В.А. БАЖАНОВ

НАУКА КАК САМОПОЗНАЮЩАЯ СИСТЕМА

В. А. БАЖАНОВ

НАУКА КАК САМОПОЗНАЮЩАЯ СИСТЕМА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1991

Печатается по рекомендации
Редакционно-издательского совета
Казанского университета

Научный редактор доктор философских наук, профессор *И. И. Мочалов* (Институт истории естествознания и техники АН СССР)

Рецензенты: доктор философских наук *Ю. Б. Молчанов;* доктор философских наук, профессор *В. А. Смирнов* (Институт философии АН СССР)

В книге дается панорама современной науки сквозь призму ее рассмотрения как системы с рефлексией. Обобщение значительного объема фактического материала из различных областей науки показывает, что ее самопознание и самоорганизация осуществляются в контексте все более заметной тенденции культуры к критическому самоанализу. Обосновано, что это ведет к новым формам научной деятельности, критериям научности, пониманию роли «человеческого измерения» в развитии науки.

Для широкого круга научных работников, преподавателей, студентов и всех интересующихся проблемами развития науки.

Б $\frac{0301040100-021}{075(02)-91}$ 44—91

ISBN 5—7464—0439—X

© Бажанов В. А., 1991

Прогресс стоит человеческому разуму меньших усилий, чем познание самого себя.

Пьер Симон Лаплас

ВВЕДЕНИЕ

Тезис о ключевой роли науки в жизни современного общества вряд ли можно оспорить. Наука оказывает глубокое воздействие на любой элемент социальной сферы. Ее достижения определяют мировоззрение человека, его быт, характер деятельности, включенность в систему общественных отношений. Более того, они определяют будущее человека и человечества, связанное с научно-техническим прогрессом, который влечет качественные сдвиги и возникновение новых феноменов в самой науке. Одним из таких феноменов, постепенно набирающим силу и становящимся все более весомым параметром ее развития, является «резкое возрастание саморефлексивности научно-теоретического мышления» [Лекторский, 1983 а, с. 59].

Понятие рефлексии применяется для обозначения актов самосознания, самопознания, самоанализа, самооценки, того, что можно было бы назвать «мышлением о мышлении». Под рефлексивностью научного знания понимается его самообращенность, наличие в нем механизмов и норм сознательного контроля над процессом его роста и функционирования [Швырев, Юдин, 1980, с. 10]. Активизация действия этих механизмов в современной науке неслучайна. Вовлечение в орбиту исследований сложных систем, возрастание роли логико-математических методов анализа, превращение науки в комплексное образование, выступающее важным фактором развития социальной сферы и объектов государственного регулирования, со всей остротой ставят задачу эффективной организации и самоорганизации научного знания, в котором и вырабатываются соответствующие механизмы. Самоорганизация современного научного знания во многом осуществляется благодаря усилению координирующих, упорядочивающих, критических и регулирующих функций рефлексии. Усиление этих функций означает, что современная наука переживает стадию интенсивного становления таких форм самосознания, которые, с одной стороны, ориентированы на анализ и перестройку научных теорий и про-

грамм, а с другой — являются мощными стимулами и средствами развития и обоснования их концептуального содержания.

Анализ научной рефлексии предполагает, что речь должна идти не просто о некотором «метауровне» сознания, на котором происходит отказ от сложившихся стереотипов мышления, а о принципиально иной его позиции, с которой научное знание и его развитие просматриваются под **особым углом зрения, задаваемым переносом фокуса внимания с предмета, объекта научного исследования на его средства, орудия познавательной деятельности, на активность субъекта познания.**

Изучение научной рефлексии выделяет особую «ось координат» в научном знании. В результате строится своеобразная картина науки (или определенных ее областей), информационных закономерностей и тенденций ее развития, перспектива которой определяется рассмотрением науки как системы, анализирующей свои собственные структуры, представляющая науку в «рефлексивном измерении».

Осуществляя «мышление о мышлении» и тем самым имея, казалось бы, сугубо теоретическое значение, рефлексивные процедуры на самом деле предполагают последующую практическую реализацию. Они по своим стратегическим и тактическим целям имеют отчетливую критическую направленность, которая заключается в пересмотре некогда принятых, но изживших себя эталонов деятельности, ревизии, казалось бы, очевидных положений, но на поверку нередко выявляющих их нетривиальный и проблематичный характер. Рефлексия нацеливает на реализацию коренного диалектического принципа, согласно которому диалектика «ни перед чем не преклоняется и по самому существу своему критична и революционна» [Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд,, т. 23, с. 22]. Именно эта мысль выражает сущность философии как критической формы человеческого знания par excellence.

Рефлексивность научного знания несет ощутимый нормативный и конструктивный заряд и при соответствующих условиях может способствовать выработке обоснованных решений в сфере научной политики. В науковедении, становление которого во многом обусловлено стремлением науки взглянуть на себя как бы «со стороны», выйти на рефлексивную позицию, установлено, что

научная результативность, являясь производной от капиталовложений и организации исследований, пропорциональна лишь логарифму от ассигнований, но прямо пропорциональна степени организации науки. И если учесть, что на науку расходуется только 3—4% национального дохода СССР (в США 12—14%), но сам национальный доход на более чем 70% обеспечивается за счет научно-технического прогресса [Яблонский, 1986, с. 204—207], то становится очевидной актуальность исследований факторов и проблем, относящихся к оптимальной организации научного знания, к которым принадлежат и некоторые аспекты проблемы рефлексии в научном познании.

На значимость исследований науки как саморефлексивной системы неоднократно указывалось в работах, намечающих перспективы развития советской философской мысли [Современные проблемы диалектического материализма, 1985, с. 45]. Отмечалось и то, что «бурное развитие исследований по вопросам методологии не только в области физики, но и в естествознании и в науках об обществе, которое привело к выделению методологии в особую и самостоятельную сферу теоретической деятельности, настоятельно ставит вопрос о рефлексии методологических исследований над сутью и содержанием их самих» [Молчанов, 1985, с. 34]. Весьма остро стоит вопрос и о типологии научной рефлексии [Кузнецова, 1987, с. 215]. Решение этого вопроса позволяет отчетливее увидеть ее механизмы, вскрыть причины, благодаря которым в современной науке возникла потребность в этих механизмах.

Советская философская мысль имеет определенный приоритет в постановке проблемы рефлексии в современной науке и ее исследовании. В современной зарубежной философской литературе чаще всего лишь констатируется факт, что «роль рефлексии в науке явно недооценивается» [**Норденстам** *, 1979, с. 152], что «весьма продолжительное время в науке обсуждалось все, кроме нее самой» [**Мюллер-Маркус, 1976, с. 133**]. Это свидетельствует об известной нетрадиционности проблемы рефлексивности современного научного знания в контексте общих методологических вопросов.

---

* Литература, выделенная полужирным, приведена в иностранной библиографии в конце книги.

Некоторые аспекты этой проблемы восходят к традициям изучения рефлексии как принципа человеческого мышления, которое до сравнительно недавнего времени числилось по «ведомству» либо психологии, либо того раздела философии, который был ориентирован на исследование человеческого сознания [1]. Однако в случае проблемы рефлексии в науке речь должна идти скорее не только о сознании отдельного ученого, но и о надындивидуальном, надличностном самосознании науки, природа которого в каком-то смысле аналогична природе общественного сознания.

Самосознание науки формируется и через сопоставление с внешними для науки структурами, связанными с социальным резонансом научных изысканий, когда философия выступает как рефлексия над основаниями всей культуры (см.: [Степин, 1986, с. 42]). Глобальные, экологические, демографические проблемы современности, проблема этической ответственности ученого, гуманитарный смысл и последствия его деятельности — лишь некоторые из животрепещущих проблем, лежащих в плоскости внешних для науки факторов ее самооценки, самоконтроля и авторегуляции. Значимость этих факторов безусловно велика и они являются предметом тщательного изучения как у нас в стране, так и за рубежом. В фокусе же нашего внимания находятся те механизмы самопознания современной науки, которые можно отнести к внутреннему типу, задаваемому обращением науки к анализу собственных онтологических, мировоззренческих, логико-методологических, метатеоретических и других структур и оснований [2]. Именно эти структуры и основания непосредственно определяются теми источниками развития науки, которые расположены в ее собственных недрах.

Истоки рефлексивности современного научного знания находятся в логике, математике, физике и прямо обусловлены неклассическими тенденциями в физико-математическом естествознании в целом. Поэтому исследование диалектики самопознания современной науки естественным образом предполагает комплексный подход, в котором сочеталась бы традиционная проблематика теории познания, философских вопросов физики, логики и математики.

Подмечено, что «общие вопросы теории познания особенно остро обсуждались в ходе становления нового, в

процессах его ассимиляции в физике» [Сачков, 1984, с. 16], а фундаментальное физико-математическое знание в настоящее время переживает период интенсивного роста, характерного тем, что «коренной переоценке подвергается место и самое существо научного подхода — период, несколько напоминающий возникновение научного подхода в Древней Греции или его возрождение во времена Галилея» [Пригожин, 1985, с. 11]. Речь здесь идет не только о бурном развитии синергетики, вносящей идеи необратимости и эволюции в физико-химическую картину мира, но и о весьма глубоких сдвигах в научной рациональности, определяющей в конечном счете рациональное содержание всей человеческой культуры вообще.

Действительно, современная физика и, в частности, исследования по основаниям квантовой механики заметно влияют на изменения научной рациональности. Достаточно только упомянуть известные опыты Аспека по изучению корреляций элементарных частиц на макроскопических расстояниях, предполагаемых парадоксом Эйнштейна — Подольского — Розена, как становятся очевидными большое мировоззренческое значение комплекса вопросов, принадлежащих идеологии квантовой физики, и степень их возможного воздействия на научную картину реальности, стиль физического мышления, научную рациональность в целом, стратегию выбора приоритетных направлений исследования.

В то же время методологическое содержание отнюдь не находится в специальных науках на «поверхности»: для того чтобы увидеть это содержание, требуется особая познавательная установка. Она характерна, например, для исследований по основаниям физики, которые «объединяет рефлексивная, методологическая позиция... по отношению к физике» [Алексеев, Овчинников, Печенкин, 1984, с. 21]. Эта позиция оказывается достаточно важной для развития физики, т. к. некоторые разделы науки перешагнули порог сложности, после которого наличие научных революций обнаруживается только в ходе специального методологического анализа [Ахундов, Илларионов, 1985, с. 302]. Но сам методологический анализ есть не что иное как форма философского самосознания науки. Поэтому необходимо изучение тех концептуальных механизмов, которые обеспечивают адекватность методологического анализа реальным запросам

научной практики, вскрывают его конечные онтологические основания.

Поистине революционные изменения происходят и в современной логике и математике. Развитие алгебраической, фрактальной топологии, нестандартного анализа, информатики, теории топосов и категорий, интенсиональной, релевантной, параконсистентной логики и математики (история которых восходит к «воображаемой логике» Н. А. Васильева), небывалый взлет прикладной математики с отличной от «чистой» математики логикой уже сейчас оказывает весомое влияние на научную рациональность. Если учитывать, что «бесспорным и общепринятым ядром понятия рациональности являются все-таки законы логики» [Никифоров, 1985, с. 30],— а именно они ныне подвергаются пересмотру,— если учитывать, что «чем дальше и больше развивается цивилизация, тем шире царство логики и опирающейся на нее науки» [Алексеев В. П., 1984, с. 240], то с уверенностью можно ожидать распространения на многие области научного познания в высшей степени необычных методов рассуждения и принципов. Так, отказ от закона (не) противоречия в параконсистентной логике и математике означает отказ не от идеала — нормы! — композиции знания в виде непременно непротиворечивой системы. Снятие требования непротиворечивости открывает простор для создания теорий, не становящихся тривиальными от присутствия в них противоречия, т. е. значительно более богатых по своим выразительным возможностям. В такого рода системах теряет смысл привычное прочтение знаменитых теорем Геделя. Таким образом совершается новый шаг по направлению к заметному укреплению **неклассических** тенденций в современной науке, одна из которых — резкая активизация ее рефлексивности (это, впрочем, вовсе не означает, что такое укрепление происходит за счет классических представлений современной науки).

Такая активизация неслучайна. Она вызвана к жизни теми же внутринаучными причинами, которые ответственны и за ускоренные темпы развития науки последних десятилетий, за чуть ли не экспоненциальный характер воспроизводства научного знания. Будучи самоорганизующейся системой, наука реагирует на изменения ее внутреннего состояния таким образом, чтобы поддержать и развить оптимальный режим функционирования. В драматические стадии развития науки, когда «перепрограммировались» ее основания и ориентиры, неизменно на «полную силу» включались рефлексивные механизмы» (см.: [Швырев, 1984, с. 26]).

Место науки в духовной жизни общества таково, что она оказывает на последнюю глубочайшее воздействие, и в свою очередь несет на себе печать тех изменений, которые характерны для духовной жизни, сознания общества. В этом смысле вовсе не преувеличением будет утверждение, что рефлексия обладает общекультурной значимостью и является новой реалией духовной культуры [Кураев, Лазарев, 1986, с. 49]. Пределы ее распространения не ограничиваются естествознанием, его социальными, гносеологическими и нормативно-ценностными аспектами, а в известной мере захватывают инженерно-проектировочное и гуманитарное знание — психологию, правоведение, историю, проявляются в ряде форм общественного сознания, прежде всего в искусстве, что может стать темой отдельного исследования.

Думается, что тенденция к самопознанию современной науки может лишь усилиться (по крайней мере к такому заключению подводит логика ее развития), но это отнюдь не будет означать, что подлежит какой-то реформации символ, обычно связываемый с наукой,— Прометей, несущий людям небесный огонь, т. е. раскрывающий им тайны законов природы. Самоуглублению, свойственному современной науке, казалось бы, ближе другой символ — Нарцисс, всецело поглощенный собой. Однако Нарцисс ни в коей мере неадекватен как символ современной науки, поскольку саморефлексия науки порождена прежде всего стремлением сделать более эффективными, мощными методы научного познания действительности, т. е. еще больше опереться на прометеев огонь. Если использовать афоризм Лапласа, здесь мы имеем ситуацию, когда разум идет вперед, углубляясь в самого себя.

Дорефлексивная стадия развития научного мышления характерна тягой к абсолютизации знания, к возведению достижений науки в ранг непререкаемых догм. Однако возникновение саморефлексии вовсе не гарантирует успеха в развитии тех или иных теорий и концепций, так сказать, автоматически. Дело в том, что рефлексия способна быть стимулирующим фактором развития науки, и причем весьма эффективным, но она же способна быть и тормозом в развитии, когда самоанализ ведется в лож-

ном направлении. Двойственная, диалектическая функция рефлексии — и фактор ускорения, и фактор торможения — также свидетельствует об актуальности исследования рефлексивности научного познания в плане ее сопряженности со стратегией планирования научной политики.

Считаю своим приятным долгом поблагодарить сотрудников сектора философских вопросов физики Института философии АН СССР за ценные замечания и соображения, касающиеся представленной в данной книге точки зрения. Многие идеи и положения этой книги выросли из обсуждений различных аспектов философских проблем науки с И. С. Алексеевым, И. Анеллисом, А. Г. Барабашевым, Ч. Даффи, К. Х. Делокаровым, С. Н. Жаровым, А. С. Карминым, А. С. Кравецом, Н. да Костой, В. И. Метловым, И. И. Мочаловым, М. М. Новоселовым, М. И. Пановым, А. И. Панченко, В. Н. Первушиным, В. Я. Перминовым, М. А. Розовым, В. А. Смирновым, К. Хаваш, В. С. Швыревым, которым автор также признателен.

ГЛАВА I

РЕФЛЕКСИЯ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ФИЛОСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА

1.1. Предпосылки и становление механизмов самопознания современной науки

Наука прошла многовековой путь развития. Путь, неоднократно отмеченный драматическими периодами, казалось бы, крахом старых и торжеством принципиально новых представлений, но на поверку связанных со старыми отношением преемственности, сменой картин мира, стилей мышления, норм и идеалов познавательной деятельности. Это история взлета и падения концепций, это история «безумных» идей, которые могли десятилетиями ждать своего «звездного часа», чтобы стать краеугольными камнями какой-либо новаторской конструкции, это история открытий, с которыми всегда связано состояние высшей мобилизации интеллекта и эмоций, кропотливый труд, чаще всего не приносящий ни славы, ни даже внутреннего сознания успеха, но отмеченный высоким соприкосновением с неизвестным, проникновением в скрытую сущность вещей и явлений, постижением истины. Сменялись поколения ученых, научные стили, объекты исследования, проблемы, занимавшие пытливые умы. Качественно изменялось научно-теоретическое мышление. И вот только где-то примерно на рубеже 1960—1970 гг. стали говорить, и причем все активнее, о таком свойстве, как рефлексивность научного знания (см.: [Лекторский, Швырев, 1972; Копнин, 1974; Розов, 1972]). И это не столько терминологическая мода, сколько реакция на качественно новый феномен в научно-теоретическом мышлении, фиксация на методологическом уровне появления новых механизмов в его работе — механизмов, подготовленных всем ходом развития науки, механизмов, формирующих самосознание науки с присущими ему функциями обоснования, регулирования, контроля и критической оценки генерируемых научно-теоретическим мышлением концептуальных построений.

Между тем «в 50-е и 60-е годы в нашей философской литературе категория «рефлексия» трактовалась как чуждая марксистской теории познания» [Огурцов, 1987, с. 13]. В Большой Советской энциклопедии 2-го издания

рефлексия характеризуется как «термин буржуазной идеалистич(еской) философии... Диалектический материализм отвергает термин «рефлексия» как теоретико-познавательное понятие» [БСЭ, 2-е изд., т. 36, с. 423—424]. Такое отношение к понятию рефлексии в советской философской литературе до начала 1970-х гг. в какой-то мере объясняет причины того, почему «применение категории рефлексии в качестве средства методологического анализа развития науки является новым делом...» и почему «судьба категории рефлексии в истории нашей литературы достойна сожаления» [Овчинников, 1988, с. 7]. Однако такое положение с понятием рефлексии и связанными с ним представлениями не могло сохраняться и впредь в силу бурного прогресса науки и остроты социальных последствий этого прогресса.

То, что наука должна осознать себя, свою роль, ответственность перед человечеством, природой, причину отказа от презумпции описания природы «извне», с позиций безучастных зрителей, и построить стратегию развития исходя из факта, что «старое априорное различие между научными и этическими ценностями более неприемлимо», все яснее понимается философами и представителями конкретных наук [Пригожин, Стенгрес, 1986, с. 386].

Эта идея определяет ведущие тенденции развития современного научно-теоретического мышления — тенденции, направленные на раскрытие источников прогрессивного движения науки, на выявление каналов ее сопряженности с другими сферами человеческой культуры, на осмысление «диалогизма» не только как важной грани современного научного метода, но и отличительной черты нового мышления, к какой бы области оно не относилось.

Наука в тех или иных формах всегда включала свое собственное осознание. Однако до некоторого времени оно осуществлялось исключительно посредством, так сказать, спорадической рефлексии отдельных (как правило выдающихся) ученых, сомневающихся в тех или иных положениях своей дисциплины и производивших критическую переоценку а, нередко, и перестройку определенного фрагмента знания с целью его упорядочения, уточнения и модификации. Сомнение зачастую служило отправным пунктом в построении существенно новой, обобщенной теории. Здесь мы имеем дело с «личностной» формой рефлексии, осуществляемой в границах личностного

знания, которое, как известно, интросубъективно, идеально и распредмечено [1].

Современная же наука перешагнула ту черту, когда ее самопознание могло осуществляться только на уровне и благодаря энтузиазму отдельных выдающихся ученых, способных синтезировать целостный образ своей дисциплины. Замыкание на «личностной» форме рефлексии было возможно лишь в той мере, в какой просты предметные области, методы и представления классической науки, или же ограничен объект рефлексии. Новая теоретико-познавательная ситуация отличается вовлечением в орбиту научных исследований сложных и сверхсложных, самоорганизующихся систем и весьма емких по своей информационной насыщенности пластов объективной реальности, что ведет к усложнению научных теорий, приданию большего удельного веса задаче критической переоценки их оснований, созданию своего рода витка обратной связи между теорией и ее основаниями в отношении рефлексии. Следовательно, качественное своеобразие современного этапа развития науки состоит в том, что «ее дальнейшее движение вперед требует вплетения саморефлексивности в саму ткань научного исследования» [Лекторский, 1980, с. 302].

Складываются особые концептуальные и организационные структуры, которые относятся как бы к надличностным формам рефлексии в науке. Внутренние процессы роста науки, обусловленные прежде всего неклассическими тенденциями, перестраивают организацию научной деятельности так, что наряду с личностной формой рефлексии неизбежно оформляются надличностные (но, разумеется, не внеличностные!), институционально закрепленные формы самосознания науки. Эти формы надличностные в том смысле, что они возникают как особые концептуально замкнутые структуры, предметом изучения которых выступают непосредственно качественные и количественные параметры науки, отдельных концепций и теорий, в совокупности воссоздающие образ науки. Эти формы надличностны в том смысле, что области знания, наиболее отчетливо выражающие самосознание науки — науковедение, наукометрия, социология науки и т. д.— относительно самостоятельны и как когнитивные, и как институциональные системы [2]. Знание здесь интерсубъективно, опредмечено, т. е. отчуждено от своего конкретного создателя и объективировано

в знаковых системах. Содержание личностного знания не просто, не аддитивно входит в содержание надличностного знания, как слагаемое входит в сумму или часть в целое, оно претерпевает сложные метаморфозы, сохраняясь и «растворяясь» в нем одновременно (см.: [Моторина, 1982, с. 54—55]). Иначе говоря, содержание надличностного знания предзадано каждому, кто объектом своего исследования сделает науку или ее отдельный фрагмент.

Приступая к анализу науки, исследователь погружается в силовое поле нормативов, категорий, принципов, с помощью которых осуществляется самопознание науки. Можно, видимо, сказать, что ситуация со статусом самосознания науки во многом аналогична с ситуацией, в которой рассматривается взаимосвязь общественного и индивидуального сознания, статус и природа общественного сознания (но не его происхождение). С одной стороны, «нет общественного сознания, которое существовало бы вне и помимо множества индивидуальных сознаний», а «источником новообразований в общественном сознании служит именно индивидуальное сознание», но с другой — общественное сознание существует в отчужденном от индивидуального сознания виде, адекватно выражаясь «в различных формах надличностной объективации» [Дубровский, 1983, с. 159, 166, 176].

Аналогия между природой общественного сознания и научно-теоретическим мышлением, самосознанием науки может быть, на наш взгляд, продолжена и дальше — вплоть до общих моментов в их развитии. Думается, что эта — быть может несколько неожиданная — аналогия при всей ее условности способна пролить новый свет на вопросы «что такое самосознание науки?», «почему предикат рефлексивности стал приложим к научно-теоретическому мышлению где-то в середине XX века?», «каков магистральный путь его развития?».

Эвристической основой такой аналогии может служить идея единства, под знаком которой происходит развитие науки. И прогресс физики от античности до наших дней, утверждающий глубокую взаимосвязь физических форм движения, а вместе с тем и всех форм движения материи, и революционный переворот во взглядах на общество, состоявший в демонстрации глубокой взаимосвязи его структурной организации и процесса его естественноисторического развития, говорят в пользу плодотворности идеи единства как в точных, так и гуманитарных науках. В нашем же случае речь пойдет о системах, достаточно схожих по своей природе.

Итак, представляется правомерным предположение о наличии моментов единства на уровне гносеологического рассмотрения специфики становления рефлексивных механизмов в плане закономерности развития человеческого самосознания, интеллекта и самосознания науки. Об этом можно судить не только на основании достижений психологии, подробно изучавшей эволюцию интеллекта в исторической ретроспективе [Лурия, 1974], но в какой-то мере и на основании психологии детского возраста. Подобно тому, как онтогенез повторяет филогенез, так и ментальный, когнитивный «онтогенез» должен повторять ментальный, когнитивный «филогенез».

Описывая процесс гоминизации индивида, П. Тейяр де Шарден отводит в нем центральное место феномену рефлексии как проявлению внутренней активности пробуждающегося сознания и самосознания. «Рефлексия,— писал он,— это приобретенная сознанием способность сосредоточиться на самом себе и овладеть самим собой как предметом, обладающим своей специфической устойчивостью и своим специфическим значением,— способностью не просто познавать, а познавать самого себя; не просто знать, а знать, что знаешь. Путем этой индивидуализации самого себя внутри себя живой элемент, до того распыленный и разделенный в смутном кругу восприятий и действий, впервые превратился в точечный центр, в котором все представления и опыт связываются и скрепляются в единое целое, осознающее свою организацию... Рефлектирующее существо в силу самого сосредоточивания на самом себе внезапно становится способным развиваться в новой сфере. Абстракция, логика, обдуманный выбор и изобретательность, математика, искусство, рассчитанные на восприятие пространства и длительности, тревоги и мечтания любви... Вся эта деятельность внутренней жизни — не что иное, как возбуждение вновь образованного центра, воспламеняющегося в самом себе» [Тейяр де Шарден, 1987, с. 136]. Я привел эту обширную цитату потому, что в ней содержатся яркое воспроизведение сути внутриндивидуальной рефлексии и указание на ее роль в становлении человека как личности (мысль П. Тейяр де Шардена, впрочем, допускает, как

будет видно ниже, естественное обобщение). Рассмотрим этот процесс несколько детальнее.

На начальной стадии развития сознание нерефлексивно, оно, так сказать, экстравертно, т. е. направлено на «других», объектноориентированно. Это выражается, скажем, в том, что не воспринимая себя отдельно от своих социальных ролей, индивид склонен подменять самоописание описанием отдельных фактов своей жизни или же характеристикой людей из ближайшего окружения (излагая эволюцию человеческого самосознания, мы во многом опираемся на работу [Кон, 1984, с. 69—136]). Нерефлексивному сознанию присуще не категориальное, а ситуативное мышление. Например, на ранних этапах развития ребенка слова не являются организующим фактором в упорядочении опыта, и вплоть до младшего школьного возраста процессом абстрагирования руководит хаотический (с точки зрения взрослого, представителя категориального мышления) комплекс признаков, объединенных лишь общей ситуацией. Вообще, было бы, наверное, опрометчиво предполагать, что процессы абстрагирования и обобщения инвариантны на всех этапах социально-экономического и культурного развития человека (см.: [Лурия, 1974; 1982, с. 57, 63]).

Действительно, развитие человеческого сознания не может не сопровождаться усложнением форм абстрагирования и обобщения, повышением удельного веса интроспекции и духовной жизни индивида. Можно увидеть, что и эволюция психологического словаря отражает постепенное формирование идеи субъекта; развитие самосознания отпечатано в истории возвратно-определительных местоимений, слов с приставкой «сам», «ауто», «авт» и рефлексивных оборотов речи, фиксирующих обращение к самому себе.

Когда утверждают слабую психологичность средневековой (и уж тем более античной) культуры, то подразумевают своеобразное пренебрежение человеческой индивидуальностью, сосредоточение на фактологической стороне человеческой жизни, плохо развитую способность к эмпатии, сопереживанию, замыкание в лучшем случае на узком сословном или религиозном круге. По меткому выражению И. С. Кона, открытие, что «и крестьянки чувствовать умеют», было сделано только в Новое время, но однажды возникшее удивление силой собственного

чувства толкало ко все более сложным формам рефлексии.

Нерефлексивность общественного сознания выражалась и в том, что по сути дела не существовал автобиографический жанр в литературе, автопортретная живопись (раннее средневековье вообще не знало портретной живописи), смерть воспринималась как коллективное явление, а не трагедия индивида, поэтому не были приняты именные надгробия.

Положение стало меняться только примерно в XV—XVI в. по мере повышения образовательного ценза населения. Как следствие этого функционально-образные операции мышления уступают место семантическим и логическим операциям, на задний план отходит тенденция опираться на предметно-практическую жизнь в своих суждениях, мышление все больше приобретает категориальный характер. Вовсе не случайно в опытах А. Р. Лурии трансформация ситуативного в категориальное мышление наблюдалась именно в пропорциях, определяемых приобщением человека к культуре, образованию. И это объяснимо. Образование непременно связано с формированием мировоззрения, приобретением соответствующего кругозора, расширением его, а стало быть, определенным уяснением своей роли и места в мире. Просвещенному сознанию открываются различные возможности действия, перед ним возникает выбор, обязательно предполагающий критическую оценку альтернатив. Таким образом та или иная степень саморефлексии неизбежна. Чем крупнее, значительнее альтернативы, тем большая ответственность выбора, тем активнее, мощнее рефлексия, задающая ориентиры самоопределения.

