота» того, что хотел нам сказать тогда Игорь, адресовалась не к научному интеллекту с его отвлеченными «играми», а к привлеченному правдой сердцу. Это был нравственный призыв, и звал он к очищению — задолго до абуладзевского фильма. Речь шла о нравственной

стойкости ученого, исследователя, философа, действующего в условиях моноидеократического общества. И эта стойкость нравственной позиции, эта интеллектуальная жизнь не по лжи были, очевидно, главным уроком, извлеченным из тех нелегких испытаний, которые вынес Игорь Алексеев лично. Он честно и стойко прошел путем человеческого и научного мужества: его прямота и твердость в отстаивании истины, ее многомерности, вызывали гонения, которые всегда ведь пребывают в дежурной готовности.

Интеллект и нравственный дух были у Игоря в равной мере обостренными, чуткими, открытыми. И в последнем периоде своей духовной эволюции он со всей отчетливостью показал, что нравственный дух в иерархии ценностей идет впереди интеллекта, каким бы блестящим тот ни был.

1989

ВЛ. П. ВИЗГИН

ДОН КИХОТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ

Игорь Серафимович Алексеев появился в секторе истории физики ИИЕТ АН СССР в 1971 г. Сектором тогда руководил Я. Г. Дорфман, крупный физик, автор блестящих работ по магнетизму, ученик А. Ф. Иоффе и Я. И. Френкеля. У нас в это время была сильная «философская группа», в которую входили Н. Ф. Овчинников, И. Д. Рожанский, А. В. Ахутин и А. А. Печенкин. Вместе с И. С. они создавали в секторе своеобразную физико-философскую атмосферу, которая благотворно влияла на остальных, «конкретных», историков физики. Дорфман же, напротив, был «антифилософичен», и в секторе нередко возникали острые дискуссии, которые, в конечном счете, были полезны для всех, в том числе и для нашего маститого шефа. Недаром он в своей, по-моему весьма незаурядной «Всемирной истории физики» очень благодарил наших философов, в том числе и И. С.

К сожалению, вскоре философы нас покинули. Сектор в итоге многое потерял. Конечно, наша дружба и наши споры продолжались. В 1986 г. И. С. вернулся в сектор и продолжил

свою работу по истории и методологии квантовой механики. Впрочем, научные и дружеские связи сектора с И. С. не прекращались. Он участвовал почти во всех наших конференциях, где, кстати говоря, всегда блистал, и не только как докладчик, но и как острый полемист. Помню эмоциональные, часто идущие вразрез с общепринятыми точками зрения его выступления на конференциях, посвященных юбилеям квантовой механики, Эйнштейна, Бора, Максвелла, Маха и т. д. И. С. читал и рецензировал рукописи сотрудников сектора, всегда помогал нам, когда требовались философско-методологические вмешательства или оценки.

В нем и в его работах весьма органично соединялись четыре вещи, что бывает, по-моему, крайне редко: он был профессиональным методологом науки; понимал специфику историко-научного исследования, любил историческую работу, хорошо знал историю науки; его также всегда привлекали глубокие философские пласты и, наконец, он всегда был в курсе новейших достижений фундаментальной физики.

В историю физики он стремился внести упорядочивающий, схематизирующий взгляд методолога. Методологические же идеи И. С. всегда опирались на живой исторический материал. Вместе с Н. Ф. Овчинниковым и А. А. Печенкиным И. С. разработал в 70-е гг. весьма продуктивную, на мой взгляд, концепцию методологических принципов физики. В 1975 г. под редакцией Б. М. Кедрова и Н. Ф. Овчинникова вышла получившая известность коллективная монография «Методологические принципы физики: история и современность», в которой главы, написанные И. С., мне представляются особенно интересными (особенно глава 3 «Единство физической картины мира»). Кстати говоря, я помню, как живо и заинтересованно обсуждалась эта книга и физиками, и философами, и историками науки — не только у нас в Институте, но и в Институте теоретической физики в Черноголовке (в дискуссиях участвовали такие крупные физики, как А. Б. Мигдал, Е. Л. Фейнберг, А. А. Старобинский, Ю. А. Осипьян, И. М. Халатников, Б. М. Болотовский и др.).

Бесспорно, главным делом его жизни было изучение дополнительности. Видимо, еще в молодые годы — об этом можно судить по первой книге И. С.¹ — его потрясли и кван-

1 *Алексеев И. С.* Развитие представлений о структуре атома. Философский очерк. Новосибирск, 1968. — 130 с.

товая механика, и основа ее интерпретации — принцип дополнительности, и масштаб личности Н. Бора. Его наиболее интересные и важные работы так или иначе связаны с методологическим анализом квантовой механики и, прежде всего, боровской дополнительности (см., например, его докторскую диссертацию и книгу¹).

И. С. был одним из зачинателей знаменитого физфаковского «праздника Архимеда». Сохранился снимок одного из эпизодов этого праздника в 1961 г., когда его посетил Н. Бор. Так вот, на этом снимке И. С. в роли Ломоносова, молодой, красивый и высоколобый, — оказался как раз между выступающим Бором и готовым к переводу его слов Л. Д. Ландау. Быть может, именно эта «живая встреча» с Бором и сыграла особую роль в жизни и судьбе И. С. и как-то по-особому, эмоционально окрасила его выбор на всю жизнь: Бор — дополнительность — кванты².

Он много думал о возможности марксистской трактовки принципа дополнительности. Ключом к ней был для него первый тезис Маркса о Фейербахе, уже использованный с этой же целью М. А. Марковым. В соответствии с этой традицией физическая реальность понималась «человечно». Именно этот смысл имелся в виду, когда И. С. называл себя «субъективным материалистом».

Я помню, как он спорил об этом с Б. М. Кедровым (помоему, на предзащите своей докторской диссертации). После доклада соискателя Кедров вынес на трибуну основательную стопку томов классиков марксизма и, выбирая поочередно один за другим, весомо демонстрировал определенный отход И. С. от принципов диалектического материализма. Затем на трибуне снова появился И. С. со столь же солидной кипой книг и так же методично, как Бонифатий Михайлович, ссылаясь на классиков, не менее убедительно доказывал свою приверженность великому учению, понимаемому им, однако, через призму марксова первого тезиса о Фейербахе.

1 Алексеев И. С. Концепция дополнительности. Историко-методологический анализ. М., 1978.

2 К стати, его первая «философская» публикация (в журнале «Вопросы философии») была посвящена анализу двух выступлений Бора в Москве (Алексеев И. С. Два выступления Нильса Бора // Вопросы философии. 1961. № 8. С. 156—160). Ей предшествовала единственная физическая работа И. С. (вместе с Г. Т. Зацепиным) о μ -мезонах высокой энергии (1960).

Надо отдать, впрочем, должное Б. М. Кедрову: он все-таки дал ход диссертации И. С.

И. С. нравилось находить в современной физике, в ее интерпретации элементы «субъективности». Однако фундаментальная физика, однажды существенно «использовав субъекта» (имеется в виду квантово-механическая дополнительность и в какой-то мере связанная с ней теория измерений в квантовой механике), как будто исчерпала соответствующий ресурс и пошла дальше по более стандартным «техническим» путям. У меня создавалось такое впечатление, что И. С. даже страдал от этого. Казалось, его мучила тоска по дополнительности. Ему импонировала эпоха осмысления основ физики (20—30-е гг.), когда вопросы интерпретации квантовой механики находились на самом переднем крае физики, когда лидеры, творцы новой физики — Н. Бор, А. Эйнштейн, М. Борн, В. Гейзенберг, В. Паули и др. — сами занимались этим. Теперь же (т. е. в 70—80-е гг.), с горечью говорил И. С., физики утратили интерес к подобной проблематике, они витают в облаках многомерия, увлекаются математикой и вычисляют, вычисляют, вычисляют. Вот, например, весьма характерный пример его «тоски по дополнительности»: «Насколько я могу судить, современная квантовая физика, как это ни странно, естественнейшим образом воплощает в себе довольно противоестественный гибрид методологических установок Эйнштейна и Бора. Вопреки мнению Эйнштейна, она является сугубо вероятностной и не помышляет больше о возврате к лапласовскому детерминизму. *Вопреки Бору, она ухитрилась ассимилировать вероятностные представления без всяких ссылок на познающего субъекта, приписывая их природе микрообъектов “самой по себе”.* Точно так же ей удалось объективировать боровскую концепцию дополнительности, представив ее в виде объектно трактуемых корпускулярно-волнового дуализма и соотношения неопределенностей. Сложные и тонкие методологические проблемы измерений, встающие в связи с задачей синтеза квантовых и релятивистских представлений, игнорируются подавляющим большинством физиков»¹ (курсив мой. — В. В.). Об этом он говорил в 1981 г., в своем докладе на максвелловской конференции, но и спустя семь-восемь лет,

1 Алексеев И. С. Максвелл Эйнштейна и Максвелл Бора // Максвелл и развитие физики XIX—XX вв. М., 1985. С. 206; см. также настоящий сборник, с. 391.

в одной из своих последних работ, опубликованной посмертно, он писал о том же: «И надо признаться, что, к глубокому сожалению автора, по мере ухода из жизни “копенгагенцев”, физическое “общественное мнение” имеет четко выраженную тенденцию возврата к классическому идеалу объяснения... Конечно, при этом революция, начатая Бором, не умирает, а продолжает бороться. Однако современное развитие “линии Бора” идет гораздо более медленными темпами по сравнению с разработкой “линии Эйнштейна”»¹. Ответ на вопрос о том, почему физика пошла по этому пути, ему подсказала методология науки, в частности куновская идея парадигмальности знания: «На мой взгляд, это произошло в результате “парадигматизации” физики, обретшей надежный математический формализм, и получило — в условиях отсутствия вопиющего расхождения теории с экспериментом, сохраняющихся уже несколько десятилетий — возможность спокойно решать “задачи-головоломки” типа объяснения невылетания кварков или придания последним цвета и аромата. В такой ситуации методологические размышления, подвергающие сомнению самые основания теории, просто не нужны — они даже мешают»².

И. С. считал, что подлинное, интенсивное развитие физики, связанное со сменами парадигм, должно протекать в направлении возрастания роли субъекта познания, наблюдателя. С другой стороны, с точки зрения симметричной, или теоретико-инвариантной, концепции, физика развивается в направлении расширения фундаментальной группы симметрии, что соответствует росту объективации знания и его деантропоморфизации. Здесь находился один из главных фокусов наших споров. На мой взгляд, И. С. слишком универсализировал дополнительную. В известном смысле для него, как и для Бора, это был некий первопринцип не только в сфере квантовой механики, но и вообще в теории познания и человеческой деятельности. «...Последним основанием возможного распространения принципа дополнительной на другие области знания, по мысли Бора, — писал И. С., доказывая

1 Alexeyev I. S. Quantum mechanics as a revolution in physical explanation // *Acta historiae rerum naturalium nec non technicarum*. 1989. Special issue 20. P. 85.

2 Алексеев И. С. Максвелл Эйнштейна и Максвелл Бора. С. 206; см. также настоящий сборник, с. 392.

универсальность этого принципа, — является неизбежность описания результатов человеческой деятельности в любой области... средствами обычного языка»¹.

С другой стороны, он полагал, что только в квантовой механике обнаружилась существенная нетривиальная дополнительность. Аналогам же дополнительности, содержащимся в классических теориях, в частности, идее использования в более развитых теориях языка предшествующих теорий (механики — в электродинамике и специальной теории относительности, этой последней — при формулировке общей теории относительности и т. п.), он не придавал принципиального значения. В этом пункте мы с ним расходились: он считал принцип дополнительности важнейшим общезначимым (и даже — общенаучным) методологическим принципом, который, в известном смысле, является ключевым во всей системе методологических принципов физики², я же считал этот принцип — только квантово-механическим, своеобразной основой физической интерпретации квантовой механики.

И. С. пытался с самого начала осмыслить совокупность методологических принципов физики как некую упорядоченную систему. В конце концов, опираясь на анализ интерпретационной структуры квантовой механики, он развил свою трехкомпонентную модель физического знания (наблюдаемые объекты, ненаблюдаемые объекты и математические объекты), с позиций которой он стремился упорядочить и основные методологические принципы. Эта модель была разработана им в начале 70-х гг.³, но в основе своей он считал ее правильной и в конце 80-х⁴. С точки зрения этой модели, принцип симметрии И. С. связывал главным образом с мате-

-
- 1 Алексеев И. С. Принцип дополнительности // Методологические принципы физики: история и современность. М., 1975. С. 450.
 - 2 Правда, в конечном счете И. С. признавал, что в полной мере эту роль принцип дополнительности выполняет только в квантовой механике: «...Для квантовой теории существует специфический принцип согласования ее элементов — принцип дополнительности» (Алексеев И. С., Овчинников Н. Ф., Печенкин А. А. Методология обоснования квантовой теории. М., 1984. С. 45.), который тем самым служит и главным орудием согласования методологических принципов в рамках этой теории.
 - 3 Алексеев И. С. Возможная модель структуры физического знания // Проблемы истории и методологии научного познания. М., 1974. С. 207—214; см. также настоящий сборник, с. 49—57.
 - 4 Alexeyev I. S. Quantum mechanics as a revolution... P. 64—65.

математическим аппаратом теории (который И. С. часто пренебрежительно и даже несколько ругательно называл «маттаппаратом»)¹. Сам же этот «маттаппарат», как мне казалось, он считал чем-то неважным, формальным, достаточно внешним по отношению к основам теории.

Отношение к принципам симметрии и «маттаппарату» было постоянным предметом наших споров. Он доказывал, что математика — это некий формальный язык науки, некий способ оформления научных результатов: «...*Математический язык выступает как техника общения, техника интеллектуальной коммуникации, техника оформления* (курсив мой. — В. В.) результатов творческой деятельности, которая достаточно сложна и у каждого протекает по-разному. Чтобы социализировать индивидуально полученное знание, разработать определенный стандарт его оформления с помощью дедуктивных математических рассуждений»². Это отношение было близко к боровскому и довольно сильно расходилось и расходится с более распространенным сейчас подходом к математике как мощному конструктивному, эвристическому орудию построения физических теорий, подходом в духе Эйнштейна и Дирака. Мне импонировал этот подход, согласно которому математика — это не столько формализация, язык, средство оформления, сколько поистине резервуар структурных форм для отображения физической реальности, поистине подлинное творческое начало в теоретическом мышлении.

Хотя в спорах я почти всегда проигрывал ему, мне казалось, что в последние годы он несколько подобрел к математике и говорил о «ведущей роли математического содержания по отношению к математизируемому»³. Точно так же, как дети спорят, кто сильнее — кит или слон, тигр или лев, мы постоянно спорили с ним о том, что важнее и первичнее: дополнительность (и связанные с ней тонкие интерпретационные процедуры, непревзойденным мастером которых был Бор) или симметрия, пронизывающая все физические теории (и связанные с ней принципы относительности и инвариант-

1 Алексеев И. С., Овчинников Н. Ф., Печенкин А. А. Методология обоснования квантовой теории. С. 44.

2 Алексеев И. С. Этапы и законы математизации науки // Математизация современной науки. М., 1986. С. 41.

3 Надо сказать, что и на Бора произвели впечатление «математические прорывы» Гейзенберга, Шредингера, Дирака на пути к квантовой механике.

ности — настоящим лидером этого направления был, конечно, Эйнштейн). Поскольку симметрии означали теоретико-групповой подход, И. С. относил их к «департаменту матаппарата» и, тем самым, на мой взгляд, сильно занижал их значение. Я же, напротив, старался доказать, ссылаясь на Г. Вейля, возможность сведения дополнителности, в которой видел один из эквивалентных способов описания квантовой специфики, к некоторому проявлению симметрии. Симметрию же я считал глубоко физическим, содержательным началом теорий.

Вероятно, и здесь, в наших спорах продолжали свой спор «линия Бора» и «линия Эйнштейна». Вероятно, я занимал философски менее глубокую позицию и, уж конечно, более стандартную. Но и И. С. чувствовал, что «линия Бора» отодвигается на второй план, что большинство, вроде бы признав победу этой линии, в своей исследовательской практике возвращается к «линии Эйнштейна».

Он очень сожалел об этом («тоска по дополнителности») и мечтал о возрождении «линии Бора». Когда он говорил об этом, особенно с трибуны, и не встречал, как правило, понимания, он выглядел несколько преждевременным пророком нового грядущего Бора, своего рода Дон Кихотом дополнителности. Он даже внешне при этом походил на рыцаря печального образа.



1991

В МИРЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИДЕЙ

Дистанция во времени всегда необходима для объективной оценки тех или иных событий прошлого. Тридцать лет назад, в конце 50-х — начале 60-х гг., в советской философии сформировалось новое поколение исследователей, которому предстояло преодолеть первые барьеры идеологии сталинского тоталитаризма и восстановить разрушавшиеся в предыдущие годы образцы профессиональной философской работы. Большая часть людей этого поколения завершала высшее образование в эпоху изменений, которые принес XX съезд партии. Хрущевская оттепель способствовала ослаблению жесткого идеологического контроля над философией, хотя и не во всех ее областях. Пожалуй, в наибольшей степени это было характерно для философии естествознания, логики и методологии науки.

Интенсивное развитие этой области знаний было стимулировано новым отношением к естественным наукам и технике, которое стало утверждаться в 50—60-х гг., после долгих лет сталинских идеологических кампаний.

Это был двусторонний процесс постепенного преодоления идеологизированной науки. Для философии он означал отказ от роли интеллектуального надсмотрщика над естествознанием, приводившей к деформациям самой философии, к разрыву ее связей с передовой наукой.

Для естествознания он знаменовался восстановлением идеалов объективного, непредвзятого исследования и возможностью развивать фундаментальные идеи, оказывающие решающее воздействие на формирование мировоззрения и научной картины мира.

Все эти процессы протекали противоречиво. Были и рецидивы прошлого (например, попытки реанимации лысенковщины в 60-х гг.), но они уже не смогли затормозить начавшего складываться нового взаимоотношения философии и науки. Философы стремились профессионально осмыслить достижения естествознания, а естествоиспытатели принимали активное участие в разработке философских оснований науки, которые бы соответствовали уровню ее передовых достижений.

Общественный интерес к достижениям науки и техники в 50-х—60-х гг. был чрезвычайно велик, что создавало благо-

приятный социальный фон для развития методологии и философии естествознания. В эти годы были приняты программы ускорения научно-технического прогресса страны. Как мы сегодня понимаем, они содержали множество нереалистических замыслов. Но разочарование пришло намного позднее. Тогда же в них верило большинство людей, и молодежь с энтузиазмом включалась в работу по их осуществлению.

Реальные успехи нашей науки и техники, прежде всего в освоении космического пространства, поднимали в общественном мнении престиж физики, математики и технических наук. Профессия физика и инженера в шкале социальных оценок занимала намного более высокое место, чем профессия гуманитария. Конкурс в технические вузы и на физико-математические специальности университете был наибольшим. На страницах газет и публичных диспутах шла дискуссия «физики—лирики», причем никто не ставил под сомнение ценность профессии физика, скорее доказывали свою необходимость для общества «лирики-гуманитарии».

Сегодня, в эпоху разрушения многих традиций и прежних ценностей, это время кажется даже странным, и, скорее всего, непонятным новому поколению. Но те сдвиги, которые происходили в этот период, оставили след в отечественной науке и культуре, они готовили перемены и нашего времени.

В философии науки в 60—80-е гг. у нас сложились оригинальные школы и направления (в Москве, Ленинграде, Киеве, Минске, Новосибирске, Ростове и др.). В этой области знания раньше, чем в других, наша философия вступила в конструктивный диалог с зарубежными школами и направлениями, сделав первые шаги от изоляционизма к включению в мировую философскую мысль в качестве ее составной части. Новые и нетривиальные результаты, которые были получены в логике, методологии и философии науки в 60—80-х гг., возникли благодаря усилиям многих исследователей. Но, как и в любой науке, среди них были лидеры, генераторы новых идей. Они выступали неформальными авторитетами научного сообщества, часто не имели высоких научных степеней и званий, но постепенно завоевывали лидирующие позиции, задавали тон в дискуссиях и в разработке новых исследовательских программ.

Игорь Серафимович Алексеев был одним из таких лидеров в философии и методологии науки 70—80-х гг. Историк, который будет заниматься этим периодом развития отечествен-

ной науки и культуры, бесспорно, придется анализировать его работы и оценивать эвристичность концепции, которую он развивал.

К сожалению, пока у нас еще не появилось сколь-нибудь обстоятельного исторического исследования, посвященного советской философии естествознания 60—80-х гг. Зарубежные исследователи в этом отношении нас опередили. Я могу сослаться на труды известного американского историка науки Л. Грэхема, автора фундаментальных работ, посвященных философии естествознания в СССР. Показательно, что он отмечает исследования И. С. Алексеева среди оказавших серьезное влияние на дискуссии 70-х гг., на развитие в этот период новых идей и исследовательских программ философии естествознания.

Вообще история философии и науки не сводится только к процессам роста знания, хотя, бесспорно, именно содержательные аспекты составляют суть этой истории. Но за развитием содержания всегда стоят живые люди, их мотивации, своеобразие их личности и творчества.

С Игорем Серафимовичем Алексеевым я познакомился в 1967 г. В Дубне была конференция молодых ученых, и мы с Л. М. Томильчиком делали совместный доклад, который касался анализа трех основных программ физики элементарных частиц. Сейчас Л. М. Томильчик — член-корреспондент Белорусской академии наук, физик-теоретик, заведует лабораторией теоретической физики в Институте физики АН БССР, а тогда мы оба были кандидаты наук, он — физико-математических, а я — философских. Я тогда жил в Белоруссии и работал по проблемам методологии науки — по тем же проблемам, которыми профессионально занимался Игорь Алексеев. Статьи Игоря я к этому времени уже читал, но никогда не видел его. Мне казалось, что это должен быть человек не совсем молодой, по крайней мере старше меня, хотя на самом деле, как оказалось, мы с ним одного возраста.

После доклада ко мне подошел очень симпатичный молодой человек, в спортивной курточке, представился, что он — Игорь Алексеев. Я как-то сразу не смог соразмерить, что это тот самый Игорь Алексеев, работы которого я знал. Но затем как-то сам собой возник психологический контакт, сразу он мне по-человечески понравился открытостью к дискуссии, доброжелательностью, и после непродолжительного разгово-

ра мне казалось, что я знаю его уже давно. Надеюсь, что и у него были какие-то дружеские чувства и ко мне, и Леве (Льву Митрофановичу) Томильчику. Впоследствии мы много раз встречались, в разные годы нашей жизни, и в Белоруссии, куда приезжал Игорь, и на конференциях в других городах, и чувство человеческого контакта никогда не пропадало. Мы много дискутировали в то время по проблемам эпистемологии науки. Общение с Игорем Алексеевым шло у нас в особом ключе. Подход к проблемам был сходным, мы оба были сторонниками деятельностной концепции науки, и мы постоянно сравнивали свои решения, активно совместно работали, хотя и не имели соавторских публикаций. Он часто присылал мне свои оттиски, книги, иногда это были даже рукописи работ, еще не сданных в печать, то же самое делал я. В общем, контакт у нас с ним был такой, какой и должен быть в научном сообществе. Игорь был удивительно интересным собеседником, и, что было для него всегда характерно — это проявилось и в первой нашей встрече — мы сразу стали говорить о научных и философских проблемах, об эпистемологии физики. Вообще, как я сейчас вспоминаю, мы очень редко беседовали с ним, как принято говорить, «за жизнь». Конечно, случалось, что какие-то моменты житейских ситуаций мы обсуждали, но разговор как-то сам собой потом переходил на научные предметы. И это было самое интересное. В моем представлении Игорь Алексеев принадлежал к людям, которые имели глубокие личностные мотивации к занятиям наукой. Я в этой связи вспоминаю известную притчу А. Эйнштейна, которую он произнес в своей знаменитой речи памяти Макса Планка¹.

В многосложном храме науки многообразны и люди, ею занимающиеся. Иные видят в науке средство удовлетворить свое честолюбие. Другие занимаются ею только в утилитарных целях. Как говорил А. Эйнштейн, если изгнать из храма науки «торговцев и менял», то этот храм значительно опустеет. Но все-таки в нем кое-кто останется. Останутся люди, которые приходят в науку потому, что мир обыденной суеты, страстей, эмоций, амбиций, т. е. тот реальный, «кухонный» человеческий мир, который больше всего составляет человеческую повседневность, их не устраивает, и они себе измышляют другой, искусственный, упорядоченный и красивый

1 Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М., 1967. С. 39—41.

мир, в котором им хорошо живется. Это люди с тонкими душевными струнами, и миру житейских страстей они предпочитают мир объективного видения и понимания. Эйнштейн сказал, что к таким людям принадлежал Макс Планк. Мы не можем, конечно, сравняться с такими выдающимися учеными, как Эйнштейн и Планк, мы таких вкладов в науку не сделали, но по типу личности И. С. Алексеев, наверное, принадлежал к тем людям, которые искали в науке прибежище от житейской суеты и житейских страстей. Может быть, это мое впечатление, но мне всегда казалось, что Игорь не устроен в мире обыденной жизни, что он не хотел в него глубоко погружаться и поэтому в занятиях философией, в занятиях наукой искал своеобразную среду обитания души, то место для души, где она могла бы реально жить и не быть задавленной обыденными житейскими проблемами. И когда он этого места не находил, он переживал, у него были депрессии.

Игорь Алексеев не стремился сделать карьеру в примитивно-прагматическом понимании. Он работал, и это то, что у него получалось. И даже когда у него уже сложился немалый авторитет в нашей философии, он никогда не заботился о своем имидже, хотя, конечно ему было небезразлично, как его оценивают в том сообществе, которому он адресовал свои труды. У него никогда не было маски человека, так сказать, «посвященного в тайны науки». Когда он говорил о науке, он жил в предмете, и это для меня было очень близко, я не особенно люблю, когда люди не просто говорят о деле, а еще при этом тщательно следят за тем, соответствуют ли они внешне избранной ими роли ученого. У таких людей всегда на заднем плане есть мысль: важно не только то, что я о деле скажу, но и как я при этом выгляжу. У Игоря этого никогда не было, и поэтому общаться с ним было очень легко. Мы могли по два года не видеться, но встречались так, как будто вчера расстались. Мы жили в разных местах, но этих интервалов в общении не ощущали. И вообще, семидесятые годы для нас было и трудным, и счастливым временем. Тогда существовал, если использовать терминологию Д. Прайса, незримый колледж исследователей, занимающихся методологией науки. Было у нас такое сообщество с неформальными контактами, с пристальным интересом к новым результатам, с оценкой философов науки по «гамбургскому счету». Сейчас, к сожалению, этого уже нет или почти нет.

В содержательном плане наши дискуссии 70-х гг. отразили тот перелом, который происходил не только в нашей философии, но и во всей мировой философии науки. Это была смена парадигмы, которую можно было бы назвать поворотом к методологии неклассической науки.

Игорь Алексеев был ярким представителем нового стиля мышления и сторонником неклассической методологии.

На этой стороне дела я хотел бы остановиться более подробно. В моих последних работах показано, что можно выделить три этапа развития методологии науки, соответствующие трем историческим типам научной рациональности: классической, неклассической и постнеклассической науке.

Философия и методология науки, например, с XVII и до конца XIX — начала XX вв. развивалась в русле классической рациональности. Этот тип научного мышления основывался на представлении, что познающий разум как бы со стороны созерцает мир и таким путем познает его. Задача познания определялась как построение объективной картины реальности, как описание изучаемых объектов в их имманентной сущности, такими, какие есть «сами по себе». Условием объективности знания считалась элиминация из теоретического объяснения и описания всего, что относится к субъекту, средствам и операциям его познавательной деятельности.

Методология классической науки развивалась в русле этих представлений. Основное внимание она сосредотачивала на проблеме соотношения теории и опыта, причем теория рассматривалась как обобщение опыта. Предполагалось, что можно открыть единственно правильный метод, гарантирующий в любых ситуациях истинный путь к построению теории на основе фактов. В процессе революции в естествознании конца XIX — начала XX вв. и последующего создания квантово-релятивистской физики был осуществлен переход к новому типу рациональности — неклассическому, осознанием которого стала неклассическая методология науки.

Этот тип рациональности исходит из того, что познающий субъект не отделен от предметного мира, а находится внутри его¹. Мир раскрывает свои структуры и закономерности бла-

¹ Подробнее о неклассической рациональности см.: Мамардашвили М. К., Соловьев Э. Ю., Швырев В. С. Классика и современность: две эпохи в буржуазной философии // Философия в современном мире. Философия и наука. М., 1972.

годаря активной деятельности человека в этом мире. Только тогда, когда объекты включены в человеческую деятельность, мы можем познать их сущностные связи. В свое время, говоря об особенностях нового этапа науки, В. Гейзенберг писал, что в процессе познания природа отвечает на наши вопросы, но ее ответы зависят не только от ее устройства, но и от нашего способа постановки вопросов.

Поскольку и сама фрагментация мира в познании, и обнаружение сущностных характеристик объектов зависят от способа деятельности, постольку особенности средств и операций деятельности должны быть учтены в теоретическом описании мира. Возникает идея об относительности признаков познаваемого объекта к средствам и операциям его познания.

История квантово-релятивистской физики была своеобразной демонстрацией становления этого нового типа рациональности. И неклассическая методология в первую очередь ориентировалась на ее осмысление. В ней сформировались новые представления о возникновении теории, которые А. Эйнштейн сжато определил так: теория может быть навеяна опытом, но она не является результатом индуктивного обобщения опытных фактов. Неклассическая методология отказалась от идеалов классического периода: она уже не ставила целью поиск единственно правильного, абсолютного метода и построения на его основе единственно истинной картины мира. Возникли представления о многообразии методологий исследования, о зависимости тех или иных представлений о мире от характера методов и теоретических средств, о возможности и даже желательности эквивалентных описаний одной и той же реальности, поскольку развитие языка науки в процессе переформулировки уже созданных теорий вырабатывает средства для прорыва науки в новые предметные области.

В методологии неклассической науки акценты переносятся на изучение деятельностных структур, в которые включены объекты, на исследование операциональных оснований тех или иных онтологий, которые исторически сменяют друг друга в развитии науки.

Игорь Алексеев был поборником именно этого типа рациональности. Он много интересного написал по истории и методологии квантовой механики, и, в частности, истории идей дополнительности. В философии и эпистемологии науки он

разрабатывал теорию деятельности и деятельностной природы научного знания. Для него очень важен был анализ не просто онтологических схематизмов объекта, таких его категориальных представлений, как «пространство», «время», «причинность» и т. д. Для него важно было, как развивается деятельность человека и как онтологии формируются коррелятивно структурам этой деятельности. Этот тип методологического анализа дал много новых результатов в исследованиях 70-х гг., и я считаю, что это были весьма важные результаты.

Дискуссии, которые характеризовали научную жизнь общества философов естествознания, постепенно сдвигались к обсуждению проблем структуры и динамики науки в контексте человеческой деятельности. Причем в рамках деятельностного подхода складывались различные направления анализа, сторонники которого полемизировали между собой.

По ряду вопросов у меня были разногласия с Игорем Алексеевым. Они касались понимания философии деятельности.

И. С. Алексеев отстаивал подход к деятельности как к первичной субстанции. Он даже полушутя-полусерьезно именовал себя субъективным материалистом, полагая, что, по аналогии с классификацией «субъективный» и «объективный» идеализм, целесообразно ввести разделение материалистов на две категории: объективных, считающих первичной материю, и субъективных, для которых первична субстанция деятельности.

Я довольно скептически относился к этим идеям, полагая, что субстанциональный статус человеческой деятельности можно допускать только при характеристике общества, но для деятельности всегда нужна внешняя среда, в которую она погружена и на которой она развивается. Деятельность фрагментирует эту среду, формируя из ее материала свои предметные структуры. Но она не может считаться первичной по отношению к среде, а значит и не может выступать в качестве основы мироздания.

Другой вопрос: как строить онтологию внешнего мира? Здесь мы оба разделяли точку зрения, что любые человеческие представления о структуре мира, которые складываются и развиваются в исторической эволюции познания, представляют собой взгляд на мир сквозь призму деятельности. Была у нас общая позиция и при рассмотрении концептуальных структур теоретического мышления. Мы их рассматривали

прежде всего как своеобразную свертку деятельности и стремились выявить их операциональные аспекты.

В процессе наших споров часто возникали вопросы, ответ на которые внешне казался очевидным, но при более углубленном рассмотрении они оборачивались довольно серьезными эпистемологическими проблемами. Так, в одной из совместных дискуссий мы начали обсуждать вопрос о том, какой смысл вкладывает исследователь в утверждение, что луна и звезды существуют как объекты независимо от человеческой деятельности? Если наш способ фрагментации мира определен уровнем исторического развития практики, то как это проявляется по отношению к астрономическим объектам? Как вообще быть с объектами, которые мы фиксируем путем непосредственного наблюдения? Где тут деятельность? Можно ли интерпретировать в терминах деятельностно-практического отношения к миру наблюдения за Луной, Солнцем, звездами, туманностями и т. д.?

Все эти вопросы, возникшие в дискуссиях с Игорем Алексеевым, стимулировали одно из моих решений, которое я опубликовал еще в 1970 г., а затем развил в своих книгах середины 70-х гг. Можно показать, что любое систематическое наблюдение в астрономии имеет прямые аналогии с практикой эксперимента, поскольку характеризуется построением приборной ситуации. Признаки, по которым в систематическом наблюдении фиксируются объекты астрономии, выявляются операциональной структурой приборной ситуации. Приведу для пояснения пример наблюдений за источником рентгеновского излучения в Крабовидной туманности. Чтобы установить характер этого источника (является ли он точечным, или на него накладывается излучение всей туманности), регистрировалось изменение интенсивности излучения в момент покрытия Крабовидной туманности Луной. В этом наблюдении Луна использовалась в функции экрана, который позволял выделить из многочисленного переплетения природных взаимодействий именно те, которые интересовали наблюдателя. Взаимодействие Луны, наблюдаемого объекта (излучение «Краба») и приборов-регистраторов на Земле можно уподобить работе гигантской приборной установки, а само использование природных объектов в функции приборных устройств обозначить как конструирование приборной ситуации. Тем самым унифицировалось рассмотрение

объектов и концептуальных структур любой опытной науки: они представляли как данные в форме практики, как результат деятельности отношения человека к миру.

Интересно, что следы наших дискуссий, правда в ином преломлении, можно найти и в работах Игоря Алексеева. В его статьях середины 70-х гг. также анализировались проблемы существования объектов, которые даны непосредственно в наблюдении. Игорь стремился решить эту проблему с позиций представлений о субстанции деятельности.

С его точки зрения, существование Луны, звезд как объектоносителей некоторых признаков определено их включенностью в структуры деятельности. Кажется, что такая довольно жесткая позиция слишком субъективна. Предпочтительнее было отстаивать тезис об относительности объекта к структурам деятельности в ослабленном варианте — а именно, что деятельность выделяет из бесконечного набора актуальных и потенциальных признаков объекта только ограниченный подкласс этих признаков, и в этом смысле, поскольку объект зафиксирован по ограниченному набору признаков, он предстает в качестве конструкта, схематизирующего и упрощающего действительность.

Но Игоря не удовлетворял этот вариант, и он шел дальше в своей концепции. Он полагал, что любые наблюдаемые объекты вне деятельности не существуют. Его упрекали в повторении идей Авенариуса о принципиальной координации, не замечая, что здесь формулировались чрезвычайно глубокие и тонкие философские проблемы. Это — проблемы структуры мира и разграничения искусственного и естественного в объектах, с которыми сталкивается человек.

Можно допустить, что объекты, которые включаются в деятельность, существовали до и независимо от нее, и что деятельность не формирует, а только выявляет то, что присуще объектам. Но можно предложить и другое решение. Мир не состоит из стационарных объектов как вещей, обладающих актуально данными свойствами. Он скорее набор потенциальных возможностей, лишь часть которых может актуализироваться. Деятельность реализует те возможности, которые не актуализируются в природе самой по себе. Она создает объекты, подавляющее большинство которых не возникают естественным путем. Для этого утверждения есть весьма веские основания, поскольку природа не создала ни колеса, ни

автомобиля, ни ЭВМ на кристаллах, ни кухонного стола — она создает лишь аналоги такого рода устройств, но не сами эти устройства; их возникновение не противоречит законам природы, но в естественной эволюции вне человеческой деятельности их возникновение чрезвычайно маловероятно. Но тогда придется сделать вывод, что человек в деятельности сталкивается только с искусственными объектами, которые он сам конструирует. А так как в познании он понимает и осмысливает мир сквозь призму своей деятельности, то все объекты и все структуры, которые он выделяет в мире, являются продуктами его собственной активности. Концепция Игоря Алексеева, на мой взгляд, тяготеет именно к этому варианту решения проблемы соотношения искусственного и естественного.

Правда, в таком языке, который я использовал для описания второго подхода, И. С. Алексеев не выражал своих позиций: Но его идея первичности деятельности и ее рассмотрение в качестве субстанции, в принципе может быть интерпретирована в терминах этого описания.

Отмечу, что второй подход, о котором идет речь, имеет глубокие корни в истории философской и естественнонаучной мысли. В частности, его отстаивал известный французский ученый и философ Г. Башляр. Он полагал, что все объекты, с которыми сталкивается человек в научном исследовании и в практической деятельности — это искусственные системы. Согласно Башляру, в природе нет ни химически чистых веществ, которые мы получаем в эксперименте и в промышленном производстве, нет электронов, которые исследователь фиксирует в масс-спектрографе и т. д.

Таким образом, концепцию существования, которую развивал И. С. Алексеев, не так уж просто было опровергнуть. Во всяком случае она в обостренной форме ставила весьма актуальные философские проблемы.