Переломный момент в развитии сознания стал возможным, когда получило развитие чувство индивидуальности и возросла ценность человека как личности. Человек начинает ощущать свою уникальность, внеположенную сословным или религиозным рамкам. Это прежде всего отразилось в словаре. Если в староанглийском языке насчитывалось всего 13 слов с приставкой self (сам), причем половина из них обозначала объективные отношения, то количество таких слов (самолюбие, самоуважение, самопознание и т. д.) резко возрастает со второй половины XVI в. после Реформации.

Бо́льшая степень самосознания приводит к индивидуализации надгробий; в изобразительном искусстве

интерес к индивидуальности отражается в расцвете портретной живописи. «Человек, не отделявший себя от своих социальных функций и не ощущавший себя изменяющимся во времени,— пишет И. С. Кон,— не нуждался в том, чтобы зафиксировать свой облик и состояние в определенный момент времени. Кажущееся «неумение» средневекового художника воспроизвести облик человека с индивидуальными, только ему присущими чертами было на самом деле выражением такого понимания сущности человека, которое подчеркивало не преходящие, а вечные, то есть родовые, признаки...» [Кон, 1984, с. 95]. Изображение человека фиксировало его сан, общественное положение, а не индивидуальность. Так, иллюстратор аахенской рукописи, узнав о смерти государя, счел естественным не переделывать «портрет», а просто подписать под ним новое имя — преемника. Иллюстратор ведь изображал государя.

Что касается литературы, то еще литература Возрождения больше уделяет внимания вопросу о том, что есть человек, оставляя вне поля зрения вопрос «А кто же я?». Тем не менее в XVII в. крепнет новый ветер и излюбленными литературными жанрами становятся мемуары, портреты, максимы, но по-прежнему произведения отличаются низкой интроспективностью. Ее «эскалацию», по-видимому, начинает Ж. Ж. Руссо в своей «Исповеди», которую продолжили романтики, все детальнее и полнее воспроизводя черты новоевропейского канона личности с ее свойством саморефлексии, самоуглубления.

Культурные традиции, заложенные в то время и развитые последующими поколениями, формируют сознание, органически спаянное с критической самооценкой, неотъемлемой особенностью которого становится самообращенность. Это качество, до некоторых пор существующее на уровне сознания личности и реализующееся в контексте ее активности в пределах той или иной формы развивающегося общественного сознания, в конце концов приобретает надличностный характер и начинает выступать имманентной ей чертой. Так, в литературе рефлексивность проявляется и в преднамеренном создании произведений, претендующих на вычленение канонов, как бы нормализующих литературную жизнь своей эпохи, во всеуслышание утверждающих сложившийся стихийно стиль, либо — что более характерно для современности — созданием своего рода «металитературы»,

литературы о литературе, того, что принято называть литературной критикой, литературоведением. Это же касается драматургии («метадраматургия»— театроведение, театральная критика), кинематографа («метакинематограф»— кинематографическая критика), живописи и т. д. (см.: [Лотман, 1977]).

Даже в музыке все отчетливее проявляются рефлексивные тенденции. Если у 237 классиков русской и зарубежной музыки в течение нескольких веков зафиксировано 26 случаев занятия музыковедением и музыкальной критикой, то у 198 современных композиторов эти виды деятельности зафиксированы уже 39 раз [Петров, 1983, с. 325].

Динамичность развития искусств в наши дни выливается в полифонию стилей, в достаточно оперативную замену одних художественных структур другими. А «именно в периоды «ломки» в художественной культуре в искусстве обостряются рефлексивные процессы, причем, как правило, эти процессы в первую очередь имеют место в творчестве больших художников», и поэтому культурологами было замечено, что «цикличность рефлексивных процессов... близка к цикличности приоритетов в иерархии культуры»,— пишет В. М. Петров, анализируя рефлексию в истории художественной культуры [Петров, 1983, с. 323].

В эстетике стали говорить о метауровне — «метаэстетике», изучающей статус эстетики как науки [Зеленов, Куликов, 1982, с. 5]. Не обсуждая вопроса о том, насколько правомерен термин «метаэстетика» не в метафорическом смысле, все же отметим симптоматичность его использования для обозначения совершенно определенной позиции эстетического сознания.

Другие формы общественного сознания также затронуты саморефлексивными тенденциями. Философии они были присущи изначально, и хотя вести речь о метафилософии, строго говоря, нельзя — философия включает знание о предельных основаниях субъект-объектных отношений, она сама создает свою логику и свой метод, сама осмысливает их (см.: [Брутян, 1985, с. 85—90] — но повышенный ныне интерес к методологическому анализу дает право его общую характеристику назвать метаметодологической работой [Юдин, 1986, с. 63].

Прогресс психологии во многом связывается с

построением ее метатеоретических разделов [Шерозия, 1979, с. 146—154].

В начале XX в. и в юриспруденции возникла и получила распространение проблематика пробелов в праве, обладающая рельефной метатеоретической направленностью (см.: [Лазарев В. В. 1974]).

Одним словом, рефлексивные тенденции в большей или меньшей степени характерны едва ли не для всех форм общественного сознания, равно как и для особой формы — науки, где они не только ярко выражены, но и в силу центрального места науки в духовном производстве распространяются на соседние области, достигая такого уровня развития, когда можно говорить об их общекультурном значении.

Собственно наука как деятельность по производству и трансляции нового знания обязана своим становлением в большей мере критикорефлексивному моменту в способах функционирования знания. Социальная атмосфера, культивировавшая критико-рефлексивную деятельность, складывалась в условиях античной демократии, которая предполагала соревнование идей, совершенствование методов интерсубъективного доказательства и убеждения, что в конечном счете привело к развитию традиционной логики и рационально понимаемой и организованной науки.

В то же время критико-рефлексивный момент фактически отсутствовал в древневосточной науке. Атмосфера антидемократизма в общественной жизни, когда безусловное предпочтение отдавалось не имперсональной аргументации, не рациональным соображениям, а авторитету власть имущего, когда прерогатива занятием наукой полностью принадлежала узкому кругу жрецов, превращавших знание в предмет поклонения, а науку в вид сакральной деятельности, не подлежавшей критической перестройке ни по одному из пунктов,— эта атмосфера привела к тому, что знание приняло догматический характер, над ним воспарил ореол неопровержимости и абсолютности, т. е. как раз те черты, которые преграждали путь к непрерывному воспроизводству, обновлению знания, черты, имманентные рациональной науке, идущей дальше эмпирико-рецептурных рекомендаций (см.: [Ильин, Калинкин, 1985, § 2.2]). «Наиболее важный аспект, общий для греческой мысли и современной науки, разительно контрастирующий с религиозно-мистической формой познания,— замечают И. Пригожин и И. Стенгерс,— заключается в придании особой значимости критическому анализу и проверке» [Пригожин, Стенгерс, 1986, с. 82].

Роль критического анализа в плане развития отнюдь не замыкается сферой науки. Она является центральной и для развития общества. Опыт истории однозначно свидетельствует в пользу животворящего воздействия критической составляющей рефлексии на все функции (и состояние в целом) социального организма. В романе А. Бека «Новое назначение» описывается весьма типичный случай, дающий возможность ощутить атмосферу, духовный климат периода правления Сталина. Правда, он произошел уже после смерти «отца народов». На одном из заседаний Берия обвиняет видного промышленного руководителя (Онисимова) в том, что тот «занял позицию критически мыслящей личности». В свою очередь этот руководитель, почувствовав в отсутствии «хозяина» некоторый привкус свободы, посмел возразить: «Никогда в позу критически мыслящей личности я не становился. Это клевета... Я был, оставался и останусь дисциплинированным, государственно мыслящим работником» [Бек, 1989, с. 98]. Сверхцентрализованное руководство страной на всех уровнях с точки зрения извращенного здравого смысла, а не науки, делало не просто излишним, а «вредным» проявление критической саморефлексии, поскольку она могла внести элемент неопределенности в управление, необходимость самостоятельного выбора альтернативных вариантов действия, что немедленно отторгалось административно-командной системой.

Критико-рефлексивная деятельность с самого начала сопровождала научное мышление; ее развитие шло постепенно, что не позволяет рефлексивность современного научного познания считать родившейся подобно Минерве из головы Юпитера — зрелой. Внутринаучные формы рефлексии прошли, как установил Э. Г. Юдин [Юдин Э. Г., 1978, с. 5—8], три этапа, сменявших друг друга в истории науки[3]. Первых два этапа, вслед за П. П. Гайденко, он обозначил как онтологизм, восходящий к аристотелевской концепции истины, пронизывающий классическую науку и завершающийся приблизительно в середине XIX в., и гносеологизм, подхвативший эстафету рефлексивности в середине XIX в. и пронесший ее в XX в.

Онтологизм в центр рефлексии помещал связку «знание — объект». Объект представлялся в виде «Книги природы», написанной всемогущим божественным интеллектом и, следовательно, знание о природе смыкалось с естественной теологией предметом которой выступало «чтение», воссоздание текста «Книги природы» человеческим мышлением. Само же человеческое мышление несовершенно, над ним довлеют различные «идолы», уводящие его в ошибки и на ложные тропинки заблуждений. Поэтому специфической задачей рефлексии здесь является освобождение «от влияния «идолов», совращающих с истинного пути познания», т. е. выявление того, «как воздействуют эти идолы и какие меры необходимы для нейтрализации их влияния» [Юдин, 1986, с. 17].

Перенос внимания со связки «знание — объект» на связку «субъект — объект» и, стало быть, переход от онтологизма к **гносеологизму** начал осуществляться с момента, когда возникло сомнение в познавательных способностях человеческого разума, не имеющего за собой абсолютный интеллект бога, в философии Д. Юма и И. Канта. Именно гносеологизму принадлежит заслуга постановки вопроса об активной роли субъекта в процессе познания, что предполагало отказ от главных установок предшествующей формы самосознания науки. Раз объект уже не является порождением абсолютного разума, то он оказывается как бы отчужденным от субъекта, противостоящим его познавательным возможностям и, вообще говоря, в лучшем случае лишь весьма ограниченно поддающимся умопостижению. Настаивая на «непрозрачности» объекта, гносеологизм принимал уже «проницаемость» субъекта, для которого чувственное познание является едва ли не единственным каналом реальной связи с объектом. Логическое же, рациональное познание носит недостоверный, вспомогательный характер, ибо слагается из концептуальных образований, не допускающих непосредственный спуск к чувственным данным. Такое истолкование познания было наиболее отчетливо выражено в позитивизме и неопозитивизме, хотя влияние гносеологизма выходило за пределы этих философских течений [Юдин, 1986, с. 18].

Методологизм, истоки которого восходят к науке Нового времени [Швырев, 1984, с. 85], характерен тем, что в фокусе самосознания науки оказывается связка «субъект — знание». Это отражает понимание факта сложной

взаимообусловленности состояния и ориентации субъекта наличным знанием, социокультурным окружением, природой его, субъекта, деятельности. Объект здесь предстает не просто как нечто, втянутое в орбиту деятельности субъекта и прямо доступное его разуму, а как нечто, задаваемое ему «через призму, образованную из сложным образом организованной совокупности разнородных знаний, которыми обладает субъект» [Юдин, 1986, с. 18]. Такое понимание объекта связано с преодолением созерцательного подхода к познанию в пользу его **деятельностного** истолкования, что ведет не только к новой трактовке соотношения объективного и субъективного в познании, не только к большей диалектичности научно-теоретического мышления, вызывающего к жизни новую форму самосознания, но и к оформлению в ряде случаев рефлексии в виде специальных научных дисциплин, из которых наиболее развита метаматематика, к радикальной мировоззренческой и методологической переориентации науки, к становлению принципиально новых онтологических представлений о самом знании, к возникновению нового образа науки и новых идеалов научности (см.: [Лекторский, 1983 а, с. 58—59]).

Деятельностное истолкование познания хотя и было представлено в систематизированном виде лишь на философском уровне (при наличии в истории философии предпосылок к такому истолкованию), но оно было подготовлено самим ходом развития естествознания, возникло как ответ на его реальные запросы. Успехи естественных и технических наук подводили к осознанию узости и недостаточности созерцательной интерпретации познания; они все отчетливее оттеняли моменты конструктивности в активности субъекта, программирующий характер его концептуального инструментария, инкорпорированность механизмов деятельности даже в сколько-нибудь сложное дескриптивное знание. Хотя идеалом познания по-прежнему оставалось (и остается поныне) воспроизведение действительности как бы в «чистом» виде, без «примеси» факторов, напоминающих о познавательной деятельности, о незримом присутствии субъекта познания, его активности и проводнике этой активности — экспериментальной техники, но результаты познания, так сказать, безоговорочно уже не считаются относящимися к «чистому» объекту: либо познавательная деятельность присутствует как бы на заднем плане полученных ре-

зультатов, либо понимается, что она тем или иным образом оставила (или могла оставить) отпечаток на конечных результатах познания. В современной гносеологии укоренилось убеждение, что квантовая механика была первой дисциплиной, которая со всей остротой подняла вопрос о необходимости учета деятельностных факторов (см.: [Швырев, 1985, с. 54]), что, вообще, «из диалога с природой, начатого классической наукой, рассматривающей природу как некий автомат, родился совершенно другой взгляд на исследование природы, в контексте которого активное вопрошание природы есть неотъемлемая часть ее внутренней активности» [Пригожин, Стенгерс, 1986, с. 373]. В итоге это привело к существенной модификации понимания соотношения субъективного и объективного в познании, указало на новые моменты в их диалектике (см.: [Алексеев, 1978, гл. 5, § 2]).

«Действительно марксистское понимание объекта тем отличается от взгляда метафизического материализма по этому вопросу, что в понятие объекта включается содержание деятельности субъекта»,— отмечает В. И. Метлов [Метлов, 1987, с. 104]. «Деятельность познающего субъекта,— тоже подчеркивает А. И. Ракитов,— признается не только важнейшим формообразующим фактором, но и по существу инкорпорированным в его содержание» [Ракитов, 1983, с. 62].

Будучи определенной рефлексией над качественно новой теоретической и экспериментальной ситуацией в естественнонаучном и техническом познании, деятельностный подход отвечает сущности неклассической науки. Причем неклассичность современной науки проявляется не только в том, что релятивистские и квантовомеханические принципы хронологически предшествовали развертыванию неклассических тенденций в других областях, являлись своеобразными ориентирами, «законодателями моды» при выработке представлений, также поворачивающихся лицом к центральному месту деятельности в познании,— неклассичность современной науки проявляется в том, что проникновение в новые пласты объективной реальности сопровождалось созданием и распространением нового стиля научного мышления, элементами которого выступают постоянный самоконтроль, саморегуляция и самосовершенствование, реализующиеся в различных формах рефлексии.

1.2. Специфика самопознания современной науки

Возникновение разнообразных форм рефлексивности научного знания указывает на коренные изменения в нормативно-ценностном пространстве науки, связанные со становлением неклассических стандартов построения, систематизации и концептуального оформления научного знания, с отходом от классических представлений о сущности и механизмах развития, с осознанием системного характера этого процесса, роли в нем строго детерминированных и случайных компонентов. При этом методологические исследования возникают и развертываются в процессе разрешения противоречия между «возрастающей потребностью науки в методологической регуляции и возможностями стихийно-эмпирического поиска методологических принципов» [Степин, 1986, с. 42].

Необходимость целенаправленного поиска методологических принципов можно объяснить возрастанием сложности концептуальных построений, средств и методов когнитивной деятельности, потребностью в синтезирующих концепциях и представлениях, позволяющих составить обобщенный образ той или иной научной области, «нащупать» тенденции и перспективы ее развития. Такой поиск может приводить к методологическим принципам и идеям различной степени общности: он может выливаться либо в содержательное методологическое исследование, касающееся структуры научного знания и отдельных его теорий, законов их функционирования и механизмов их смены и т. д., и таким образом вплотную приближаться к собственно философской проблематике, либо же идти в русле формального методологического исследования, касающегося изучения языков, дедуктивных и выразительных возможностей научных теорий, особенностей их формализации и т. д. В последнем случае методология принимает вид метатеоретического исследования.

Стихийно-эмпирический поиск методологических принципов представителями специальных наук зачастую достигал уровня философского знания, ставил важные философские вопросы, но эпизодический характер этого поиска, конечно же, не удовлетворял возрастающие запросы по методологическому обеспечению бурно развивающегося знания. В логике и математике, оказавшихся наиболее подготовленными для преодоления стихийности

поиска, он и был преодолен в создании новой плоскости движения научной мысли — плоскости метатеоретических исследований. Позже элементы этих исследований стали обычными для целого ряда специальных наук — физики, кибернетики, теории систем.

Все теории, для которых характерны метатеоретические исследования, объединены весьма нетривиальным философским содержанием. «Обращаясь к другим теориям, например, теориям в географии, геологии или биологии, мы обнаруживаем,— справедливо замечает В. И. Купцов,— что многие из них базируются на философских представлениях, близких к представлениям здравого смысла, и поэтому не подвергаются рефлексии: они не выступают предметом специального анализа» [Купцов, 1983, с. 41]. Метатеоретические исследования явились первой формой, в которой рефлексия приобрела статус самостоятельного уровня внутринаучного поиска.

Развертывание метатеоретических исследований, метатеоретическая рефлексия — закономерный продукт революции в логике, математике, физике. Между тем рефлексия может происходить и неадекватно сущности ее предмета. Иллюзорные конструкции, псевдообъяснительные схемы научно-познавательной деятельности, пренебрежение к философии как необходимой составляющей духовной культуры, в контексте которой развивается специально-научное знание, часто выступают признаками ложной рефлексии (см.: [Швырев, 1985, с. 48]).

Наука и искусство рефлексивности (особенно философской рефлексивности) в том и состоят, чтобы вскрыть неявные предпосылки, механизмы прогресса, законы движения, логику развития, «нормы жизнедеятельности», системные, целостные характеристики научных теорий, иначе говоря, углубиться в ту сущность предмета, которая в бо́льшем своем объеме остается скрытой от взгляда исследователя, находящегося в границах рефлексирующего знания. Это достигается путем обращения к различного рода концептуальным соображениям и системам, принадлежащим различным уровням познания. «По своей сути рефлексия конституирует такую сферу познавательной деятельности субъекта, в которой все эпистемические феномены (абстракции, модели, теории и т. п.), обычно выступающие в четких, выкристаллизовавшихся формах в качестве орудий познания, как бы подвергаются «размягчению», критическому разъятию

на составляющие элементы,— пишут В. И. Кураев и Ф. В. Лазарев.— Проблематизация, вопрошающее прояснение — внутренний нерв рефлексивной деятельности...» [Кураев, Лазарев, 1988, с. 228—229]. Вплетение рефлексии в ткань научно-теоретического мышления обусловлено в конечном итоге внутренними потребностями понимания роли и статуса того или иного концептуального образования во все возрастающей информационной насыщенности науки, такого понимания, которое не только лежит в русле традиций рациональности теоретической деятельности в науке, но и служит способом и средством укрепления и развития этих традиций, социальных эстафет, участниками которых являются сменяющие друг друга научные сообщества.

Важная цель любой рефлексирующей процедуры — обоснование определенного фрагмента знания, что выступает и главной задачей метатеоретических исследований. Замечательно, однако, что процедуры, которые первоначально, казалось бы, имели чисто обосновательное назначение, в действительности зачастую являлись не чем иным, как «своеобразным способом развития самого содержания знания... Это одновременно и результат выхода за пределы концептуальной системы и средство этого выхода» [Лекторский, 1980, с. 261, 263].

Методологическое исследование научной рефлексии касается интимных механизмов познавательного отношения, в котором субъект получает знание принципиально нового — в известном смысле самоотнесенного — типа. Благодаря этому его мышление становится как бы нелинейным, отвечающим образу мышления «со второй производной» (см.: [Петров С., 1987, с. 62—69]). Именно самоотнесенность знания служит цементирующей основой, придающей сложной системе самопознания науки статус фактора, ответственного не только за упорядочение, реорганизацию и анализ оснований знания, но и фактора, способствующего более оптимальному функционированию и саморегуляции всех звеньев научной деятельности (что особенно ярко проявляется в сфере фундаментальных исследований). Возможность самоотнесения достигается с помощью обращения к концептуальным структурам высокого уровня абстракции, обобщающей способности и выразительности, использующих мощные системы аргументации. Знание, получаемое, например, в метатеоретических исследованиях, именно такого типа. Выра-

ботка такого рода знания в то же время со всей остротой ставит вопрос о критериях научности, которые «формируют ценностно-нормативное самосознание науки» [Ильин, 1986, с. 67].

Не будет, видимо, ошибкой сказать, что реализация рефлексивности — по меньшей мере в неявном, «свернутом» виде — заключает основные механизмы системного подхода и происходит в духе системных идей. Во-первых, в результате рефлексии четче очерчиваются границы предмета, т. е. она служит мощным средством его объективации; во-вторых, в диалектике рефлексивности отражаются особенности функционирования отдельных компонентов предмета; в-третьих, обнаруживается его своеобразная «многомерность», «расслоенность» — наличие в системе таких пластов, которые относительно автономны и которые по своему гносеологическому значению могут быть существенно различны.

Знаменательно, что в современном научном познании все четче осознается «идейное родство системного подхода с квантовомеханической методологией [Шрейдер, 1983, с. 184]. Однако корреляция системных представлений с квантовой механикой в бóльшем своем объеме выпадает из поля зрения и тех исследователей, интересы которых лежат в области методологии физики, и тех, которые заняты разработкой концептуального содержания системного подхода.

Идейное родство системного подхода с квантовомеханической методологией неслучайно, поскольку в своем глубоком основании системный подход является **обобщенным** выражением методологических принципов, понятий и методов, использовавшихся в самых различных сферах научной деятельности, в том числе и в физике. В этом смысле он выступает и как форма **осознания, рефлексии** наиболее общих особенностей методологии исследования систем различной природы и сложности [Садовский, 1978, с. 17], а принцип системности становится **метарегулятивом,** поскольку на более высоком языковом уровне высказывается о других регулятивах, допускающих в науку построения, удовлетворяющие в той или иной степени соображениям проверяемости, общности, предсказательной силы, простоты [Баженов, 1986, с. 153].

Рождение новой — квантовой — теории может, по-видимому, считаться той чертой, за которой идея системности стала носить для физики характер идеи, не навязанной этой науке извне, а вызревшей в недрах неклассических тенденций к изучению сложных и многоаспектных объектов, их внутренней структуры и связанной с отказом от трактовки причинно-следственных отношений в духе жесткого детерминизма.

Новая схема научного объяснения, выработанная в процессе рефлексивных процедур большей или меньшей общности и в равной мере свойственная для системного подхода и методологии квантовой теории, связана с пониманием явления, структуры как неанализируемой, неделимой целостности и исследования механизмов, определяющих эту целостность. Такое понимание было выработано Н. Бором в ходе поиска адекватной интерпретации квантовомеханического формализма, а в настоящее время в границах внутритеоретической рефлексии развивается, например, в концепции Д. Бома и его коллег.

Отказ от предметоцентристских установок классической науки и перенесение акцента на деятельностные компоненты знания, на орудия когнитивной активности, повлекли расширение сферы реальности, охватываемой системно-теоретическими построениями, что со всей очевидностью обнажило многоаспектность, многоуровневость, иерархичность объектов, рассматриваемых под углом зрения их системных качеств. В рамках квантовой механики это вылилось в формулировку принципа дополнительности и уяснение иерархичности строения микрообъекта в том смысле, что он должен описываться как «непосредственными», так и «скрытыми» наблюдаемыми (квантовыми числами) [Сачков, 1979, с. 459].

Параллели между системной идеологией и квантовомеханической методологией видятся и в том, что общая теория систем выполняет функцию метатеории по отношению к различным системным концепциям и разработкам [Садовский, 1978, с. 17—23], а логико-алгебраический подход к квантовой механике является формой метатеоретического анализа по отношению к физике. Характер рефлексивного отношения при этом таков, что здесь достигается знание не только концептуальных структур широкого класса физических теорий, построенных на базе квантовых представлений, но и конкретных механизмов физических процессов нетривиальной природы.

Думается, что идейное родство системного подхода и квантово-механической методологии, этих, далеко отстоящих друг от друга областей знания, имеет глубокие корни в тех глубинных процессах в научном познании, которые происходили в первой половине XX в. и вызвали к жизни новый стиль научного мышления, естественным образом включающий критико-рефлексивный момент, решающий для становления новой формы самосознания науки — методологизма. О том, что указанное идейное родство действительно не эпизод в истории науки, не искусственная аналогия, а выражение общенаучной тенденции, говорит и следующее обстоятельство.

Как известно, науковедение, наукометрия, ныне институционально закрепленные формы самосознания науки,— особые рефлексивные системы над наукой в целом и ее отдельными составляющими. И опять-таки, как и в предшествующем случае, вовсе неслучайно хронологическое совпадение между возникновением в 1930-х гг. системного подхода в его методологическом аспекте и появлением первых публикаций по социологии науки, с полным правом считающихся предтечей современного науковедения. «Наука, развившая системную методологию, не могла не осознать себя как систему,— подчеркивает Б. А. Старостин.— И появление социологии науки в 30-х годах и становление современного науковедения были актами применения системного подхода. Некоторая же неопределенность даты возникновения науковедения совершенно естественна. Вряд ли можно представить себе, что момент оценки и самооценки, самосознания, рефлексии по поводу тех или иных законов функционирования науки, ее организации и т. д. впервые был привнесен в науку лишь с появлением науковедения как отдельной дисциплины. Собственно говоря, каждое научное исследование... в какой-то мере включает в себя нечто от науковедения, элемент самосознания науки, хотя бы в форме подтверждения связи данного исследования с работами предшественников» [Старостин, 1980, с. 10]. И история науки включает рефлексию самих ученых как важный компонент, поскольку ученые единодушны в том, что мощным импульсом для революционных сдвигов в науке является одно уже осознание необходимости методического переоснащения их дисциплин [Кара-Мурза, 1983, с. 33].

Возникновение науковедения и расширение историко-

научных исследований во второй половине XX в. выражает не только стремление к самопознанию науки в духе формирования системного образа научной деятельности, но и попытку проникнуть в неконцептуализированное, «личностное», «неявное» знание (см.: [Микешина, 1987]). Изучение этого относительно нового для методологии науки свода нерефлексируемого знания выявило его функции и природу как предпосылок всякого познавательного процесса, пролило свет на механизмы трансформации неявных допущений в явные. Появилась необходимость ввести в научный оборот представления о диалектике рефлексивного и нерефлексивного в познании [Лекторский, 1983 б].

Взаимодействие рефлексивных и нерефлексивных элементов познания имеет место фактически в любой процедуре самоанализа (как на уровне сознания человека, так и на уровне самосознания науки). Действительно, рефлексия предполагает существование некоторого смыслового фона истолкования, средств и инструментов понимания, которые отвечают исторически определенному арсеналу теоретических и практических возможностей субъекта. Вне этого фона ни понимание, ни истолкование и осмысление протекать не могут. Сам фон когда-нибудь станет предметом исследования, но его осознание, естественно, предполагает появление нового нерефлексируемого смыслового фона, неявного знания. Таким образом, акт рефлексии сопровождается получением нового (явного) знания, равно как и нового неявного знания. Причем этот процесс «привязан» к конкретным уровням рефлексивности: и получаемое знание, и сопутствующее ему неявное знание оказываются относительными к уровню аргументации и типу рассуждений.

«Переплавка» нерефлексируемого знания и опыта в осознанное знание и осознанный опыт, открывающая путь для самообращения, раскачивает привычные смысловые конструкции, подготавливает почву для пересмотра общезначимой парадигмы, выработки новых методов развития теорий и их обоснования. Ясно, что в этот процесс втянута этическая сторона научной деятельности.

Рефлексия также принимает участие в «стыковке» теоретического и эмпирического уровней познания. Хотя эти уровни относительно самостоятельны и развиваются во многом согласно своей внутренней логике — «параллельно», в науке автоматически воспроизводятся меха-

низмы, призванные коррелировать их развитие. Параллельное движение теории и эксперимента «обеспечивается возникновением в этой системе дополнительного уровня методологической рефлексии,— замечает В. И. Аршинов,— на котором цели теоретического и экспериментального познания соотносятся и координируются друг с другом посредством задания общей для них научной проблемы» [Аршинов, 1984 а, с. 171].