Кроме философских и общеметодологических вопросов мы обсуждали много проблем истории науки. Игорь Алексеев увлеченно исследовал историю квантовой механики, вначале ее достаточно зрелую стадию, связанную с утверждением принципа дополнительности, а потом и более ранние этапы — открытие кванта действия. Его реконструкции были интересны и содержали нетривиальные идеи.

Разумеется, Игорь развивал свою концепцию не только в

спорах со мной, но и с другими людьми. Он был открыт как исследователь, любил различные дискуссии, что не мешало ему быть внутренне сосредоточенным, не разбрасываться, а целенаправленно разрабатывать свою исследовательскую программу. Но при этом он никогда не цеплялся за старые идеи, если убеждался в том, что они не соответствуют фактам, либо могут быть сняты в рамках нового, более эвристичного подхода.

Он никогда не прибегал к вненаучным уловкам, чтобы выиграть спор. В дискуссиях, как и в своих статьях и книгах, он был честен, и если менял позицию, то четко это фиксировал.

Показательна в этом отношении была его оценка перспектив концепции дополнительности. Он убедительно показал, что в этой концепции обнажается деятельностьная структура физического знания, и поэтому видел в ней исследовательскую программу, которая определяет магистральный путь будущего развития физики.

Известный спор Эйнштейна и Бора И. С. Алексеев оценивал как столкновение классического и неклассического подхода. Он считал, что стремление Эйнштейна к поиску единой картины квантовых процессов, которая снимала бы дополнительные описания реальности, было бы шагом назад, возвратом к классическому типу мышления.

Однако затем, в начале 80-х гг., когда обозначились новые успехи в развитии квантово-полевых программ, Игорь Алексеев пересмотрел свое отношение к эйнштейновским идеям, от которых шел импульс к исследовательским программам Великого объединения.

Я помню его ясный и четкий доклад на конференции, посвященный 150-летию со дня рождения Дж. Максвелла, в котором он глубоко проанализировал программы Бора и Эйнштейна и показал, почему он пересматривает прежние свои решения.

Именно эта способность И. С. Алексеева к развитию оснований концепции, к постоянному поиску и генерации идей, позволили ему достаточно легко включиться в новый круг проблем в конце 70-х — начале 80-х гг., когда в философии и методологии науки началось расширение ее тематики. Изменение проблемного поля методологических исследований происходило в этот период не только у нас, но и в зарубежной философии науки. На передний план вышли проблемы социо-

культурной обусловленности научного познания, анализ взаимодействия науки с другими феноменами человеческой культуры, исследование познавательных процедур в связи с исторически меняющимися ценностями и мировоззренческими ориентациями.

Тесное взаимодействие эпистемологии, методологии и истории науки дополнилось их синтезом с социологией и культурологией научного познания.

Это был переход к новому этапу методологических исследований, который я называю постнеклассической методологией науки. Она выражала реальные изменения, произошедшие в науке последней трети XX в. и тенденции к формированию нового, постнеклассического типа научной рациональности.

Интенсивное применение научных знаний практически во всех сферах социальной жизни, изменение самого характера научной деятельности, связанное с революцией в средствах хранения и получения знаний (компьютеризация науки, появление сложных и дорогостоящих приборных комплексов, которые обслуживают исследовательские коллективы и функционируют аналогично средствам промышленного производства и т. д.) — все это формирует новый облик научной деятельности. Наряду с дисциплинарными исследованиями на передний план все более выдвигаются междисциплинарные и проблемно-ориентированные формы исследований. Если на предшествующих этапах наука была ориентирована прежде всего на постижение все более сужающегося, изолированного фрагмента действительности, выступающего в качестве предмета той или иной научной дисциплины, то специфику современной науки определяют комплексные исследовательские программы, в которых принимают участие специалисты различных областей знания. Организация таких исследований во многом зависит от определения приоритетных направлений, их финансирования, подготовки кадров; научные же приоритеты, наряду с собственно познавательными целями, все больше определяются целями экономического и социально-политического характера.

В процессе комплексных программно-ориентированных исследований сращиваются в единой системе деятельности теоретические и экспериментальные, прикладные и фундаментальные знания, интенсифицируются прямые и обратные связи между ними.

Объектами современных междисциплинарных исследований все чаще становятся уникальные системы, характеризующиеся открытостью и саморазвитием. Такого типа объекты постепенно начинают определять и характер предметных областей основных фундаментальных наук.

Среди саморазвивающихся объектов особое место занимают системы, включающие человека в качестве особого компонента. Примерами таких систем выступают медико-биологические объекты, ряд крупных экосистем и биосфера в целом, объекты биотехнологии (в первую очередь, генетической инженерии), системы «человек — машина» (включая компьютерные сети и будущие системы искусственного интеллекта) и т. п.

При изучении «человекоразмерных» систем поиск истины оказывается связанным с определением стратегии и возможных направлений преобразования системы, что непосредственно затрагивает гуманистические ценности.

В этой связи трансформируется идеал «ценностно нейтрального исследования». Объективно истинное объяснение и описание применительно к «человекоразмерным» объектам не только допускает, но и предполагает включение аксиологических факторов в состав объясняющих положений.

В явном виде начинает осуществляться своеобразная состыковка специфических для науки ее внутренних ценностных установок (установка на поиск предметного и объективно истинного знания, ценность новизны) с ценностями общесоциального характера.

Конкретным механизмом такой состыковки служат социально-гуманитарная и экологическая экспертиза крупных научно-технических программ, когда прослеживаются возможные последствия реализации программы под углом зрения гуманистических ценностей и решения глобальных проблем.

Все эти особенности современной научной деятельности приводят к существенным модернизациям исследований в области философии науки. В ней появляется пласт проблем, связанный с новым видением самой науки — она начинает анализироваться в контексте особенностей ее социального бытия, как часть жизни общества, детерминированная на каждом этапе своего развития состоянием культуры данной исторической эпохи, ее ценностными ориентациями и мировоззренческими установками.

Игорь Алексеев весьма чутко реагировал на все эти новые проблемы методологических исследований. Он интуитивно увидел в них не отказ от деятельностного подхода, а его новое видение и новые перспективы.

Глубокую справедливость этой точки зрения сегодня можно обосновать концептуально. Если на этапе неклассической методологии науки внимание центрировалось на объектных структурах деятельности (средства, операции с объектом), то в постнеклассической методологии требуется кроме этого учитывать особенности субъектных структур деятельности в их историческом развитии: особенности субъект-субъектных коммуникаций, целей и ценностей деятельности, их соотношения с доминирующими ценностями культуры определенного исторического типа.

Новые приоритеты философии науки ориентированы на исследование глубинных оснований человеческой культуры и жизнедеятельности, связей с ними динамики научного знания. Игорь Алексеев называл это программой «обмирщения» философии науки. В последние годы жизни он активно занимался данной проблематикой, готовил новую книгу, но, к сожалению, не смог ее дописать.

Сегодня много из того, что происходило в 60—80-е гг., уже принадлежит истории. Происходит определенное изменение приоритетов в системе наших философских исследований.

Вслед за философией науки и историей философии, которые раньше других освободились от идеологического пресса, в наше время резко возрос интерес к социальной философии, философской антропологии, глубинным проблемам человеческого бытия. В свою очередь это оказывает свое влияние на область философских исследований научного познания. Они все больше тяготеют к анализу человеческой размерности науки, путей и средств гуманизации научно-технического прогресса, выявлению структуры ценностей техногенной культуры, в которой сформировалась и развивалась наука.

Глобальные проблемы и кризисы, с которыми столкнулась на рубеже двух столетий техногенная цивилизация, создали угрозу самому существованию человечества. Очевидно, что на прежних основаниях цивилизация уже не может развиваться. Все острее выдвигается проблема поиска новых ценностей, анализа тех областей культурного творчества (включая и науку как особую сферу культуры), где уже происходят изме-

нения традиционных ценностных структур и формируются новые мировоззренческие ориентации.

Все эти проблемы предстоит решать новому поколению философов.

И я надеюсь, что оно не повторит прошлых ошибок, прерывая нити лучших традиций, заложенных предшествующими поколениями.

В советской философии было немало ярких личностей, к числу которых, бесспорно, принадлежал и Игорь Алексеев. Их идеи оказали огромное влияние на развитие нашей философии. Но не меньшее социальное значение сегодня обретают продемонстрированные ими образцы высокопрофессиональной работы и ответственности в поисках истины.

1991

ТРАГЕДИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ОДИНОЧЕСТВА

«Круглый стол» с участием Н. Ф. Овчинникова, А. В. Ахутина, Е. С. Бойко, Вл. П. Визгина, А. П. Огурцова, Б. Г. Юдина

Н. Ф. Овчинников: Так случилось, что я впервые увидел и услышал Игоря Алексеева в группе слушателей учебного аспирантского семинара по философии. Это было в 1959—60 учебном году. В те годы я, тогда еще молодой преподаватель кафедры философии МГУ, недавно (в 1956 г.) получивший звание доцента, вел занятия по подготовке к сдаче кандидатского экзамена по диалектическому материализму на физическом факультете Московского университета. Аспиранты всех факультетов обязаны были пройти углубленный, как считалось, курс марксистской философии.

Начало 60-х гг. — это годы на излете хрущевского времени. Дух вольности и надежды на обновление, непреднамеренно захвативший было различные проявления жизни, еще волновал всех нас — и преподавателей, и учеников. В особенности это сказывалось в настроении и действиях нового поколения. Хотя, как я помню, уже начали ощущаться проку глухие, а иногда и явственные толчки отката. Теперь я, вспоминая те годы, более отчетливо вижу настороженность молодых

ко всему, что преподносилось в качестве философского знания. А порою чувствовалось и прямое неприятие, отталкивание и отчужденность.

Традиции идеологической схематизации философской мысли еще продолжали свое воздействие. Философии еще не удавалось освободиться от идеологического пленения. Сейчас я смогу более отчетливо осознать и более ясно сформулировать свой подход, свое понимание задачи преподавания философии. Любая идеология эксплуатирует исторически сложившуюся систему воззрений, схематизируя ее, приспособляя к целям оправдания, а бы сказал, облагораживания политической власти.

Меня тогда привлекали историко-философские корни, которые труднее схематизировать и превратить в предмет идеологизации. Внешне, как я теперь понимаю, это могло выглядеть как стремление к более углубленному проникновению в расхожие идеологические схемы. Тогда все это я смутно ощущал, и только ныне осознаю, что главное в преподавании философии — отчетливо представить ее вечные проблемы, так сформулировать известные философские истины, даже ортодоксально изложенные, чтобы они обернулись неожиданным поворотом мысли, чтобы они вынуждали мыслить.

В одной из групп аспирантов я среди других заметил Игоря Алексеева, который задавал острые по тому времени вопросы. Это меня всегда привлекало, так как позволяло убедительно продемонстрировать проблемный характер философских рассуждений, и потому еще, что трудные вопросы помогали оживить занятия. Я обычно обращал вопрос к аудитории: «А как вы думаете?», — и возникало интересное обсуждение. Я попытался сейчас вспомнить примеры таких характерных для Игоря вопросов: «Материя — объективная реальность, данная нам в ощущении. Но разве мысль любого человека, вот Ваша мысль, не объективна по отношению ко мне? Вы высказываете ее, и я через свои ощущения, через слух ее воспринимаю. Получается, что и мысль дана нам в ощущении. Но тогда чем мысль отличается от материи?» Однако существенны были не сами по себе конкретные вопросы, которые формулировал аспирант Алексеев, а тот критический настрой, который явно звучал в них — и я запомнил этого аспиранта.

После сдачи им кандидатского экзамена по философии мне не случилось непосредственно общаться с Игорем. Но вот

прошло года полтора, и он приходит ко мне домой. И удивляет меня сообщением: он решил уйти из физической аспирантуры, где он успешно работал и уже успел опубликовать две статьи по μ -мезонам. По какому-то внутреннему импульсу он решил перейти в философскую аспирантуру, чтобы заниматься философскими вопросами физики. Естественно, я стал его отговаривать. Я сказал ему: «Знаете, Игорь, положение философа в нашей стране очень трудно. Вы навлечете на себя всякие неприятности. Но прежде всего скажите, как к этому отнесется Ваш руководитель?» Игорь на это возразил, что он выдержал со своим научным руководителем академиком С. Н. Верновым многочасовую беседу и добавил: «Я его убедил». Мне оставалось только согласиться. Он мог бы поступить в аспирантуру Института философии, но организационно проще было в рамках университета перейти из физической аспирантуры в философскую.

Е. С. Бойко: Игорь рассказывал мне, как он принял это решение перейти в философскую аспирантуру. Осенью он вернулся после летней практики в университет и увидел объявление о наборе в философскую аспирантуру людей, окончивших физический и другие естественные факультеты. И он молниеносно принял решение и никогда не пожалел об этом. Он сказал, что сразу отправился к Вам, Николай Федорович (видимо, разговор с академиком, пусть даже многочасовой, был для него непринципиален в этой ситуации, и он мне о нем не сказал), и заявил, что в аспирантуру он идет только к Вам и именно к Вам. Почему он выбрал Вас, он не пояснил, но мне это было и так понятно, поскольку мне уже не раз говорили о Вас прежде.

Н. Ф. Овчинников: Платонов, заведующий кафедрой философии естественных факультетов, известный лысенковец, стал Игоря как бы опекать, дал ему преподавательские часы, хотя он был еще аспирантом, обещал ему квартиру, чтобы Игорь остался на кафедре как преподаватель философии на физическом факультете. Но в это время у Игоря появилась идея и реальная возможность уехать в Новосибирск, в Академгородок. Я думаю сейчас, что этому его решению способствовали две силы: одна — сила отталкивания, другая — сила притяжения. Сила отталкивания исходила от той невыноси-

мой для него атмосферы официозности, жесткой идеологической ортодоксальности, которая поддерживалась заведующим кафедрой философии и которая все усиливалась, а к 1962 г. сгустилась до невыносимости. Достаточно сказать, что возрождающийся лысенковизм, внедряемый руководством кафедры, становился агрессивным. А сила притяжения исходила от новизны Академгородка, от обещания свободы творческой жизни, от стремления испытать себя, свои возможности. Как легко понять, обе силы действовали на Игоря в одном направлении. Он еще не закончил аспирантуру, не защитил диссертацию, но уехал в Новосибирск. Какое-то время я не знал, что с ним. Потом получил письмо. Примерно с 1963 г. он стал мне писать. Общий настрой этих писем был — одиночество. Я представил себе новый городок, где еще ничего не устроено, кафедра философии еще не сформировалась, заведующий кафедрой был ортодоксальный марксист... И вот в одном из писем он пишет, что есть только один человек, с которым он начинает общаться, и, наверное, это будет интересно — Михаил Александрович Розов. Игорь начал преподавать в Новосибирском университете и проявил себя неортодоксальным, вполне самостоятельным преподавателем. Парадокс того времени заключался в том, что чем успешнее проходила исследовательская работа, тем более нарастало недовольство со стороны начальства. Словом, независимость мышления, обеспечивающая Игорю Алексееву успешное преподавание и авторитет, вызвала резкий отпор со стороны руководства. У него начались всякие неприятности. В «Комсомолке» появилась в те годы статья, написанная Викторией Ученовой. Она приехала в Новосибирск — было это уже начало брежневского правления, и, как бы продолжая хрущевское время, еще велась борьба в защиту реального дела, свободной мысли — и написала статью в защиту Игоря. Автор статьи хотела реабилитировать его в центральной печати, она рассказывала о его работе и его педагогической установке, которая состояла в том, чтобы научить студентов мыслить, а не только наделить их какой-то суммой знаний.

В 1968 г., когда появились письма интеллигенции против судебных репрессий, Игорь как раз приехал в Москву. Всякий раз, приезжая, он заходил в постоянно действовавший семинар Г. П. Щедровицкого (здесь, в Москве, на Игоря оказали влияние два философа: Г. С. Батищев и Г. П. Щедровицкий).

Он приходил всегда и ко мне и рассказывал о том, что делается в Сибири и в Москве. И вот он рассказал о том, как на семинаре Щедровицкого обсуждался вопрос о том, подписывать или не подписывать письма в защиту Гинзбурга и Галанскова. Как мне рассказывал Игорь, Щедровицкий в течение первого часа подробно и обстоятельно, убедительно и эмоционально говорил о том, что никто из кружка ни в коем случае не должен подписывать (я думаю, что Щедровицкий таким образом хотел спасти семинар) — а следующий час он так же обстоятельно говорил о том, что сам он, Щедровицкий, обязательно подпишет, и объяснял, почему. Из кружковцев один только Игорь не послушался его и подписал.

Потом начались преследования. Игоря исключили из партии. Вскоре он приехал в Москву и рассказал мне всю эту историю: «Я шесть часов был беспартийным». Когда его исключили, он вышел на улицу в эмоционально приподнятом настроении и несколько часов гулял по Академгородку. Он думал и о том, что теперь его — беспартийного — уволят с работы. Когда он пришел домой, жена сказала ему, что звонили из райкома и просили немедленно прийти. Он пришел в райком, и ему сообщили, что его решили не исключать: «За Вас тут просят, Вы ведь тоже просите?» Игорь ответил, что он «не возражает» против того, чтобы ему вернули партбилет. А почему райком «передумал» его исключать, об этом Игорь уже мне не рассказывал. Оказывается, как потом вспоминал М. А. Розов, в райком приехал ректор Новосибирского университета и сказал всего одну фразу: «Я не ручаюсь за студентов, если Игоря Алексеева исключат из партии». Вот такая была история.

Осенью 1970 г. Игорь вернулся в Москву и поступил в Институт философии. Он проработал там месяца три, не больше: он не мог работать с Омельяновским. Тогда Б. М. Кедров взял его к себе в Институт истории естествознания и техники. И так случилось, что приказ о зачислении в штат Института истории естествознания и техники АН СССР от 15 января 1971 г. касался нас обоих — мы в один день стали сотрудниками этого института.

Естественно, возник у нас с ним простой вопрос: чем мы будем здесь заниматься? Однажды зимой 1971 г. Игорь пригласил меня на дачу, и там мы с ним вдвоем — больше никого на даче не было — два дня обсуждали планы нашей дальней-

шей работы. И возникла такая мысль. Игорь занимается воззрениями Н. Бора, принципом дополнительности. Давно уже (в 1948 г.) И. В. Кузнецов опубликовал книгу «Принцип соответствия». Я в 1966 г. опубликовал книгу «Принцип сохранения». Моя аспирантка Е. А. Мамчур писала диссертацию «Принцип простоты». Поэтому возникла идея — давайте объединим все это и напишем работу «Методологические принципы физики». Заведующий сектором истории физики Я. Г. Дорфман весьма благосклонно отнесся к методологической группе (я был руководителем, а Игорь — «группой»), курировал ее, принял эту нашу тему. Мы пригласили Вл. П. Визгина написать о принципе симметрии, А. Ф. Зотова — о принципе соответствия. И. А. Акчурин писал о математизации, А. А. Печенкин — о принципе объяснения. Я написал введение и главу о принципе сохранения. Принцип простоты я пригласил писать Е. А. Мамчур. Ну и, конечно, Игорь писал о принципе дополнительности. Также он написал о единстве физической картины мира, а совместно с А. А. Печенкиным — написать главу о принципе наблюдаемости.

В это время Б. М. Кедров стал директором Института философии, но через короткое время вернулся к нам и организовал сектор, в котором мы с Игорем стали работать. Когда мы принесли в сектор рукопись нашей книги, Б. М. сказал: «Очень хорошо! А у меня уже есть статья о принципе элементности!» И тут же включил ее в книгу. Так у нас получилось десять методологических принципов.

В свое время я спросил себя: почему Игорь попросил меня согласиться быть его научным руководителем в аспирантуре? Я думаю теперь — не потому, что он хотел чему-то у меня научиться, нет. Я думаю, что есть некое тяготение у людей к родственному стилю, стилю отношения к жизни, к делу, ко всему, что тебя окружает. И он, вероятно, это почувствовал.

Что мне еще сказать? Я был потрясен, когда узнал, что он скончался. Самое горестное для меня — за два дня до своей кончины он был у меня дома и был очень воодушевлен лекциями, которые он начал читать в Институте повышения квалификации МГУ и которые он назвал «Как критиковать классиков марксизма». Игорь был очень взволнован, он понимал необычность ситуации, и это наполняло и волновало все его существо...

Может быть, уместно привести здесь старинное изречение: «Научи ученика, чтобы было у кого потом учиться». Мне повезло в моей жизни: Игорь Алексеев стал для меня таким учеником. Я невольно многому у него учился. Такой безвременный, такой горестный уход Игоря — невосполнимая для меня утрата.

Вл. П. Визгин: Я познакомился с Игорем, когда Вы, Николай Федорович, пришли с ним в сектор истории физики и химии. Он был человеком, который всем своим видом вызывал у меня и, наверное, не только у меня большую симпатию. Он располагал к себе, я чувствовал, что это интересный, нетривиальный человек. И он был красив.

Жизнь философской группы в нашем секторе была отнюдь не безмятежной. Наш шеф Яков Григорьевич Дорфман был, конечно, хороший человек и прекрасный физик. Но философию он не слишком любил. Я припоминаю, например, как от него доставалось А. Ахутину, который, по его мнению, чересчур увлекался философией. Весьма скептически он относился и к моим темам, связанным с применением абстрактной математики в теоретической физике. Он настойчиво советовал мне и другим заниматься историей физики металлов, вообще физикой твердого тела. Общая теория относительности и космология были для него во многом на грани с научной фантастикой. Может быть, к Вам, Николай Федорович, он относился иначе — все-таки Вы были более маститым ученым и постарше. И с Игорем у него нередко бывали острые споры. Но надо отдать должное Дорфману — через неделю после резкого разноса он, как правило, извинялся или пытался смягчить свою резкость. Постепенно под влиянием этих разговоров и дискуссий Дорфман, хотя он был уже весьма пожилой человек, изменился. Он стал ценить ваше мнение. Он ведь выразил вам в своей книге благодарность — Вам, Игорю и А. Ахутину, потому что он действительно советовался с вами по вопросам, касающимся философских интерпретаций физических проблем. Он использовал ваш философский потенциал, чтобы улучшить методологические аспекты книги, и, я думаю, книга от этого только выиграла. А вначале в философско-методологическом плане она была весьма уязвима. Яков Григорьевич, например, считал, что Эйнштейн был махист, и мне и Игорю стоило больших усилий, чтобы убедить его в ошибочности

этого мнения. Он не признавал общую теорию относительности, а специальную теорию относительности изложил как махистскую теорию. Все-таки в книгу это потом не вошло, многое после всех этих споров он убрал. Вот такой был общий фон. У Игоря в конце концов возник контакт с Дорфманом, и Яков Григорьевич очень прислушивался к его мнению.

Что меня поражало в Игоре в это время — это то, что он прекрасно разбирался и мог работать сразу в нескольких сферах исследования. Он хорошо знал современную физику, был в курсе новейших достижений физики элементарных частиц, с ним интересно было обсуждать самые последние новинки в этой области; правда, он знал все это как-то своеобразно: в математические вещи старался не вникать, но улавливал достаточно глубоко физические смыслы. Далее, он был прирожденным методологом — это бесспорно. Конечно, здесь сказала и Ваша школа, Николай Федорович. До Вас я вообще не знал, что такое методология науки — это для меня было непонятно. Но, пообщавшись с Вами, я примерно понял, что Вы делаете, особенно когда Вы стали писать «Методологические принципы физики» и я подключился к Вам. Я понял, что это действительно самостоятельная область исследований. Наконец, у Игоря была очень сильная тяга к глубинной философии. Он все время говорил, что надо бы заняться чистой философией, но все же больше занимался другими вещами — методологией и историей физики.

Что же касается последней, то он был настоящий профессиональный историк, в отличие от большинства методологов науки, которые предпочитают не влезать в историко-научную конкретику. Он любил и умел работать с историко-научным материалом. Если он брался за какую-то тему, как, например, за историю квантовой механики, то делал это основательно, вникая в историко-научную литературу и исторические детали. На мой взгляд, и его «Концепция дополнительности», и даже первая его книга — это в большей степени исторические книги, чем методологические. Его последняя статья, которую он написал, вернувшись в наш сектор, — это блестящий исторический анализ проблемы классификации естественных наук¹.

1 «Механика и классификация естествознания. XIX век». См. настоящий сборник, с. 300—351.

Игорь был отменный полемист. Я уже писал о том, как проходила в нашем институте предзащита докторской диссертации Игоря¹. Там у него состоялся спор с Б. М. Кедровым. Это, кстати, пример того, как дискутировали еще недавно в марксистской философии. Но все кончилось хорошо, Б. М. дал ход диссертации, несмотря на то, что они с Игорем расходились, и расхождение было сильное. Тогда Игорь победил. Убедительно он говорил. Он умел бить тем оружием, которое против него применялось. Вообще, по доброй воле он этим методом никогда не пользовался, в его книге, например, аргументация построена совсем на другом.

Если попытаться выделить главную тему его жизни, то таковой было: Нильс Бор, принцип дополнительности и квантовая механика. Это тема сквозная и всеохватывающая: кандидатская диссертация, докторская диссертация, книги, процентов 80 всех статей посвящены ей. А сам Бор был как бы идеалом, потрясением Игоря на всю жизнь.

Мне, честно говоря, дополнительность никогда особенно не нравилась. Это я говорю потому, что хочу рассказать о наших постоянных спорах. Мы с ним как бы играли в такую игру: он — Бор, я — Эйнштейн. Я ему говорил: «Игорь, вот Вейль доказал, что дополнительность можно вывести из симметрии и что, таким образом, она — вторичная вещь. С другой стороны, дополнительность — это квантовомеханический интерпретационный принцип, больше ничего. Частный принцип, касающийся только квантовой механики, и вообще какой-то словесный. Дирак, например, обходился без дополнительности». Он же мне доказывал прямо противоположное: «Давай посмотрим, откуда в действительности дополнительность вытекает». Он выводил ее из каких-то глубинных философских вещей, из одних только языковых вещей, из того только, что люди должны общаться на обычном человеческом языке... Я не скажу, что он меня убеждал. Но в споре он почти всегда меня побеждал, потому что был блестящим полемистом. Он прекрасно владел искусством спора. И как-то выходило так, что я говорил: «Ну ладно, я подумаю, может быть, потом я тебе докажу, что я все-таки прав». Конечно, это был спор, так сказать, уходящий в бесконечность.

Точно таким же был спор о роли математики в физике,

1 См. настоящий сборник, с. 460.

роль, которую, как мне кажется, он недооценивал. Он считал математику либо вторичной структурой, либо чем-то внешним. Это проявляется в его трехкомпонентной модели теории, включающей наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты, а также математический аппарат. И хотя он считал взаимосвязанными эти элементы, нередко он позволял себе рассматривать их в отрыве друг от друга. Для меня же объекты (наблюдаемые и ненаблюдаемые) без математического облачения вообще не существовали. Симметрия, например, была для него лишь частью математического аппарата. Игорь был совершенно равнодушен к проблеме «непостижимой эффективности математики в естественных науках», которая меня всегда очень занимала. Для него математика была лишь языком, который мы сами придумали, а потом стали удивляться, что на нем можно говорить.

Н. Ф. Овчинников: Насколько я знаю Игоря, он всегда придавал очень большое значение языку, потому что язык, какой бы он ни был, всегда содержателен.

Вл. П. Визгин: Возможно, но мне всегда казалось, что когда говорят, что математика — это только язык, и этим все сказано, то этим хотят подчеркнуть ее сугубо вспомогательную, аппаратную функцию при описании реальности.

Н. Ф. Овчинников: Это зависит от того, как трактовать язык. А Игорь трактовал язык достаточно глубоко. Есть даже гипотеза: «Каков язык — таково мировоззрение человека».

Вл. П. Визгин: Я не пытаюсь сейчас доказать свою правоту. Я просто вспоминаю наши споры. Мне больше импонировала точка зрения, что математические структуры — это не просто язык, что это — большее, это — в значительной мере само содержание. Представляется замечательным, что в математике нарабатывается какой-то арсенал математических структур, который вдруг оказывается неожиданно применимым к описанию физической реальности. Например, когда готовая риманова геометрия, придуманная совсем по другому поводу, оказывается не просто языком, а целой структурой, в которой схвачены все основные соотношения, отражающие структуру гравитации. Меня эта проблема волновала, а его нет.

Его больше волновали забвение принципа наблюдаемости и утрата передовых позиций со стороны концепции дополнительности. Например, космология занимается временем в 10^{-40} с — это же невозможно измерить никакими методами; здесь физика уходит в область, недоступную для операционально-измерительного подхода. Точно так же физика отделилась от боровской дополнительности. Он очень это переживал. Я вспоминаю, как мы, кажется, в 1987 г. ездили в Дубну на конференцию. Игорь собирался выступить по поводу операционально-измерительной ситуации в современной физике частиц. Он говорил о том, что физика пошла не туда, что теперь уходят в матаппарат, в чистую математику, что все эти высшие измерения — тупиковые вещи. Игорь считал, что только тогда начнется настоящий ренессанс в физике, когда вернутся к Бору, к его концепции, к операционально-измерительным смыслам, когда начнется очередной шаг в сторону субъективизации физики. Он считал, что в этом направлении Бором был сделан один гигантский шаг. Но дальше движение застыло, физика фактически больше не использовала этот метод.

И еще в заключение хочу сказать, что мы, к сожалению, очень мало делаем для сохранения памяти о наших ушедших коллегах. Надо помнить о них, писать о них. Ваше поколение, Николай Федорович, более памятно, а наше, увы, менее...

Н. Ф. Овчинников: Связь времен должна быть...

Вл. П. Визгин: Конечно. И вот выясняется, что мало кто из молодых знает, что сделал в науке Игорь Алексеев. И в этом смысле хорошо, что в этом сборнике его памяти будет рассказано, каким был Игорь и что он сделал. Мне кажется, что Игорь, как и Н. Ф. Овчинников, внес основной вклад в концепцию книги «Методологические принципы физики». Мне представляется очень продуктивной сама идея выделить систему фундаментальных методологических принципов физики. Она более устойчива, более долговечна, чем конкретные исследовательские программы. В значительной мере она является арбитром в споре исследовательских программ. Книга получилась удачной. Она, по крайней мере, дважды обсуждалась. В обсуждении участвовали такие крупные физики, как Е. Л. Фейнберг, А. Б. Мигдал, И. М. Халатников, А. А. Ста-

робинский, Ю. А. Осипьян и другие. Книга вызвала огромный резонанс. Физики говорили: «Помните зеленую книжку 1952 г.¹ И посмотрите, какой прогресс!» Зеленая книга образца 1975 г. (обе книги имели обложку зеленого цвета) выгодно отличалась от первой конкретностью, физичностью, отсутствием идеологизации и т. п. Хотя физики многое критиковали в этой книге, в целом ей была дана высокая оценка. Это была чуть ли не единственная книга по методологии науки, которая так широко обсуждалась научной общественностью и получила очень большое одобрение. Н. Ф. и Игорь стояли у истоков этой книги, это их совместный труд. С концепцией методологических принципов, которую они предложили и реализовали в этой книге, можно работать и не только в физике: сейчас этой идеей очень заинтересовались биологи, которые пытаются выделить методологические принципы биологии, и т. д.

А. П. Огурцов: Я помню Игоря с 1963 г. Когда он заходил в Институт философии, мы здоровались, разговаривали в курилке на 5 этаже. Он подарил мне свою первую книгу, вышедшие статьи. Я видел, что это умный и очень интересный человек. В 1963—67 гг., когда он приезжал в Москву, мы сталкивались на заседаниях Университета молодого марксиста. Он там иногда выступал и выступал ярко. На этих семинарах было большое количество народа, проходили они в университетской Коммунистической аудитории. Я уже не помню, что там обсуждалось, но впечатление-воспоминание — Игорь на трибуне — осталось.

Затем мы долго не виделись и встретились на работе в Институте истории естествознания и техники АН СССР в 1971 г. Вскоре мы стали работать вместе в секторе Б. М. Кедрова. Атмосфера в этом институте (до некоторых пор) была удивительно доброжелательной. Я помню женский праздник — 8 марта. Это была домашняя атмосфера: женщины принесли пироги, вино спокойно стояло на столе (застолье устраивалось вполне легально), Н. И. Родный читал стихи Бориса Пастернака...

Вспоминаю и о нашей последней встрече: он приехал ко мне за неделю до смерти. Мы разговаривали с ним о докладе,

1 Философские вопросы современной физики. М., 1952.

который он делал в ИИЕТе — разговаривали недолго, минут тридцать. В этом разговоре он мне сказал фразу, которая меня поразила. Он сказал: «Наконец-то я понял смысл квантовой механики и как ее можно изложить». Вот эти слова — «наконец-то я понял» — говорят о том, что он проник в глубинные смыслы, в которых он и отдал себе отчет. Рассказывать об этих смыслах мне было, наверное, бесполезно. Но по его загоревшимся глазам я понял, что он действительно к каким-то смыслам прикоснулся — об этом говорил его энтузиазм, его подъем. У него был до этого тяжкий период спада, депрессии (у кого из нас их не бывает?). По этому разговору, по его воодушевлению я понял, что он из этого состояния вышел, что он в творческом состоянии, что он постиг какие-то глубокие смыслы, к которым, может быть, запрещено высшими силами даже прикасаться.

Некоторые его поступки мне были непонятны. Так, мне непонятны были его мотивы ухода из нашего сектора на заведование кафедрой. Мне было странно, что он хотел преподавать философию в вузе — наверное, Игорь хотел не просто прояснять собственные мысли, но и выражать их так, чтобы люди воспринимали их.

Теперь я хочу перейти к его основной философской идее, которая связана с квантовой механикой, с его деятельностной интерпретацией квантовой механики. За этой интерпретацией, можно сказать, универсализацией квантовой механики, скрыто обращение и физиков, и философов к понятию деятельности как глубинному и наиболее фундаментальному. Существовали три истока этой интерпретации. Во-первых, идея деятельности, с которой начинался марксизм и которая возродилась в «младомарксизме». После 1955 г., когда вышли ранние работы Маркса на русском языке, все мы стали приверженцами идеи деятельности. Можно вспомнить исследования Г. С. Батищева, Э. В. Ильенкова. Понятие деятельности было понято как некий первопринцип марксистской философии. Это фундаментальное понятие позволяло противопоставить мировоззренческую позицию, с одной стороны, натуралистическому объективизму и, с другой стороны, объективности платонистского типа. И. Алексеев называл эти варианты объективизма объектным мирозерцанием. В докладе, который он делал в ИИЕТе весной 1988 г., он назвал свое мировоззрение субъективным материализмом, т. е. материа-

лизмом, кладущим в свое основание субъекта, субъективность в ее разных формах. Узость этой позиции в том, что все онтологические проблемы снимаются как квазидеятельностные. И мир природы, и мир духовно реальных смыслов лишались автономного существования: они лишь — объективация тех смыслов, которые коренятся в конце концов в человеческой деятельности.

Был и второй исток философских идей И. Алексеева. Это — разработка методологии в кружке Г. П. Щедровицкого. Я вспоминаю статью Щедровицкого, опубликованную, кажется, в 1967 г. в «Известиях» — «Технология мышления». В ней проводилась мысль о том, что методология есть технология, совокупность операций и приемов содержательной логики, не имеющих к реальности никакого отношения и используемых в разных науках при постижении реальности. Разработки этой школы оказали немалое воздействие на И. Алексеева, да и многих из нас. Эти два истока взаимосвязаны. Г. П. Щедровицкий сам называл себя марксистом, и само обращение к анализу логико-методологических процедур означало изучение познавательной активности человека, тех средств, которые позволяют постичь реальность.

Этот период (50—60-е гг.) в истории советской философии мало изучен. Период же очень интересный, давший многие импульсы для последующего движения. Он связан с попытками перестроить марксизм на базе понятия деятельности; с разработкой новых концепций в теории познания, в методологии науки, сформировавшейся в эти годы. Базисное понятие — деятельность — оказалось созвучным многим идеям, которые разрабатывались и за рубежом (например, во Франкфуртской школе), и в нашей отечественной психологии, эргономике, эконометрии.

И третий исток, о котором уже говорили, — это профессиональные и глубокие занятия Н. Бором, интерпретацией квантовой механики, предложенной Бором. Ведь она коренится в понятии измерения. Я помню наши с Игорем беседы о значимости процедуры измерения для физики. Для него сам факт процедуры измерения был фундаментальнейшим для интерпретации всей и особенно квантовой физики. В своем докладе на конференции о роли дискуссий в развитии естествознания, о спорах между Эйнштейном и Бором, он проводил мысль о фундаментальной значимости процедуры измерения.

Спор между Эйнштейном и Бором — это не столько спор о полноте квантовомеханического описания, сколько о роли операций и процедур в постижении новой реальности, о необходимости перестройки физики XX в. на основе процедур измерения. Называя свое мировоззрение субъективным материализмом, он хотел подчеркнуть, что смыслы теоретических понятий и конструктов вырастают из лона деятельности человека, измерительных процедур, если говорить о квантовомеханических моделях. Объектный материализм для И. Алексеева — мировоззрение, отрицающее деятельностные корни теоретических понятий и моделей, когда смыслы берутся сами по себе, безотносительно к процедурам измерений, к теоретической работе и т. д. Это мировоззрение отсекает эти смыслы от их собственного истока — деятельности человека. Этот мотив весьма значим для И. Алексеева. Более того, как здесь правильно говорил Н. Ф. Овчинников, его не удовлетворяла и сугубо операционалистская трактовка физики. Несколько раз в беседах с ним я, думая, что его взгляды тождественны операционализму Бриджмена, спрашивал, чем же его субъективный материализм отличается от операционализма. Он говорил, что бриджменовский вариант операционализма — квазиобъяснение, он ничего не объясняет. В этом, очевидно, сказалось влияние содержательной логики, которая разрабатывалась в кружке Г. П. Щедровицкого.