Стало быть, тенденции к рефлексии характерны для всех уровней научного исследования. Указанные тенденции, в полную меру проявившиеся в XX в., служат фундаментом для качественного изменения роли философии в научном познании по той причине, что любой вид рефлексии над научным знанием и познавательной деятельностью хотя бы в «свернутом» состоянии содержит философско-методологическую проблематику. Очевидно, по этой причине в науке ныне наблюдается «сильное течение за объединение философского и естественнонаучного подходов» [Пригожин, 1985, с. 15]. Следовательно, совсем неслучайна тяга к философско-методологическому осмыслению концептуального богатства той или иной теории, поскольку лишь философский, а тем более диалектико-материалистический анализ нацеливает на системное видение объекта и охватывающей его познавательной деятельности во всем комплексе связей, отношений и внутренних противоречий. Отсюда понятно, почему многие философы отмечают «метанаучную направленность современных методологических исследований» [Кравец, 1984, с. 31].

Проясняя картину оснований теории и ее предпосылок, контролируя и регулируя ее функционирование, рефлексия помогает сделать шаг по направлению к увеличению рационального элемента в науке. Тенденции к рефлексивности научного знания самым тесным образом сопряжены со смещением акцентов в сторону рационализации человеческой деятельности вообще. С этой точки зрения выход на авансцену науки глобальных проблем вполне закономерен. Он опять-таки предопределен рефлексивными тенденциями — настоятельной необходимостью осмыслить характер взаимодействия всех звеньев целостной системы «человек — природа — общество — наука — производство» в более широком и насыщенном синтетическими представлениями контексте, нежели тот, который задается рамками одного только естественно-

научного знания, а также требованием выработать такие методологические, метанаучные регулятивы, которые способствовали бы оптимальному режиму функционирования этой системы и придавали бы гармоничность отношениям между ее отдельными звеньями. Повышенное внимание к глобальным проблемам говорит, наконец, о том, что складываются такие формы самосознания науки, которые имеют своей целью распространить нормы научной рациональности и гуманизма на всю социально-преобразующую деятельность, на развитие культуры в глобальном масштабе. Значит, рефлексивность современного научно-теоретического мышления является, с одной стороны, мощным инструментом получения нового знания, а с другой — она вселяет надежду на реализацию идеи В. И. Вернадского о ноосфере.

Стремление к самопознанию современной науки отвечает духовному облику всего человечества, которое «сегодня как никогда ранее... сосредоточенно вглядывается в самого себя» [Фролов, 1983, с. 11].

1.3. Механизмы, виды и уровни самопознания современной науки

В современной науке сложилась многоуровневая иерархическая система самопознания, и все ее «этажи» оказываются в большей или меньшей степени пронизанными философски значимыми проблемами. Сложность, многослойность и разветвленность современного научного знания с «неизбежностью влечет за собой разнообразие типов и уровней самой рефлексии» [Швырев, 1984, с. 27]. Соответственно и методологический анализ науки по своей сути неоднороден в плане дифференциации на ряд подразделов, занимающихся анализом эмпирического знания, понятий частных наук, междисциплинарными концепциями и т. д.

Целью системы самопознания современной науки выступает изучение закономерностей ее роста, революционных преобразований, оснований научного знания, а в организационном плане — эффективная и оперативная регуляции действия механизмов его обогащения и развития. Даже общий взгляд на источники становления системы самопознания в современной науке показывает, что моменты критики, сомнения имели гораздо более

глубокие последствия, чем те, которые можно было бы предвидеть в том случае, если их назначение сводилось бы только к перестройке теоретических программ в рамках прежнего концептуального содержания.

Сомнение в правомерности и надежности исходных посылок представляет собой первоначальный толчок для вступления теории (исследовательской программы и т. д.) в тот этап развития, который характеризуется рефлексией, способной привести к заметной концептуальной реорганизации своего предмета, к созданию своего рода витка обратной связи между теорией и ее основаниями. Если исходить из типа аргументации, применяемой в процессе рефлексивных процедур и, отчасти, провозглашаемых целей, то рефлексивность современного научного знания расслаивается на **внутритеоретическую, метатеоретическую, междисциплинарную, общенаучную и философско-методологическую рефлексию.** Характер аргументации чаще всего и является индикатором того, на каком уровне протекает рефлексия.

Переход к качественно новому уровню знания всегда сопровождается прояснением учеными тех оснований, на которые неявно опиралась их деятельность, а, следовательно, рано или поздно в той или иной форме фиксируется сам факт перехода.

Можно, видимо, утверждать, что исходной, первичной формой самосознания науки является внутритеоретическая рефлексия, которая в общем случае «поднимается» (или по крайней мере стремится «подняться») до философско-методологической рефлексии. Во всяком случае внутритеоретическая рефлексия является необходимой предпосылкой для философско-методологической рефлексии: вообще, у каждого уровня и вида рефлексии свои цели и функции, отличающиеся определенной спецификой, что придает системе самопознания науки своего рода целостность. Заметим, что соображение о поэтапности развертывания диалектики рефлексивности научного знания представляет собой некоторое упрощение реального положения дел. Это как бы идеальная модель процесса. В действительности он не следует столь жесткой программе (хотя, повторяем, и «тяготеет» к ней): проблемы, побуждающие к «полифонии» рефлексивных процедур, по существу, имеются на всех уровнях научного знания. Кроме того, надо отдавать отчет в условности границ между уровнями рефлексии.

В пределах каждого из обозначенных уровней рефлексивность знания осуществляется как процедура саморефлексивности, причем отдельные уровни находятся между собой в отношении дополнительности: каждый из высших содержит, предполагает низший, в известном смысле несовместимый с ним, в качестве необходимого элемента функционирования.

Наличие относительно самостоятельных уровней рефлексивности научно-теоретического мышления, его «расслоение» на внутритеоретическую, метатеоретическую и другие виды рефлексии, их взаимные переходы и диалектическое взаимодействие (см.: [Швырев, Юдин, 1980, с. 45—53]) отражают структуру рациональности науки, которая, по-видимому, претерпевает сдвиги качественного порядка. На каждом из названных уровней рефлексия организует и упорядочивает знание таким образом, чтобы вскрыть его порождающие механизмы, сделать очевидными те неявные предпосылки, которые были положены в основу действия этих механизмов и, что весьма существенно, позволяет оценить место данного фрагмента знания в целостной системе научной деятельности, перспективы его роста и сопряженность с различными слагаемыми социокультурной реальности.

Ориентиры и установки, задаваемые современным, наиболее общим типом рефлексии над наукой — методологизмом (или, что равносильно, методологическим анализом),— распространяются на все уровни рефлексивности. Лейтмотивом методологического анализа является установка на исследование средств, орудий познавательной деятельности и природы активности познающего субъекта в целом [Швырев, Юдин, 1980, с. 13]. Подчеркнем при этом, что мы не выделяем специальный мировоззренческий вид (научной) рефлексии, как это иногда делается [Розова, 1986, с. 148—152], поскольку «обобщающая сила философской рефлексии...— по справедливому замечанию В. И. Шинкарука и В. П. Иванова,— является мировоззренческой по существу» [Шинкарук, Иванов, 1981, с. 53].

Считаем также уместным заметить, что несмотря на выделение особого метатеоретического уровня рефлексии, мы далеки от того, чтобы вкладывать в понятие «метатеоретический» расширительный смысл (например, использовать его в значении «метанаучный»); предметом метатеоретической рефлексии являются конкретные тео-

рии, а не наука в целом. Вообще истолкование методологического содержания частных наук в качестве их «метатеорий», а философской методологии как «метанауки» искажает подлинный смысл как понятия метатеории, так и методологии (см.: [Борисов, 1983, с. 7]).

Думается, можно высказать определенные соображения в пользу существования парадигмальной и внепарадигмальной научной рефлексии. Но если понимать их, соответственно, как реализацию учеными нормативов своей дисциплины и как их перестройку (так поступает С. С. Розова в своей в целом интересной книге [Розова, 1986, с. 147—148]), то «смазывается» смысл процесса рефлексивности научного знания. Какое право мы имеем назвать парадигмальной **рефлексией** деятельность ученого в позиции, в которой он «осуществляет многообразные исследовательские процедуры, выполняя **принятую в науке норму научной работы** и осуществляя тем самым свою прямую функцию?» (выделено мною — *В. Б.*) [Розова, 1986, с. 147—148]. Прямая функция ученого заключается, грубо говоря, в выработке и систематизации таких знаний о действительности, которые претендуют на объективную истинность. Конечный итог реализации своей прямой функции ученый стремится выразить с помощью знания, отражающего объект как бы в «чистом» виде, без учета действия орудий познания. Однако сложность объектов современной науки часто требует особо тонкой технологии познавательной деятельности, естественным образом подводящей к необходимости держать в поле зрения оба конца познавательного отношения — и субъекта с проводниками его активности, и объекта, испытывающего определенное взаимодействие с последними, взаимодействие, которое в общем случае оставляет отпечаток как на состоянии субъекта (увеличение его знаний, перестраивающих деятельность), так и на состоянии объекта (втянутого в деятельность и «пассивно» на нее реагирующего). Стоит ученому начать дрейфовать в сторону рефлексивной позиции, приближаясь к ней тем ближе, чем больше в фокусе его интересов оказываются средства познания. Казалось бы, отдаляясь от объекта, ученый способен — в идеале — организовать рефлексию таким образом, чтобы прояснить онтологические основания своей деятельности. Но это уже, по-видимому, не прямая функция ученого (по крайней мере в традиционном понимании его активности). Другое дело, что специфика современной науки проявляется в резком возрастании значения «непрямой» функции ученого (а в последнее время и инженера, проектировщика), связанной с необходимостью контроля и регулирования его собственной активности, с включением элементов рефлексии в его работу, что неизбежно оказывает влияние на систему норм и стандартов, имплицитно руководящих его познавательной и практической деятельностью.

Сказанное не позволяет полностью согласиться с содержанием, которое вкладывает С. С. Розова в понятие «парадигмальной (и, соответственно, внепарадигмальной) рефлексии». На мой взгляд, точнее было бы назвать парадигмальной рефлексию, базирующуюся на внутрипарадигмальной аргументации и выдержанную в духе общезначимых стереотипов мышления, а внепарадигмальной — рефлексию, привлекающую аргументацию и факты, не принятые в данной парадигме, выдержанную в нетрадиционном стиле мышления, рисующую новую картину реальности или вносящую в нее принципиально новые элементы.

Внутритеоретическая рефлексия, очевидно, парадигмальна, а вот относительно метатеоретической и других видов рефлексии вопрос не столь однозначен: его решение опять-таки зависит от конкретного характера аргументации, однако в любом случае он указывает на уровень рефлексивности с достаточной определенностью.

Внутритеоретическая рефлексия. В качестве «низшего» уровня в системе самопознания науки, предельной, далее неразложимой, единицы можно принять внутритеоретическую рефлексию, которая выражается в попытке организовать, упорядочить, сделать более строгим знание или просто оценить результаты исследования, ограничиваясь смысловой рамкой той или иной теории. Аргументы, используемые здесь, черпаются лишь в пределах, а не вне контекста теории — объекта рефлексии. Конечно, внутритеоретическая рефлексия чаще всего не приводит к существенной перестройке теории и радикальному прояснению ее оснований (хотя, как учит опыт построения теории топосов и категорий, она может давать сильный толчок к созданию более общей теории или формализма). Поэтому здесь скорее надо говорить о зачатках рефлексии в собственном смысле слова — как критической процедуре, осуществляемой путем выхода **за границы** теории и потому способной к «отстраненному»

взгляду на предмет и его преобразованию. Однако важность и распространенность в естественных науках такого рода программ обоснований и аргументации позволяет вычленить внутритеоретическую рефлексию как предельную, простейшую единицу, фигурирующую в процессах самопознания науки. Именно внутритеоретической — в силу привлекавшихся аргументов и характера рассуждений — в бóльшем своем объеме являлась дискуссия по проблеме полноты квантовой теорий (хотя эта дискуссия по проблеме полноты и выдвинула фундаментальные по своей сути философско-методологические, общенаучные и метатеоретические проблемы).

Распространение внутритеоретической рефлексии в научном сообществе может приводить к приобретению ею статуса внутрипрограммной и (или) внутридисциплинарной рефлексии (с возможным последующим преобразованием их в движения, которые можно было бы назвать метапрограммной или метадисциплинарной рефлексией), каждая из которых включает элементы внутринаучного типа обоснования знания.

Между тем, поскольку в ходе внутритеоретической рефлексии, вообще говоря, не достигаются конечные стратегические цели — философское обоснование, упорядочение, переоценка и перестройка теории на качественно новом уровне, постольку в него нередко вплавлены элементы вышестоящих уровней — метатеоретического или (чаще) философско-методологического, что иногда может создать у субъекта внутритеоретической рефлексии иллюзию достижения поставленных целей, полноты и цельности того образа, который был синтезирован в итоге процедур самоанализа. Убеждение в силе внутритеоретической рефлексии питает позитивистские представления об излишности философии и, вообще, любой «метафизики», представления о самодостаточности внутритеоретических (внутрипрограммных, внутридисциплинарных и т. д.) средств для осмысления научных положений.

Неудовлетворенность ограниченным рассмотрением сложных проблем, побуждающих к анализу оснований знания, сведение их к исследованию в контексте лишь той теории, которая эти проблемы поставила, как правило, приводит к тому, что объект рефлексии помещается в более широкие, нежели одна теория, концептуальные рамки, в пространство представлений и идей, носящих

более универсальный и общий характер. Выражая мысль о недостаточности внутритеоретического анализа сложных физических проблем, Дж. А. Уилер пишет: «В настоящее время яснее, чем прежде, что ни один подход к физике, замыкающийся на физике, не сможет когда-либо объяснить физику» **[Уилер, 1973, с. 244]**.

Метатеоретическая рефлексия. Теоремы Геделя, вскрывшие факт неосуществимости замысла Гильберта обосновать математику «внутренними», финитными средствами, и другие достижения метатеоретических исследований явились первыми в высшей степени убедительными аргументами, говорившими о недостаточности внутритеоретического анализа проблем, относящихся к основаниям формализованных теорий.

Другим показательным (и исторически предшествующим) примером недостаточности внутритеоретического рассмотрения и обоснования математических задач явилась неевклидова геометрия.

Что касается геометрии, то внутригеометрический тип ее обоснования был единственным типом вплоть до открытия неевклидовой геометрии, «когда в связи с неожиданным решением проблемы доказательства (обоснования) V постулата Евклида о параллельных линиях создались условия для возникновения «внегеометрического» типа обоснования — для выхода в рефлексивную, специфически методологическую позицию по отношению к евклидовой геометрии...» [Алексеев, Овчинников, Печенкин, 1984, с. 13]. Переход к «внегеометрическому» типу обоснования после открытия неевклидовой геометрии «имел своей главной целью обоснование дедуктивного способа рассуждений, оформление его в строгий аксиоматический метод. Это требовало, в частности, разработки средств установления непротиворечивости, полноты и независимости аксиом геометрии» [Алексеев, Овчинников, Печенкин, 1984, с. 13].

Вопрос о единственности евклидовой геометрии, заострявшийся многочисленными безуспешными попытками доказать V постулат, следовательно, был не просто математическим вопросом, не вопросом внутриматематическим. Благодаря своей мировоззренческой ориентации он являлся некоторой культурной реалией, переводившей решение проблемы на качественно новый уровень, предполагавший исследование уже метавопроса о статусе математического постулата. Приоритет Н. И. Лобачев-

ского в открытии неевклидовой геометрии во многом был предопределен тем, что ситуация, создавшаяся вокруг V постулата, была им осмыслена в нетрадиционном ключе, не как частная (хотя и крайне важная) внутриматематическая задача, а как своего рода фундаментальная метапроблема, имеющая отчетливое мировоззренческое и философское звучание [Купцов, 1986, с. 16].

Вопросы о статусе математических постулатов, о непротиворечивости теории, ее полноте, независимости аксиом, поставленные самим ходом развития математики (и геометрии), могли быть решены только «внешними» для нее средствами. Реакцией на этот запрос явилось оформление качественно нового для логики, математики и других специальных наук типа познавательной и исследовательской деятельности — **рефлексивно-ориентированной**, нацеленной на изучение глубоких оснований знания, их надежности, методологических предпосылок и свойств теорий как определенных целостных, системных конструкций. Те «рациональные зерна» гильбертовской программы и открытий Геделя, которые сопряжены с критическим анализом познавательных процедур в логико-математических науках, возникновением специальных механизмов самоконтроля, легли в фундамент комплекса исследований, которые обладают метатеоретическими функциями. В настоящее время область метатеоретических исследований простирается далеко за пределы логики математики, охватывая физику, кибернетику, теорию систем и т. д., что позволяет говорить о становлении особого — метатеоретического — уровня рефлексивности научного знания. Метатеоретические исследования и являются, по-видимому, первой формой, в которой рефлексия (помимо философии) приобрела статус самостоятельного уровня исследования. Думается, что этот процесс объективировал те функции познания, которые состояли не в изучении «своего этажа, а в организации «подъема на следующий этаж», в области дедуктивных наук воплощенные в процедурах введения «метапеременных», склеивающих множества старых объектов в новые, принадлежащие новому уровню (см.: [Маслов, 1983, с. 7—8; 1986, с. 102]).

Какую бы область ни затрагивали метатеоретические исследования, всюду они нацелены на критический анализ объектной теории, вычленение ее структуры, методов построения, границ применимости, реорганизацию в со-

ответствии с нормами повышенной строгости и доказательности. Поэтому критическая функция метатеорий имеет отчетливую конструктивную направленность: в ходе метатеоретического исследования, с одной стороны, происходит переоценка и перестройка концептуального аппарата теории, а с другой — дается импульс для совершенствования способов развертывания теории, увеличения дедуктивных и выразительных возможностей в обобщающих конструкциях, более оптимального функционирования базисных абстракций теории и понимания их природы, очерчиваются контуры применимости теории.

Метатеоретические исследования, как только что упоминалось, выходят за пределы логики и математики. В области квантовой физики они проводятся с помощью логико-алгебраического подхода [Панченко, 1980] и посвящены изучению структуры нерелятивистской квантовой механики (появились и работы, в которых идет речь о релятивистской квантовой механике **[Миттельштадт, 1983])**, переформулировке теории на строгой аксиоматической основе, поискам интерпретации ее формализма и его обобщениям на базе морфизмов и тензорных произведений. По мнению видного ученого в области оснований физики К. Пирона, посредством логико-алгебраического подхода вносятся существенные изменения в содержание «традиционной» квантовой механики, причем изменения такого порядка, что, по сути дела, допустимо утверждать о создании «новой квантовой механики» **[Пирон, 1983, с. 345]**.

Понятие «новой квантовой механики» нельзя трактовать буквально: идеи и ключевые принципы в ней фактически те же, во всяком случае ядро их сохранилось, что и в «традиционной» квантовой механике, но качественно изменилась форма их представления, средства и методы их применения, они, наконец, получили строгое логико-математическое обоснование и были вписаны в контекст некоторых универсальных математических структур. «Исследования по основаниям и аксиоматике квантовой механики вылились в формулировку обобщенной квантовой механики»,— утверждает Х. Примас **[Примас, 1981, с. 159]**.

Метатеоретические исследования, затрагивающие основания физики, весьма тесно соприкасаются с философскими вопросами физической науки и даже шире — философскими вопросами развития и природы познания в

целом; они и возникли в некотором смысле как форма конкретизации последних. И это отражает не только то обстоятельство, что в настоящее время «без диалектики, логики, научного метода (и, таким образом, без теории познания и вообще без философии) нельзя заниматься никакой научной деятельностью» [Гинзбург, 1985, с. 230], но и лишний раз подтверждает, что «там, где физики-теоретики работают у самой границы физического познания, увеличение знаний часто достигается благодаря рефлекторной переоценке убеждений и принципов, ранее провозглашавшихся как «известные» [Тулмин, 1984, с. 24]. Значение философии в этом процессе трудно переоценить. Теория познания и прогресс физики всегда были тесно связаны, а ныне эта связь не просто укрепилась, а стала органичным элементом мировоззрения ученых, которые занимаются идеологией своей дисциплины.

Общенаучная рефлексия. Вовлечение в орбиту современной науки сложных и сверхсложных объектов, резкое увеличение комплексных и системных исследований, интенсивная математизация научного знания способствовали рождению новых научных направлений и программ, связывающих обобщающими идеями, понятиями и подходами ряд дисциплин — кибернетики, информатики, разного рода междисциплинарных проектов. Если междисциплинарные исследования и проекты — вполне окрепшая форма взаимодействия ученых в условиях НТР, то процесс складывания общенаучного знания, имеющего своим фундаментом обобщающие представления кибернетики, теории информации, теории систем, синергетики и т. д., и общенаучной кооперации лишь встает на рельсы реализации одной из генеральных программ современной НТР — синтеза научного знания. Между тем уже сейчас с некоторой определенностью обозначены контуры общенаучного знания.

Феномен общенаучности имеет двоякую природу: с одной стороны, он отвечает внутренним потребностям развития естествознания и математики, и в этом смысле его можно отнести к новой исследовательской программе, обладающей соответствующей предметной направленностью и аккумулирующей в себе тенденцию к синтезу научного знания, а с другой — он несет мощный потенциал переоценки ряда традиционных научных представлений и в этом смысле символизирует становление нового уровня рефлексивности научного знания, который

как бы диалектически «снимает» предыдущий — метатеоретический — уровень, открывая реальные перспективы для интеграции общественных, естественных и технических наук. Метатеоретические по своему генезису понятия приобретают здесь статус метанаучных (например, понятия алгоритма, модели, интерпретации, сложности и т. д.).

В той мере, в которой интегративные тенденции современной науки связаны с механизмами самообращения, самоанализа теоретико-познавательной деятельности, общенаучный уровень рефлексивности задействуется в качестве катализатора интертеоретических обменных взаимодействий. Организующая функция зарождающейся общенаучной рефлексии тем не менее не сводится лишь к стимуляции интертеоретических обменных взаимодействий (хотя это и важный фактор саморегуляции), но также заключается в выработке круга идей, позволяющих с единых позиций подходить к изучению, казалось бы, далеко отстоящих друг от друга явлений, создавать концептуальные структуры, которые претендуют на известную методологическую и теоретико-познавательную универсальность и воспроизводят знание в более упорядоченном виде. Кроме того, поиск единства естественнонаучного знания служит актуальной ныне задаче более компактного, «свернутого» представления фактуальной информации. Вообще бурное развитие информатики, методов представления, хранения и преобразования информации ведет не только к тому, что информатика питается кругом идей, которые можно было бы отнести к общенаучной методологии, и не только к тому, что информация с полным правом претендует на обретение качества новой **экономической** категории, требующей самого тщательного философского анализа, но и к тому, что информационные модели познания начинают все больше выполнять функцию общенаучной формы рефлексивности знания (см.: [Гришкин, 1983]). Однако работа в этом направлении — в силу становящегося характера общенаучного феномена — только развертывается.

Философско-методологическая рефлексия. В то время как общенаучное знание как форма зарождающейся рефлексии над естествознанием и математикой в каком-то смысле нетрадиционна, философия издавна — тради-

ционно — обладает прерогативой общенаучной (и общекультурной) рефлексии.

Роль философско-методологической рефлексии уникальна потому, что предметом философии является отношение наших концептуальных систем к самому миру, или более общо — совокупность субъектно-объектных отношений в познавательной и практической деятельности, предельные основания человеческого бытия. Конкретные науки вместе с тем признают знание лишь в «форме объекта», выталкивая субъекта за рамки оформленного знания (по крайней мере это характерно для классических наук). Иначе говоря, эти науки концентрируют внимание только на одном полюсе познавательного отношения — объекте, как бы «не замечая» другого полюса — субъекта. Уникальность роли философско-методологической рефлексии заключается также в том, что, во-первых, философия задает максимально широкий контекст истолкования конкретно-научных результатов; во-вторых, проливает свет на порождающие механизмы знания, вскрывает логику развития научных теорий, фиксирует нормы, которые регулируют конструктивную деятельность ученых; в-третьих, на уровне философско-методологической рефлексии оказываются доступными истолкованию и объяснению те общие проблемы, которые неразрешимы или даже не могут быть поставлены на низших уровнях, поскольку затрагивают смысл человеческого существования, его познавательной и практической активности, постоянный метаболизм между человеческой деятельностью и природой.

Философские проблемы и представления генерируются на всех уровнях методологических исследований, во всех отраслях науки, достигших некоторого критического порога сложности, а с высоты философско-методологического уровня рефлексии осуществляется своеобразное «просвечивание» концептуального содержания всех других уровней и оценка вклада естествознания в культуру в ценностно-нормативном и социальном аспектах.

Диалектика современного научного познания воплощается не только в «переливах» одной формы рефлексии в другую, охватывающую большую предметную область, но и в диалектическом обогащении самого типа рефлексии. Так, если внутритеоретический тип рефлексивности фактически совпадает с процедурой внутренней теоретизации, то на метатеоретической ступени происходит своеобразное «удвоение» знания, расщепление его на объектное и метатеоретическое, а на уровне философско-методологической рефлексии познавательная деятельность «запускает» механизм самообращения и анализа собственных оснований в контексте отличном, и (или) более широком, нежели тот, который задан самой деятельностью, и тем самым отчуждает себя до той степени, когда путем самоотнесения осмысливается ракурс «слияния», взаимопроникновения субъективного в объективное, пределы их совпадения, т. е. мера объективности истины. Здесь имеет место диалектическое обогащение типа рефлексии в плане увеличения эвристического, обобщающего, объяснительного и организующего содержания. Высшие уровни в «снятом» виде включают предшествующие, наследуют те или иные их функции. Так, философия способна выступать и как общенаучное средство познания, и как инструмент метатеоретического исследования. Такая особенность высших уровней рефлексии открывает перспективы углубления в предмет, его критической перестройки и переосмысления, равно как получения нового знания о предмете.

Любой вид рефлексивного движения возникает как отклик на концептуальные трудности, парадоксы или противоречия. Философско-методологическая же рефлексия является формой преодоления тех трудностей (парадоксов, противоречий), которые имеют ценностно-смысловую и логико-гносеологическую природу.

Философско-методологическая рефлексия над наукой в плане взаимоотношения и взаимовлияния философии и науки рассматривалась в нашей литературе достаточно глубоко и полно (см.: [Делокаров, 1982], [Степин, 1986], [Швырев, 1988]). Поэтому, не претендуя на сколько-нибудь развернутое изложение этого вопроса, обозначим лишь следующие, в большей степени, чем иные, относящиеся к дальнейшему, положения.

Хотя предметная область при философско-методологической рефлексии может быть фактически той же самой, что и при внутритеоретической рефлексии (хотя, строго говоря, здесь неминуем некоторый «отрыв» от предметной области, размывание ее границ в силу специфики философских абстракций и их «разрешающей» способности), принципиально изменяется позиция исследователя, его угол зрения. Позиции философа и ученого — представителя конкретных наук — оказываются

противоположными (но не противоречивыми!): если для ученого непротиворечивость теоретических конструкций даже не идеал, а эталон, то философ стремится до предела обнажить противоречия объективной реальности и познания; если ученый рассекает мир на отдельные фрагменты, в которых пригоден его инструментарий, то философ ставит задачу увидеть мир в контексте принципа всеобщей связи и развития; если ученый пытается создавать логически замкнутые описания тех или иных фрагментов мира, и тем самым их «исчерпать», то философ, напротив, настаивает на неисчерпаемости объективного мира [Шрейдер, 1983, с. 174—175].

Казалось бы, философия воспроизводит и тем самым дублирует постановку тех или иных научных проблем — проблем, рожденных в недрах естественных или гуманитарных отраслей знания,— и с поверхностной точки зрения ее, философию, можно было бы уподобить (если заимствовать пример В. Виндельбанда) — что, по существу, и делалось в позитивизме — королю Лиру, раздавшему все богатство и оставшемуся неприкаянным и никому не нужным. Однако поверхностная точка зрения, фиксирующая в лучшем случае явление, показывает свою несостоятельность на уровне сущности. Философии присущи свои абстракции, свои типы рассуждения, своя аргументация, свой язык, традиции развития знания и трансляции его в структуры теоретической и практической деятельности. Поэтому воспроизведение проблем частных наук здесь «происходит в новых, более сложных условиях и, следовательно, сама постановка проблем и их решение неминуемо заключают в себе принципиально новые аспекты» [Сачков, 1986, с. 53]. Философия открыта для научных проблем, а наука, сама того зачастую не осознавая, питается философскими представлениями и принципами.