Хочу отметить еще одну идею, которую он проговаривал несколько раз в секторе. Она не полностью, но вошла в его книгу о концепции дополненности. Дополненность трактовалась им как одно из выражений принципиальной антитетичности человеческого мышления. Идея антитетичности мышления не нова. Можно вспомнить И. Канта, Н. Гартмана, П. А. Флоренского, А. А. Любищева. И. Алексеевым эта идея прорабатывалась на материале физики XX в. и непосредственно связана с осмыслением фундаментальной значимости языка для познания природы. Его, как я помню, интересовала концепция лингвистической относительности Э. Сепира и Б. Уорфа, которые подчеркнули, что язык задает фундаментальные предельные категории — вещества, пространства, способы и модели расчленения мира и т. д. В его интерпретации квантовой механики линия, далекая от естествознания и идущая от лингвистики, от неогумбольдтианства неожиданно сомкнулась с собственно научной, и он осознал

фундаментальную значимость языка и для научного постижения мира. Я вспоминаю его неослабный интерес к мифологемопозиции «Инь и Ян» в древнекитайской мифологии и философии. За этой мифологемой он видел более глубокий смысл — принципиальную антитетичность человеческого мышления, дополнительность исходных расчленений, и, в частности, фундаментальных теорий и начал внутри одной теории. В последнем нашем разговоре он интересовался зарубежными исследованиями о понятиях близкодействия и дальнодействия. И в этом разговоре сквозила мысль о том, что идеи близкодействия и дальнодействия — антитетичные и дополнительные линии в обосновании физики. Вл. Визгин говорил правильно: И. Алексеев был физик, занимался историей физики, но за его научными занятиями нельзя не видеть сугубо философских исканий. Они не всегда находили явное выражение, вероятно, остались в его рукописях, но каждый из нас чувствовал, что у него есть более фундаментальный замысел, который я усматриваю в идее антитетичности человеческого мышления, дополнительности его первооснов, принципов, категорий, теорий. К сожалению, я не знаю, читал ли Игорь работы П. А. Флоренского, Н. Гартмана. Хотя не трудно допустить, что благодаря знакомству с С. М. Половинкиным он мог знать идеи П. А. Флоренского.

Игорь был коммуникабельный человек. Собираясь иногда в секторе системных исследований науки, Эрик Юдин, Игорь Алексеев и Игорь Блауберг составляли прекрасное трио, исполнявшее песни Окуджавы. Компанейский, яркий человек, живо и заинтересованно обсуждавший философские проблемы, понимавший другую мысль с полуслова, — таким я помню Игоря Алексеева. И вместе с тем чувствовалось, что это человек — очень одинокий. Очень одинокий. Когда он уехал на вокзал, чтобы успеть на поезд в Саратов, я вслух тогда сказал: «Игорь — человек одинокий, и самое страшное, что он это осознает и что одиночество его пугает». Страх одиночества и стремление его избежать, преодолеть его — и таким запомнился мне Игорь. Но, увы, человек обречен на одиночество, и в этом трагизм его существования...

И в своих научных изысканиях И. Алексеев также испытывал чувство одиночества, непонимания и даже неприятия. Ведь та интерпретация квантовой механики, которую он отстаивал, была чужда физикам. Физика считалась и считается

наукой, которая исследует объект сам по себе, а от воздействия процедур измерения следует освободиться — таково натуралистическое кредо физиков. Я вспоминаю работы Г. Динглера, пытавшегося интерпретировать достижения физики XX в. в терминах операций и процедур. Но Г. Динглер был критиком теории относительности и квантовой механики. Игорь же был прекрасный знаток истории физики. Он работал в материале и использовал новый философский аппарат, который связан с деятельностным подходом, с осознанием роли измерительных процедур в познании квантовомеханических феноменов. Мне кажется, работы И. Алексеева — уникальное явление в философской литературе. Философы, даже те из них, кто отстаивал деятельностный подход в гносеологии, также не смогли избавиться от натуралистических предрассудков относительно физики, принимая мнение физиков о физике как науке о физических процессах самих по себе за предмет самой физики. И среди философов Игорь ощущал свое одиночество.

Еще один штрих. Когда мы обсуждали рукопись его книги о принципе дополнительности, мне особенно понравилась глава о литературно-художественных предпочтениях Бора. Ее интересно читать. В этой главе скрыт глубокий смысл — ученый, познающий субъект в философии, науке — не просто некий пассивный восприниматель неких объективных, чувственно данных. Нет, это — человек, сформированный собственной деятельностью, самовоспитанием, образованием самого себя. Ведь из громадной мировой литературы Бор предпочитал определенные литературные произведения, свидетельствующие о трудностях рефлексии, антитетичности человеческого сознания и поведения, о несоизмеримости поступка и намерений и пр. Ученый был сформирован художественной литературой конца XIX в. Здесь не просто взаимовлияние искусства и науки, но и нечто большее — формирование общей культурной парадигмы, новой ментальности, обнаруживавшей себя и в искусстве, и в естествознании.

Наши встречи нередко были встречами-полемиками. Последний его доклад в ИИЕТе мне показался чересчур «субъективным». В нашей полемике я отстаивал, скажем так, платонистскую линию. Для меня смыслы теоретических понятий и моделей объективны, в то время как для И. Алексеева они скорее интерсубъективны, но они все равно могут и должны

быть приведены к каким-то деятельностным структурам субъекта. Если для меня эти смыслы не просто замкнуты на субъекта, но и существуют как некая объективно духовная реальность, с которой человек не может не считаться и так или иначе считается, то для И. Алексеева эти смыслы укоренены в деятельности познающего субъекта. В этом исток нашей полемики, в том числе и относительно его последнего доклада.

Странные вещи происходят с нами. Мы иногда похожи на Иванов-не-помнящих-родства. Во всяком случае надо помнить и напоминать о тех мыслителях, которые составляют гордость нашего отечества. Я думаю, что Игорь Алексеев принадлежит к ним, и он заслуживает того, чтобы какие-то страницы в будущей истории философии науки ему были посвящены. Потому, что в его работах явно соединение «умной» философии с точной наукой — физикой, дана глубокая философская интерпретация физики XX в. Потому, что он отстаивал вполне определенную философскую позицию, которая не только имеет право на существование, но и существует. Мне кажется, она сохранит свою значимость и в будущем, в том числе при интерпретации физических проблем. В начале 80-х гг. появилась книга К. Тресделла, интерпретировавшего термодинамику в конструктивно-деятельностной терминологии. Игорь Алексеев, прочитав рецензию на книгу Тресделла, искренне восторгался содержательно новым поворотом в интерпретации классической термодинамики. Для него и для меня это было свидетельство перспективности того подхода, который Игорь Алексеев разрабатывал всю свою, к сожалению, недолгую жизнь.

Б. Г. Юдин: Я буду в основном говорить о своем личном отношении к Игорю, о том, как я понимал и понимаю Игоря. Для меня его образ наделен каким-то ароматом, который трудно раскрыть в словах, поскольку всегда остается что-то неизъяснимое. Я его воспринимал и воспринимаю как человека с обнаженной душой. И очень ранимого, очень чувствительного, которому много пришлось страдать — не в смысле каких-то тяжелых жизненных ситуаций, а скорее потому, что какие-то вопросы, его мучившие, таились где-то в глубинах его существа и распирали его изнутри. И вот мне кажется, если вспомнить, что Вл. Визгин говорил сегодня про его тягу к глубинной философии, то наш разговор сегодняшний можно

еще и так повернуть: на самом деле его все время интересовала философия жизни, и может быть, философия науки была для него каким-то разделом, какой-то частью философии жизни. У меня такое ощущение — его трудно объяснить — что Игорь каким-то образом на себя пытался примерить те или иные сюжеты из концепции дополнительности, не в том смысле, чтобы разыгрывать какие-то роли, а самой глубиной нутра. Это был какой-то очень своеобразный экзистенциализм (сам он называл себя субъективным материалистом). А. Огурцов очень хорошо показал влияние на Игоря молодого Маркса, мысли которого интенсивно переваривались у нас в философской среде. У меня такое ощущение, что в каких-то жизненных ситуациях Игорь Алексеев действовал примерно как экспериментатор, как исследователь, который экспериментирует на себе.

Вот, скажем, когда он уходил из ИИЕТа — мы тогда много говорили с ним об этом, и я никак не мог понять его решение и его аргументы — квартира и прочее... Сейчас я думаю, что он хотел испытать себя на совсем новом поприще: он и раньше совершал такие резкие шаги. Вместе с тем у меня есть убеждение, что он был человеком в высшей степени рациональным. Он не мог себе позволить более или менее серьезного поступка без каких-либо внутренних объяснений, и нельзя было сказать, что над ним возобладали эмоции: каждый его шаг, даже достаточно резкий, был рационально взвешен. Поэтому я и думаю, что ему был свойственен элемент исследовательского подхода к собственному существованию. И, кстати сказать, я думаю, что кому-то из тех, кто рядом с ним жил, это бывало тяжело, поскольку при всем том, что он был человек в высшей степени деликатный — бессмысленно даже говорить об этом специально, — но когда он эксперимент ставил вроде бы на себе, это отражалось и на тех, кто был с ним связан.

И еще одно, раз уж я затронул такую тему. Мне приходилось бывать с ним в компаниях, и я сам это чувствовал и видел, как это было с другими: он может внутренне поворачиваться в сторону своего нынешнего собеседника, и он найдет содержание для общения именно с этим собеседником, которое только ему предназначается.

Я иногда над ним подшучивал: какой-нибудь доклад, иногда интересный, а иногда уж заведомая чушь, — а он своим каллиграфическим почерком аккуратно его конспекти-

руст. Я его спрашиваю: зачем, мол, тебе это, а он: посмотрю, поработаю с этим, вроде бы там что-то есть. Человек он был яркий, самобытный: и его научное творчество, и его философские размышления, и его собственная жизнь — все это было настолько переплетено, что невозможно отделить одно от другого и третьего. Например, однажды он мне сказал: «Знаешь, я стал интересоваться истматом, читаю тут кое-что». А у меня было тогда такое ощущение, неверное, как я теперь понимаю, что в этой области вообще ничего не может быть сколько-нибудь продуктивного. А он говорит, что есть интересные работы, называет мне какие-то фамилии... Здесь уже говорилось, что Игорь эволюционировал в направлении более широкого подхода к философской проблематике. Может быть, его интерес к преподаванию был как-то с этим связан, он хотел таким путем «ожить» для себя разные сферы философии.

А. П. Огурцов: Я вспоминаю, что Игорь Алексеев сделал доклад о приоритете Эйнштейна в понимании излучения черного тела по сравнению с первыми работами Планка, который в них еще отстаивал классическую парадигму в физике. Он рассказал это до знакомства с известной книгой Куна об излучении черного тела. После появления книги Куна он отказался печатать свой доклад, сказав, что запретил себе публиковать доклад, потому что Кун сделал это более обстоятельно и глубоко: «Я, к сожалению, опоздал».

Е. С. Бойко: Сегодня я, да и вы, наверно, тоже, узнала много нового о Игоре и многое, как мне кажется, поняла. И все же задам вам вопрос, хоть и предвижу ответ, потому что он содержится в том, что здесь уже говорилось. Многим казалось — и мне тоже, что Игорь абсолютно спокойно относился к тому, что у него, в сущности, не было последователей (он, например, никогда не стремился иметь аспирантов), к тому, как используют и используют ли вообще результаты его исследований. Но однажды у нас случился разговор, который показал, что не так все просто. Это было за неделю до его смерти, я тогда рассказала об одном своем давнишнем результате, которым очень гордилась и которым обязана была Игорю, потому что он получился у меня после чтения его статьи «Квантовая механика и идеал физического объясне-

ния» (1981), хотя в его статье речь шла совсем о других, чем у меня, предметах. Сказала также, что его работы вообще экзистичны для меня и, безусловно, не только для меня и что ему, вероятно, уже многие об этом говорили. И тут он помрачнел: «Все вы цените у меня совсем не то, не главное, не то, что существенно для меня». Он был очевидно расстроен, уязвлен, и я поторопилась увести его от этой темы, чтобы вернуться к ней потом, при случае. «Потом», как вы понимаете, уже никогда не наступит, поэтому свой вопрос я могу адресовать теперь только вам, потому что за этими его словами стояла, может быть, главная трагедия его жизни. Так что же это за трагедия?

А. П. Огурцов: Не знаю, смогу ли ответить на этот весьма трудный вопрос. Так или иначе мы говорили об этом. Но я думаю, что физика (и квантовая механика в том числе) пошла по другому пути, чем тот, который, скажем так, предлагался философией деятельности. Мне представляется, что именно здесь надо искать отгадку. Ведь не зря дискуссия, начавшаяся между Эйнштейном и Бором, длится по сей день. Вероятно, за этим спором скрыты разные мировоззрения, разные философии. Ведь стремление построить единую теорию поля, дать единую, объективную, или объектную, по его словам, интерпретацию квантовой механики, до сих пор существуют.

Е. С. Бойко: И поскольку истинная, реальная его жизнь возможна была для него именно и прежде всего в мире науки, в мире философских раздумий, а в этом мире, в самом реальном из его миров, было неблагополучие, то и возникало ощущение трагизма. Добавьте к этому такое грустное обстоятельство, что ближайшее его окружение, его друзья, коллеги были либо равнодушны к этим проблемам, либо имели прямо противоположные взгляды. Отсюда, вероятно, ощущение того безысходного одиночества, которые мы все замечали.

А. П. Огурцов: Я вспомнил мимоходом брошенную им реплику, когда, полемизируя с кем-то по поводу калибровочных полей, он сказал: «И теорию калибровочных полей вы понимаете не так, как надо понимать!» Я не знаю, какой была его интерпретация, но помню, что и в этом вопросе его позиция была отличной от общепринятой. И тут есть еще второй

аспект, о котором говорил Вл. Визгин: идея о том, что математика — это язык, который не присущ самой физике, существовала не только у Эренфеста, хорошо знавшего математику, не только у Пуанкаре, который излагал физические идеи без математики, хотя был выдающимся математиком, она существует и в наши дни. В нашей философии и теории познания она приобрела (не без влияния Ленина) негативное звучание: математизация физики — это плохо, остаются-де одни уравнения. У Игоря Алексеева, конечно, не было негативного отношения к познавательной функции математики, но идея о том, что математика — это язык, язык хороший, но реальное дело остается за физикой, сужала эвристические возможности математики. А ведь это традиция, нашедшая свое выражение и в трудах Л. И. Мандельштама и даже П. А. Флоренского. При обсуждении книги «Методологические принципы физики» полемику вызвала предложенная И. Алексеевым схема: наблюдаемые и ненаблюдаемые объекты и математика как язык. Вопросы о том, что же такое ненаблюдаемые сущности, какова их природа, каков их статус и способ существования, какова роль математики и насколько она фундаментальна для физики, выявили различие в позициях. И может быть, здесь исток трагического одиночества Игоря Алексеева.

Вл. П. Визгин: Игорь любил дополнительность. Но, во-первых, он чувствовал ее неуниверсальность, а, во-вторых, то, что она ушла с переднего края физики. И он страдал из-за этого. И, как правильно сказал Б. Юдин, Игорь был в некотором роде экзистенциалист, он примерял к себе и своему делу свои излюбленные идеи. Ведь есть люди, так сказать, методологического плана: я сам по себе, мои работы — сами по себе. И есть люди экзистенциалистского типа, для которых жизнь и мышление нераздельны. Таким был Игорь. Он все время находился в напряжении — мыслительном, а значит, и жизненном.

Н. Ф. Овчинников: Да, это был его способ существования.

Е. С. Бойко: Для меня универсальность дополнительности очевидна, поскольку естественно проистекает из того историко-научного материала, в котором я работаю. Правда, в изучаемом мною случае дополнительность предстает не в столь скандальном и экзотическом виде, как в квантовой механике.

Однако и здесь (а это случай классической теории) одни стороны явления описываются с помощью одной модели, а другие — другой, тем самым не допуская полное обобщенное описание процессов в рамках единой модели. Такая ситуация в свое время (совпадающее, кстати, с периодом становления квантовой механики), также породила определенный исследовательский дискомфорт, вызвала оживленную дискуссию, но не стала достоянием гласности, а со временем вообще перестала шокировать исследователей и вызывать в них чувство протеста. Поэтому, давно приученная своей историко-научной «конкретикой» спокойно сосуществовать и с дополнительностью, и с относительной «целостностью», я рискну предположить, что взгляды Игоря Алексеева и взгляды его оппонентов сами находятся в некотором своеобразном отношении дополнительности. И если снять полемическую заостренность формулировок и проделать еще целый ряд процедур, то можно будет удостовериться, что эти взгляды, эти разные традиции не исключают, а сосуществуют, взаимно дополняют друг друга и только в совокупности способны нечто описать и объяснить.

Н. Ф. Овчинников: Мне кажется, есть некая общая тенденция в развитии физической науки, которая начинает отказываться от линии Бора и скорее склоняется к линии Эйнштейна. И Игорь это прекрасно знал. Есть некая тенденция, которая не зависит от воли отдельных физиков, даже крупных физиков — то, что называется объективным знанием. Физика развивается независимо от того, что думают физики сегодняшнего дня, есть какие-то ее внутренние процессы. Игорь, следя за этими процессами, видел, что физика независимо от его интересов идет не по тому направлению. Это его глубоко волновало, он переживал это как личную интеллектуальную трагедию. В этом отношении он чувствовал себя интеллектуально одиноким.

Я недавно случайно по радио услышал воспоминания какого-то физика, который окончил физфак примерно в те же годы, что и Игорь. Он говорил о том, что физики его поколения — студенты, потом аспиранты — были энергичными, глубоко переживали..., а вот сейчас (он, по-видимому, хорошо знаком с нынешним поколением физиков) оно как-то поскучнело, потеряло тот самый уровень, в том числе и научный. Он

говорил о снижении интереса к очень глубоким и серьезным вопросам — не только собственно философским, которыми занимался Игорь, но и даже к научным. Наверное, он констатировал реальную ситуацию, тенденцию интеллектуального развития, которая отразилась сейчас в том числе и на новом поколении физиков и, наверное, не только физиков.

Игорь был поэтической натурой, и это не противоречит тому, что он был физиком и занимался методологией. Наоборот. Я сейчас выскажу общую мысль: в любой области, в том числе технической и тем более в области научного творчества, в основе всего лежит что-то такое, что связано с искусством. Если этого нет, то нет и научной мысли. Игорь, как мне кажется, не случайно писал стихи. Это была его стихия, не только стихия профессионального занятия. Он писал их непрерывно, а если случалось застолье, то он каждому и на каждого писал стихи. У него есть очень хорошие стихи, а про одни из них — о Пастернаке — он говорил мне, что это его лучшие в жизни стихи, даже единственные его настоящие стихи:

**Еще шумит двадцатый век,
И долго будет,
А истины увидеть свет
Стремятся люди.**

**Хотят в туманах бытия
Познать сокрытость,
Боль мудрости в себе тая
Давно забытой.**

**Седой ноябрьский снежок
Метет неспешно.
Мудрец всегда был одинок
И не безгрешен.**

**Такая, видимо, судьба —
С ней спорить трудно.
Ник. Фед., так выпьем же до дна
За праздник в буднях!**

**Бывает иногда не так,
И лучше можно,
И ясно светит Пастернак
Сквозь века сложность.**

* * *

Вышел джинн из бутылки,
И делает все, что угодно —
То, что было постыло,
То, что было в осколках,
То, что вовсе не надо,
То, что надо всегда —
Люди — все же не стадо,
Люди всё ж, иногда...

* * *

У счастья рецептов нету —
Даже когда понимают.
Вдруг возникают светлы —
Иначе ведь не бывает...
И если уж так случится —
В счастье побыть немного,
Оттуда всегда пылится
Несчастиями дорога...

* * *

Уходит год в небытие туманно,
Зиму с весною на прощанье спутав,
Уходит, неожиданно и странно
Еще раз счастьем нашу жизнь окутав.

Мгновенья вырастают в бесконечность,
И нравственный закон мы сердцем чуем,
И небо звёздное нам дарит свою вечность
Греховным первозданным поцелуем...

А что потом? — не в нашей воле,
Совсем не нам Его судьба подобна.
Мы Бога возлюбили, и позволил
Он нам всё делать, что душе угодно.

А. В. Ахутин: Мы не были близки друг другу. Несколько деловых бесед, встречи на конференциях и, разумеется, бесконечные застолья. В комфортной отстраненности наблюдал я его честные сражения с «диаматчиками», хоть с тем же Кедоровым, добросовестные и бесплодные попытки доказать что-то тем, кто ни в каких доказательствах не нуждался. «Щедровицкая» инженерия, которой Игорь одно время увлекался, вызывала во мне только скуку.

Но слушать его я любил и книги читал с интересом. Ведь мысли, чтобы быть интересной, достаточно быть честно своей, выношенной. Когда видишь, что мысль захватывает человека, поневоле захватываешься ею и сам.

И все же, как теперь понимаю, обязан Игорю многим...

В нашем отечестве мы все пробивались к культуре поодиночке, сколько бы ни толпились. А культура живет в общинах, она может затеяться всерьез только в атмосфере совместной игры, на неких «танцплощадках», где одиночкам повезло встретиться как одиночкам, на обочинах и в сумерках. И кое-что — как видим — действительно началось, действительно состоялось тогда, вот уже 25 лет назад. Для меня это был философский кружок на физфаке, который связан в моем воображении с Игорем Алексеевым по преимуществу.

Подумать только — круг друзей, книжные страсти, даже основные темы споров сохранились с тех пор, хотя и разошлись все нынче далеко во всех измерениях пространства! А Игоря — так ясно говорящего, так внимательно слушающего, собирателя и летописца (он ведь все дискуссии записывал) — нет!..

Дело было в 1964—65 гг., если не ошибаюсь. Я уходил из вонючей химфаковской лаборатории, перебегал сквер возле памятника Ломоносову к соседнему физфаку и попадал в мир, который завораживал меня: теоретическая физика высшего пилотажа (заумная для меня скороговорка Д. Д. Иваненко, тонкие, философски интригующие парадоксы Г. Соколика, в которых Платон и Кант оказывались прямыми соучастниками дела Эйнштейна и Гейзенберга, топологические фантазии И. Акчурина...), зеленые всходы философской оттепели пятидесятых (деятельность, отчуждение, идеальное, «фантомы», Фрейд...), богословие, искусство, «Кама Сутра», космологический бред — тогда еще не злокачественный — Валерия Скурлатова. Коммунальная комнатуха С. Половинкина,

состоявшая из книг. Букинистический магазин Алика Соболева. «Университет молодого марксиста».

Горьковская библиотека, где на абонемент тогда еще — последние годы — выдавались В. Розанов, Г. Шпег, Л. Шестов... Все это — для меня — оттуда, из тесной аудитории физфака, где за столом сидел Игорь Алексеев в зеленой рубашке и красном галстуке.

Честно сказать, я всегда Игоря побаивался. Бывало, где-нибудь на вечеринке вместе смеемся, шутим. Игорь любил стихи писать, импровизации — на салфетках, обрывках бумаги. А потом, в Институте встречаешь — молчаливый, серьезный, даже суровый. Мне казалось, ему не по душе мои умствования. Мне было трудно подойти к нему, поговорить в коридоре, как, например, с Володией Визгиным.

Понятен смысл того оборота философии, который назывался тогда методологией. Речь шла об отвоевывании пространства для серьезных исследований у псевдофилософской всеобъясняющей болтовни с идеологическим апломбом. Но дело было не только в этом. Нужно было найти предметную форму и конструктивные понятия для конкретного обсуждения реальных проблем; надо было увидеть, как движется, строится и понимает себя сама теоретико-физическая мысль, где именно она изнутри подходит к философски значимым вопросам. И прежде всего требовалось профессиональное, техническое знание материала. Так обозначилась сфера «методологических принципов». Ту же роль играла история науки, понятая не в описательном, а в теоретическом смысле — как реальная и культурная лаборатория живой науки. По-своему ту же задачу решали логики, системники, в сфере теории и философии культуры семиотики. Профессионализм и конкретность знания всегда были лучшим убежищем от идеологической радиации.

Я же всегда оставался в теорфизике — впрочем, как и в философии (о чем не жалею) — самоучкой и, естественно, трепетал перед каждым знатоком. Диалектические зомби отвращали меня, как и всех, но занимала меня философия как таковая, классическая европейская философия во всей ее истории без всяких «измов». Мне хотелось докопаться до ее живых источников, до ее собственной строгости и точности, техничности, если угодно.

Разумеется, мы вместе с Игорем проходили в свое время

школу огегельянного марксизма по Ильенкову и Батищеву, ухватили «активность субъекта» и прочее. Саша Огурцов рассказал об этом очень хорошо. Но дальше наши пути разошлись. Меня увлекла «предметность», а за ней культура во всей ее плотности и самобытности. Игорь двинулся по пути «деятельности» и испытал влияние Г. П. Щедровицкого, дурное, на мой взгляд.

Каково же было мое удивление, когда много лет спустя я нашел Игоря чуть ли не экзистенциалистом...

Теперь, вспоминая все разрозненные эпизоды наших встреч, я замечаю, что, может быть, именно это, именно своего рода экзистенциальный пафос мысли и жизни был всегда характерен для Игоря. В последние годы этот глубоко личностный тонус его мысли стал лишь более открытым. Только такая жизненная захваченность, казалось бы, отвлеченнейшими проблемами способна открыть их собственную глубинную жизненность.

Игорь блестяще читал доклады, лекции, выступал на семинарах и конференциях. Надо полагать — и уже говорилось об этом — он был не менее блестящим преподавателем. Но склад его мысли был как нельзя более далек от того, что называется профессорской философией. Нет, не в методологических тонкостях сказывался его философский темперамент, а в жизни. В способности вести жизнь на собственный страх и риск. «Я мыслю, — сказал Декарт, — стало быть, я существую». «Я мыслю» в устах Декарта значило: «Я сомневаюсь». Полагаю, Игорь согласится со мной, если я попытаюсь сформулировать неявный, может быть, принцип его собственной философии следующим образом: «Я мыслю, то есть я сомневаюсь, то есть — если говорить о сомнении по существу — я рискую собой, стало быть, я существую».

Ведь смерть по отношению к жизни дополнительна, не так ли?

*Беседу записала Е. С. Бойко
1991*

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ НАУЧНЫХ ТРУДОВ И. С. АЛЕКСЕЕВА

Монографии

- Развитие представлений о структуре атома. Философский очерк. Новосибирск, 1968. — 130 с.
- Концепция дополнительности. Историко-методологический анализ. М., 1978. — 276 с.
- Методология обоснования квантовой теории. История и современность. М., 1984. — 332 с. (соавт. Н. Ф. Овчинников, А. А. Печенкин)

Статьи

1960

- μ -мезоны высокой энергии // Труды Международной конференции по космическим лучам 1959 г. Т. 1. С. 326—329 (соавт. Г. Т. Зацепин).

1961

- Два выступления Нильса Бора // Вопросы философии. № 8. С. 156—160.
Niels Bohr á Moscou // La Pensée. № 100.

1963

- О связи категории структуры с категориями целого и части // Вестник Московского университета. Серия VIII: экономика, философия. № 2. С. 60—70.
- О копенгагенской интерпретации квантовой механики // Строительство коммунизма и философские науки. Новосибирск. С. 211—215.

1965

- Проблема существования в релятивистской космологии // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев. С. 186—190.
- Понятие траектории и квантовая механика // Материалы научной конференции кафедр общественных наук институтов г. Омска. Омск. С. 344—347.
- Об элементарной клеточке системно-структурного исследования // Проблемы исследования систем и структур. М.; С. 29—31.
- Некоторые теоретико-познавательные проблемы дополнительности // Философские вопросы сознания и познания. Новосибирск. С. 296—308.
- О роли субъективного момента в физическом мышлении // Ученые записки Томского государственного университета. № 61. Проблемы методологии и логики наук. Вып. 2. Томск. С. 147—149.

1966

- Две концепции развития и вопрос об эволюции микроструктур // Материалы научно-теоретической конференции преподавателей и аспирантов кафедр общественных наук, посвященной В. И. Ленину. Новосибирск. С. 116—120.
- Модели и онтология // Тезисы докладов и выступлений на симпозиуме «Метод моделирования в естествознании». Тарту. С. 24—26.
- О гипотезе макроскопической природы пространственно-временных представлений // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Тезисы докладов и сообщений на втором Всесоюзном симпозиуме. Киев. С. 75—79.
- Проблема измерений в двухметрических вариантах общей теории относительности // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии. Киев. С. 146—150.
- Методологические замечания о происхождении и функционировании онтологических знаний в системе теории // Материалы к симпозиуму по логике науки. Киев. С. 98—110.
- Принцип дополнительности в социологии // Научный семинар по применению количественных методов в социологии. Вып. 1. Новосибирск. С. 17—29 (соавт. Ф. М. Бородин).
- Принцип дополнительности в социологии // Социологические исследования. Вопросы методологии и методики. Новосибирск. С. 46—60 (соавт. Ф. М. Бородин).

1967

- Об одной интерпретации квантовой механики // Логика и методология науки. М.; С. 287—292.
- Ответы на вопросы анкеты к Новосибирскому симпозиуму по проблемам исследования структуры науки // Проблемы исследования структуры науки. Новосибирск. С. 198—200.
- Некоторые проблемы, связанные с построением математического аппарата общей теории систем // Вопросы логики и методологии общей теории систем. Тбилиси. С. 23—24.

1968

- К вопросу о правомерности применения понятий пространства и времени в физике микромира // Пространство и время в современной физике. Киев. С. 259—265.
- Проблема измерений в общей теории относительности и вопрос о природе гравитационного поля // Гносеологические аспекты измерений. Киев. С. 243—252.
- О принципах и средствах методологического подхода к анализу измерений // Проблемы методологии научного познания. Новосибирск. С. 91—104.

О некоторых подходах к пониманию моделирования // Проблемы моделирования психической деятельности. Материалы к симпозиуму. Вып. 2. Новосибирск. С. 63 (соавт. А. Н. Кочергин).

1969

Принципът на допълнителността в социологията // Социологически проблеми. № 2. С. 19—27 (соавт. Ф. М. Бородин).

Сравнителен анализ на процеса на наблюдение в класическата и квантовата физика // Ленинското философско наследство и особености на развитието на съвременното естествознание. Материали на републиканската научна конференция. Харьков. С. 162—166.

К въпросу за универсалността на категориите пространство и време // Философски въпроси на съвременната физика. С. 174—175.

1970

Пространство и квантова механика // Философски въпроси на квантовата физика. М.; С. 230—240.

Диалектическият материализъм и съвременната физика // Успехи на физическите науки. Т. 102. Вып. 3. С. 515—518.

Принцип на допълнителността в социологията // Моделиране на социални процеси. М.; С. 37—48 (соавт. Ф. М. Бородин).

1971

К въпросу за изразяване на движението в логиката на понятията // Актуални проблеми на диалектичката логика. С. 99—101.

Детерминизъм и реалност // Съвременен детерминизъм и наука. Материали на школа-семинара. Новосибирск. С. 63—68.

1972

Пространство, време, структура // Философия и физика. Воронеж. С. 154—167.

Проблеми на реалността в физиката // Съвременна физика и проблеми на марксистско-ленинската теория на познанието. М.; С. 68—76.

Способи на изследване на системни обекти в класическата механика // Системни изследвания. М.; С. 72—89.

1973

Об една особеност на съвременното физическо знание // Методологически основи на теорията на научното знание. Ч. 1. Свердловск. С. 114—117.

За значението на ленинския тезис за съвпадение на диалектика, логиката и теорията на познанието за разработката на философски въпроси за естествознанието // Проблеми на философията и методологията на съвременното естествознание. Сборник на трудове на второто Всесоюзно съвещание по философски въпроси за естествознанието. М.; С. 294—298.

О взаимосвязи физической и социальной форм движения материи // Вопросы методологии и истории наук. Иркутск. С. 232—235.

1974

Принцип детерминизма и физическая картина реальности // Философия и естествознание. М.; С. 174—190.

Возможная модель структуры физического знания // Проблемы истории и методологии научного познания. М.; С. 207—214.

Об онтологическом статусе моделей // Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 311. Философские вопросы физики. Ч. 1. С. 50—61.

1975

Философские вопросы современной физики // Материалы в помощь лектору, выступающему по проблемам физики и математики. М.; С. 54—59.

Тенденция к единству знания как закономерность развития науки // Программно-методические рекомендации в помощь методологическим семинарам по проблеме «Взаимодействие естественных наук — закономерность их развития». М.; С. 5—9.

Детерминизм и реальность // Современный детерминизм и наука. Т. 1. Общие проблемы детерминизма. Новосибирск. С. 85—99.

О специфике астрономии как науки // Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 360. Методологические вопросы физики. Ч. 2. С. 14—20.

The change of the style of the unity of physical worldpicture in the physics of XX century // Contributed papers of the V International congress for logic, methodology and philosophy of science. London, Ontario.

Единство физической картины мира как методологический принцип // Методологические принципы физики. М.; С. 128—203.

Принцип дополнительности // Там же. С. 385—450.

Принцип наблюдаемости // Там же. С. 451—476 (соавт. А. А. Печенкин).

Взаимосвязь методологических принципов физики // Там же. С. 506—509.

О категориальной природе диалектико-материалистической «онтологии» // Диалектика — методология естественнонаучного и социального познания. Л.

1976

Проблема существования в астрономии // Философские проблемы астрономии XX века. М.; С. 265—288.

Принцип дополнительности и проблема единства квантовомеханической картины реальности // Принцип дополнительности и материалистическая диалектика. М.; С. 124—138.

Концепция дополнительности, ее сущность и философская интерпретация // Квантовая механика и философские проблемы современной физики. М.; С. 34—53.

1977

В каком смысле возможна логика научного поиска? // Логика научного поиска. Тезисы докладов к Всесоюзному симпозиуму. Свердловск. С. 8—10.

Некоторые соображения по поводу дискуссии Эйнштейна и Бора // Роль дискуссии в развитии естествознания. Тезисы докладов. М.; С. 41—43.

Философские проблемы современной физики // Методическое пособие в помощь лектору, выступающему по проблемам физики. М.; С. 5—12.

Соответствие и дополнительность // Ученые записки Тартуского государственного университета. Вып. 417. Методологические вопросы физики. Ч. 3. С. 91—98.

Комментарий к статье В. Гейзенберга «Что такое элементарная частица» // Вопросы истории естествознания и техники. Вып. 1(58). С. 62—65.

1978

Структура механики Ньютона // Системный анализ и научное знание. М.; С. 229—245.

Симметрия, инвариантность, реальность // Принцип симметрии. М.; С. 47—88.

О двух методологических стратегиях объединения наук // Всесоюзная конференция «Методологические аспекты взаимодействия общественных, естественных и технических наук в свете решений XXV съезда КПСС». Тезисы докладов и выступлений. Вып. 1. Обнинск. С. 61—63.

1979

Некоторые соображения по поводу дискуссии Эйнштейна и Бора // Вопросы философии. № 1. С. 96—103.

Развитие концепции дополнительности // 50 лет квантовой механики. М.; С. 116—125.

О структуре боровского принципа соответствия // Принцип соответствия. М.; С. 107—118.

1980

По поводу дискуссии Эйнштейна и Бора // Вопросы истории естествознания и техники. Вып. 3(67)—4(68). С. 55—62.

1981

- Системный подход к проблеме обоснования физического знания // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1980. М.; С. 315—325.
- О понятии неконтролируемого взаимодействия // Методологические проблемы физики. М.; С. 24—41.
- К предистории квантовой теории // Вопросы истории естествознания и техники. № 2. С. 77—84.
- Квантовая механика и идеал физического объяснения // Идеалы и нормы научного исследования. Минск. С. 218—240.

1982

- О критериях научной рациональности // Методологические проблемы историко-научных исследований. М.; С. 102—122.
- О философских основаниях физики // Философские основания науки. Вильнюс. С. 228—232.
- Индивидуальное и надиндивидуальное в социальной детерминации развития науки // Социальная детерминация познания. Тарту. С. 73—74.

1983

- Рефлексия и понимание в науке и философии // Проблемы рефлексии в научном познании. Куйбышев. С. 41—45.

1984

- От закона Вина к закону Планка // Вопросы истории естествознания и техники. № 2. С. 57—60.
- О понятии неконтролируемого взаимодействия // Вопросы философии. № 6. С. 82—88.
- Рефлексия и неявное знание // Рефлексия в науке и обучении // Рефлексия в науке и обучении. Новосибирск. С. 42—44.
- О значении ленинского понимания материи для современной науки и культуры // Книга В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» и современное естествознание. Вып. 1. М.; С. 5—7.
- Операционально-смысловой подход к анализу структуры научного знания // На пути к теории научного знания. М.; С. 110—138.

1985

- Нильс Бор. 1885—1985 // Памятные книжные даты. М.; С. 67—68.
- Максвелл Эйнштейна и Максвелл Бора // Максвелл и развитие физики XIX—XX вв. М.; С. 201—207.
- О типах и механизмах социальной детерминации познания // Социальная детерминация познания. Тарту. С. 54—57.

Махистская концепция теории и истории физики. П. Дюгем // *Кед-ров Б. М., Огурцов А. П.* Марксистская концепция развития науки (1 четверть XX в.). М.; С. 585—593 (соавт. Н. Ф. Овчинников).
Методологические проблемы построения математического аппарата общей теории систем // *Проблемы системного исследования.* Новосибирск. С. 4—10.

«Наивысшая музыкальность в области мысли» // *Техника — молодежи.* № 12. С. 42—43 (соавт. А. Т. Григорьян).

1986

Этапы и закономерности математизации науки // *Математизация современной науки: предпосылки, проблемы, перспективы.* М.; С. 39—48.