Между философией и наукой существует встречное, двустороннее движение, регулируемое всей духовной и материальной культурой. Не видеть сложности этого процесса — значит ставить себя в позицию, с которой не будет понятной ни специфика философского знания, причины его эвристического потенциала, ни закономерности роста науки, ни тем более тонкий, деликатный характер их переплетения в ходе развития человеческой культуры. Философско-методологическая рефлексия требует четкого осознания того факта, что осмысливая данные

частных наук, философ придает им новый **философский смысл,** вписывает их в систему, которая по своим установкам, целям, понятийной основе шире и богаче осмысливаемой области знания. «Поэтому,— пишет К. Х. Делокаров,— философские проблемы частных наук — это нечто большее, чем приведение в общую систему данных этих наук; это есть поиск значения мира с точки зрения его смысла, т. е. с точки зрения человека» [Делокаров, 1986, с. 28].

Такого рода поиск, по-видимому, может осуществляться по крайней мере в следующих направлениях. Во-первых, философско-методологическая рефлексия может быть нацелена на прояснение вопросов специальных наук в их оригинальной постановке. Так, например, проходило обсуждение философского содержания принципа наблюдаемости в физике, изучались философские аспекты проблемы структуры и симметрии частиц высоких энергий, локальность их взаимодействия, исследовалось соотношение между динамическими и статистическими закономерностями в физике. Во-вторых, философско-методологическая рефлексия способна как бы видоизменять оригинальную постановку вопросов в специальных науках (не искажая, конечно, их смысла), и уже заниматься ими в известном отрыве от той питательной среды, которая дала жизнь этим вопросам, помещая их в поле иных концептуальных структур. В таком русле проходило, например, обсуждение принципа соответствия в контексте действия механизмов преемственности в научном познании, принципа дополнительности в свете диалектического закона единства и борьбы противоположностей, проблемы эмпиризма в математике. В-третьих, некоторые вопросы специальных наук могут служить своего рода закваской, на которой всходят весьма важные философские проблемы, замысел, а не реализация которых принадлежит частнонаучному знанию. Такими проблемами, на мой взгляд, являются проблема активности субъекта познания, поставленная в связи с нетривиальной природой измерения в квантовой механике, проблема соотношения формального и содержательного в связи с открытием ограничительных теорем метаматематики, проблема понимания в связи с развитием компьютерной техники и задачей создания искусственного интеллекта.

В каждом случае философско-методологическая рефлексия возникает в ответ на запрос со стороны конкретно-научного знания, она направлена на некоторые, различные по общности, фундаментальности и происхождению, его «болевые точки» (анализ которых способен изменить состояние теоретической системы). Рефлексия вступает в свои права там, где существует дефицит понимания (и в этом смысле рефлексия и понимание дополнительны [Швырев, 1988, с. 170]). Это позволяет cum grano salis сравнить ситуацию, возникающую в научном познании с ситуацией, знакомой всякому, кто обращался к врачу.

Человек, чувствуя себя нездоровым, описывает свое состояние, течение болезни. Он, может быть, догадывается, чем болен, и даже информирован о том, какими лекарствами и методами лечится его недуг. Однако врач по анамнезу должен составить собственную картину болезни, отдельные симптомы скомпоновать в целостный образ и поставить собственный диагноз. Больного могут беспокоить совсем не функциональные или физиологические нарушения, а, так сказать, фантомные боли, вызванные эмоционально-психологическими причинами. Поэтому хороший врач — всегда и врач-психоаналитик: будучи способным к эмпатии, он оценивает анамнез на фоне внутренних переживаний больного, с одной стороны, «сливаясь» с ним, а с другой — оставаясь на внешней позиции, для которой характерны особые нормы и приемы рассуждений, оценки и предсказания.

Философию можно уподобить именно такому врачу, а теорию (исследовательскую программу, концепцию и т. д.), которая находится в поле зрения философии,— больному [4]. Последняя «переживает» свои трудности, прибегая к внутритеоретической рефлексии, а философия, самым внимательным и уважительным образом анализируя ее, строит панораму трудностей в ином концептуальном пространстве, согласно иным нормам, иными средствами и на ином уровне абстрагирования и обобщения. С этой точки зрения не столь уж далеко идущей метафорой является название одного из разделов статьи И. А. Акчурина — «Психоанализ основных понятий топологии» [Акчурин, 1980, с. 227]. Благодаря такой отстраненной позиции философия возвышается над рефлексивной картиной, нарисованной самими частными науками, очищает ее от несущественных деталей и малозначащих «персонажей» до такой степени, что возможно выявить логику становления и развития той или иной концепции или теории, увидеть последовательную смену структурно-понятийных формаций.

Если перефразировать высказывание В. И. Ленина [Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 2, с. 6], то в немногих словах заслугу философско-методологической рефлексии перед наукой можно выразить так: она учит науку самопознанию и самосознанию и на место мечтаний ставит реально обоснованную стратегию познавательной деятельности.

ГЛАВА II

ВНУТРИТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РЕФЛЕКСИЯ

Часть 1. ИСТОКИ И СОДЕРЖАНИЕ ВНУТРИТЕОРЕТИЧЕСКОЙ РЕФЛЕКСИИ В КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

Современная квантовая физика, интенсивно развиваясь и лидируя среди физических дисциплин, имеющих непосредственный выход в практику, ставит весьма сложные гносеологические проблемы. Необходимость философского осмысления теоретико-познавательной ситуации, сложившейся не только в квантовой, но и во всей физике, отчетливо осознается многими ведущими учеными, которые понимают, что в физике назревают качественные перемены. Так, Р. Ромпе и Г.-Ю. Тредер сравнивают положение в этой науке с тем критическим положением, которое имело место в начале XX в., когда физика стояла у порога нового этапа своего развития благодаря наличию большого массива эмпирических данных по атомным и молекулярным спектрам, который настоятельно требовал концептуального анализа и упорядочения. «Не обладаем ли мы,—задаются вопросом Р. Ромпе и Г.-Ю. Тредер,— новым огромным источником «спектроскопического» материала, где понятие спектроскопии, включая релятивистскую и квантовую физику, относится уже не к излучению электромагнитных волн, а ко всему квантовому миру?... В физике создалась парадоксальная ситуация. С одной стороны, основополагающие принципы квантовой механики и теории относительности не могут быть непротиворечиво объединены... а с другой — все результаты, полученные как в рамках одной теории, так и в рамках другой, хорошо подтверждаются опытом» **[Ромпе, Тредер, 1983, с. 348, 357]**. Выдающийся американский физик Е. Вигнер также подчеркивал, что дальнейшее развитие квантовой физики может иметь исключительно важные и неожиданные эпистемологические последствия **[Вигнер, 1983, с. 62]**. Действительно, вот уже почти 60 лет в области оснований квантовой теории ведется оживленная дискуссия, восходящая еще к знаменитому спору между Н. Бором и А. Эйнштейном, которая затрагивает проблемы интерпретации и полноты квантовой механики, статус причинности в микромире, специфику квантового измерения и другие принципиальные вопросы. Все эти вопросы являются жизненно важными для понимания природы микромира, его познания и обозначения дальнейших путей развития физики. Однако не только в ответах на эти вопросы, даже в их постановке много спорного.

Нетривиальность ситуации в физике XX в. выразилась не только в постановке принципиально новых вопросов и проблем, неведомых для физики классической, но и в новых типах их решения, подходах к ним, в новой позиции субъекта физического познания, для которого все более характерной становится двунаправленность его познавательной деятельности: прежняя направленность на объекты физической реальности была дополнена направленностью на анализ оснований знания, орудий познавательной активности, т. е. на субъекта и его способы приращивания знания. Физическое познание в силу и сложности новой предметной области, и новой сложности самого процесса познания стало нуждаться в саморефлексии, в анализе собственных предпосылок, методологических установок и руководящих идей, в изучении структуры физических теорий с тем, чтобы сделать более строгими и надежными методы физических рассуждений, прояснить и упорядочить основания физики. Понятно, что эти два процесса — исследование физического мира и исследование концептуального содержания физических теорий и программ — в настоящее время протекают параллельно: в одних работах (их, разумеется, большинство), как и раньше, делается сильный акцент на детальном рассмотрении объектов физического мира, в других же работах, выполняемых, как правило, в сферах, непосредственно примыкающих к идеологии физики, значителен удельный вес рефлексивных компонентов, относящихся к концептуальному оснащению субъекта и его деятельности, основаниям физики.

Состояние рефлексии в физике таково, что оно тяготеет к внутритеоретическому виду. Конечно, в ходе рефлексивных процедур поднимаются и обсуждаются философско-методологические вопросы исключительной важности, разрабатывается аппарат метатеоретического анализа (например, логико-алгебраический подход к квантовой механике), но все же большинство такого рода исследований выполнены с использованием внутритеоретической (внутрифизической) аргументации. Именно под

углом зрения специфики внутритеоретической рефлексии, необходимости ее выхода на метатеоретический и философско-методологический уровень самоанализа и предпринимается нами попытка осветить ряд проблем, принадлежащих идеологии физики XX в., переживающей ныне период, который, возможно, «уже вскоре будет признан столь же плодотворным и значительным в истории физики, как и... время, когда была создана квантовая механика» [Гинзбург, 1985, с. 101].

Я затрону дискуссию Бора и Эйнштейна, в которой, на мой взгляд, находятся истоки рефлексивности современной квантовой физики, проблемы, заостренные в ней (проблема измерения в квантовой теории, проблема скрытых параметров), те вопросы, которые позже приковали внимание последователей «линий» Бора и Эйнштейна (парадокс Эйнштейна — Подольского — Розена и его экспликация в неравенстве Белла, парадокс Зенона в квантовой механике, эффект Аронова — Бома), эксперименты, которые замышлялись как веские свидетельства в пользу той или иной «линии», ряд философско-методологических вопросов, возникающих в связи с основаниями квантовой физики. При этом я, конечно, не претендую на исчерпывающее освещение таких традиционных для методологии физики проблем как, например, история дискуссии Бора и Эйнштейна, проблема измерения и т. д. Моя основная цель — лишь попытка показать особенности внутритеоретической рефлексии в современном квантовофизическом познании.

2.1.1. Дискуссия Бора и Эйнштейна как предпосылка рефлексивности современного квантовофизического знания

Неклассичность представлений квантовой теории лежит в основе проблемы ее понимания и проблемы ее интерпретации, которые находились в фокусе крупнейшей дискуссии в физике XX в.— дискуссии между Н. Бором и А. Эйнштейном. «Из всех дискуссий, которыми отмечена история человеческой мысли, трудно назвать такую,— пишет Дж. А. Уилер,— которая велась бы десятилетиями между великими учеными и по более важному вопросу, чем дискуссия между Нильсом Бором и Альбертом Эйнштейном относительно природы и значения квантового принципа» [Уилер, 1982, с. 549].

Ныне проблема интерпретации квантовой теории по-прежнему в центре внимания многих известных физиков (см.: [**Квантовые концепции пространства..., 1986, Дэвис, Броун, 1986**]). Таким образом предмет дискуссии вовсе не исчерпан и она продолжается представителями «линий» Бора и Эйнштейна. По-прежнему поток литературы, касающейся истолкования квантовой механики, полноводен. Вообще, «проблематика понимания и истолкования, всегда стоявшая перед физической наукой, сегодня выдвигается на передний план» [Васильева, Панченко, Степанов, 1984, с. 39]. Зачатки такого положения дел кроются во все той же дискуссии Бора и Эйнштейна.

Если даже достаточно бегло посмотреть на эволюцию позиций противостоящих сторон с точки зрения применяемой аргументации, то, несмотря на безусловно солидный философский подтекст дискуссии, значительный акцент на гносеологических и мировоззренческих аспектах, видно, что в плане стиля и способов обоснования своей позиции, в плане предлагаемых подходов к пониманию концептуальных трудностей квантовой механики она все же лежит больше в плоскости внутритеоретической рефлексии. В то же время очевидно, что круг внутритеоретической рефлексии во многих местах прорывается, и спор предполагает переход в метатеоретическую, а что случалось чаще — в философскую сферу. В результате этих «прорывов» внутритеоретическая рефлексия начинает светиться некоторыми красками метатеоретической и философско-методологической рефлексии — а как раз они ярче всего и «проступают» на общем фоне дискуссии и привлекают к себе внимание в первую очередь. Проследим, какие способы обоснования доминировали в дискуссии.

На Пятом физическом конгрессе института Сольвей в 1927 г. Эйнштейн предложил мысленный эксперимент, в котором электроны подвергались дифракции в процессе прохождения сквозь небольшое отверстие на экране, что можно было бы обнаружить на фотопленке, помещенной за экраном. По мысли Эйнштейна, тщательный анализ этой традиционной для квантовой механики ситуации позволяет утверждать, что «каждая частица, падающая на экран, не характеризуется положением и скоростью, а описывается пакетом волн де Бройля — Шредингера...» [Эйнштейн, 1966, т. 3, с. 529]. Таким образом, квадрат модуля волновой функции выражает

вероятность нахождения лишь одного электрона из целого множества в определенной точке экрана, а принцип неопределенности вроде бы не должен выполняться.

Бор возразил, что контроль над процессом передачи импульса при столкновении с экраном невозможен без некоторой неточности определения местоположения экрана.

Тремя годами спустя Эйнштейн вновь построил мысленный эксперимент, по его убеждению, доказывавший невыполнимость соотношения неопределенности для энергии и времени измерения частицы. Эксперимент состоял во взвешивании ящика с отверстием и источником излучения внутри. Отверстие открывается и закрывается часами, расположенными в ящике. Ящик взвешивают, затем открывают отверстие, чтобы через него прошел один фотон, и снова взвешивают. При помощи релятивистского соотношения между энергией и массой определяют изменение энергии ящика и, казалось бы, в прямом противоречии с соотношением неопределенности, точно узнают энергию фотона.

Бор опять возразил, что если учесть зависимость хода часов, при помощи которых открывается отверстие, от их местоположения в поле тяготения, то энергию фотона и время его прохождения через отверстие нельзя измерить точнее, чем по соотношению неопределенности. Дискуссия в данном случае, стало быть, «концентрировалась на возможности применения прибора, составной частью которого является установка, предложенная Эйнштейном» [Бор, 1961, с. 79].

Между тем главной целью Эйнштейна в эти годы являлась демонстрация противоречивости квантовой механики и неадекватности ее интерпретации в духе Бора; если говорить более общо, то спор шел, по сути дела, о детерминизме в физике. Аргументы, как видно, черпались во внутрифизических соображениях обеими сторонами.

Второй этап дискуссии открывается публикацией работы Эйнштейна, Подольского и Розена в 1935 г., содержавшей описание еще одного мысленного эксперимента, который предназначен уже для доказательства неполноты квантовой теории и ныне широко известен как парадокс Эйнштейна — Подольского — Розена (тогда как его правильнее было бы называть не парадоксом, а аргументом, в согласии с тем смыслом, который вкладывался

в него создателями). Не вдаваясь в технические детали аргумента отметим, что второй этап дискуссии естественным образом поднялся до постановки важных метатеоретических и философских проблем едва ли не в явном виде.

Во-первых, сама проблема полноты теории, вокруг которой сосредоточивалась дискуссия в данный период, является метатеоретической по своему существу, каковым, кстати, является и критерий полноты физической теории, сформулированный в аргументе Эйнштейна — Подольского — Розена (ЭПР). Вряд ли можно считать лишь историческим казусом, что понятие полноты теории было помещено в фокус дискуссии лишь в середине 1930-х гг. М. Джеммер показывает, что оно вошло в лексикон физиков вследствие известных успехов метаматематики, которыми отмечена первая половина 1930-х гг. [Джеммер, 1985]. Во-вторых, интерпретация теории обеспечивалась критерием реальности, также игравшим в рассуждениях Эйнштейна, Подольского и Розена важную роль и также окрашенному в метатеоретические тона. Кроме того, в аргументе неявно фигурировало условие «объективных локальных» причин, которое имело отчетливую мировоззренческую окраску и, следовательно, прямым образом относилось к философским воззрениям Эйнштейна. Дискуссия по аргументу ЭПР привела к необходимости обратиться к обсуждению опять-таки метатеоретических, по сути дела, вопросов, связанных с требованиями к научной теории и ее свойствам, к анализу философской по своему статусу проблемы (физической) реальности, но обсуждению во внутрифизических большей частью терминах. При этом условие «объективных локальных причин», предполагавшее независимость измерений над разделенными системами и локальность взаимодействий, было, «по существу, тем стержнем, который фиксировал концептуальную перспективу, в рамках которой Эйнштейн рассматривал всю проблему физической реальности и полноты ее квантовомеханического описания» [Аршинов, 1984 б, с. 223].

Бор имплицитно применял некоторое металингвистическое предписание, строил теорию на принципе наблюдаемости, которое можно считать метатеоретическим положением, поскольку оно «обеспечивает построение теории по методу принципов, но... в структуру теории не входит» [Печенкин, 1985, с. 118]. Основное же содержа-

ние концепции дополнительности — и в плане коммуницируемости экспериментальных и теоретических выкладок с помощью естественного языка, обогащенного понятиями классической физики, и в плане целостности процесса наблюдения, и в плане выделения в этой целостности двух противостоящих сторон — наблюдаемого объекта и средства наблюдения (прибора) и, наконец, в плане разрушения этой целостности для того, чтобы представить знание об объекте в виде двух несовместимых, но предполагающих друг друга картин,— это содержание концепции дополнительности имеет прямые выходы на исконно философские проблемы и резонирует с диалектическим пониманием действительности (см.: [Алексеев, 1978, с. 225—231]). И все же, даже несмотря на то, что Бор стремился распространить идею дополнительности далеко за пределы физики (и был в этом стремлении реалистичен, см.: [Розов, 1987, с. 37—40]), выходил на широкие философские обобщения, его аргументы в споре с Эйнштейном носили внутрифизический характер. И это понятно: такого рода аргументация навязывалась не только предметом дискуссии, но и тем, что он должен был убедить физическое сообщество, а для этого максимальной убеждающей силой, естественно, обладали аргументы от их собственной науки, выраженные на понятном ему языке, да и в центре спора находилась физическая проблема.

Эйнштейн же даже на третьей стадии дискуссии, которая восходила к 1949 г. и в которой уже больший удельный вес принадлежал проблеме физической реальности, продолжал повторять в основном аргументы, которые произносились до второй мировой войны. Он по-прежнему отказывался признать статистическое описание, свойственное квантовой механике, полным, по-прежнему настаивал на необходимости понимания реальности «как таковой», по-прежнему не допускал того, что волновая функция характеризует состояние отдельной частицы, и идеал теории по-прежнему видел в конструкциях иного, нежели квантовая, рода (см.: [Илларионов, 1979, с. 476—477]).

Думается, что философские соображения привлекались Бором и Эйнштейном в конечном счете в той мере, в какой они были озабочены прогрессом и судьбой физики по тем направлениям, которые возглавляли эти ученые, и тем самым они, если не прямо, то косвенно пред-

назначались для внутрифизических «нужд», и тем более были эти соображения эффективнее, чем ближе отвечали задаче собственно теоретизирования в этой науке. Философские соображения в ходе дискуссии не «оторвались» от физической «почвы», не достигли и не могли достичь (что, впрочем, вполне естественно) отвлеченного, независимого от физических проблем, рассмотрения. Центр тяжести в споре Бора и Эйнштейна (особенно на первой и второй стадиях) находился в области внутритеоретической рефлексии, но не в ее, так сказать, сердцевине, а где-то достаточно близко к уровням высокостоящих рефлексий — философско-методологической и метатеоретической.

Действительно, в статье «Дискуссии с Эйнштейном о проблемах теории познания в атомной физике», как бы подводившей итоги многолетнего спора, Бор, чувствовавший «необходимость крайней осторожности во всех вопросах терминологии и диалектики», замечал, что они с Эйнштейном **«коснулись** многих вопросов философского порядка», ими были **затронуты** проблемы теории познания, они говорили о вопросах, **«примыкающих** к теории познания» [Бор, 1961, с. 90, 69, 75, 84] (выделено мною.— *В. Б.*). Можно, видимо, сказать, что дискуссия Бора и Эйнштейна касалась гносеологических проблем негносеологическими (а, иногда, лишь близкими к гносеологическим) средствами. Философские «вкрапления» в дискуссию обусловливались не только философскими позициями дискутирующих сторон, но и тем, что порой иссякали рациональные аргументы и цементирующей основой позиции являлось чувство, эмоционально-ценностные компоненты мировоззрения, для выражения которых наиболее адекватными были философские идеи, методологические принципы, достоинство которых в том, что они «настолько определенны, чтобы исключить возможность своего превращения в некие формальные каноны, позволяющие решать вопрос о судьбе той или иной теории без глубокого конкретного анализа ее содержания, и вместе с тем настолько неопределенны, чтобы существенно ограничивать круг проблем и гипотез, могущих быть предметом научных исследований и дискуссий» [Баженов, 1986, с. 155].

Когда у Эйнштейна не осталось сомнений в непротиворечивости квантовомеханического формализма, он написал, что убеждение в том, что квантовая теория дает

полное описание поведения индивидуальных частиц «логически допустимо, но это настолько противоречит моему научному инстинкту, что я не могу отказаться от поисков более полной концепции» [Эйнштейн, 1965, с. 56]. Да и главной причиной того, что Эйнштейн объявил квантовую теорию неполной, является внутрифизическое (но, понятно, имеющее далеко идущие философские последствия) положение о том, что нельзя мыслить частицу как одновременно имеющую координаты и импульс, связанные в образе ее траектории (см.: [Борн, 1977, с. 171]).

Во всяком случае дискуссия Бора и Эйнштейна имела громадное значение для развития современной физики в целом, становления и укрепления в ней рефлексивных механизмов, в частности. Рефлексия уже в тот период выполняла свои прямые функции. Она способствовала прояснению оснований квантовой механики. Бор не уставал подчеркивать, что сомнения Эйнштейна и его критика постоянно давали ценные толчки к тому, «чтобы вновь рассмотреть различные аспекты той ситуации, с которой мы сталкиваемся при описании атомных явлений» [Бор, 1961, с. 70]. Дискуссия Бора и Эйнштейна подняла целую волну физиков, математиков и философов, приковавших свое внимание к способам приобретения информации о квантовомеханических процессах, к вопросам, связанным с диалектикой активности познающего субъекта, к структуре и природе квантовофизического знания.

2.1.2. Парадоксы оснований квантовой теории

Дискуссия Бора и Эйнштейна открыла новое направление исследований в квантовой физике — исследование ее оснований [1]. Изучая собственные основания, квантовая физика оказывается в саморефлексивной позиции: она обращена на внутренние концептуальные структуры, которые в результате исследований подвергаются не только критической оценке, но и в определенных случаях существенной перестройке. Особое значение в этом процессе принадлежит логико-алгебраическому подходу.

Становление и развитие исследований по основаниям физики лишь немногим отставали от развития исследований по основаниям математики (и даже отчасти стимулировалось последними). Синхронность этих процессов в физико-математическом естествознании, думается,

неслучайна: она вызвана стремлением к самоанализу в тех сферах научного познания, которые в своем развитии наиболее далеко ушли от структурно-понятийных формаций и представлений, смыкающихся или близких к представлениям, задаваемым здравым смыслом и непосредственным человеческим опытом. Усложнение концептуального содержания, рост абстрактности исходных положений физики и математики естественным образом подвели к зарождению в недрах этих дисциплин разделов, как-то «компенсировавших» те тенденции роста сложности теорий, которые были сопряжены с возможностью возникновения парадоксов, с потребностью прояснения оснований теорий, с попытками создания более оптимальных методов рассуждения и т. д. Необходимость сознательного контроля над способами порождения знания в тех или иных теориях физико-математического естествознания не могла не привести к формам, осуществлявшим этот контроль внутритеоретическими средствами. Именно в формировании специально-научных видов и форм рефлексивности и видится одна из отличительных особенностей развития физики и математики в XX в. Проблематика специально-научных оснований физики и математики сложилась в контексте общих тенденций современной науки к самопознанию. Фактически с самого начала исследования оснований естественнонаучного знания задавали (и задают поныне) тон этим процессам и в некотором смысле являлись их исходными пунктами.

Однако было бы ошибкой считать, что основания физики сводятся к одним лишь специально-научным формам и видам. Основания любой науки, в том числе и физики,— многоуровневое образование, иерархическая система, которая характеризуется интенсивным взаимодействием философии и базисных положений самой науки. Структура оснований слагается из философских (онтологических, гносеологических, методологических, праксеологических, аксиологических, мировоззренческих), общенаучных, метатеоретических и (внутри)теоретических оснований частных наук (см.: [Панченко, 1988, с. 12—23]).

Роль философских оснований в развитии естественных наук всегда была исключительно важной, и она опосредуется множеством факторов социокультурного плана. А это приводит к тому, что она носит сложный и где-то неоднозначный характер, в общем-то не обеспечивающий потребности оперативной регуляции процессов роста

научных концепций и программ. Интенсификация этих процессов в современном естественнонаучном познании ответственна за особые функции специально-научных оснований частных наук, прежде всего (внутри) теоретических и метатеоретических оснований, которые призваны оперативно реагировать на концептуальные трудности естественнонаучного знания, контролировать его развитие при помощи собственных средств. Это и явилось предпосылкой укрепления внутритеоретической рефлексивности в современном физико-математическом естествознании, которая как бы дополняет традиционные формы и виды самопознания науки механизмом, имеющим **непосредственный** выход на специально-научное знание,— механизмом, генезис которого определен его, знания, динамизмом и усложнением в условиях научно-технического прогресса.

В физике уже отдается отчет, что исследование ее оснований представляет не только академический интерес, но и оказывает ощутимое влияние на эту дисциплину. «Приобретенный опыт учит,— пишут Э. Бельтраметти и Дж. Казинелли,— что прояснение и анализ базисных структурных единиц и предпосылок оснований физики может иметь решающее значение для развития науки (хотя и требуется время, чтобы проявился эффект от этого анализа)» [**Бельтраметти, Казинелли, 1981, с. XXI**]. Математики в своих высказываниях более осторожны насчет практического значения исследований оснований (см.: [Клайн, 1984, с. 378—388]), но какая еще дисциплина, кроме математики, может «похвастаться» столь выраженным воздействием анализа ее оснований на судьбы развития своей науки?

Говоря об исследованиях по основаниям физики как виде внутритеоретической рефлексии, уместно заметить, что одни и те же понятия и представления могут анализироваться в контексте различного рода оснований — философских, общенаучных и т. д., под углом зрения различных уровней самопознания науки. Так, понятия пространства и времени выступают как философские категории в контексте их анализа в качестве форм существования материи, один из «пластов» которой изучает квантовая физика. При анализе же этих понятий «в физической теории и ее различных реконструкциях (логико-математических, геометродинамических и т. д.) мы сталкиваемся не только с различными аспектами статуса пространства и времени, но, что очень важно, сами пространство и время оказываются не единственными — необходимо различать теоретическое, эмпирическое, концептуальное и т. д. пространство и время физической теории»,— пишет М. Д. Ахундов [Ахундов, 1982, с. 211]. Таким образом, понятия пространства и времени обнаруживают многоаспектность, зависимость от контекста рассмотрения. «Тонкая структура» этих понятий раскрывается при осмыслении их в контексте исследований специально-научных оснований физики. Ниже я остановлюсь на аспектах понимания пространства в квантовой физике, связанных с идеями нелокальности, к которым подводит рефлексия над аргументом ЭПР.

Анализ оснований квантовой физики, начатый в дискуссии Бора и Эйнштейна, привел к широкому признанию того факта, что «квантовая механика является в конечном счете физикой процессов, а не свойств, физикой взаимодействий, а не атрибутов, и даже не первичных качеств материи», а поэтому ее можно «с полным основанием считать продолжающей основную линию развития теоретической физики» [Джеммер, 1985, с. 369]. Однако существуют проблемы, поставленные в ходе внутритеоретической рефлексии в квантовой физике, которые оказываются принципиально новыми для теоретической физики. Центральная из этих проблем — проблема измерения, помещенная Бором в фокус методологического анализа.

Проблема измерения. Идеология классической физики (как, впрочем, и всей классической науки) покоилась на предметоцентристских установках, задававших объектно-вещное понимание действительности. Такое понимание было сопряжено с наивно-реалистическим истолкованием взаимоотношения субъекта и объекта познания: функции субъекта сводились, грубо говоря, к созерцанию объекта в «чистом» виде. Вне поля его зрения оставались операциональные характеристики объекта, а сам субъект оказывался вынесенным за скобки познавательного процесса. Таким образом, воздействие субъекта на объект трактовалось как однонаправленное, пассивное по своей сути воздействие. Соответственно в классической физике считалось, что эксперимент не влияет на изучаемые физические процессы и, кроме того, результаты эксперимента могут безгранично уточняться.