Об универсальном характере понимания // *Вопросы философии.* № 7. С. 73—74.

1989

Quantum mechanics as a revolution in physical explanation // *Acta historiae rerum naturalium nec non technicarum.* Special issue 20. P. 59—87.

1995

Механика и классификация естествознания. XIX век // *Настоящий сборник.* С. 300—351.

Статьи в словарях и энциклопедиях

Философская энциклопедия. Т. 4. М., 1967:

Современные проблемы теории относительности (с. 181—182);

Покой (с. 288—289);

Поле физическое (с. 290—292).

Философская энциклопедия. Т. 5. М., 1970:

Физика (с. 323—327);

Энергия (с. 563—564);

Энергетизм (с. 563);

Эфир (с. 590—591).

Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. Т. 3. М., 1970:

Бесконечность (в философии) (с. 264).

Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. Т. 5. М., 1971:

Вещество (с. 5);

Вещь (с. 5—6);

Взаимосвязь (с. 8).

Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. Т. 17. М., 1974:

Наука (с. 956—969).

Большая Советская Энциклопедия. 3-е изд. Т. 30. М., 1978:

Эксперимент (с. 6—7).

- Философский энциклопедический словарь. М., 1983 (2-е изд. — 1989):
Бор (с. 60; 2-е изд. — с. 66);
Вещество (с. 80; 2-е изд. — с. 66)
Вещь (с. 80—81; 2-е изд. — с. 87);
Гейзенберг (с. 105—106; 2-е изд. — с. 113);
Наука (с. 403—406; 2-е изд. — с. 393—395);
Симметрия (с. 608; 2-е изд. — с. 582);
Эксперимент (с. 792; 2-е изд. — с. 759).
- Физический энциклопедический словарь. М., 1983:
Вещество (с. 72);
Пространство и время (с. 592—593).

Переводы

- Предисловие (с. 5—6) и редакция перевода: *Тригг Дж.* Решающие эксперименты в современной физике. М., 1974. — 160 с.
- Клейн М. Д.* Первая фаза диалога Бора и Эйнштейна // Эйнштейновский сборник 1974. М., 1976. С. 115—155.
- Шредингер Э.* Избранные труды по квантовой механике. М., 1976:
О комптон-эффекте (с. 139—144);
Непрерывный переход от микро- к макромеханике (с. 51—55);
Об отношении квантовой механики Гейзенберга—Борна—Иордана к моей (с. 56—74).
- Больцман Л.* Избранные труды. М., 1984:
О механическом смысле второго начала теории теплоты (с. 9—29);
Аналитическое доказательство второго начала механической теории теплоты с помощью теорем о равновесии живой силы (с. 83—100);
Некоторые общие теоремы о тепловом равновесии (с. 100—125);
О связи между вторым началом механической теории теплоты и теорией вероятностей в теоремах о тепловом равновесии (с. 190—235);
Реферат предыдущей статьи (с. 236—241);
Дальнейшие замечания о некоторых проблемах механической теории теплоты (с. 241—268, соавт. М. Д. Стельмах);
Реферат статьи Дж. К. Максвелла «О больцмановской теореме о среднем распределении живой силы в системе материальных точек» (с. 269—279, соавт. М. Д. Стельмах);
О механических аналогиях второго начала термодинамики (с. 280—290);
О равновесии живой силы между поступательным и вращательным движением молекул газа (с. 290—302, соавт. М. Д. Стельмах);
Об определении абсолютной температуры (с. 302—307);
О доказательстве максвелловского закона распределения скоростей молекул газа (с. 308—310, соавт. М. Д. Стельмах);

- Еще раз о максвелловском законе распределения скоростей (с. 311—312, соавт. М. Д. Стельмах);
- О некоторых моих менее известных статьях по теории газов и об их отношении к этой теории (с. 314—321, соавт. М. Д. Стельмах);
- О связи теплового излучения и второго начала термодинамики, открытой г-ном Бартоли (с. 331—336);
- Вывод закона Стефана о зависимости теплового излучения от температуры из электромагнитной теории света (с. 337—339);
- О необратимых процессах излучения. I (с. 340—342);
- О необратимых процессах излучения. II (с. 342—344);
- О мнимо необратимых процессах излучения (с. 345—349);
- Пуанкаре А. О задаче трех тел и уравнениях динамики (с. 429—434);
- Пуанкаре А. Механицизм и опыт (с. 434—437);
- Цермело Э. Об одной теореме динамики и о механической теории теплоты (с. 437—444);
- Ответ на замечания Цермело по поводу теории теплоты (с. 444—452);
- О статье г-на Цермело «О механическом объяснении необратимых процессов» (с. 458—463);
- Об одной механической теореме Пуанкаре (с. 463—469).
- Бор Н. Проблема причинности в атомной физике // УФН. 1985. Т. 147. Вып. 2. С. 343—355.

Рецензии

- Boston studies in the philosophy of science. Vol. 13. Logical and epistemological studies in contemporary physics / Ed. by R. Cohen, M. Wartofsky. Dordrecht, Boston, 1974 // Archives internationales d'histoire des sciences. 1975. Vol. 25. № 97. P. 340—341.
- Mehra I. The quantum principle: Its interpretations and epistemology // Archives internationales d'histoire des sciences. 1977. Vol. 27. № 101. P. 326 (соавт. Вл. П. Визгин).
- Selected papers of great american physicists // Новые книги за рубежом. Серия А. 1978. № 9. С. 75—76.
- Научно-художественная биография Н. Бора (на кн.: Данин Д. Нильс Бор. М., 1978) // Вопросы истории естествознания и техники. 1981. № 1. С. 150—152.
- Заявка на исследование актуальной проблемы (на кн.: Природа научного познания. Логико-методологический аспект / Ред.-сост. В. С. Степин. Минск, 1979) // Вопросы истории естествознания и техники. 1981. № 3. С. 146—147.
- Философский энциклопедический словарь. М., 1983 // Вопросы философии. 1984. № 6. С. 152—158.
- Квантовая механика в исторической перспективе (на кн.: Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М., 1985) // Природа. 1986. № 10. С. 120—121.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

- Авенариус Р. (*Avenarius R.*) 408, 475
 Аверинцев С. С. 402
 Авогадро А. (*Avogadro A.*) 346
 Аганбегян А. Г. 425
 Акчурин И. А. 6, 213, 217, 400, 453, 486, 506
 Александров А. Д. 282, 287, 424, 425, 449, 450
 Али-заде 401
 Аллен Дж. (*Allen J.*) 280
 Альфвен Х. (*Alfven H.*) 294, 295
 Амбарцумян В. А. 276, 280, 298, 299
 Ампер А. (*Ampère A.*) 303, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 339, 340
 Анаксимандр 15
 Анаксимен 14, 15
 Андерсон Дж. (*Anderson J.*) 289
 Антипенко Л. Г. 275
 Антонов Н. П. 423, 424
 Аполлинер Г. (*Apollinaire G.*) 411
 Аристарх 433
 Аристотель 15, 16, 231, 284
 Аррениус С. (*Arrhenius S.*) 351
 Арсеньев А. С. 401
 Архимед 398, 399, 413, 460
 Ахутин А. В. 401, 456, 458, 481, 487, 506
 Бартли У. (*Bartley W.*) 108
 Басри С. (*Basri S.*) 244, 247
 Батищев Г. С. 24, 32, 401, 402, 484, 493, 508
 Бахтин М. М. 405
 Башляр Г. (*Bachelard G.*) 476
 Беллярмино (*Bellarmino*) 285
 Беляев С. Т. 426
 Бердяев Н. А. 400, 401
 Берия Л. П. 394, 412
 Бернулли И. (*Bernoulli J.*) 302, 303
 Бертло М. (*Berthelot M.*) 347
 Бертолле К. (*Berthollet C.*) 346, 347
 Берцелиус Я. (*Berzelius J.*) 346, 350
 Бетанкур А. (*Betancourt A.*) 320
 Библиер В. С. 59, 60, 401, 405
 Био Ж. (*Biot J.*) 336, 338
 Биша М. (*Bichat M.*) 315
 Блауберг И. В. 496
 де Бленвиль А. (*de Blainville A.*) 315
 Блок А. А. 410
 Боголюбов А. Н. 301
 Боголюбов Н. Н. 395
 Бозе Ш. (*Bose Sh.*) 145
 Бойко Е. С. 481, 483, 500, 501, 502, 508
 Бойль Р. (*Boyle R.*) 73
 Болотовский Б. М. 459
 Больцман Л. (*Boltzmann L.*) 355, 356
 Бом Д. (*Bohm D.*) 215, 217, 218
 Бор Н. (*Bohr N.*) 20, 22, 38, 40, 45, 46, 48, 58, 61—66, 76, 80, 88, 91—93, 95—97, 100, 101, 122—134, 139, 146—157, 159—196, 209, 218, 223, 253, 254, 268, 269, 370, 372—391, 395, 399, 400, 405, 459—462, 464, 465, 477, 486, 489, 491, 494, 495, 497, 501, 503
 Борисов В. Н. 424, 426
 Борн М. (*Born M.*) 52, 123, 150, 151, 158, 211, 218, 244, 288, 289, 383, 461
 Бородин Ф. М. 196
 Боте В. (*Bothe W.*) 126, 146, 173, 174, 376, 377
 Боярский П. В. 301
 Бранский В. П. 211, 214
 де Бройль Л. (*de Broglie L.*) 123, 125, 145, 215, 218, 376
 Буджер А. М. 445
 Бутлеров А. М. 348, 349
 Бухарин Н. И. 137
 Буше Ж. (*Bouchet J.*) 301
 Бэкон Ф. (*Bacon F.*) 102, 310
 Вааге П. (*Waage P.*) 347
 Вавилов С. И. 29, 52, 244
 Вакано М. (*Wakano M.*) 279
 Вальт Л. О. 69
 Вант-Гофф Я. (*Van't Hoff J.*) 350, 351
 Вариньон П. (*Varignon P.*) 301, 302

Васильев С. Ф. 301
 Вейль Г. (*Weyl H.*) 465, 489
 фон Вейцеккер К. (*von Weizsäcker C.*) 377, 382, 383
 Верн Ж. (*Verne J.*) 437
 Вернов С. Н. 6, 397, 483
 Вигнер Е. (*Wigner E.*) 222
 Вижье Ж. (*Vigier J.*) 215, 258
 Визгин Вик. П. 401, 452, 455
 Визгин Вл. П. 305, 457, 458, 481, 486, 487, 490, 491, 496, 498, 502, 507
 Вильсон Ч. (*Wilson Ch.*) 34, 38, 97, 118
 Вин В. (*Wien W.*) 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372
 Витт-Хансен Й. (*Vitt-Hansen J.*) 166, 167
 Вольта А. (*Volta A.*) 128, 378

Гайденок П. П. 401
 Галансков Ю. 7, 425, 485
 Галеев А. А. 445
 Галилей Г. (*Galilei G.*) 273, 285, 286, 305, 390
 Гамильтон У. (*Hamilton W.*) 61
 Гаррисон Б. (*Harrison B.*) 279
 Гартман Н. (*Hartmann N.*) 495, 496
 Гаудсмит С. (*Goudsmit S.*) 174
 Гегель Г. (*Hegel G.*) 401, 402, 439
 Гейгер Г. (*Geiger H.*) 146, 376, 377
 Гейзенберг В. (*Heisenberg W.*) 41, 45, 66, 76, 122, 123, 127—129, 135, 145, 147—149, 157, 158, 174, 176, 182, 183, 190, 192, 195, 211, 216—218, 261, 383, 402, 405, 461, 464, 472, 506
 Геккель Э. (*Haeckel E.*) 328
 Гелл-Манн М. (*Gell-Mann M.*) 261
 Гельмгольц Г. (*Helmholtz H.*) 300, 333, 341, 342, 343
 Генкин И. Л. 400
 Генисаретский О. И. 24
 Герлофсон Н. (*Herlofson N.*) 294, 295
 Герман А. (*Hermann A.*) 367
 Герц Г. (*Hertz H.*) 18, 20, 144, 385
 Гесс Г. И. 347
 Гиббс Дж. (*Gibbs J.*) 216
 Гильберт В. (*Gilbert W.*) 15

Гинзбург А. 7, 425, 485
 Гинзбург В. Л. 281, 290, 295, 296
 Гитлер А. (*Hitler A.*) 401
 Глебов П. А. 61
 Глинский Б. А. 69, 71, 73
 Голицын Б. Б. 352
 Григорьян А. Т. 301, 302
 Гринштейн Дж. (*Greenstein J.*) 292, 293
 Грове В. (*Grove W.*) 343
 Грэхем Л. (*Graham L.*) 468
 Грязнов Б. С. 69, 71, 73, 116, 453
 Гуваков В. И. 424
 Гульдберг К. (*Guldberg K.*) 347
 фон Гумбольдт А. (*von Humboldt A.*) 315
 Гушин Б. 314
 Гюйгенс Х. (*Huygens Ch.*) 338

Давыдов А. С. 12, 396
 Давыдов В. В. 401
 Давыдов Ю. Н. 401, 402, 439
 Дайсон Ф. (*Dyson F.*) 168
 Даламбер Ж. (*D'Alembert J.*) 302—314, 318, 322, 346
 Дальтон Дж. (*Dalton J.*) 346
 Дарвин Ч. (*Darwin Ch.*) 421
 Деденко Л. Г. 393
 Декарт Р. (*Descartes R.*) 322, 338, 508
 Декстерхаус Е. (*Dijksterhuis E.*) 301
 Демокрит 255, 256, 259, 262
 Джеммер М. (*Jammer M.*) 61, 79, 146, 162, 167, 171, 305, 362, 367, 372, 374—377, 379
 Джинс Дж. (*Jeans J.*) 366
 Дидро Д. (*Diderot D.*) 302, 309, 310, 322, 346
 Динглер Г. (*Dingler H.*) 497
 Дирак П. (*Dirac P.*) 123, 131, 211—214, 464, 489
 Добротин Р. Б. 351
 Дорошенко В. Л. 447
 Дорошенко В. И. 450
 Дорфман Я. Л. 336, 458, 486, 487, 488
 Достоевский Ф. М. 448
 Дынин Б. С. 69
 Дышневский П. С. 29, 42, 242, 243, 275

Евтушенко Е. А. 395

- Емцев М. 264
 Ефимов Н. В. 394
- Желтухин Н. А. 426
 Жоффруа Сент-Илер И. (*Geoffroy Saint-Hilaire I.*) 321, 322, 323, 324
 Жоффруа Сент-Илер Э. (*Geoffroy Saint-Hilaire E.*) 323
- Заславский Г. М. 445
 Захаров В. Е. 445
 Зацепин Г. Т. 6, 396, 397
 Зебергс В. (*Zebergs V.*) 291, 296
 Зеeman П. (*Zeeman P.*) 185
 Зельдович Я. Б. 239, 240, 242, 259, 279
 Зельманов А. Л. 274
 Зиновьев А. А. 401
 Зиновьев В. А. 69, 73
 Знанецкий Ф. (*Znaniecki F.*) 199, 203
 Зоммерфельд А. (*Sommerfeld A.*) 164
 Зотов А. Ф. 60, 61, 486
 Зубов В. П. 301
- Иваненко Д. Д. 506
 Ильенков Э. В. 401, 402, 493, 508
 Инфельд Л. (*Infeld L.*) 286, 290, 394
 Иордан П. (*Jordan P.*) 136
 Иоффе А. Ф. 458
- Йолон П. Ф. 13
- Казютинский В. В. 274, 280, 298, 299
 Кангро Г. (*Kangro H.*) 352, 368
 Канниццаро С. (*Cannizzaro S.*) 346
 Кант И. (*Kant I.*) 28, 226, 234, 439, 495, 506
 Карандеев К. Б. 426
 Кард П. Г. 60, 162
 Карно Л. (*Carnot L.*) 320
 Карпов В. П. 231
 Картан Э. (*Cartan E.*) 254
 Кедров Б. М. 50, 60, 254, 314, 324, 346, 455, 459—461, 485, 486, 489, 492, 506
 Кекуле А. (*Kekule A.*) 327, 328
 Кельвин (*Kelvin*) 353
 Кеплер И. (*Kepler J.*) 285, 286
- Керес Х. П. 249
 Кертге Н. (*Koertge N.*) 105
 Кикоин И. К. 395
 Ким Ю. Ч. 456
 Кинон П. (*Keenan P.*) 293
 Кипенхойер К. (*Kippenhewer K.*) 295
 Кирхгоф Г. (*Kirchhoff G.*) 352, 353, 357
 Кларк С. (*Clarke S.*) 231, 233, 234, 372, 384
 Клаузиус Р. (*Clausius R.*) 395
 Клейн М. (*Klein M.*) 362, 367, 376
 Клейн О. (*Klein O.*) 131
 Кобушкин П. К. 239, 242, 243
 Ковальчук А. Е. 22, 40, 45
 Кожин В. В. 401
 Комптон А. (*Compton A.*) 129, 144, 170
 Кон И. (*Cohn I.*) 61
 Конт О. (*Comte A.*) 314, 315, 316, 317, 318, 320, 321, 322, 323, 324
 Коперник Н. (*Kopernik M.*) 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 298, 403
 Копнин П. В. 27, 29, 30, 32, 49, 102, 103
 Коши О. (*Cauchy A.*) 336
 Крамерс Г. (*Kramers H.*) 126, 147, 171, 173, 375
 Кребер Г. 231
 Кречман Е. (*Kretschmann E.*) 287, 289
 Кривский И. Ю. 22, 40
 Крымский С. Б. 19
 Кузнецов Б. Г. 286, 301, 308
 Кузнецов И. В. 49, 52, 56, 58, 59, 159, 160, 486
 Кузнецова Н. И. 457
 Кузнецова О. В. 454
 Кулаков Ю. И. 445
 Кулон Ш. (*Coulomb Ch.*) 43
 Кун Т. (*Kuhn T.*) 105, 106, 108—113, 282—284, 352, 500
 Купцов В. И. 422
 Курльбаум Ф. (*Kurlbaum F.*) 365—368
 Курчатова И. В. 448
- Лавуазье А. (*Lavoisier A.*) 346
 Лагранж Ж. (*Lagrange J.*) 302—305, 308, 320, 332, 335—337

- Лакатос И. (*Lakatos I.*) 105, 111, 112, 113
 Ландау Л. Д. 210—212, 214, 217, 246, 395, 399, 460
 Ланде А. (*Lande A.*) 171
 Ланц Х. (*Lanz J.*) 320
 Ланцош К. (*Lanczos C.*) 263
 Лаплас П. (*Laplace P.*) 320, 335, 336, 337, 338, 346
 фон Лауэ М. (*von Laue M.*) 143
 Левашев А. Е. 245, 249—251, 254
 Лейбниц Г. (*Leibniz G.*) 224, 226, 231, 233, 234, 302, 372, 384
 Лекторский В. А. 28—30, 46, 50
 Ленин В. И. 10, 23, 42, 45, 82, 122, 136—138, 142, 152, 265, 271, 272, 401, 407, 408, 423, 502
 Леонтович М. А. 395
 Либофф Р. (*Liboff R.*) 61
 Литвиненко С. 396, 438
 Лифшиц Е. М. 210—212, 214, 217, 246
 Лифшиц М. А. 401
 Ломоносов М. В. 399, 460, 506
 Ломсадзе Ю. М. 22, 40, 45
 Лоренц Г. (*Lorentz H.*) 43, 143, 245, 249—251, 345, 351, 376
 Луммер О. (*Lummer O.*) 366, 368
 Лурье С. Я. 256
 Льюс Р. (*Luse R.*) 209
 Любищев А. А. 495
- Майер Р. (*Mayer R.*) 341, 343
 Мак-Кормак Р. (*McCormack R.*) 345, 351
 Маковельский А. 230
 Максвелл Дж. (*Maxwell J.*) 17, 18, 39, 178, 356, 357, 360, 385—391, 459, 461, 462, 477
 Мамардашвили М. К. 103, 471
 Мамчур Е. А. 486
 Мандельштам Л. И. 502
 Мариотт Э. (*Mariotte E.*) 73
 Марков М. А. 257, 259, 264, 383, 460
 Маркс К. (*Marx K.*) 9, 20, 27, 28, 30—32, 35, 102, 138, 153, 166, 208, 260, 274, 382, 384, 401, 422, 435, 460, 493, 499
 Мах Э. (*Mach E.*) 74, 331, 333, 395, 400, 409, 459
- фон Мейер Э. (*von Meyer E.*) 350
 Мейер-Абих К. (*Meyer-Abich K.*) 61, 160, 162
 Мелюхин С. Т. 224, 228, 229
 Менделеев Д. И. 349, 350
 Мигдал А. Б. 459, 491
 Минковский Г. (*Minkowski H.*) 242, 245
 Михельсон В. А. 355
 Мицкевич Н. В. 290
 Мойэл Дж. (*Moyal J.*) 212
 Мэсгрейв А. (*Musgrave A.*) 105
- Навье А. (*Navier H.*) 315, 336
 Нейгебауэр О. (*Neugebauer O.*) 283
 фон Нейман Дж. (*von Neumann J.*) 212, 217, 218
 Никитин Е. П. 69
 Никольский К. В. 216
 Ницше Ф. (*Nietzsche F.*) 401
 Новиков И. Д. 240
 Ньютон И. (*Newton I.*) 178, 188, 231, 300, 302—305, 308, 312, 339, 349, 384, 385, 386, 387
- Овчинников Н. Ф. 6, 7, 396, 399, 400, 453, 457—459, 463, 464, 481, 483, 490, 491, 495, 502, 503
 Оганезов К. С. 60
 Огурцов А. П. 481, 492, 499, 500, 501, 508
 Ойзерман Т. И. 103
 Окуджава Б. III. 456, 496
 Омеляновский М. Э. 35, 36, 485
 Омилаева Л. В. 409
 Орвел (Оруэлл) Дж. (*Orwell G.*) 417
 Осипьян Ю. А. 459, 492
 Оствальд В. (*Ostwald W.*) 74, 350
- Павлов В. Т. 224
 Павлов С. П. 401, 402
 Парменид 229, 230
 Паннекук А. (*Pannekoek A.*) 283
 Панофский Э. (*Panofsky E.*) 285
 Парнов Е. 264
 Парсонс С. (*Parsons S.*) 293, 294
 Пастернак Б. Л. 492, 504

- Паули В. (*Pauli W.*) 122, 123, 148, 216, 280, 287, 289, 383, 461
- Петерсен А. (*Petersen A.*) 61, 160, 166, 167, 372
- Петров А. З. 22, 38, 159, 179, 244, 246, 253
- Петровский И. Г. 394, 397
- Печенкин А. А. 51, 91, 458, 459, 463, 464, 486
- Пикельнер С. Б. 296
- Пирсон К. (*Pearson C.*) 331—333
- Письменный В. 396, 438
- Планк М. (*Planck M.*) 61, 63, 66, 93, 122, 125, 143, 192, 216, 300, 343—345, 352, 353, 356—372, 385, 469, 470, 500
- Платон 415, 448, 506
- Платонов Г. В. 483
- Погребынский И. Б. 285, 301, 302, 320, 332, 335—337
- Подольский Б. (*Podolsky B.*) 154, 155, 175, 185, 186, 373, 380, 381
- Покровский В. Л. 445
- Полищук Р. Ф. 400, 453
- Половинкин С. М. 401, 405, 453, 496, 506
- Попович М. В. 49, 50
- Поппер К. (*Popper K.*) 105—108, 112
- Потупа А. С. 177
- Прайс Д. (*Price D.*) 470
- Прингсхейм Э. (*Pringsheim E.*) 366, 368
- Пружинин Б. И. 105
- Птолемей К. (*Ptolemaeus K.*) 281—284, 286—291, 298, 403
- Пуансо Л. (*Poinçot L.*) 315
- Пуассон С. (*Poisson S.*) 336, 337, 338
- Пугачев Я. И. 250
- Рабинович В. Л. 456
- Раджабов У. А. 166
- Райфа Х. (*Raiffa H.*) 209
- Ребер Г. (*Reber G.*) 292, 293
- Ревзин И. И. 69, 73
- Регельсон Л. 401
- Резерфорд Э. (*Rutherford E.*) 190, 387
- Релей Дж. (*Rayleigh J.*) 366, 367
- Рембрандт (*Rembrandt*) 123
- Родный Н. И. 492
- Рожанский И. Д. 458
- Розанов В. В. 507
- Розен Н. (*Rosen N.*) 61, 154, 155, 175, 185, 186, 373, 380, 381
- Розенбергер Ф. (*Rosenberger F.*) 337
- Розенфельд А. (*Rosenfeld A.*) 261
- Розенфельд Л. (*Rosenfeld L.*) 46, 177, 184, 377
- Розенталь М. М. 228
- Розов М. А. 7, 423, 425, 430, 431, 433, 434, 457, 484, 485
- Розова С. С. 426
- Рубенс Г. (*Rubens H.*) 365—368
- Румер Ю. Б. 445
- Рыбакова Н. В. 9
- Рывкина Р. В. 425
- Рылов Ю. А. 250—253
- Рязанов Г. В. 212, 214—216, 218, 219, 444
- Сагатовский В. Н. 10
- Сагдеев Р. З. 445
- Садовский В. Н. 49, 50, 248
- Свидерский В. И. 222, 223, 228, 229, 231
- Свириденко В. М. 87
- Саката С. (*Sakata Sh.*) 258
- Сепир Э. (*Sepir E.*) 220, 495
- Силлиман Р. (*Silliman R.*) 339
- Синг Дж. (*Synge J.*) 244, 245, 247, 249, 251
- Скурлатов В. И. 506
- Славин А. В. 422
- Слетер Дж. (*Slater J.*) 126, 147, 171, 173, 366, 375
- Смирнов В. А. 13
- Смирнов К. 444
- Сморodinский Я. А. 403
- Соболев А. В. 401, 507
- Соколик Г. А. 506
- Сокулер З. А. 457
- Соловьев Э. Ю. 103, 471
- Соловьев Ю. И. 346, 349, 350
- Спиноза Б. (*Spinoza B.*) 255, 256, 262, 263
- Степанов Н. И. 166
- Степин В. С. 275, 466
- Сталин И. В. 394, 395, 399, 400
- Станюкович К. П. 258
- Стапп Г. (*Stapp H.*) 136
- Старобинский А. А. 459, 491

Стефан Й. (*Stefan J.*) 355, 356
Столетов А. Г. 352, 353
Стрельцов В. Н. 66
Струве О. (*Struve O.*) 291, 296
Сыроватский С. И. 296

Таванец П. В. 51, 426
Тарг С. М. 427, 430, 433
Тарковский Ан. Арс. 411
Тати Т. (*Tati T.*) 221
Толстой Л. Н. 448
Томас У. (*Thomas W.*) 199, 203
Томильчик Л. М. 275, 468, 469
Томсон Дж. Дж. (*Thomson J.*) 351
Торн К. (*Thorne K.*) 279
Траутман А. (*Trautman A.*) 244
Тресделл К. (*Truesdell C.*) 498
Троцкий Л. Д. 137
Тулмин С. (*Toulmin S.*) 113, 114
Тюрин Н. И. 35, 36

Уемов А. И. 243, 275
Уилер Дж. (*Wheeler J.*) 107, 279
Уиппл Ф. (*Whipple F.*) 292
Уленбек Дж. (*Ulenbeck G.*) 174
Унзольд А. (*Unsold A.*) 294
Уорф Б. (*Whorf B.*) 220, 495
Ученова В. В. 438, 440, 484

Фаршштейн М. Г. 346
Фалес 14, 15
Фарадей М. (*Faraday M.*) 390
Фейерабенд П. (*Feyerabend P.*)
113, 180
Фейербах Л. (*Feuerbach L.*) 9, 20,
28, 138, 272, 403, 422, 435, 460
Фейнберг Е. Л. 459, 491
Фейнман Р. (*Feynman R.*) 79, 100,
168, 212, 214, 215
Феодорет 256
Филлипс Дж. (*Fillips J.*) 293, 294
Флоренский П. А. 495, 496, 502
Фойер Л. (*Feuer L.*) 136
Фок В. А. 12, 48, 87, 90, 91, 138,
152, 153, 158, 196, 218, 246, 253,
265, 287, 289, 290, 403
Фокс Р. (*Fox R.*) 336, 346
Фоулз Г. (*Folse H.*) 88

Фрейд З. (*Freud S.*) 401, 506
Френель О. (*Fresnel A.*) 338—340
Френкель В. Я. 366
Френкель Я. И. 458
Фридман А. 445
Фролов Б. И. 250
Фролов В. Н. 253
Фурсов В. С. 395
Фурье Ж. (*Fourier J.*) 315, 316

Хайкин С. Э. 430, 433
Халатников И. М. 459, 491
Хвольсон О. Д. 134
Хей Дж. (*Hey J.*) 293, 294
Хемингуэй Э. (*Hemingway E.*) 437
Хиней Л. (*Heney L.*) 293
Хинкис В. 410
Холтон Дж. (*Holton G.*) 151, 167, 171
Хоружий С. С. 401, 410, 453
Хрущев Н. С. 395, 397, 402
Хукер К. (*Hooker C.*) 87, 88, 383
Хьют В. П. 166, 167

Циммерман Е. (*Zimmerman E.*)
220—222

Чу Дж. (*Chew G.*) 221, 261
Чудинов Э. М. 409

Шамурин Е. И. 314
Швырев В. С. 26, 46, 103, 297, 471
Шестаков В. И. 394
Шестов Л. 507
Широков М. Ф. 247
Шкловский И. С. 274, 292—294,
296, 297
Шлезингер Г. (*Schlesinger G.*) 284
Шпет Г. Г. 507
Шоф Х. (*Schöpf H.*) 352
Шредингер Э. (*Schrödinger E.*) 61,
77, 123, 145, 152, 216, 218, 376,
405, 465
Шрейдер Ю. А. 457

Щедровицкий Г. П. 7, 30, 32, 248,
426, 432, 439, 451, 484, 485, 494,
495, 508

- Эддингтон А. (*Eddington A.*) 297
 Эйлер Л. (*Euler L.*) 302, 303, 304, 305, 306
 Эйнштейн А. (*Einstein A.*) 22, 23, 47, 48, 80, 88, 93, 97, 101, 120, 122, 123, 125, 136, 137, 143—145, 153—156, 169—171, 174, 175, 177, 181, 185, 186, 189, 238, 239, 243—245, 247, 249, 253, 263, 268, 273, 286, 288—290, 297, 298, 302, 320, 332, 335—337, 372—391, 394, 395, 403, 459, 461, 462, 464, 465, 469, 470, 472, 477, 487, 489, 494, 495, 500, 501, 503, 506
 Эмпедокл 257—259
 Энгельс Ф. (*Engels F.*) 10, 102, 122, 138, 166, 208, 239, 260, 272, 274, 324—330, 334, 384
 Эренфест П. (*Ehrenfest P.*) 373, 376, 502
 Эшби У. (*Ashby W.*) 427
 Юдин Б. Г. 481, 498, 502
 Юдин П. Ф. 228
 Юдин Э. Г. 496
 Юнг Т. (*Young T.*) 340
 Якоби К. (*Jacobi K.*) 61
 Янский К. (*Jansky K.*) 291, 292

АВТОРЫ ВОСПОМИНАНИЙ

- Ахутин Анатолий Валерианович** — кандидат химических наук, академик Российской академии естественных наук, научный сотрудник МП «Диалог культур». Область интересов: философия.
- Бойко Евгения Сергеевна** — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники РАН. Область интересов: история и методология науки.
- Визгин Виктор Павлович** — кандидат философских наук, старший научный сотрудник Института философии РАН. Область интересов: история философии, философия науки.
- Визгин Владимир Павлович** — доктор физико-математических наук, заведующий сектором истории физики и механики Института истории естествознания и техники РАН. Область интересов: история и методология физико-математических наук.
- Дорошенко Виктор Леонидович** — доцент Специализированного учебно-научного центра при Новосибирском государственном университете. Область интересов: отечественная история.
- Деденко Леонид Григорьевич** — доктор физико-математических наук, профессор физического факультета Московского государственного университета. Область интересов: физика космических лучей.

Овчинников Николай Федорович — доктор философских наук, ведущий научный сотрудник Института истории естествознания и техники РАН. Область интересов: философия и история науки.

Огурцов Александр Павлович — доктор философских наук, начальник отделения социальных наук Российского гуманитарного научного фонда. Область интересов: философия науки.

Полищук Ростислав Феофанович — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Астрокосмического центра Физического института им. П. Н. Лебедева РАН. Область интересов: гравитация, астрофизика.

Половинкин Сергей Михайлович — кандидат философских наук, доцент философского факультета Российского государственного гуманитарного университета. Область интересов: русская философия.

Розов Михаил Александрович — доктор философских наук, ведущий научный сотрудник Института философии РАН. Область интересов: эпистемология и философия науки.

Степин Вячеслав Семенович — доктор философских наук, академик Российской академии наук, директор Института философии РАН. Область интересов: философия и методология науки, проблемы техногенной цивилизации, философская антропология.

Ученова Виктория Васильевна — доктор филологических наук, профессор факультета журналистики Московского государственного университета. Область интересов: история публицистики и рекламы, история культуры.

Хоружий Сергей Сергеевич — доктор физико-математических наук, академик Российской академии естественных наук, руководитель лаборатории синергичной антропологии Института человека РАН, ведущий научный сотрудник Математического института им. В. А. Стеклова РАН. Область интересов: квантовая теория поля, философия, богословие, теория литературы.

Штивельман Борис Яковлевич — выпускник физического факультета Новосибирского государственного университета. В конце 1980-х гг. работал в Специальной астрофизической обсерватории АН СССР в станции Зеленчукской. В начале 1990-х гг. эмигрировал в Израиль.

Юдин Борис Григорьевич — доктор философских наук, заместитель директора Института человека РАН, главный редактор журнала «Человек». Область интересов: этика биомедицинского исследования.

СОДЕРЖАНИЕ

Игорь Серафимович Алексеев (1935—1988)	5
Деятельностная концепция физического познания	
О роли субъективного момента в физическом мышлении	9
Методологические замечания о происхождении и функционировании онтологических знаний в системе теории	13
О принципах и средствах методологического подхода к анализу измерений	21
Сравнительный анализ процесса наблюдения в классической и квантовой физике	42
Об одной особенности современного физического знания	45
Возможная модель структуры физического знания	49
О структуре боровского принципа соответствия	58
Об онтологическом статусе моделей	69
Квантовая механика и идеал физического объяснения	79
О критериях научной рациональности	101
Методологический анализ концепции дополнителъности	
Концепция дополнителъности, ее сущность и философская интерпретация	122
Принцип дополнителъности и проблема единства квантовомеханической картины реальности	142
Соответствие и дополнителъность	159
Развитие концепции дополнителъности	168
О понятии неконтролируемого взаимодействия	180
Принцип дополнителъности в социологии	196
Проблемы пространства и времени	
Понятие траектории и квантовая механика	210
Об одной интерпретации квантовой механики	213
К вопросу о правомерности применения понятий пространства и времени в физике микромира	220
Пространство и квантовая механика	227
Проблема существования и проблема реальности в физике	
Проблема существования в релятивистской космологии	238
Проблема измерений в общей теории относительности и вопрос о природе гравитационного поля	244
Принцип детерминизма и физическая картина реальности	255
Проблема существования в астрономии	273

Работы по истории физики

Механика и классификация естествознания. XIX век .	300
К предистории квантовой теории	352
От закона Вина к закону Планка	365
Некоторые соображения по поводу дискуссии Эйнштейна и Бора	372
Максвелл Эйнштейна и Максвелл Бора .	385

Воспоминания об И. С. Алексееве

<i>Деденко Л. Г.</i> Поиск пути (студенческие годы И. С. Алексеева)	393
<i>Полищук Р. Ф.</i> Вспоминая Игоря Алексеева	400
<i>Половинкин С. М.</i> Субъективист, позитивист, пророк?..	405
<i>Хоружий С. С.</i> Зона	410
<i>Розов М. А.</i> Я опоздал на нашу встречу	420
<i>Ученова В. В.</i> «Алексеевские университеты»	438
<i>Штивельман Б. Я.</i> Наш преподаватель философии в НГУ	445
<i>Дорошенко В. Л.</i> Как моя мама помогла И. С.	447
<i>Визгин Вик. П.</i> Игорь Алексеев, каким я его помню	452
<i>Визгин Вл. П.</i> Дон Кихот дополнительности	458
<i>Степин В. С.</i> В мире теоретических идей	466
Трагедия интеллектуального одиночества («Круглый стол» с участием Н. Ф. Овчинникова, А. В. Ахутина, Е. С. Бойко, Вл. П. Визгина, А. П. Огурцова, Б. Г. Юдина)	481
Список опубликованных научных трудов И. С. Алексеева .	509
Указатель имен	518
Авторы воспоминаний	524

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

АЛЕКСЕЕВ

Игорь Серафимович

**ДЕЯТЕЛЬНОСТНАЯ КОНЦЕПЦИЯ
ПОЗНАНИЯ И РЕАЛЬНОСТИ**

Избранные труды

по методологии и истории физики

Оригинал-макет подготовлен
К. И. АЛЕКСЕЕВЫМ
на электронном оборудовании
Института истории
естествознания и техники РАН

Лицензия ЛР № 090103 от 28.10.1994 г.

Подписано в печать с оригинал-макета
09.10.1995. Формат 84×108/32. Бумага офсет-
ная № 1. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Печ. л. 16,5. Уч.-изд. л. 27,5. Тираж 1000 экз.
С019

Издательство «РУССО»
117071, Москва, Ленинский пр-т., д. 15, к. 325.
Тел./факс 237 2502

Отпечатано в Московской типографии № 6
Комитета по печати Российской Федерации.
109088, Москва, ул. Южнопортовая, 24.

Заказ №