Переход к исследованию квантовых явлений потребовал радикального пересмотра наивно-реалистической концепции взаимоотношения субъекта и объекта, пересмотра природы экспериментальной деятельности в целом. Если классическая физика не нуждалась в какой-то особой **теории измерения,** то в квантовой физике комплекс вопросов, связанный с процессом измерения, был перемещен в самый центр наиболее принципиальных вопросов этой науки. Именно квантовое измерение продемонстрировало сущность физического взаимодействия как взаимодействия в буквальном смысле слова, а не однонаправленного воздействия субъекта на объект [Панченко, 1981, с. 32]. Именно исследование квантового измерения с методологических позиций обнажило активность субъекта познания, высветило те стороны познавательного отношения, которые оставались как бы в тени классической физики. Диалектическое рассмотрение оснований квантовой механики выявило всю сложность анализа субъектно-объектных отношений в квантовой области, показало необходимость деятельностного подхода для понимания теоретико-познавательной ситуации в квантовой физике и, в частности, дихотомии теоретического и эмпирического в этой науке. В квантовой физике максимально рельефно проявились те черты субъективной диалектики, которые обусловлены противоречивостью отражения несоразмерной нашему макроскопическому опыту объективной диалектики микромира.

Специфика квантовомеханического измерения состоит в том, что процесс взаимодействия прибора и микрообъекта должен быть осмыслен через призму соотношения неопределенностей, которое накладывает ограничения на точность одновременного измерения тех или иных характеристик системы, а также в свете того факта, что в результате измерения меняется состояние как прибора, так и самого объекта. Таким образом, объективные свойства квантовых систем и их операциональное определение оказались завязанными на уровне физической реальности в один узел, что невольно наводило на мысль о единстве субъективных и объективных моментов познания, на нетривиальность концептуально-проективного отношения между теоретическим и эмпирическим уровнями физического знания.

Квантовая теория измерения включает положение, которое не имеет аналогов в классической физике и которое, строго говоря, дедуктивно не выводимо из теории измерений. Это положение о редукции волновой функции (оно означает, что в итоге измерения суперпозиция состояний системы стягивается к одному макроскопически детектируемому состоянию). Положение о редукции волновой функции настолько тесно вплетено в квантовые представления, что многие усматривают в редукции отличительную особенность квантовой механики (например, И. Пригожин). В то же время существует мнение (Е. Вигнер), что «редукция волновой функции находится в противоречии с обычной формулировкой квантовой механики» и оно может быть снято лишь при «существенном изменении норм физических рассуждений» **[Вигнер, 1983, с. 52, 58].**

Хотя теория измерения сформулирована пока лишь для нерелятивистской области и постулат редукции был введен именно для этого случая, есть все основания считать, что он **верен и для релятивистской области** [Гриб, 1984, с. 627]. Между тем все парадоксы (нерелятивистской) квантовой механики в той или иной степени сопряжены или прямо обусловлены редукцией волновой функции. Они также возникают, если допустить существование линейных суперпозиций макроскопически различных состояний в природе [Леггет, 1986, с. 671]. Не означает ли это, что трудности данной теории будут унаследованы и в тех концептуальных системах, которые ее обобщают? Во всяком случае проблема измерения — исконно, так сказать, квантовомеханическая проблема — является мощным катализатором внутритеоретической рефлексии, питающей исследования по основаниям квантовой физики.

Поиски решения этой проблемы внутрифизическими средствами так или иначе приводят к расширению контекста ее рассмотрения, выходу за рамки квантовой физики. Во многом отталкиваясь от анализа проблемы измерения, Бор сформулировал свою концепцию дополнительности и понимание **явления** как неделимой целостности всех компонентов процесса наблюдения («никакое элементарное явление нельзя считать явлением, пока оно не наблюдалось» [Уилер, 1982, с. 548]), фон Нейман высказал мысль, что редукция волновой функции в ходе измерения совершается благодаря вмешательству сознания наблюдателя (и был, кстати, поддержан Е. Вигнером), В. А. Фок выдвинул концепцию относительности к сред-

ствам наблюдения, развивается информационный подход к процессу измерения и т. д. Так, Б. Я. Пахомов замечает, что «редукция волновой функции есть информационный скачок в сознании наблюдателя, а не в реальном физическом состоянии квантового объекта» [Пахомов, 1985, с. 147].

Создается впечатление, что трудности истолкования редукции волновой функции обусловлены такой особенностью квантовомеханической теории измерений, которая в чем-то аналогична природе геделевских предложений в логике и математике. Действительно, для понимания проблемы измерения существенно то обстоятельство, что формулируемое на языке квантовой механики «предложение, выражающее постулат измерения, или редукцию волновой функции, с одной стороны, не может быть содержательно **выражено** только средствами квантовомеханической теории (редукция не подразумевается принципом суперпозиции), **дедуктивно выведено** (выделено мною.— *В. Б.*) из нее, а с другой — не противоречит этой теории (ибо поведение совокупной системы «объект+прибор» может быть описано уравнением Шредингера» [Панченко, 1981, с. 51]. И это свидетельствует не только о неполноте квантовой механики, понимаемой в качестве теории измерения, но и наводит на мысль о некоторых причинах, вынуждающих к расширению контекста рассмотрения процесса измерения за границы квантовой теории. Будет ли проблема измерения решена в теории, обобщающей квантовую, или найден подход, объясняющий механизмы редукции волновой функции в понятиях, внешних для квантовой теории, будет ли предложен какой-либо иной выход из ситуации, беспокоящей физиков уже не одно десятилетие, покажет будущее. Пока же эта проблема приковывает внимание многих ученых к основаниям и парадоксам квантовой физики (из которых мы подробно остановимся на аргументе ЭПР).

Парадокс (аргумент) ЭПР «представлял собой наиболее серьезный вызов, брошенный квантовой механике» [Илларионов, 1979, с. 474], побуждающий ее к самоанализу. Темпы роста массива публикаций по парадоксу ЭПР возрастают. «ЭПР-парадокс остается на вершине списка будоражащих воображение квантовых эффектов, наиболее сложным феноменом для согласования с нашей картиной физической реальности» **[Маттук, 1982, с. 118]**. Суть парадокса в том, что первоначально систе-

ма двух взаимодействующих частиц имеет общую волновую функцию. Затем частицы разводятся на расстояние, на котором, согласно нашим обычным представлениям, их взаимодействием можно наверняка пренебречь, т. е. частицы (и их состояния) должны, казалось бы, быть независимыми. Тем не менее, если произвести измерение какой-либо характеристики одной частицы, то значение соответствующей характеристики другой частицы после этого автоматически становится известным (учитывая, разумеется, законы сохранения). Парадоксальность ситуации заключается в том, что вторая частица, не подверженная измерению, мгновенно «узнает» об изменении состояния первой частицы, сама меняя собственное состояние.

По своему значению О. Коста де Борегар приравнивает парадокс ЭПР к парадоксу эфира для специальной теории относительности, ультрафиолетовой катастрофе для квантовой механики и называет его «третьей грозой двадцатого века». «Если подобная оценка ЭПР-парадокса верна,— пишет Ю. Б. Молчанов,— то он, видимо, заслуживает самого пристального внимания с философской точки зрения, как в мировоззренческом, так и в методологическом плане, ибо это позволило бы хоть как-то подготовиться к приближающейся буре» [Молчанов, 1983, с. 31].

Существует подход к объяснению ЭПР-парадокса с точки зрения сверхсветовых взаимодействий (см.: [Бажанов, 1983]), но он лишь один из целого множества подходов, наиболее, возможно, экстравагантный, хотя и принимающий участие в функции объяснения науки (Я. Б. Зельдович предположил, что корреляции типа ЭПР могут быть причиной изотропии реликтового излучения [Гриб, 1984, с. 630]). Между тем в процессе самоанализа квантовой физики выработаны целые концепции, претендующие на объяснение ЭПР-парадокса. В общепринятой — копенгагенской — интерпретации парадокс снимается тем, что частицы не считаются локализованными в пространстве еще до измерения, они как бы «размазаны» по пространству и, соответственно, «размазана» по пространству их волновая функция. Здесь существенное значение имеет не только концепция дополнительности, но и ее фундамент в виде статистической природы микромира, неизбежности вероятностных представлений при его описании **[Лахти, 1983]**. А это Паули —

весьма последовательный проводник копенгагенской точки зрения — считал безусловно главным среди фундаментальных принципов квантовой физики **[Лаурикайнен, 1985]**. Открытие квантового эффекта Холла является одним из последних ярких свидетельств в пользу копенгагенской концепции, предполагающей единство микро- и макромира **[Томсен, 1986]**.

К. Поппер, давний противник копенгагенской точки зрения, был убежден, что аргумент ЭПР со всей очевидностью и безупречностью показывает, что «копенгагенская интерпретация несостоятельна и что частица обладает и точным местоположением, и точным импульсом, хотя мы, скорее всего, и неспособны приготовить состояние частицы таким образом, что ее момент не рассеивается при детектировании координат» **[Поппер, 1982, с. 975]**. Интенсивное обсуждение в настоящее время проблем интерпретации квантовой теории с точки зрения оппонентов идеи дополнительности вызвано тем, что «адекватного философского истолкования квантовой механики не найдено, поскольку Н. Бор стерилизовал умы целого поколения теоретиков, убедив их, что необходимая работа уже давно проделана» **[Садбери, 1986, с. 178]**. Впрочем, аналогичное мнение высказывают и лояльные к идее дополнительности физики (например, М. Гелл-Манн).

Парадоксальности ситуации с аргументом ЭПР (явного нарушения принципа причинности) можно избежать, если допустить дополнительность (двойственность) топологии и логики: истолкование квантовой теории в терминах классической двухвалентной логики в ряде случаев (в число которых в первую очередь попадает аргумент ЭПР) приводит к тому, что изменение топологии в физических явлениях не может не восприниматься как нарушение принципа причинности [Акчурин, 1980, с. 244]. С другой стороны, признание динамических изменений топологии диктует необходимость использования иных — неклассических — логик. Значит, мы приходим к пониманию логики как объяснительного принципа.

Тезис о логике как объяснительном принципе получает все большее распространение. И дело здесь не только в том, что квантовая механика явилась, по-видимому, первой теорией, достаточно отчетливо показавшей эмпирический «подтекст» формальной логики, в преломлении к микромиру принявшей очертания квантовой логики, статус которой по отношению к классической логике до

сих пор еще неясен (см.: **[Адлер, Вирс, 1983, с. 413]**). Дело, на мой взгляд, прежде всего в том, что, сталкиваясь с определенной предметной ситуацией, мы обязаны рассуждать сообразно положению вещей в этой ситуации, т. е. имплицитно заниматься построением «прикладной» логики, в подавляющем большинстве случаев не фиксируя ее законы и правила вывода. Однако рассуждения в области квантовых явлений были настолько необычны, что так или иначе потребовали фиксации основополагающих принципов в явном виде, потребовали рефлексии над способами приемлемых рассуждений в условиях действия принципа неопределенности, квантового постулата, вероятностного поведения микрочастиц и т. д. Неклассический характер представленных в эксплицированном виде рассуждений сделал необходимым их упорядочение, а тот факт, что полученная логика самым непосредственным образом была «экстрагирована» из эмпирических квантовых закономерностей, поставил ее в позицию, в которой естественно думать о логике как объяснительном принципе. Теоретизированный мир, воссоздаваемый квантовой логикой, обладает неклассической логической структурой, которая вместе с принятием нелокальности позволяет избежать введения ретроактивных представлений и, стало быть, сверхсветовых взаимодействий. Значит, логика претендует здесь на концептуальное содержание, предлагающее некоторый тип каузального объяснения. Между тем актуальна проблема объяснения самой квантовой логики в смысле ее места в ряду других логических систем, выяснение, в частности, вопроса о том, является ли она логикой в собственном значении этого слова или же металогикой. Если считать, что логикой можно назвать всякую систему вывода одних истинных предложений из других истинных предложений, то квантовую логику «предпочтительно рассматривать в качестве пропозиционального исчисления квантовых высказываний», а не в качестве логики в традиционном понимании **[Броди, 1984, с. 415]**. Дискуссии о статусе квантовой логики еще раз свидетельствуют о сложности теоретико-познавательной ситуации в основаниях квантовой физики и стимулах к ее самоанализу (см. также: [Панченко, 1988, гл. 6]).

Если попытаться представить панораму точек зрения по отношению к аргументу ЭПР, то этот факт станет и вовсе очевидным, сконцентрировав в себе ту напряжен-

ность концептуального поля, которая ответственна за механизмы рефлексии над квантовой механикой.

Одни ученые видят в ЭПР-парадоксе вызов возможности выработать осмысленную и непротиворечивую интерпретацию квантовой теории (К. А. Хукер) — а именно из-за «неадекватной интерпретации квантовой физики скорее всего возникают все ее противоречия» [**Калнай, 1981, с. 1127**]; другие (Дж. Яух, Г. Крипс) оценивают его как «пробную палочку» различных теорий измерения на способность справиться с ситуацией, описываемой аргументом; третьи же (Б. К. ван Фраассен) считают, что он — лучший тест для проверки адекватности квантовых логик реальному положению вещей в микромире.

К анализу парадокса ЭПР можно подойти и со стороны лингвистических особенностей физических контекстов, их полисемии и многослойности (подробнее см.: [Бажанов, 1983, с. 24—25]). Рассматриваемый с этой стороны, он предстает как своеобразная метафора в контексте квантовомеханического рассуждения. «Парадокс возникает в результате использования языка классической физики в чуждой для него ситуации»,— также замечает Е. А. Мамчур [Мамчур, 1984, с. 123].

На новый уровень исследования ЭПР-парадокс был переведен, когда сущность эпистемологических установок Эйнштейна и детали самого аргумента ЭПР были эксплицированы в соответствующей теореме. Сама же теорема возникла в связи с проблемой скрытых параметров в квантовой механике.

2.1.3. Скрытые параметры и теорема Белла в квантовой теории

Изучение проблемы скрытых параметров (СП) — одно из направлений в основаниях квантовой физики, причем такое направление, которое своей стратегической целью ставит коренную перестройку концептуального содержания физики микромира. Устремления сторонников СП ориентированы на теоретическую реконструкцию аппарата квантовой механики, и поэтому их аргументация носит достаточно выраженный внутрифизический характер (хотя вопросы, которые ими поднимаются, конечно же, выходят за рамки физики, а цементирующей основой их позиции являются мировоззренческие и гносеологические установки). Нельзя также не учитывать, что

СП — это определенная интерпретация квантовой теории, а «новые интерпретации фактически формируют базис конкурирующих программ, хотя сами физики говорят только о первых, и не замечают того обстоятельства, что действуют и мыслят в соответствии с последними» [**Пинч, 1979, с. 176**].

Идея СП была своеобразной реакцией на определенные нетрадиционные моменты в идеологии физики микромира. Прежде всего, по-видимому, это касается противодействия представлениям о наблюдаемых в квантовой физике, поскольку, строго говоря, в классическом смысле никаких непосредственных **наблюдаемых** в этой теории нет: все наблюдения здесь носят косвенный характер, что наиболее рельефно обнажилось в процессе автоматизации эксперимента и обработки информации. По убеждению К. Поппера, сам термин «скрытые параметры» был введен в противовес понятию «наблюдаемая» [**Поппер, 1982, с. 973**].

Впервые невозможность дополнения квантовой теории СП попытался доказать фон Нейман еще в середине 1930-х гг. Тем не менее его доказательство не без оснований оспаривалось, да и сам автор, кстати, не считал свои выводы абсолютными. И в то же время «авторитет фон Неймана почти на двадцать лет задержал прогресс в исследовании теорий со СП»,— отмечал автор монументальной книги, посвященной проблеме СП [**Белифанте, 1973, с. 24**].

В 1960-х гг. поднялась новая волна интереса к проблеме полноты квантовой теории, волна, на гребне которой возник качественно новый подход к изучению структур физических теорий (и, в первую очередь, квантовой механики) — логико-алгебраический подход, находящийся в русле реализации метатеоретической рефлексивности физического знания. Он и позволил по-новому взглянуть на проблему СП. Этому способствовало и открытие особой теоремы — теоремы Белла.

Теорема Белла оценивается лауреатом Нобелевской премии по физике Б. Джозефсоном как «важнейшее открытие в физической науке за последнее время» [**Дэвис, Броун, 1986, с. 45**], как «выдающийся научный результат», имеющий далеко идущие теоретические и экспериментальные последствия [**Харрисон, 1982, с. 814**]. Она претендует занять центральное место в исследованиях по основаниям квантовой физики. «Замечательное интеллек-

туальное достижение современной науки» [**Херберт, 1985, с. 23**], теорема Белла открыла новую страницу в понимании природы микромира (равно как и в изучении проблемы СП).

В основании теоремы Белла лежит эйнштейновский принцип локальности физических событий. Согласно этому принципу результат измерения, производимого над одной микросистемой, не зависит от состояния другой — удаленной — микросистемы, т. е., по сути дела, здесь утверждается «точечность» взаимодействия. Действительно, даже на уровне здравого смысла вроде бы очевидно, что ход событий в некоторой области пространства не должен испытывать воздействие со стороны событий, имеющих место в другой, отдаленной пространственноподобным интервалом, области. Такое понимание локальности, вообще говоря, надо отличать от понимания локальности как постулирования невозможности распространения сигнала со сверхсветовой скоростью.

Если же учитывать и возможную конечную скорость передачи сигнала от одной системы к другой, то принцип локальности необходимо дополнить принципом сепарабельности [**Д. Эспанья, 1984**]. Принцип сепарабельности увязывает локальность с релятивистскими представлениями и уточняет канал, по которому может происходить взаимодействие частиц. Он устанавливает, что измерение, производимое над частицей прибором А в определенный момент времени не может влиять на результат измерения другой частицы, производимого с помощью прибора В, если последнее событие лежит во внешней области времени-подобного светового конуса, имеющего вершину в А. Таким образом выполнение принципа сепарабельности означало бы невозможность взаимодействий со сверхсветовой скоростью (см.: [Спасский, Московский, 1984, с. 614]). Утверждая невозможность воспроизведения квантовых корреляций и, вообще, предсказаний квантовой механики в рамках теорий со СП, основанных на принципе локальности взаимодействия, теорема Белла является формализованным выражением принципа локальности. Физический смысл теоремы (неравенства) Белла заключается в следующем.

Атомы, появляющиеся в процессе распада, например, двухатомной молекулы, находящейся в синглетном состоянии, движутся в противоположных направлениях. Согласно закону сохранения момента импульса проекции

спинов этих атомов на некоторую ось также противоположны, и их можно измерить с помощью особых приборов-поляризаторов. Если ось первого прибора-поляризатора коллинеарна вектору А, который лежит в плоскости, перпендикулярной направлению разлета атомов, а ось второго — противоположного — прибора коллинеарна вектору В, то вероятность того, что один атом пройдет первый прибор по оси А, а второй по оси В, имеет некоторое, поддающееся расчету значение. Рассматривая еще ряд таких выделенных направлений векторов, Белл показал, что вероятности прохождения атомов вдоль соответствующих осей подчиняются определенному неравенству. В нем сумма вероятностей обнаружения двух комбинаций свойств, в которых перекрестно имеется парное сочетание противоположных проявлений одного и того же свойства, больше или равна вероятности одновременного измерения данного парного сочетания. При особой ориентации осей неравенство противоречит выкладкам, сделанным на основе квантовой механики, а ее предсказания, стало быть, должны противоречить представлениям, выводимым из теорий со СП, основанных на принципе локальности (так называемым локальным СП). Выполнение неравенства Белла в некоторой реальности должно было бы означать, что ее логическая структура описывается классической логикой [**Сантос, 1986**].

Широко распространена точка зрения, что теорема Белла наиболее убедительно продемонстрировала правильность положения Бора о целостном характере процесса взаимодействия макроприбора с микрообъектом, положения о **нелокальной** природе квантовой реальности. Кстати, имеются и еще очень сильные аргументы в пользу нелокальности как элемента физической реальности — эффекты Аронова — Бома и Брауна — Твисса (см.: [Спасский, Московский, 1984, с. 602—603]).

К экспериментальному аспекту теоремы Белла я вернусь чуть ниже. Сейчас же нужно заметить, что обсуждение проблемы СП в контексте анализа теоремы Белла стимулировало становление метатеоретического уровня рефлексивности в квантовой физике и способствовало осознанию того обстоятельства, что необходимо различать интерпретацию квантовой механики посредством СП и попытки построения теорий с помощью элементов, которые могут считаться СП в пределах последней. Данные теории между тем уже не будут иметь непосред-

ственного отношения в проблеме полноты квантовой физики. В таком контексте идея СП необходима для «зондирования еще не раскрытых объективно-реальных связей, которые не описываются (и не могут описываться) в рамках рассматриваемой (т. е. квантовой — *В. Б.*) теории, поскольку лежат вне пределов ее компетенции» [Панченко, 1988, с. 97].

Многочисленные же теоремы о невозможности СП затрагивают какие-то конкретные системы со СП и не могут претендовать на универсальность. Доказательство этих теорем ведется как на внутритеоретическом, так и на метатеоретическом уровнях: тенденции последнего времени свидетельствуют о все усиливающемся смещении акцента в исследовании проблемы в метатеоретическую плоскость. Характерно, что эти тенденции связываются не только с обобщенной постановкой вопроса, но и с вовлечением в обсуждение философских аспектов сущности пространства, природы единства мира и природы научного познания в целом. Здесь проблема СП (наряду с анализом аргумента ЭПР) вносит свой вклад в расширение философско-методологической рефлексивности физического знания. Во многом это осуществляется через канал проникновения в сознание ученых представлений о нелокальности физической реальности.

Итак, та драма идей, которая развертывается в связи с проблемой интерпретации квантовой теории, включает в себя ряд «сюжетных» линий — линию копенгагенской школы, сторонников СП, квантовой целостности и т. д. Столкновение различных линий проливает новый свет на сущность принципа локальности, генерирует новые представления о пространстве-времени и выливается в конечном счете в попытки выработать контуры нового — неклассического — стиля мышления и видения реальности, идущих дальше того, что было достигнуто в каждом из подходов к квантовой теории. Вместе с тем выводы многих — альтернативных копенгагенскому — направлений интерпретаций квантовой теории принимаются с большой долей скептицизма.

Имеется ли у этого скептицизма сколько-нибудь прочное основание? В какой мере эти рассуждения затрагивают основы концептуального содержания квантовой механики? Не являются ли умозрительными рассуждения о преобразовании нашей картины квантовофизической

реальности? Чью чашу весов перетягивает ныне эксперимент, сосредоточивший в себе право окончательного «вердикта»? Попытаюсь ответить на эти вопросы.

2.1.4. Эксперимент и основания квантовой физики: подведение некоторых итогов и постановка новых проблем

Еще один своего рода «парадокс» квантовой физики состоит в том, что, с одной стороны, она является основой сверхсложных технологий, вновь и вновь подтверждает свою эффективность в задачах приложений, а с другой — по-прежнему кипят споры об ее основаниях, «радикальный пересмотр которых может произойти в результате какого-либо простого эксперимента» [**Пати, 1977, с. 262**]. Действительно, с начала 1970-х гг. постоянно проводятся экспериментальные проверки базисных концептуальных структур квантовой теории. Эти эксперименты исходят главным образом из теоремы Белла. Большинство из них недвусмысленно свидетельствуют в пользу квантовой теории и, стало быть, не допускают СП (локального типа). Эти эксперименты можно, однако, упрекнуть в том, что они оставляли в стороне вопрос о сепарабельности физических событий, связанных с корреляцией частиц. Такой упрек вполне справедлив, и от него нельзя отмахнуться.

Только недавно удалось поставить эксперимент, который в равной степени касается и локальности, и сепарабельности (А. Аспек). Разделение сепарабельности и локальности, неразличимых доселе, достигалось в опыте Аспека тем, что ориентация анализаторов поляризации фотонов менялась за промежуток времени, заведомо меньший, чем время прохождения сигнала от одного измерительного прибора к другому. Значение этих экспериментов, на мой взгляд, трудно переоценить. Достаточно сказать, что корреляция частиц (фотонов) происходила на макроскопических расстояниях (порядка 15 метров в 1986 г.), причем изменение состояний частиц было наблюдаемым [**Аспек, Гранжер, Роже, 1982**], [**Аспек, Гранжер, 1986, с. 12**], [**Девис, Броун, 1986, с. 42**]. С высокой точностью были подтверждены предсказания квантовой механики (согласие с теоретическими выкладками оказалось лучше 1%). Следовательно, было достигнуто самое сильное на сегодняшний день нарушение неравенства Белла, а степень корреляции между физи-

ческими событиями намного превосходила степень корреляции, которую можно было бы ожидать в соответствии с предсказаниями альтернативных к квантовой теории систем с локальными СП. Эксперименты Аспека, таким образом, не только укрепили математический каркас квантовой механики, но и опровергли возможность достаточно обширного класса теорий со СП. Между тем эти эксперименты фактически не касались еще одного, более экзотического, класса теорий СП — нелокальных (или контекстуальных), которые, однако, пока значительно уступают квантовой теории в смысле простоты концептуального аппарата.

Нелокальность (по Беллу) означает, что измерение, производимое над одной частицей, влияет на состояние другой (принцип сепарабельности учитывает скорость этого влияния). Формальное выражение нелокальности достигается, например, постулированием (Д. Бом, Б. Хили) некоторого квантового потенциала, который «окутывает» любую элементарную частицу, захватывая обширные пространственные области. Квантовый потенциал имеет статус гипотезы ad hoc.

Эксперименты Аспека подводят итог некоторого этапа исследований по основаниям квантовой физики, но они, равно как и следствия теоремы Белла, еще ожидают развернутого осмысления в онтологическом и гносеологическом аспектах. Впрочем, уже сейчас напрашивается вывод, что картина физической реальности, соответствующая общепринятым квантовым представлениям, должна претерпеть модификацию в плане учета той степени корреляции, которая предполагается квантовой теорией. Ее предстоит переосмыслить в свете того фундаментального свойства нелокальности, которое неявно «вплавлено» в принципы квантовой механики,— свойства, которое рельефно обозначилось лишь в сопоставлениях этих принципов с теоремой Белла и было экспериментально верифицировано группой Аспека. Признание этого свойства, тем не менее, пока затрагивает только самые глубокие слои оснований квантовой физики. Большинство же теоретических и тем более прикладных задач квантовая физика решает, пользуясь абстракцией локальности, «точечности» взаимодействия. Думается, что прогресс физического знания должен привести к необходимости учета в решении конкретных задач нелокальной природы микромира в той или иной форме. Это

может означать радикальную перестройку стиля физического мышления, переоценку классической концепции дальнодействия (своеобразной предтечи концепции квантовой нелокальности) и отказ от коренных физических абстракций типа абстракции изолированной системы. Пока же остается открытым вопрос о субстанциальной сущности нелокальности, ее последовательной физической интерпретации и уж тем более о гносеологическом статусе (см.: **[Стапп, 1988]**. Сказанное относится и к вероятным нарушениям в опыте Аспека принципа сепарабельности. Все это подогревает и без того сильный интерес к основаниям квантовой физики и толкает ее к дальнейшему самоанализу. Прежде всего, конечно, в фокусе внимания продолжает оставаться эксперимент Аспека и его следствия. Можно даже сказать, что он, подводя определенную черту под важным этапом исследований оснований квантовой физики, в то же время явился катализатором новых идей и подходов к, казалось бы, традиционным проблемам. Кроме того в повестку дня включены и новые вопросы.

Если истолковать эксперименты Аспека как веский аргумент в пользу признания квантовой нелокальности «фундаментальным фактом действительности» **[Маттук, 1982, с. 117]** и, таким образом, так, что ее «хитрость превосходит наше воображение» **[Харрисон, 1982, с. 811]**, — а именно в этом ключе понимают эксперименты подавляющее большинство ученых, занимающихся основаниями физики,— то возникает серьезное рассогласование с вековыми традициями не только физического, но и научного познания в целом. До сих пор физический эксперимент исходил из неявного допущения о локальности взаимодействия и давал информацию о такого рода взаимодействиях. «Физики опасаются,— пишет Ф. Хойл,— что если открыть дверь нелокальным законам, то невозможно будет предвидеть, насколько далеко можно зайти с перестройкой картины физических взаимодействий» **[Хойл, 1977, с. 119]**. Д. Бом полностью солидарен с ним в том, что «в настоящее время нелокальность — экзотическая идея (хотя тысячу лет назад люди мыслили как раз нелокально)», но, однако же, продолжает его ближайший соратник Б. Хили, «совершенно неясно, как можно понять эксперименты Аспека с точки зрения ортодоксальной интерпретации квантовой механики. Вот концепция квантового потенциала,— та не только

легко объясняет эти эксперименты, но и настаивает на выводах о нелокальности, которые из них делаются» [**Дэвис, Броун, 1986, с. 125, 141**].

Принятие идеи нелокальности действительно не может осуществиться без весьма и весьма веских доводов, и надо признать, что их становится все больше. Ведь, по сути дела, она никак не соответствует релятивистским представлениям. Воскрешая своего рода дальнодействие, нелокальность на уровне макромира находится в очевидном противоречии с теорией относительности. П. А. М. Дирак откликнулся на создавшуюся ситуацию так: «Нелокальность противоречит духу теории относительности, но это лучшее, что можно сейчас предложить... Мы не можем быть удовлетворены такой теорией (т. е. квантовой механикой.— *В. Б.*)» [цит. по: **Шилли, 1983, с. 2484**]. Иного выхода, кроме как поступиться теорией относительности, допустить возможность сверхсветовых взаимодействий (но не передачу информации со сверхсветовой скоростью, см.: [**Бэнд, 1988**] не видит и сам Аспек («мы не можем сохранить простую картину Вселенной при эйнштейновской концепции сепарабельности... Квантовая механика же несовместима с наивной картиной реальности» [**Дэвис, Броун, 1986, с. 42—43; Стапп, 1985 б**]). Действительно ли существует уровень пространства и времени, в котором не имеет место лоренцева инвариантность? Или же источником нелокальности служит взаимодействие поляроидов [**Редийк, Селлери, 1985**]? Или же таким источником является электроника применявшихся в эксперименте счетчиков [**Пассацио, 1985**]? Или, быть может, прав К. Поппер, который считает, что эксперимент Аспека не затрагивает квантовую физику, а «представляет собой первый решающий эксперимент между лоренцевой и эйнштейновской интерпретациями формализма специальной теории относительности» [**Поппер, 1982, с. 976**][2]?

На самом ли деле опыты Аспека не опровергают принцип локальности и не обеспечивают однозначный выбор между концепцией дополнительности, квантовой логикой и необходимостью поиска неизвестного пока механизма, ответственного за редукцию волновой функции [**Питовски, 1986**]? Ясно, пожалуй, одно: с точки зрения экспериментальной верификации тех «странных», не укладывающихся в общезначимые представления квантовых эффектов, сопряженных с нелокальностью, кван-

товой механике сейчас нет серьезной альтернативы. В этом плане весьма показателен уже упоминавшийся ранее эффект Аароновa — Бома, блестяще подтвердивший предсказания квантовой механики и опять-таки внушающий мысль о необходимости переосмысления стандартной картины физической реальности на уровне микромира. Один из моментов такого переосмысления связан с осознанием того обстоятельства, что потенциалы в квантовой физике играют роль, в чем-то напоминающую роль полей в классической физике (подробнее об эффекте Аароновa — Бома см.: [Бажанов, 1983; Спасский, Московский, 1984]).

Итак, дискуссия об основаниях квантовой механики продолжается в условиях, когда квантовая механика продемонстрировала свою непополнимость локальными СП, когда центр тяжести дискуссии все больше смещается по направлению к метатеоретическому осмыслению проблемы ее интерпретации, причем все отчетливее вырисовывается, что с логической точки зрения она — максимально предпочтительная теория из числа тех, которые были предложены для микромира [**Перес, Зурек, 1982**].

Метатеоретическое рассмотрение проблемы, как правило, предполагает переход к плоскости, более богатой дедуктивными и выразительными средствами концептуальной системы. В этом смысле один из путей выхода из сложившейся ситуации, который виделся незадолго до кончины П. А. М. Дираку,— это, как и в 1925 г., «необходимость создания некоторой новой математики» [**Дирак, 1984, с. 677**].

Будет ли избран именно этот путь — покажет будущее. Заметим только, что представления о всеобщей связи, целостности в определенном плане созвучны диалектической философии.

Можно, вероятно, сказать, что квантовая теория через корреляционные эффекты вскрывает единство закономерностей материи на уровне физической формы ее движения и наводит на мысль о единстве, диалектическом развитии и обогащении закономерностей движения материи по мере усложнения ее строения и организации.

Проблема нелокальности фактически тесно сопряжена с проблемой соотношения эмпирического и теоретического в естественнонаучном познании. После экспериментов Аспека стало более прозрачным то положение,

что теоретически предсказываемые квантовой механикой корреляции эмпирически проверяемы. Однако в силу приверженности к «точечному», локальному образу мышления физического сообщества осмысление онтологического статуса и эпистемологического значения этих корреляций наталкивается на большие трудности. Вообще, исследование оснований квантовой физики предполагает более дифференцированный подход к анализу диалектического противоречия между теоретическим и эмпирическим в физической науке. Актуальность такого подхода становится очевидной ввиду обнаружения новых принципиальных сложностей «стыковки» результатов концептуально-теоретических выкладок и их проекций на плоскость эмпирического знания. Об этих трудностях можно, например, судить по еще одной нетривиальной проблеме оснований квантовой теории, получившей условное название «парадокс Зенона».

Парадокс Зенона в квантовой теории состоит в том, что согласно формальным квантовомеханическим соображениям взаимодействие измерительной установки с нестабильной микросистемой замедляет ее распад или же вообще делает его невозможным, хотя на самом деле, в реальной ситуации этот распад может происходить. Другими словами, постоянное наблюдение над нестабильной системой (повторим: так как оно трактуется в квантовой **теории**) препятствует изменению состояния системы.

Название данного парадокса намеренно повторяет знаменитые апории Зенона, в которых в заостренной форме представлено противоречие между данными наблюдения, повседневного опыта, связанного с восприятием движения, и его мысленным анализом. Подобно тому, как в формулировке традиционных апорий Зенона («Стрела», «Ахилл» и т. д.) содержится указание на противоречивость отражения реального движения в виде «логики понятий», так и в парадоксе квантовой теории, получившем имя Зенона, говорится о несоответствии между реальным физическим процессом и его теоретической трактовкой.

Парадокс Зенона принимает различные формы в зависимости от энергетического спектра системы, но в любом случае здесь имеется серьезная коллизия между тем, что и как предсказывается в рамках квантовомеханического формализма, и тем, что и как происходит в реальных наблюдениях нестабильных систем. Анализ

парадокса Зенона позволяет утверждать, что он «представляет собой вызов самой структуре квантовой механики, а не просто какой-либо ее частной интерпретации» [Сингх, Уайтеккер, 1984, с. 136]. Хотя предпринимаются попытки ослабить остроту парадокса Зенона или даже снять его путем указания на то обстоятельство, что в условиях парадокса неявно фигурирует классическое представление о нахождении нестабильной системы в одном — распавшемся или нераспавшемся — состоянии [**Бунге, Калнай, 1983, с. 6**], но это решение вряд ли может считаться удовлетворительным и потому мало затрагивает гносеологическую значимость отражаемой парадоксом ситуации.

Во-первых, здесь вновь со всей силой подчеркиваются целостность процесса квантового измерения, необходимость фиксации условий познания (например, экспериментальных средств) при описании микросистем. Во-вторых, здесь заново ставятся вопросы о диалектике прерывности и непрерывности в физических образах пространственно-временных отношений в их онтологическом статусе. В-третьих, парадокс Зенона заставляет еще раз задуматься о диалектике теоретического и эмпирического в квантовой физике. Эта диалектика прямо указывает на активную роль субъекта в процессе познания.

Свое отношение к теоретическим средствам познания Эйнштейн выразил в форме убеждения, что теория решает, что именно можно наблюдать[3]. Высказывание Эйнштейна о доминирующем начале теоретических средств на научном восприятии мира приобретает особый смысл в контексте его концепции физической реальности, которая сформировалась благодаря своеобразному прочтению им философии Канта [Чудинов, 1980].

Лейтмотивом кантовской философии, как известно, служила идея о том, что логические категории играют роль организующего, оформляющего фактора по отношению к объектам познания, что субъективно-деятельностный, творческий элемент познания предполагает понимание реальности не в качестве объекта пассивного созерцания, а как образования, включенного в конструктивно-преобразующую, активную деятельность человека,— идея, в структуре материалистической диалектики принимающая глубокое рациональное звучание. Человеческая же деятельность в русле диалектико-материа-

листического истолкования в свою очередь представляет собой один из способов внутреннего саморасчленения высокоорганизованной материи, форму «существования ее элементов — субъекта-человека и противополагаемых ему объектов-вещей» [Алексеев, 1978, с. 225]. Это значит, что теоретическая деятельность, в своем генезисе «отталкиваясь» от объективного мира, по причине внутренней целостности и самосогласованности приобретает относительную самостоятельность, формируя своего рода концептуально-замкнутый «мир» (теорию) с присущими ему законами, правилами вывода, абстракциями. Рассуждения в теоретизированном мире достаточно продолжительное время могут вестись безотносительно к той эмпирической основе, исходя из которой он был построен. Когда говорят о **принудительности** логических рассуждений, то имеют в виду как раз данный факт. Именно в силу логической принудительности уравнения оказываются, так сказать, «умнее» своих создателей, заключают в себе мощный эвристический и предсказательный потенциал.

Обретая относительную самостоятельность, теоретизированный мир действительно начинает некоторым образом задавать способы рассечения реальности, но в то же время возникает проблема соотнесения результатов, полученных теоретическими средствами, с той предметной, эмпирической областью, к которой эта теория относится. Иногда обнаруживаются болезненные «разрывы» между теоретическими выкладками и истинным положением дел (как, скажем, в упоминаемом выше квантовом парадоксе Зенона). Складывается ситуация, к характеристике которой применима образная мысль В. И. Ленина, что вопрос не в реальности движения, а в том, как выразить движение в логике понятий. Логика понятий квантовой теории и ведет к формулировке квантового парадокса Зенона, но каков, спрашивается, его реальный смысл и статус, каков истинный механизм распада нестабильных систем? Трудности поиска этого смысла и статуса в концентрированном виде отражают напряженность, возникающую при ликвидации «разрывов» между теоретическим и эмпирическим, метаморфозы осмысления природы диалектического противоречия между этими уровнями научного познания. Можно, вероятно, сказать, что эти «разрывы» — в известном смысле гносеологическая цена, которая платится субъектом

за собственную активность, опредмечивающуюся в структуре и целях познавательного отношения.

С диалектической точки зрения объективность истины отнюдь не означает отрицания субъективных форм ее выражения и присутствия в них некоторых элементов, «вплавленных» характером социальной (или даже биологической) организации человека, спецификой его деятельности по достижению объективно-истинного знания. Диалектический метод мышления всегда рассматривал объективное и субъективное не как абсолютные, а как относительные категории, взаимообусловленные и взаимосвязанные между собой, которые в сложной диалектике познания переходят друг в друга. «Под объективностью нашего знания,— замечает А. И. Панченко,— понимается то его свойство, что это знание способно правильно отражать реальность, существующую вне и независимо от человеческого сознания, а вовсе не то, что из этого отражения можно исключить самого субъекта. Против такого исключения возражал еще К. Маркс в своих «Тезисах о Фейербахе». Субъективное и объективное являются не двумя различными субстанциальными компонентами физической реальности, из которых она складывается, но аспектами познавательной деятельности, один из которых (объективное) означает отражение реальности, а второй (субъективное) — логическое оформление этого отражения» [Панченко, 1981, с. 66—67]. Человек видит закономерности объективного мира как бы сквозь призму собственной субъективности. Как выразился М. К. Мамардашвили, «мы понимаем сделанным, а не сделанное...» [Мамардашвили, 1984, с. 67]. Разумеется, субъект познания всегда стремится «схватить» объект в «чистом» виде, каким он существует «сам по себе», но при этом тем не менее неизбежно на уровне концептуального отражения — где-то меньше, где-то больше — объект воспринимается в контексте теоретического, экспериментального и даже просто жизненного опыта носителя конкретной субъективности, с вплавлением в наиболее сложных случаях характера деятельности по его изучению или производству. Общественная практика, по-видимому, лишь минимизирует степень этого вплавления. Объективная истина всегда предстает в субъективных формах выражения, оформляющихся в процессе деятельности и задающихся этой деятельностью. Диалектика практики как критерия объективности истины и

заключается в том, что практика и субъективна и объективна, и определенна и неопределенна.

Единство объективных и субъективных моментов познания наиболее рельефно обнаружилось в квантовой физике. Рефлексия над природой этого единства позволяет глубже понять причину, повлиявшую на постановку **проблемы** физической реальности именно в квантовой, а не в релятивистской физике, где отсутствуют физические величины, свойственные системе при одних условиях познания (например, в данной экспериментальной ситуации) и оказывались бы неприменимыми при иных (см.: [Мостепаненко А. М., Мостепаненко В. М., 1987]. Реальность на уровне микромира, которую мы осмысливаем со стороны нашего макроскопического опыта, требует существенного изменения общепринятых стереотипов мышления, его «привязки» к быть может, качественно отличному по своим метрическим и топологическим свойствам пространству микромира, специфическим видам взаимодействия, типам симметрии и т. д. Одним словом, физике еще предстоит пройти через Сциллу теоретического исследования нестабильных систем и Харибду нелокальности.

Те «горячие точки» квантовой физики, которые были мной затронуты, — парадоксы ЭПР и Зенона, квантовая корреляция и нелокальность, поиск гибкой и адекватной интерпретации квантовомеханического формализма и т. д.— придают суждениям Р. Ромпе и Г.-Ю. Тредера о перепутье в развитии физики, о грядущих преобразованиях в этой науке, которые были процитированы в начале главы, особую остроту. Переломный момент в развитии квантовой физики побуждает ее к пристальному вниманию к собственным основаниям, включает механизмы ее самоанализа. Складывающаяся теоретико-познавательная ситуация в физике предполагает, на мой взгляд, сдвиг от «точечного», локального к «интервальному» принципу организации семантики физических понятий, предназначенной для отражения моментов нелокальности в свойствах микромира,— семантики, которая нацеливает на контролирующий надежность каждого акта согласования концептуальных структур с физической реальностью (см. гл. III).

Итак, дискуссия Бора и Эйнштейна, начавшаяся на заре становления квантовой теории, имела далеко идущие последствия. Уже одно то, что она привлекла внимание к основаниям физики широких кругов ученых говорит о степени ее воздействия на судьбы развития естественнонаучного в целом и физического познания в частности. В настоящее время можно, по-видимому, говорить о наметившемся диалектическом синтезе рациональных моментов линий Бора и Эйнштейна: линия Эйнштейна входит в этот процесс с ее установками на поиск более глубокой интерпретации квантовомеханического формализма и поиск механизмов, лежащих в фундаменте единства природы, а линия Бора — с ее установками на поиск источников противоречивости бытия, что выражается в попытках расширить сферу действия концепции дополнительности (см.: [Бранский, 1980]), с ее акцентом на условиях познания, на активность субъекта в исследовании природных явлений. Этот синтез развертывается на фоне качественно нового движения в науке, одна из причин которого заключается в ориентации квантовой физики на изучение своей методологии — движения, связанного с расширением рефлексивных тенденций в области физико-математического естествознания. Собственно, дискуссия Бора и Эйнштейна и послужила отправным пунктом в становлении внутритеоретической рефлексивности в квантовой физике, в последнее время все ощутимее смещающейся в метатеоретическую плоскость и порождающей важные философско-методологические проблемы.

Часть 2. ИСТОКИ И СОДЕРЖАНИЕ ВНУТРИТЕОРЕТИЧЕСКОЙ РЕФЛЕКСИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЛОГИКЕ И МАТЕМАТИКЕ

В современной науке логика и математика [4] занимают особое место. Особое потому, что представления, идеи и методы логико-математического познания в большей или меньшей степени используются всеми естественными и некоторыми гуманитарными науками. Содержание логико-математического познания в буквальном смысле общенаучно. В XX в. в нем произошли значительные качественные изменения, которые, собственно, и «ответственны» за его экспансию на едва ли не все области науки.

Фактор, который во многом определяет эффективность математических методов,— это их прогрессирующая формализация. Она настолько глубоко внедрилась в ткань

языка и синтезирующих идей математики, что задает стержень, характер и пути развития математического знания (и даже, можно сказать, обширных сфер теоретического знания) как важного компонента общечеловеческой культуры (см.: [Уайлдер, 1981, с. 16]). Вместе с тем сейчас все яснее осознается, что необходимо отдавать себе отчет во внутренней ограниченности любой формализации. Это осознание достигнуто при помощи исследований, которые по отношению к математике являются **мета**теоретическими и которые можно рассматривать, с одной стороны, как результат развития математического знания, а с другой — как свидетельство недостаточности традиционных путей развития математики, средств контроля, анализа и упорядочения ее оснований, полученное именно на этих путях и заставившее перейти к качественно новому типу познавательной деятельности в математике, который является рефлексивным по своему статусу и направлен на изучение оснований математики. Этот тип деятельности оформился в систему метатеоретических исследований, захвативших большинство разделов математики. Собственно рефлексивность научного знания в виде элементов метатеоретических исследований впервые наиболее явно проявилась в математике, обнаружив те тенденции, которые со временем вылились в становление механизмов самопознания современной науки. Математика, по-видимому, была первой из наук, показавшей необходимость метатеоретического анализа своих оснований и разработавшей для этих целей соответствующий аппарат. Распространенность ныне метатеоретических исследований и системных метатеоретических установок (см.: [Бирюков, Новик, 1981, с. 31—33]) вообще позволяют говорить о метатеоретической рефлексивности, свойственной современному физико-математическому знанию (см. гл. III). Однако метатеоретические исследования родились и вызрели как самостоятельный уровень знания в процессе осознания ограниченности внутритеоретической рефлексии над логикой и математикой. Узость внутритеоретических средств для обоснования логики и математики и подвела к необходимости развертывания концептуальных методов надтеоретического уровня. Эта необходимость между тем проявила себя в ходе реализации внутритеоретической рефлексии, которая как бы «изнутри» натолкнулась на пределы собственной «компетентности».

В данном разделе я и попытаюсь достаточно кратко рассмотреть специфику внутритеоретической рефлексии в логике и математике начала XX в.,— периода, который характерен исключительно интенсивными процессами возникновения нового концептуального содержания современной математики, периода, который ныне принято называть третьим кризисом в основаниях математики [Рузавин, 1983, с. 7], приведшего к радикальному критическому пересмотру и реконструкции оснований математики. Перипетии в математике, связанные с ее третьим кризисом, уже изучались. Поэтому я хотел бы прежде всего обратить внимание на случай внутритеоретической рефлексии в логике, который имел результатом создание «воображаемой» логики Н. А. Васильевым. Подробнее он рассмотрен в [Бажанов, 1988]. Здесь же я затрону лишь некоторые общие его аспекты.

2.2.1. О судьбе одной забытой идеи: Н. А. Васильев и его воображаемая логика

Исследование истории создания воображаемой логики Н. А. Васильевым, на мой взгляд, важно не только потому, что она до недавних пор была мало изучена (можно назвать лишь работы [Копнин, 1974; Смирнов, 1962], посвященные не современным формальным переложениям воображаемой логики, а изучению ее структуры и особенностей), но и потому, что случай воображаемой логики, с одной стороны, в концентрированном виде заключает в себе механизм протекания внутритеоретической рефлексии в логике, а с другой — он отличается в высшей степени плодотворным предвосхищением краеугольных идей многих разделов современной неклассической логики.

Профессор кафедры философии Казанского университета Николай Александрович Васильев (29.6.1880—31.12.1940) был одним из тех, кто стоял у истоков современной неклассической логики, причем его приоритет в выдвижении революционных логических идей признан в мировом масштабе. Он является родоначальником идеи логики, радикально отличающейся от классической,— паранепротиворечивой. Обстоятельная критика Н. А. Васильевым закона исключенного третьего в 1910 г. делает ученого тем, кто предвосхитил рождение еще одной, альтернативной классической, логики — интуиционистской.

Кроме того, он является основоположником логики, дополнительной к классической,— многозначной. В работах Н. А. Васильева, наконец, содержатся элементы исследований, которые приобрели самостоятельный статус метатеоретических исследований в программе обоснования математики Д. Гильберта.

Формулировка Н. А. Васильевым идей, к которым впоследствии математики должны были прибегнуть, по оценке Н. Н. Лузина, «силою вещей» (полный текст отзыва Н. Н. Лузина на логические работы Васильева приведен в [Бажанов, 1987]), вовсе не случайность, а закономерный итог теоретико-познавательных и методологических установок ученого, подготовленный упорным преследованием стратегической цели его программы самообразования и исследований с задачей «выработки цельного и полного философского мировоззрения» [Васильев, 1907, с. 4],— программы, которая оставила заметный след на духе и содержании всех последующих, в том числе и логических, исследований ученого. Это итог буквально виртуозного владения Васильевым аппаратом традиционной логики и его особой — критико-рефлексивной — позиции относительно пересмотра центральных пунктов аристотелевой логики. Ученый остро ощущал «болевые» точки аристотелевой логики, в своих работах метко их обозначил и предложил качественно новые системы логики. Однако критическое переосмысление им «старой» логики, строго говоря, производилось в контексте того же самого типа мышления и даже, отчасти, типа аргументации, которые были характерны для традиционной формальной логики. Васильев оставался как бы в рамках тех традиций развертывания знания, которые восходят к формированию аристотелевой логики (хотя и на иных основаниях). И тем не менее внутритеоретический по своему характеру критический подход Васильева, как я стремился показать в [Бажанов, 1988], содержал идейные основы ряда неклассических логик и был шагом на пути к метатеоретическим исследованиям.

Н. А. Васильев — чрезвычайно интересная фигура не только в науке, но и культуре России начала XX в. Медик, психолог, историк, этик, поэт-символист, искусный переводчик, литературный критик,— человек с энциклопедическими интересами и познаниями, Н. А. Васильев в каждой области своего творчества оставил яркий след. Нелогические интересы ученого занимали в его деятельности место, без анализа которого нельзя понять побудительные мотивы создания воображаемой логики. Тем не менее такой анализ выходит за рамки настоящей работы. Поэтому вернемся к «перевороту» в современной логике, идейные основы которого предвосхищены Н. А. Васильевым.

Подчеркнем, что место логики в развитии научного познания особое. Оно определяется тем, что именно в логике находятся корни и конечные основания научной рациональности, незримо присутствующей на заднем фоне любой исследовательской программы или конструкции. «Бесспорным и общепризнанным ядром понятия рациональности,— отмечает А. Л. Никифоров,— являются все-таки законы логики» [Никифоров, 1985, с. 30]. Так, базисные принципы (законы) аристотелевой логики задавали общие контуры построения и развития не только, конечно, логики математической, но и любой теоретической системы, в той или иной степени связанной с математикой, применяющей математические методы. В случае физико-математического знания механизмы присутствия логических принципов и предписаний более очевидны, нежели, например, в гуманитарных областях знания, но и в последних они безусловно играют роль своеобразных строительных лесов научных концепций.

Одним из стержневых принципов научной рациональности, фундамент которой заложен античными мыслителями, является принцип (не)противоречия. Непротиворечивость (т. е. отсутствие утверждения и отрицания в рамках теоретической системы) — требование, предъявляемое к любой научной конструкции. Если теория противоречива, то она тривиальна, в ней выводимо «все, что угодно».

Между тем революционные изменения в современной логике связаны с отказом от принципа непротиворечивости в ряде логических систем. Эти системы не становятся тривиальными от присутствия в них противоречия. Речь идет о создании паранепротиворечивой логики, открывающей простор для разработки более богатых по своим выразительным возможностям (относительно ранее известных) логико-математических систем. Если учитывать влияние логики на научную рациональность, то со временем можно ожидать распространения необычных пока методов рассуждений и принципов на многие области научного познания. Действительно, отказ от прин-

ципа (не)противоречия в паранепротиворечивой логике означает отказ даже не от идеала, а от нормы композиции научного знания в виде непременно непротиворечивой системы.

Классическая логика вынуждена ограничивать выразительные возможности своих языков из-за потенциальной опасности внутренних противоречий, парадоксов. Крайние формы таких ограничительных тенденций ведут к потере ряда традиционных разделов математики (как, например, в интуиционизме). Можно сказать, что само стремление построить непременно непротиворечивую систему является своего рода ограничением, обратная сторона которого — феномен недоказуемости свойства непротиворечивости системы ее внутренними средствами, выраженный знаменитой теоремой Геделя. А между тем именно стремление доказать формальную непротиворечивость и являлось главным побудительным мотивом ограничительной тенденции (см.: [Розоноэр, 1983, с. 101]). Отсюда вытекает, что непротиворечивость — вовсе не обязательное свойство теоретической системы. Главное, чтобы она была нетривиальной, т. е. не все суждения, сформулированные на ее языке, были равно доказуемыми. Паранепротиворечивая логика и предназначена для изучения противоречивых, но нетривиальных систем.

Отход от классических традиций, связанных с принципом непротиворечивости, в паранепротиворечивых логиках сопряжен с приобретением последними непривычных свойств. Так, применительно к ним должны быть пересмотрены стандартные методы доказательства теорем Геделя и, по-видимому, даже смысл этих теорем. Изучение этих логик показало, что в них существенно ослабляется связь между доказуемостью и истинностью, а принцип невыводимости из посторонних посылок имеет более фундаментальный характер по отношению к принципу непротиворечия. Уже построены паранепротиворечивые теории множеств, моделей, алгебраических систем. Появились серьезные и многообещающие исследования в русле паранепротиворечивого подхода к проблемам искусственного интеллекта, экспертных систем и теоретического программирования. И тем не менее разработка паранепротиворечивой логики пока находится на стадии, так сказать, младенчества.

Идея паранепротиворечивых логик естественным образом вытекает из общих закономерностей изучения формальных систем. Она как бы «носилась в воздухе». Так, фон Вригт отмечает, что его интеллектуальная эволюция шла в направлении идеи паранепротиворечивых логик [Вригт, 1986, с. 32]. Следовательно, Н. А. Васильев на полвека опередил логическую мысль.

Критико-рефлексивный подход Васильева в целом оказывается созвучным общим тенденциям развития математики в период ее третьего кризиса, выход из которого поначалу искался на путях внутритеоретической рефлексии, которая в конце концов продемонстрировала свою ограниченность и неадекватность задаче обоснования математики и поэтому уступила место метатеоретическому подходу к этому вопросу.

2.2.2. Кризис оснований классической логики и математики как предпосылка становления рефлексивных механизмов в современной науке

Начало XX в. ознаменовалось глубоким кризисом оснований классической логики и математики, оказавшим значительное влияние на судьбы развития логико-математического и даже шире — на все современное физико-математическое познание. Воображаемая логика Н. А. Васильева — выражение одной частной (хотя и важной) и, вообще говоря, отстоящей от магистрального пути развития черты этого кризиса. Несмотря на то, что основания классической логики и математики — как, впрочем, и основания других специальных наук — оказываются в каком-то смысле внешними относительно большего объема их «работающего» концептуального содержания и, следовательно, затрагивают «интересы» сравнительно малочисленной группы исследователей, эти основания заключают в себе столь важные для веры в надежность стержневых принципов и принятых способов рассуждения и доказательства положения, что они не могут не быть в поле зрения тех ученых, которые — вопреки их малочисленности — определяют фундаментальные направления исследований и задают ориентиры научного поиска [5]. Влияние этих ученых на вкусы и настроения научного сообщества трудно переоценить. Поэтому кризис оснований классической логики и математики имел хотя и опосредованное, но заметное воздействие на развитие этих дисциплин, которое коснулось не только образа научного мышления или выбора приоритетных

тем исследования, но и способствовало возникновению новых математических теорий (например, теории рекурсивных функций) и рождению существенно новых подходов к анализу математического знания и испытываемых им трудностей. Я имею в виду оформление метатеоретических исследований как самостоятельной сферы математического знания в результате того, что в начале 1930-х гг. рельефно обнажилась недостаточность внутритеоретических попыток разрешения кризисной ситуации. Это был сложный, полный драматизма процесс, который со временем привел к развертыванию системы самоанализа теоретического знания, причем такого самоанализа, который осуществляется средствами, внешними по отношению к теории и, как правило, более мощными, нежели те, которыми теория располагает.

Становление метатеоретического уровня исследований фактически означает появление специально-научной формы рефлексивности математического знания, позже возникшей в недрах других конкретных наук (или — реже — заимствовавшейся ими у математики). Математика, по сути дела, была первой из наук физико-математического цикла, которая столкнулась с необходимостью пристального внимания к собственным основаниям, исходным принципам и понятиям, с необходимостью самообоснования и скрупулезного самоконтроля. Математическое мышление в области оснований охватывает такие «предельные» территории познания, в которых может наблюдаться рассогласование интуитивно-очевидного и объективно-значимого, содержательно-понятного и формально-выводимого. По мере роста теоретической оснащенности и другие науки вслед за математикой достигают или должны достичь указанных территорий, рано или поздно ощутить необходимость в саморефлексии. Математика лишь показывает вехи будущего развития этих наук, рисует картину превращения их в системы с рефлексией, модус существования которых все больше начинает вписываться в механизмы социальной памяти (см.: [Розов, 1984]).

Этот процесс начался тогда, когда стало наблюдаться возрождение интереса к природе математических абстракций, т. е. после введения Г. Кантором трансфинитных чисел. Этот процесс был неслучайным. Он во многом отражал неуверенность математиков в допустимости столь сильных абстракций. Как выяснилось чуть позже,

эта неуверенность была не беспочвенна: «Кризис оснований математики имел философскую подоплеку и развивался из недоверия к объективному смыслу трансфинитных абстракций задолго до появления парадоксов и независимо от них» [Новоселов, 1987, с. 34]. Однако обнаружение в цитадели математики — теории множеств — парадоксов (антиномий) в значительной мере интенсифицировало процесс ее самоанализа, так сказать, наглядно и более чем убедительно продемонстрировало его необходимость.

Антиномия Рассела (1902 г.) была, кажется, первой антиномией теории множеств, получившей широкую известность (антиномии Кантора и Бурали-Форти были открыты, соответственно, в 1899 и 1897 гг., но не получили в момент открытия широкого распространения). Она «явилась истинным потрясением для тех немногих мыслителей, которые занимались проблемами обоснования логики и математики на рубеже прошлого и нынешнего столетия» [Френкель, Бар-Хиллел, 1966, с. 12], а спустя некоторое время этот парадокс «был воспринят математическим миром как катастрофа» [Клайн, 1984, с. 239]. После опубликования парадокса Рассела в 1903 г. были открыты и опубликованы другие антиномии. Первые «парадоксальные» множества были найдены в теории кардинальных и порядковых чисел (см.: [Бурбаки, 1963, с. 44]).

Антиномии вызвали серьезную тревогу за прочность фундамента математического здания и вызвали к жизни альтернативные друг другу направления в основаниях математики — интуиционизм, логицизм, формализм. На самом деле основания математики лежали, так сказать, в области тактических замыслов этих направлений; их стратегические же замыслы распространялись на всю математику и каждое из направлений готово было взять ответственность за будущее, причем благополучное будущее этой науки.

Итак, критическое движение в математике стало набирать силу после того, как Рассел обнаружил парадокс в фундаментальном труде Г. Фреге, имя которого, таким образом, символизирует подход, чреватый скрытыми противоречиями. Однако «трудности обнаружившиеся в подходе Фреге, были закваской, на которой стали подниматься современные исследования оснований матема-

тики» [Энгелер, 1987, с. 15]. И в этом заключается их конструктивная роль.

Несмотря на то, что логицизм, формализм и интуиционизм противостояли друг другу, они были единодушны в одном: неблагополучное положение в классической математике и в ее обосновании обусловлено употреблением понятий, абстракций и принципов, возможности которых превосходят пределы содержательно допустимого в этой науке. Разногласия начинались тогда, когда речь заходила о трактовке «допустимого». Можно ли использовать закон исключенного третьего в математических исследованиях или в процессе обоснования? Правомерны ли рассуждения, опирающиеся на абстракцию актуальной бесконечности? Заслуживает ли доверия, скажем, аксиома выбора? Интуиционизм отрицательно отвечал на эти вопросы. Однако и сторонники классической математики стали проявлять осторожность в операциях с участием ряда принципов и прежде всего — к аксиоме выбора.

В имплицитном виде этой аксиомой пользовался еще Кантор, но явной ее формулировкой мы обязаны Б. Леви (1902 г.), Е. Цермело (1904 г.) и Б. Расселу (1906 г.). «Ни одна из аксиом после пятого постулата Евклида о параллельных прямых,— пишет Т. Йех,— не вызвала такого волнения в математических кругах или возбудила так много споров по проблемам оснований математики» [Йех, 1982, с. 35]. Очевидная при поверхностном прочтении, она приводила к парадоксальным по своей сути следствиям (теорема Банаха — Тарского о возможности разбиений неконгруэнтных множеств евклидова пространства на конечное число попарно конгруэнтных подмножеств, известная также как теорема о парадоксальном разбиении шара).

Развернувшаяся дискуссия об аксиоме выбора проводилась в основном в плане переосмысления тех результатов, которые были получены с применением этой аксиомы и выяснения того, воспроизводимы ли они без ее участия. Критический анализ использования аксиомы выбора способствовал переводу аксиомы из неявного средства математического рассуждения в положение, которое сформулировано в явном виде. Это повлекло за собой переоценку надежности тех достижений, которые без аксиомы выбора были бы невозможны. Получилось так, что «только тогда, когда возникла дискуссия о за-

конности аксиомы выбора математики с удивлением обнаружили, что они, собственно, всегда опирались на эту аксиому» [Перминов, 1986, с. 48].

Содержательное основание аксиомы выбора покоится на обобщении, произведенном исходя из операций с конечными множествами на бесконечные совокупности математических объектов. Теорема Банаха — Тарского наводила на мысль о том, что эти обобщения противозаконны. Совершенно аналогичные соображения руководили и сторонниками интуиционизма в его отношении к закону исключенного третьего, снятия двойного отрицания и, стало быть, к способу доказательства от противного. Раз в фокусе серьезных подозрений оказывалась правомерность экстраполяции нашего «конечного» опыта на бесконечное, то, тем самым, в него попадала и весьма сильная абстракция актуальной бесконечности, а вместе с ней и вся канторова теория множеств (см.: [Кармин, 1980]).

Мощности бесконечных множеств, трансфинитные кардинальные числа, обозначаемые индексированными алефами, трансфинитные числа, характеризующие упорядоченные бесконечные множества в свете недоверия к нашей способности рассуждать о бесконечных совокупностях элементов представлялись как своего рода искусственные конструкции, созданные далеко зашедшим в своих притязаниях разумом,— конструкции «идеальные» (по терминологии Гильберта), не имеющие прямых прообразов в окружающих нас конечных совокупностях объектов и не «осязаемые» сколько-нибудь достоверно нашей интуицией.

Кроме того, парадокс Рассела вызвал серьезное подозрение, что ничем не ограниченное оперирование понятиями достаточно высоких уровней абстракции и образование понятий, производных от них (типа множества всех множеств), ведет к тому, что обнаруживается непредикативность некоторых определений.

Довольно-таки продолжительный период (чуть ли не до открытия Геделем своих знаменитых теорем о неполноте и о непротиворечивости) попытки разрешить кризис оснований классической математики предпринимались в контексте внутритеоретической рефлексии, в конечном итоге обнаружившей свою недостаточность целям последовательного избавления от кризисной ситуа-

ции (в смысле выявления причин кризиса и путей выхода из него) и обоснования математики.

Действительно, выход из кризиса искался в направлении совершенствования теоретических представлений, их «рафинирования», замены одних теорий другими, более «разборчивыми» в отношении базисных абстракций, принципов и способов употребления понятий. Теория типов, предложенная Расселом и Уайтхедом, вводила стратификацию понятий (формул), таким образом исключая возможность непредикативности определений и, стало быть, логических антиномий. Однако это достигалось значительным усложнением механизмов вывода и, вообще говоря, снижением выразительных возможностей теории.

Интуиционизм, как известно, пошел по пути отказа от ряда центральных положений классической математики. Опять-таки выигрывая в строгости и ограждая себя от антиномий оснований классической математики (теории множеств), интуиционизм «проигрывал» в том, что ограничение исходных абстракций автоматически отсекало от здания классической математики существенную часть. Например, отказ от применения закона исключенного третьего к бесконечным множествам делает невозможным доказательство того, что всякое бесконечное множество обладает предельной точкой (теорема Больцано — Вейерштрасса), что непрерывная функция на замкнутом отрезке обладает максимумом и т. д. [Клайн, 1984, с. 276]. Ряд теорем классической математики (а тем более их следствия) в интуиционистской математике вообще признавались неверными, например, теорема классического анализа о сходимости ограниченной монотонной последовательности рациональных чисел.

Различные аксиоматизации теории множеств помогали избежать парадоксов канторовой теории, но делали это за счет уменьшения выразительных и дедуктивных возможностей. Наивная теория множеств Кантора по-прежнему остается непревзойденной по своему богатству (хотя и приводящей к антиномиям) и все больше привлекает современных математиков (особенно в связи с развитием паранепротиворечивой математики).

Надежды на внутритеоретическое обоснование математики, начиная с обнаружения теоретико-множественных парадоксов, постепенно укреплялись. Особенно эти надежды усиливались по мере продвижения вперед

гильбертовского замысла обоснования математики финитными средствами. С доказательством Геделем теоремы о полноте исчисления предикатов первого порядка, в которое, как тогда казалось, погружается едва ли не вся математика [6], эти надежды получили солидное теоретическое подкрепление. Однако уже через год также в работе Геделя была продемонстрирована иллюзорность этих надежд и показана несостоятельность попытки финитного обоснования математики. Финитизм Гильберта сыграл (в сопоставлении, конечно, с геделевскими теоремами), пожалуй, решающую роль в уяснении рамок внутритеоретического обоснования математики.

Думается, что корни программы Гильберта уходили глубоко в те интеллектуальные традиции, в которых видное место занимала математика и которые были заложены еще в античности. Программа была призвана не только обосновать математику, но и убедить всех, в том числе симпатизирующих интуиционизму, в надежности основ классической математики и надежности ее обоснования. Поэтому методы обоснования должны были быть в высшей мере убедительными (во всяком случае не менее убедительными, чем то, что предлагалось интуиционизмом): воевать с противником Гильберт хотел его же оружием. Финитный подход, выбранный Гильбертом, обеспечивал конечность, обозримость и определенность рассматриваемых математических объектов, конструктивный характер рассуждений, однозначность доказательств и утверждений относительно свойств предметов. Такое «самоограничение» было необходимо Гильберту, чтобы «показать как можно более простыми средствами, что абстрактные методы (классической математики.— *В. Б.*) консервативны, т. е. любое конкретное утверждение, которое мы можем вывести посредством таких абстрактных методов, выводимо и без них» [Смориński, 1983, с. 11]. Установление консервативности методов классической математики, вовлекающих кардинальные и другие трансфинитные числа, закон исключенного третьего и т. д. решили бы и проблему оправдания использования идеальных элементов.

Важно заметить, что задача обоснования той или иной математической теории «возникает из-за нежелания менять правила логики», а идеальные элементы и вводятся для того, «чтобы обеспечивать неизменность логических правил вывода» [Смирнова, 1986, с .153; см.

также: Смирнов, 1987, с. 131, 136]. Гильберт же неявно исходил из примата логики над математикой, т. е. он был уверен в неизменности логических принципов, в частности закона исключенного третьего, что и поставило перед ним проблему обоснования математики теми средствами, которые не должны были бы вызвать возражение даже у тех, кто проводил «ревизию» математического знания,— у интуиционистов.

Требование консервативности уже фактически доминировало в гильбертовских планах, когда он впервые на математическом конгрессе в Гейдельберге в 1904 г. заявил о намерении показать, что «основным понятиям канторовского учения о множествах и, в частности, канторовским алефам присуще непротиворечивое существование» [Гильберт, 1948, с. 337]. Именно эта мысль о непротиворечивости теории множеств стала центральной для Гильберта в 1917 г., когда он решил плотнее заняться осуществлением своей программы обоснования математики. Если бы ученому удалось доказать непротиворечивость математической системы, достаточно богатой для того, чтобы содержать арифметику натуральных чисел, то тем самым автоматически прояснилась бы ситуация с консервативностью. Поэтому его программа доказательства непротиворечивости является «естественным отпрыском и наследницей... программы установления консервативности» [Сморинский, 1983, с. 12].

В реализации своей программы, как известно, Гильберт продвинулся настолько далеко, насколько это было вообще возможно в рамках финитных средств (о программе Гильберта и ее целях подробнее см.: [Бажанов, 1983, с. 59—64]). Тем не менее к началу 1930-х гг. две главные проблемы оснований математики — проблема непротиворечивости и вышедшая на авансцену исследований проблема полноты — оставались далекими от решения. Их значение же для торжества гильбертовских замыслов существенно выросло: достаточным условием существования в математике Гильберт объявил как раз непротиворечивость (и здесь с ним согласился даже Пуанкаре, хотя других интуиционистов не очень тревожила эта проблема), а полнота отражала тот естественный вроде бы факт и многовековое убеждение ученых, что все истинные математические утверждения в конце концов доказуемы (были бы средства, а они рано или поздно будут найдены!). Правда, программа Гильберта,

как выяснилось позже, заключала в себе скрытые непоследовательности. Например, она «страдала тем концептуальным противоречием, что наряду с осознанием идеального характера большинства математических высказываний, сохранялось убеждение в единственности «канторовского рая», в необходимости обосновать именно данную концепцию математики» [Непейвода, 1985, с. 87]. Во всяком случае в 1930 г. в связи с доказательством полноты узкого исчисления предикатов казалось, что решение вышеуказанных проблем зависит лишь от наличия соответствующих технических средств.

Теория доказательств, понимаемая как метаматематика и развиваемая Гильбертом и его сотрудниками, не только не обещала появление таких средств, но и в силу своего внутритеоретического статуса и формалистической природы фактически претендовала на окончательное и абсолютное решение проблем, которые «имели решающее значение для судеб математики» [Клайн, 1984, с. 247]. Каково же было ощущение формалистической школы во главе с Гильбертом, сделавшей, казалось бы, все, чтобы убедить своих оппонентов из лагеря интуиционистов в надежности классической математики, когда в 1931 г. Гедель доказал две теоремы, по существу, перечеркивающие их все стратегические планы! По свидетельству П. Бернайса, Гильберт был «очень рассержен», узнав о статье Геделя. Почти уже подготовленную книгу «Основания математики» пришлось расширять и перерабатывать в свете новейших результатов, что задержало ее выход. Впрочем, уже тогда Гильберт понимал, что не все пункты его программы недостижимы (см.: [Гильберт, Бернайс, 1979, с. 14]). Логицисты после геделевского результата тоже почувствовали себя неуютно.

Одним из чрезвычайно важных итогов деятельности в области финитного обоснования математики, не подвергшихся пересмотру, а только укрепленных геделевскими достижениями, было развертывание метатеоретических исследований, которые можно, по-видимому, считать непосредственным истоком метатеоретической рефлексивности в физико-математическом естествознании и катализатором этого процесса.

ГЛАВА III

МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РЕФЛЕКСИЯ

Часть 1. МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОСНОВАНИЯХ ЛОГИКИ И МАТЕМАТИКИ

3.1.1. Ограничительные теоремы метаматематики и их значение для современного физико-математического знания

Общепринято, что математизация и формализация различных областей научного познания — характерная черта современной НТР. Вместе с тем несмотря на впечатляющие успехи математизации и формализации научного знания, этот процесс имеет свои границы. Осознание этих границ и, вообще, внутренних пределов формализации непосредственным образом связано с теоремами Геделя о неполноте и о непротиворечивости и другими ограничительными теоремами, знаменовавшими собой переломный момент в исследованиях философских проблем математики. Эти теоремы, доказанные в 1931 г., буквально потрясли исследователей, занимавшихся основаниями математики. По характеристике Клайна, это был «удар ужасающей силы» [Клайн, 1984, с. 15].

Ныне особенности теорий, о которых говорится в теоремах Геделя, а также в теореме Черча о неразрешимости исчисления предикатов первого порядка, известны в ряде областей математического естествознания. В классической динамике существуют проблемы, непосредственное и естественное обобщение которых приводит к задачам, общее решение которых наталкивается на принципиальные трудности. Эти трудности допускают решение только в ограниченном классе моделей или уравнений. Такая ситуация нередко создается уже в случаях обобщения проблем, сформулированных для периодического движения, на квазипериодическое движение (см.: [Хакен, 1985, с. 358—359]). Это означает, что классическая динамика не является замкнутой (или синтаксически полной) теорией: на ее языке формулируются вполне корректные утверждения, на которые она неспособна ответить (см. также: [Пригожин, 1985, с. 39])

Между тем предложения, выражающие свою собственную неразрешимость, способ построения которых дается геделевскими теоремами, строго говоря, метаматематической, а не математической природы. Поэтому в течение почти полвека перед математиками стояла трудная проблема сконструировать пример независимого от арифметики неразрешимого предложения, но не уступающего по своей «прозрачности» арифметическим. Усиление геделевских теорем также требовало доказательства неразрешимости и независимости некоторого предложения А методом, отличным от метода геделевской нумерации, скажем, путем построения двух моделей арифметики, в одной из которых выполнялось бы предложение А, а в другой — его отрицание не-А. Такое усиление результатов Геделя действительно было получено в 1982 г. Парисом и Кирби был дан пример теоретико-числового неразрешимого предложения, а еще раньше — в 1977 г.— Парисом и Харрингтоном была решена и вторая проблема (см.: [Парис, Харрингтон, 1983, с. 319—327]).

Теорему Геделя о неполноте можно рассматривать и как теорему теоретического программирования [Успенский, Семенов, 1987, с. 224].

В математике и физико-математическом знании в целом действие теорем Геделя (как и других ограничительных теорем) может обнаруживаться в различных ситуациях, допускающих лишь обсуждение степени достоверности самого факта их обнаружения: при достаточном богатстве выразительных и дедуктивных возможностей тех или иных конкретных теорий эти теоремы, по-видимому, проявляются в более или менее отчетливых формах (ниже мы обсудим возможность проявления геделевских теорем в квантовой физике). Поэтому суждение фон Неймана о том, что геделевское открытие имеет силу для всех систем, допускающих строгую и исчерпывающую формализацию (остается, правда, открытым вопрос, для какого класса естественнонаучных систем достижим такой уровень формализации), может считаться весьма правдоподобным предположением.

Одна из закономерностей познания заключается в том, что возникает стремление обобщить едва ли не каждое крупное научное открытие на области, которые оно непосредственно не затрагивает. Выход за границы точных смысловых рамок научного достижения придает последнему определенное метафорическое звучание, кото-

рое, собственно, и фигурирует в подобных обобщениях. Не составило исключение и открытие Геделя: в основаниях лингвистики возникла мысль, что полиморфизм языка ответственен за его «негеделевость» (за его «нежесткость»), а в основаниях биологии «негеделевость» языка генетического кода возникает из-за случайных мутаций [Налимов, 1979, с. 99, 144, 198]. Известны даже попытки распространить результаты Геделя на социальную сферу в виде «закона недостаточностей», согласно которому любая организованная система не может ограничивать себя только своими внутренними ресурсами и элементами; ограничение всегда задействует и внешнюю среду [**Дебре, 1981, с. 256**]. Подобные попытки обобщения теорем Геделя, разумеется, более чем спорны. И в то же время они (равно как и упоминание теорем в художественной и научно-популярной литературе [1]) свидетельствуют о том, что содержание геделевских теорем становится неотъемлемым элементом современной культуры, приобретая все большую общегуманитарную ценность (на которую впервые обратил внимание Ю. И. Манин). Между тем импульс к расширительному истолкованию теорем Геделя был получен в контексте внутриматематических проблем, прежде всего в плане переоценки программы Гильберта обоснования математики [2].

В результате геделевского открытия понимание природы математики претерпело глубокую деформацию благодаря тому, что вопреки мнению Гильберта (и направления, которое связывается с его именем) математика оперирует не только абсолютными истинами и, таким образом, стоит ближе к естественным наукам, нежели это было принято считать (см.: [Непейвода, 1985, с. 49]).

Развитие компьютерной техники, программирования, исследований по искусственному интеллекту заострило вопрос о важности неформализуемых компонентов знания, поднятый геделевскими теоремами, и подвело к мысли о необходимости усовершенствования наших представлений о процессе формализации. В стремлении перевести человеческие знания в синтаксические формы, доступные для компьютера, особенно выпукло обнажилось, что человек на самом деле располагает лишь «тонкой пленкой» формализуемых знаний, а неявное, неотчужденное от человека знание — подводная часть громадного айсберга, состоящего из личного опыта и неотрефлексированных представлений. «Процесс формализации профессиональных знаний, осуществляемый в режиме персональных вычислений (на компьютере.— *В. Б.*) — исторически новый вид интеллектуальной деятельности,— пишет Г. Р. Громов.— При этом существенно трансформируется само понятие «формализация»... Успех или неудача акта формализации знаний все больше нередко определяется не уровнем его логической доказуемости, а принципиально иными «прагматическими» критериями (например, экономическими)... Концептуальная связь двух фундаментальных понятий: формализации и логической доказуемости — не сохраняется» [Громов, 1986, с. 84, 87]. Это существенно влияет как на эталоны строгости, так и на критерии, согласно которым некоторое математическое рассуждение может претендовать на то, чтобы быть названным доказательством (см. гл. IV). Соотношение формального и содержательного, раскрываемое метатеоретическими исследованиями, имеет первостепенное значение и для оценки перспектив выполнения программы создания искусственного интеллекта.

Естественной наукой, в которой достаточно оживленно обсуждаются возможные аспекты проявления геделевских теорем, является квантовая физика. Уровень ее формализации достаточно высок (особенно в логико-алгебраических формулировках), что вплотную подводит физику к рубежу, за которым возникают понятия, характерные для метатеоретических исследований (см.: [**Волфрам, 1985, с. 735—737**]. Ряд задач, которые стоят перед современной квантовой теорией, таковы, что требуют анализа со стороны теории сложности, согласно которой их разрешение предполагает экспоненциальный рост вычислительного времени [**Цайкендол, 1985**]. Математические структуры, возникающие в этих задачах, самым непосредственным образом выходят на теоретико-сложностные представления. Аналогичные представления возникают и в других областях физики, например, в нелинейной динамике. «Исследование различий между упорядоченностью и хаотичностью в решении задач нелинейной динамики приводит к таким новым понятиям, как сложность алгоритма, вычислимость числа и измеримость континуума»,— пишет Дж. Форд [Форд, 1984, с. 186]. В этом факте можно усматривать дополнительный аргумент в пользу правомерности обсуждения

ситуаций в современной квантовой физике, которые могли бы говорить о действии геделевских теорем (об этом действии см. также: [Бажанов, 1983, с. 66—69]).

Теоремы Геделя — выдающееся достижение. Однако возникновение и развитие в последние годы паранепротиворечивой логики и математики, которые, несмотря на возможность противоречивых суждений, являются нетривиальными, ставит весьма серьезные проблемы понимания их структуры и содержания вообще и геделевских теорем в частности.

Благодаря отказу от принципа непротиворечивости, паранепротиворечивые системы качественно отличаются от других математических систем, построенных на этом принципе. Мной уже подчеркивалось, что непротиворечивость не идеал, а норма построения любой из известных до недавних пор систем знания. Противоречивая теория бесполезна, писал Х. Карри [Карри, 1969, с. 81]. В ней можно доказать истинность произвольных утверждений, замечал П. С. Новиков [Новиков, 1973, с. 142]. Как бы выражая кредо современной науки, Н. Бурбаки провозглашал: «Условием sine qua non всей математики в любую эпоху считалось отсутствие противоречий» [Бурбаки, 1963, с. 53]. Хотя еще в 1930-х гг. Л. Витгенштейн понимал, что обнаружение противоречий в системе может не означать ее краха, что «возможная противоречивость системы не делает бессмысленным все то, что мы совершали, пользуясь этой системой» [Сокулер, 1987, с. 239], Предположение Витгенштейна стало приобретать реальные очертания лишь в наши дни, и то, по-видимому, пока лишь среди тех ученых, симпатии и интересы которых близки к новой области математики — паранепротиворечивой. Между тем противоречивые теории для науки, в том числе и математики, не такая уж редкость. Непротиворечивыми они, как правило, становились в результате специальной перестройки, связанной, например, с их аксиоматизацией.

Крайне необычные с позиции общепринятой в течение многих столетий нормы непротиворечивости знания, паранепротиворечивые системы требуют радикальной модификации методов математического рассуждения (хотя бы потому, что в них существенно ослабляется связь между доказуемостью и истинностью и на первый план выходит принцип невыводимости из посторонних посылок). Исследование этих систем только начинается,

но уже сейчас достаточно уверенно можно сказать, что они окажут значительно большее воздействие на всю архитектуру математики и применяемые в ней методы, а впоследствии, вероятно, на все физико-математическое знание, нежели то, которое можно было бы ожидать со стороны пусть качественно новой логики, но исходящей из того же самого, что и другие формальные системы концептуального требования непротиворечивости. О мере этого воздействия можно в какой-то степени судить по тому, насколько изменяется привычное прочтение теорем Геделя. Ведь необходимым условием их доказательства является непротиворечивость, не обязательная для паранепротиворечивых систем. Возможность противоречивых суждений в такого рода системах ситуаций, когда теоремы А и не-А одновременно истинны, наводит на мысль, что условие непротиворечивости, исходное для доказательства геделевских результатов в «обычной» математике, должно быть снято.

Идея паранепротиворечивости имеет — несмотря на свой «младенческий» возраст — уже не только академический интерес. Большие надежды на такого рода системы возлагаются в связи с комплексной программой создания искусственного интеллекта и, вообще, задачами информатики. Необходимость обращения к системам типа паранепротиворечивых объясняется противоречивостью изучаемого в теории искусственного интеллекта процесса принятия решений, вызванного тем, что «в зависимости от ситуации одна и та же посылка может вызвать различные следствия (иногда полностью противоречивые)...» Поэтому «представители логического направления в искусственном интеллекте и математики-логики пытаются создать математические модели диалектической (противоречивой) философской логики Гегеля и более сложной логики Канта» [Кузин, 1985, с. 8].

Специалисты в области искусственного интеллекта обращают все большее внимание на идею противоречивых логик. К этой идее подводят соображения, учитывающие процесс принятия решений, концепция открытых систем и т. д. Весьма типичным оказывается следующее рассуждение.

«Точка зрения логиков на противоречивые теории ясна: эти теории бессмысленны, поскольку не соотносятся ни с одним из «возможных миров»,— пишет видный исследователь в области искусственного интеллекта

К. Хьюитт. Он продолжает: «Логическая трактовка смысла **слишком узка** (выделено мною.— *В. Б.*) для сложных реальных систем, так как противоречивые знания и описания не бессмысленны. Противоречивость неразрывно связана с попытками выявить знания людей о реальных системах» [Хьюитт, 1987, с. 95]. Стремление формализовать реальные ситуации в действительности запрограммировать некоторую картину мира с целью создания искусственного интеллекта привело к осознанию непригодности логических систем, построенных на принципе непротиворечивости. Разработчики искусственного интеллекта, так сказать, стихийно принялись за конструирование логических средств, способных не «отторгать» противоречие, за анализ процессуальных рассуждений, включающих методы воссоздания противоречивых ситуаций. С такими ситуациями математики-программисты бывают иногда знакомы далеко не по умозрительным представлениям. Например, работа на ЭВМ ДЕС-20 часто приводит к несогласованностям формального описания документации и системы команд,— несогласованностям, от которых не удается избавиться никакими корректировками [Хьюитт, 1987, с. 94]. Паранепротиворечивая логика со временем, следовательно, может стать адекватным языком для программ искусственного интеллекта, экспертных систем, естественным образом предполагающих противоречивость баз данных. Конкретные шаги в этом направлении уже делаются.

Философско-методологическое значение паранепротиворечивой логики, на мой взгляд, не ограничивается лишь моментами, связанными с пересмотром привычных подходов к теоремам Геделя. Оно шире и, думается, затрагивает судьбы теоретического уровня знания в целом. В самом деле. Противоречивость внешнего мира является едва ли не общезначимым положением. Тем не менее противоречивый в своей сущности мир отражается посредством непротиворечивых систем. Отсюда возникает соблазн утверждать, что непротиворечивость — идеал развития математического знания [Яшин, 1987, с. 235]. С этим утверждением трудно согласиться, поскольку системы, хотя бы неявно принимающие принцип непротиворечия, в ином «состоянии», кроме непротиворечивого, существовать просто не могут. Возникновение паранепротиворечивой математики, вероятно, в конечном счете приведет к ликвидации указанного чуть выше несоответствия — **противоречивый мир, возможно,** будет отражаться в противоречивых теориях. Характерно, что паранепротиворечивые логики связывают развитие своей концепции с диалектической традицией.

Метаморфозы развития логико-математической мысли в XX в. показывают, что «попеременно выступая то в роли виновника потрясений, то в роли единственного избавителя от кошмара неустранимых противоречий, логика преобразует себя для того, чтобы превратить тупик кризиса в источник нового подъема науки» [Теребилов, 1987, с. 9—10]. Этот новый подъем выражается и в рождении паранепротиворечивой математики и в возникновении особых механизмов, направленных на самоанализ и самоконтроль в сфере физико-математического знания. Специально-научная рефлексия осуществляется с помощью метатеоретических исследований, толчок к оформлению которых был дан в гильбертовской программе обоснования математики, и доказательством ограничительных теорем метаматематики. При этом обнаруживается следующий факт: «То, что первоначально казалось... чисто обосновывающей процедурой, в действительности является... способом развития самого содержания знания... Это одновременно и результат выхода за пределы концептуальной системы и средство такого выхода» [Лекторский, 1980, с. 261, 263]. Различные виды и уровни рефлексии в современном физико-математическом знании выполняют двойственную функцию — обоснования наличного и получения нового знания.

3.1.2. Естественный и искусственный интеллект: попытка метатеоретического анализа

Логика всегда считалась дисциплиной фактически (и «юридически») относящейся к мышлению, к тому, точнее, его аспекту, который характеризует результат мыслительной деятельности, выражающийся в виде некоторых умозаключений или рассуждений. Ни одна из метаморфоз, случавшихся с логикой на протяжении ее многовековой истории, не зародила и тени сомнения о том, что логика в конечном счете относится к мышлению, и при том более непосредственно, чем любая другая наука. Правда, было признано, что ни один из разделов логики не может претендовать на воссоздание

принципов (единственно) **правильного** мышления, что она является учением о **приемлемых** способах рассуждений, но такое понимание логики вовсе не затронуло положения о ее связи с мышлением.

Современная логика — по сути дела логика математическая [3]. Данное обстоятельство сохраняет в силе положение о связи логики и мышления, добавляя к нему разве что некоторые нюансы. Если следовать мысли фон Неймана о том, что, возможно, логика и математика являются некоторыми вторичными языками, надстроенными над первичным языком, фактически используемым в нервной системе, то наиболее, вероятно, важным нюансом является нюанс, определяемый характером тесной взаимосвязи логики и математики. Не вдаваясь в его сколько-нибудь детальное рассмотрение, отмечу лишь момент, необходимый для дальнейшего изложения: обретение логикой математической формы позволило выяснить пределы дедуктивных и выразительных возможностей формальных систем конкретного типа. Это было сделано в процессе метатеоретических исследований, и соответствующие результаты — теоремы Геделя, Тарского, Черча, Фермана и т. д.— не случайно принято называть ограничительными. В той мере, в какой реальна взаимосвязь демонстративного аспекта логики и мышления, эти результаты затрагивают естественный интеллект, оперирующий такого рода формальными системами,— теми самыми системами, которые лежат в основе идеологии современной компьютерной техники и стратегии интеллекта искусственного. По меткому выражению М. М. Новоселова, «современная логика — это не только инструмент точной мысли, но и «мысль» первого точного инструмента, электронного автомата, непосредственно в роли партнера включенного человеком в сферу решения интеллектуальных задач...» [Новоселов, 1983 г, с. 319].

Поэтому думается, что фундаментальные результаты метатеоретических исследований не могут тем или иным образом не пролить новый свет на круг вопросов, связанных с проблемой соотношения естественного и искусственного интеллекта (ИИ) и проблемой создания последнего. К такому убеждению подводит факт непосредственного отношения этих результатов к идеологии программирования, теории алгоритмов и компьютерной техники. Уже имеются — правда, немногочисленные —

высказывания по этому поводу, но они представляются либо неполными, поскольку «вкраплены» в контекст исследования иных проблем, либо же недостаточно убедительными (см.: [Глушков, 1982; Мичи, Джонстон, 1987, с. 194]), но их анализ и критика требуют отдельного рассмотрения и выходят за рамки задач данного параграфа. Замечу вместе с тем, что я далек от мысли расценивать излагаемые ниже соображения о сопрягаемости метатеоретических исследований с проблемой соотношения естественного и искусственного интеллекта, с перспективами его создания как расставляющие все точки над «i». Напротив, я склонен рассматривать их как еще один штрих на общем фоне дискуссии по проблеме ИИ, развернувшейся еще на заре становления кибернетики. Ныне все более отчетливо выступает факт, что ИИ — «гораздо более фундаментальная область исследований, чем обычно считают» [Шенк, Хантер, 1987, с. 25]. При этом я всецело солидарен с призывом к осторожному применению теорем Геделя к проблемам ИИ [Шапиро, 1980, с. 5].

1. В своей оригинальной постановке проблема ИИ фокусировалась в вопросе «может ли машина мыслить?», который в свою очередь требовал ответа на вопросы: «что есть машина?», что понимать под способностью «мыслить»?, «каковы критерии, позволяющие установить наличие этой способности?». Если первый вопрос допускал вполне естественную экспликацию посредством теории алгоритмов, то вопросы, связанные с сущностью, механизмами и критериями оценки «разумности» машины, не поддавались сколько-нибудь конструктивной переформулировке, и тем более экспликации. В ходе оживленных дискуссий по проблеме ИИ в конце концов выкристаллизовалось конструктивное содержание традиционного вопроса «может ли машина мыслить?». В современной редакции он относится лишь к возможности ИИ решать задачи, аналогичные тем, которые решаются человеком; индикатором «интеллектуальности» компьютера считается возможность решать задачи, подвластные человеческому разуму и требующие определенного творчества» [**Дрейфус, 1986, с. XI**]. И, кроме того, этот вопрос относится к возможностям соответствующих программ. В стороне остались, например, упрощающие реальную ситуацию апелляции к эмоциональной стороне отражения внешнего мира челове-

ком. В последнее время укрепляется убеждение, что, вероятно, «самое важное значение ИИ будет заключаться не в написании новых программ, а в новом подходе к пониманию процесса мышления»,— так описывают стратегические цели ведущие ученые в области ИИ [Шенк, Хантер, 1987, с. 25]. Стремление к ясности в определении путей достижения как этих целей, так и развития информационных национальных ресурсов в целом и так называемая стратегическая компьютерная инициатива, в частности, вполне оправданы. В этом смысле даже небольшое прояснение вопроса о соотношении естественного и искусственного интеллекта может повлиять на выбор направления научного поиска во всей информационной технологии.

В настоящее время принято подразделять интеллектуальные системы на естественный, гибридный (человек+ЭВМ) и чисто искусственные виды интеллекта. Под ИИ я понимаю автономное по отношению к человеку функционирование технических средств хранения, получения и переработки цифровой, либо символьной информации. Все последующие рассуждения, по-видимому, приложимы в первую очередь к автономным по своей природе системам ИИ и их программному обеспечению.

2. Начать с того, что едва ли не вся математика, в том числе и те разделы, которые определяют идеологию построения и архитектуру ЭВМ (за исключением, быть может, лишь пионерских ветвей, связанных с идеями паранепротиворечивости и нечетких множеств), использует «жесткий» язык и логику, основанную на традициях «четких» множеств. Это предполагает однозначную распознаваемость, а стало быть, различаемость и отождествляемость объектов математического, формального языка и правил оперирования с ними (см.: [Налимов, 1979, с. 155]). Можно сказать, что движение в формальной плоскости осуществляется алгоритмически и детерминированно. Особенность же современных компьютеров состоит в том, что они работают, так сказать, на синтаксическом уровне и способны имитировать только те аспекты деятельности, которые поддаются строгой алгоритмизации, программированию, т. е. представлению в синтаксическом виде. Другими словами, информация, вводимая в компьютеры, должна быть погружена в те или иные формальные языковые системы, которые в известном смысле полностью лишены интенсиональной составляющей.

Сказанное непосредственным образом относится к основному гносеологическому результату кибернетики, тесно связанному с тезисом Мак-Каллока — Питса: любая однозначно очерченная и формализованная область мышления человека допускает алгоритмическое описание и, следовательно, передачу компьютеру и воспроизводство им [Баженов, Гутчин, 1976, с. 351—352]. Правда, тезис Мак-Каллока — Питса носит чисто экзистенциальный (а не конструктивный) характер и не указывает путей построения формальной сети, моделирующей «очерченную и формализованную» область мышления (или нервной системы), и поэтому реализация гипотетического утверждения, содержащегося в тезисе, каждый раз наталкивается на конкретные и большей частью принципиальные трудности, обусловленные, скажем, тем, что он влечет принятие допущения о возможности дискретизированного представления всех объектов познания [Бирюков, Гутчин, 1982, с. 73—74]. Самое, на мой взгляд, главное в конкретизации идеи, заложенной в тезисе Мак-Каллока — Питса, заключается в том, возможно ли однозначно очертить и формализовать специфическую область мыслительной деятельности, и если да, то какую область. Разрешают ли такую операцию языки программирования?

3. Современные формальные языки, включая языки программирования, относятся к так называемому контекстно-свободному типу, тогда как все без исключения естественные языки принадлежат к контекстно-зависимому типу. Глубокая контекстная зависимость естественных языков лежит в основе их гибкости, подвижности, семантического богатства, возможности выразить едва ли не любые грани и оттенки мысли. Известны фразы естественных языков, которые принципиально невозможно воссоздать средствами контекстно-свободных языков. При этом «их значение очевидно людям с жизненным опытом, но их семантические правила необъяснимы» [Биркгоф, 1977, с. 33]. Такой фразой может, например, служить фраза: «Вчера у меня отказало зажигание, я бросил якорь дома, но зато шикарно прошелся по пельменям». Смысл этой фразы очевиден, но сомнительно, чтобы ее можно было запрограммировать в виде, так сказать, «удобоваримом» для компьютера. Даже

формализация еще не гарантирует успеха, т. к. «невозможно понимать язык без того, чтобы хоть что-то не знать об описываемых событиях» [Шенк, Хантер, 1987, с. 18] (я оставляю в стороне вопрос о том, что значительная часть информации обрабатывается человеком на неформальном уровне). Множество приемлемых суждений в естественном языке к тому же, как показал Я. Хинтикка [Хинтикка, 1980], нерекурсивно, т. е. наперед нельзя установить, будет ли принадлежать или нет, впишется или не впишется данное суждение в общий строй языка. Иначе говоря, естественные языки семантически открыты, что делает пропасть между естественными и искусственными языками достаточно глубокой. Именно поэтому «компьютер не берет на себя сложную нерешенную задачу анализа языка — вместо этого он выступает в качестве структуризованного лингвистического посредника» [Виноград, 1986, с. 107].

4. Существенным компонентом понимания и мышления человека — в том числе и его математических рассуждений — выступает внелогический элемент. Напрашивается естественный вывод: типы возможных рассуждений и специфика процесса понимания не помещаются в границах дедуктивных умозаключений. Соответственно ЭВМ, вооруженные контекстно-свободными языками, в ходе достаточно сложных «рассуждений» чисто комбинаторным путем способны прийти к неразрешимым (например, в смысле теоремы Геделя о неполноте) предложениям [4], или же к противоречию между документацией и системой команд, а «внутренняя» семантика этих языков, надо полагать, будет слишком слаба, чтобы «осмыслить» факт неразрешимости, содержательную истинность этих предложений. В то же время выразительная сила естественных языков предоставляет возможность оценить факт неразрешимости подобного выражения, его содержательную истинность и при необходимости расширить систему, присоединив к ней это предложение. Существование неразрешимых проблем, по словам С. К. Клини, «опровергает представление о том, что машины могут все, которое внедряется в общественное мнение нынешними сообщениями о современных достижениях быстродействующих вычислительных машин» [Клини, 1973, с. 295].

Преимущество человеческого интеллекта заключается, таким образом, в возможности подчинять «четкой» логике размытые, нечеткие в семантическом отношении понятия, «обходить» или задействовать противоречия, а в ряде случаев, в которых творческий процесс достигает наивысшего напряжения, покидать рамки, очерчиваемые логическими нормами [5] и руководствоваться содержательными моментами, выносить синтетические, интуитивные суждения, которые говорят о непосредственном характере усмотрения истины и которые убедительны в силу, скажем, каких-то эстетических критериев (ср.: [Фейнберг, 1981]). Использование же размытого, нечеткого формального языка общения с компьютером, по крайней мере на сегодняшний день, лежит на горизонте теоретической реализации. «Осознание глубокой ограниченности дедуктивных рассуждений и вообще «механических» методов поиска истины стало особенно актуальным в эпоху экспансии ЭВМ»,— пишет Ю. И. Манин. «Принципы запрета Геделя,— продолжает он,— относятся к строго детерминированным процессам рассуждения... Вероятно, работа мозга проходит вне этих границ» [Манин, 1975, с. 80—81].

С точки зрения диалектики формального и содержательного познающий субъект стремится содержательные и интуитивные стороны своего знания «облечь» в некоторую форму, представить средствами формальных языков, спроецировать на синтаксическую плоскость. В то же время каждый успех в формализации того или иного фрагмента содержательного знания или рассуждения с необходимостью порождает целый веер новых содержательных составляющих в структуре знаний субъекта, в характере методов его рассуждений, ставит новые проблемы, требующие для их осмысления проникновения в новые, еще не вскрытые пласты человеческой интуиции. «Наше интуитивное понимание натурального числа,— справедливо замечает М. Думмит,— гораздо богаче его формального выражения» **[Думмит, 1978, с. 194.]** «Человеческое знание неотторжимо от личности»,— подчеркивает Ю. А. Шрейдер [Шрейдер, 1987, с. 18].

5. Современные компьютеры, исключая аналоговый тип,— устройства дискретного действия. Алгоритмические языки, лежащие в основе реализации языков программирования, по своему характеру тоже дискретны, соответственно дискретна их семантика. Напротив, семантика естественных языков в известном смысле

непрерывна. Показывая ограниченность формальных языков — средств вывода в достаточно богатых теориях, теоремы Геделя инициируют мысль о недостаточности дискретного для исчерпывающего описания свойств непрерывного, континуального. Непрерывность семантического поля естественных языков в значительном своем объеме оказывается как бы «скрытой», недоступной для компьютера. Компьютер «принимает» синтаксис, а семантическое богатство значительной доли понятий естественного языка только в очень урезанном виде воссоздается синтаксически. К такому заключению подводят следствия другой важной ограничительной теоремы метаматематики — теоремы Тарского, сущность которой сводится к тому, что понятие истинности — семантически исключительно насыщенное понятие — принципиально невыразимо синтаксическими средствами.

6. Что касается архитектуры современных вычислительных комплексов, то все поколения ЭВМ построены на основе положений квантовой теории твердого тела, которая, несмотря на бурный прогресс связанного с нею комплекса дисциплин — например, магнитооптики, оптоэлектроники и т. д.—не указывает на **концептуально** новый и одновременно экономически приемлемый фундамент развития вычислительной техники (хотя плотность информации, хранимой в компьютерах, сконструированных на основе квантовой теории твердого тела, чрезвычайно велика — вплоть до 1 бит/атом, см.: [Фейнман, 1986]). Заметим при этом, что идеология оптических вычислительных машин в целом лежит в русле традиционного направления совершенствования программного обеспечения ЭВМ.

Сопряженность логических и физических компонентов архитектуры ЭВМ, наличие физических пределов микроминиатюризации, фактическое отсутствие в настоящее время концептуально отличной от имеющейся элементной базы вычислительной техники позволяют высказать предположение, что стержень направления прогресса информационной технологии сохранится и в компьютерах пятого поколения [6]. Это означает, что сохранятся в силе ограничения на создание ИИ на основе твердотельной и оптической электроники, которые, по-видимому, накладываются ограничительными теоремами Геделя. Таким образом, следствия этих теорем, касающиеся ограниченности алгоритмических процедур

и формализации в целом, обязывают нас принять более реалистическую позицию в отношении прогнозов о перспективах создания в буквальном смысле искусственного интеллекта. «От многообещающих надежд к суровой реальности»,— так описывают эволюцию представлений о возможностях компьютеров Дрейфусы [**Дрейфус, 1986, с. 67**].

Другое дело, если в качестве рабочих элементов компьютеров будут использоваться какие-либо биологические структуры, например, моделирующие системы «ДНК — ферменты», что может существенно повысить быстродействие компьютеров, а главное, открыть новые возможности в достижении тех качеств, которые присущи интеллекту естественному. В данном плане представляются интересными исследования органических полупроводников, которые могут претендовать на статус новой элементарной базы и быть своего рода переходным мостиком к применению чисто биологических образований [Рамбиди, Замалин, 1985]. Вообще, имея в виду соотношение естественного и искусственного интеллекта, по моему убеждению, каждое фундаментальное свойство материи требует совершенно определенного по своей сложности и упорядоченности материального носителя. Другими словами, мышление как свойство высокоорганизованной материи может быть реализовано только на структурах, по своей сложности и организации не уступающих сложности и организации структурам мозга. К этой мысли подводит и гипотеза фон Неймана о существовании некоторого критического порога сложности, за которым максимально «простым» описанием системы может являться лишь сама система. Мозг, вероятно, находится за этим пределом (см. также [Бирюков, Гутчин, 1982, с. 53—55]).

Использование биоструктур для целей, связанных с ИИ, будет означать качественно иной уровень развития информационной технологии, который, по-видимому, потребует иной — новой — логики и математики. Паранепротиворечивые системы показывают возможное направление развития математики в этом плане. Кстати, не исключено, что такие системы вообще являются негеделевыми.

Если вновь обратиться к идее фон Неймана о том, что математика способна представлять собой вторичный язык, надстроенный над первичным языком нашей нерв-

ной системы, то такое направление может задаваться содержанием субъективной диалектики. В этом смысле математика уже сделала первый шаг к воссозданию первичного «языка» мозга тем, что допустила формальные системы, толерантные к противоречию. И наметившиеся тенденции гуманитаризации математических процедур и, возможно, само развитие теоретического программирования и компьютеризации лежат в русле этой идеи.

Итак, понятие интеллекта в словосочетании «ИИ» носит не более, чем метафоричный характер [Попов, 1981]. Его применение оправдано стремлением познающего субъекта осмысливать качественно новые познавательные задачи путем, так сказать, их вписывания в рамки привычных представлений и аналогий. Это тем более очевидно, что в случае ИИ речь идет об аналогии в сфере результатов самой мыслительной деятельности. Процессу вписывания способствует (и даже не будет ошибкой сказать — вынуждает) такая особенность естественного языка, как его полисемичность. И понятие «интеллект» полисемично: благодаря этому расширяется горизонт проблематики, связанной с ИИ, он не сковывает ее слишком узким пониманием, но одновременно предполагает метафоричность истолкования понятия «ИИ».

Компьютер — своеобразный, на порядок более сложный, чем другие орудия, инструмент человеческой деятельности, мощное продолжение человеческого мозга. И в этом смысле Н. Н. Моисеев отнюдь не переоценивает значение создания ЭВМ с приобщением человека к огню и изобретением паровой машины [Моисеев, 1979, с. 19]. Тем не менее ограничения, накладываемые ограничительными теоремами математики на разработку ИИ на основе современной концептуальной и технической базы, являются, по-видимому, достаточно серьезным препятствием на пути достижения этими системами (по крайней мере в обозримом будущем) уровня естественного интеллекта. Между тем нельзя забывать, что, как утверждал Н. С. Уайли, мысль способна мечтать о том, чего мечта не способна осмыслить.

3.2.1. Интервальная семантика для научных абстракций

Существуют концептуальные структуры, общие для любой плоскости методологического анализа (в том числе и для плоскости метатеоретических исследований). Ими являются структуры, возникающие в процессе абстрагирующей деятельности и формирующие звено в цепи всякого научно-теоретического рассуждения, даже более того — всякого когнитивного процесса (см.: [Бажанов, Новоселов, 1987]).

Между тем механизмы абстрагирующей деятельности и идеализации в научном познании (а тем более в физике) являются малоизученными (на это обращается внимание, например, в [Аршинов, 1985, с. 94]). В свете же того, что любая «научная теория — система абстракций» [Купцов, 1986, с. 49], проблема выяснения закономерностей абстрагирующей деятельности в конкретных областях знания, теориях представляется весьма и весьма актуальной. Если учесть, что «восприятие всегда теоретично, а физические теории в своем развитии выступают как «очки», через которые мы видим мир все более четко и всесторонне» и, вообще, «на различных этапах своей истории человек смотрел на мир сквозь различные «очки» (миф, религия, натурфилософия и т. д.) и видел соответственно различные миры» [Ахундов, 1982, с. 9], то проблема абстракции приобретает в высшей степени важное социокультурное значение. «Опыт современной науки научил нас тому, что выбор исходных абстракций, даже если он делается неосознанно, существенно определяет характер научных теорий,— пишет М. М. Новоселов.— Этого, конечно, никогда не могло бы случиться, если бы суть абстракции сводилась к простому психологическому акту отвлечения и если бы абстрактное само по себе было полностью лишено творческого, конструктивного начала» [Новоселов, 1987, с. 53].

Вопрос о методологическом анализе влияния абстрагирования и абстракций как предпосылок и средств познавательного отношения человека к миру — это вопрос об основополагающих принципах действия порождающих механизмов знания, о прочности того фундамента, на

котором возведена та или иная теория, о надежности теоретического построения, о его соответствии стилю, нормам и духу организации знания в определенную культурную эпоху и в рамках определенной социокультурной целостности. Вопрос этот, понятно, затрагивает интересы представителей и философских, и специальных наук. Пересечение здесь интересов философского и частнонаучного знания носит закономерный характер и оно обусловлено в первую очередь теми качественными сдвигами в способах развертывания и концептуализации знания, которые вытекают из сущности великих научных революций XX в. в области математики, логики и физики и выражаются в возникновении уровня метатеоретических исследований и, вообще, особых форм самосознания науки, нацеленных на изучение оснований научного знания, тех предпосылок и абстракций, которые лежат у истоков движения знания, которые во многом ответственны за «траекторию» этого движения. Другой облик принимала и теоретико-познавательная ситуация — изменялись стандарты, нормы и идеалы концептуального оформления знания, способы его ассимиляции и трансляции между научными сообществами, в орбиту исследований, наконец, вовлекались исключительно емкие по своей информационной насыщенности «пласты» объективной реальности. Все это потребовало ревизии стиля научного мышления и выдвинуло на передний план задачу поиска такого конструктивного критерия, который относился бы к степени адекватности понятий, структуре и содержанию той или иной предметной области, в явном виде фиксировал бы условия достижения знания.

В качестве отклика на этот запрос возникло новое направление логики и методологии науки — концепция **интервальности** (=интервальная семантика, интервальный подход) [Новоселов, 1978; Лазарев, 1986; Кураев, Лазарев, 1988]. Методология, которую задает интервальная семантика, в силу ее заостренности на природе абстрагирующей деятельности, связывает методологический анализ науки, разрабатываемый в контексте философских представлений о диалектике роста знания, с одной стороны, и методологию конкретных научных исследований, ведущихся в различных подразделениях науки,— с другой. Это между тем ни какая-то «промежуточная» методология, менее общая по сравнению с философской

и несколько более универсальная в сопоставлении с частнонаучными образцами методологии,— здесь, пожалуй, неприменимо иерархическое упорядочение. Скорее, в данной ситуации больше подходит аналогия с коррелятивным упорядочением (в смысле А. А. Любищева). Действительно, речь идет о феномене, когда ориентация философии на методологические нужды специально-научного знания и обратно,— ориентация специально-научного знания на обобщающую силу философских идей, порождают такой методологический инструментарий, который подобен двуликому Янусу: один лик обращен в сторону концептуального богатства философии, а другой — в сторону концептуальных структур, возникающих в недрах частных наук, на «выпадающих» из поля зрения последних благодаря своей общенаучной природе, обусловленной спецификой процесса абстрагирования. Применяемая к анализу абстракций конкретных научных теорий, интервальная семантика фактически выполняет метатеоретическую функцию.

Методолог науки должен учитывать «многослойный» характер научных абстракций, замечать переплетение различных слоев в процессе познания, осознавать, что на различных этапах научного исследования постоянно взаимодействуют абстракции, существенно отличающиеся по степени общности, по «разрешающей» способности и по генезису. Наложение абстракций различных слоев иногда может значительно исказить картину реальности, но исследователь обычно не задумывается над природой этого искажения, не замечает его в силу вековых традиций европейского рационализма, выносящего «за скобки» фиксации результатов познания субъекта с его сознанием, когнитивными способностями, организацией познавательной деятельности и т. д. Между тем в современной теоретико-познавательной ситуации особенно актуален афоризм, принадлежащий еще Ф. Бэкону, что человеческий ум подобен кривому зеркалу — он выражает природу вещей, привнося в нее собственную природу. Ведь с помощью теорий человек «описывает не сами реальные явления, а их идеализированные аналоги» [Ахундов, 1984, с. 142].

Методологический анализ науки как в синхроническом, так и диахроническом аспекте сталкивается в этом смысле с исключительной по своей сложности задачей:

с одной стороны, он обязан занять как бы «внешнюю» позицию по отношению к конкретной научной деятельности, выйти за границы принятых в этой деятельности абстракций посредством более универсальных, более мощных по обобщающей силе понятий и представлений, с другой же — перед ним открывается картина, на которой вся многослойность конкретно-научных абстракций сведена к изображению в пределах одного слоя. Происходит своеобразная «гносеологическая интерференция» абстракций, и цель методолога — выделить каждую абстракцию в «чистом» виде, представить ее независимо от других, описать механизм, благодаря которому данная абстракция включена в проективно-познавательные процедуры, обозначить контуры, в рамках которых абстракция является надежной единицей познавательного процесса.

Многослойность пространства абстракций той или иной теории наиболее рельефно проявляется в том случае, если теория является синтезом ряда менее общих концептуальных систем. Интервалы абстракций [Новоселов, 1970] интегративных по своей природе теорий отличаются поэтому общенаучно-конструктивной структурой, узор которой определяет особый ракурс видения мира. Так, кибернетика рассматривает реальность с позиций гармонии взаимоотношений механизмов управления и передачи информации; экология — с позиций гармонии взаимоотношений между живым веществом, человеком и окружающей средой. Все это, очевидно, достаточно специфические «срезы» реальности. Безусловно, можно найти точки, где интервалы абстракций кибернетики и экологии пересекаются (давая, скажем, кибернетический аспект экологических проблем). Различие интервалов абстракций здесь определяется теми отношениями, которые оказываются в поле зрения каждой из дисциплин. Так, границы интервалов абстракций кибернетики очерчиваются соображениями, связанными с отражением кибернетическими системами состояний (структуры, разнообразия, упорядоченности) среды, в которую они погружены, а многомерность — наличием различных аспектов этого отражения — семантического, синтаксического и прагматического, обусловленных спецификой переработки информации кибернетическими системами.

Многослойность интервалов абстракций интегративных теорий имеет основанием то, что эти теории, как правило, не являются теориями в традиционном понимании: если оценивать их со стороны классической науки, они скорее представляют собой некоторого рода программы, преломляющие целый спектр концепций (подтеорий) к определенному срезу реальности. Любой концепции (подтеории) вообще говоря, присущ свой круг абстракций, образующий своего рода слой в интервальной структуре интегративной теории. Выражаясь образно, можно сказать, что такая теория представляет собой «склейку» целого ряда подтеорий. По этой причине она не поддается полной аксиоматизации и ее логико-математическая структура может быть уподоблена мозаичному образованию. Надо полагать, что в этом случае неприменим такой регулятив классической науки, как формальная непротиворечивость, поскольку эффективные теории интегративного толка могут быть «склеены» из подтеорий, основные принципы которых находятся в противоречии друг с другом, что, по-видимому, является одним из символов укрепления неклассической композиции знания в современной науке. Методологическое рассмотрение такого рода теорий должно, очевидно, исходить из соображений, работающих при построении противоречивых, но нетривиальных формальных систем, получивших название паранепротиворечивых.

Методологический анализ процедур перехода от более «общего» интервала абстракций к менее «общему» высвечивает незаметную, но в то же время кардинальную роль логико-математического аппарата в этом процессе. Как известно, формальный фундамент кибернетики слагается из различных разделов классической математической логики, абстракции которой неконструктивны по своей природе. Между тем кибернетика вынуждена ориентироваться на возможность реальных вычислений, что предполагает конструктивный подход к изучаемым объектам. Дихотомия конструктивных и неконструктивных интервалов абстракций выражается в тех значительных трудностях, с которыми сталкивается прикладная математика при переводе теоретических концепций на язык, используемый в обиходе математика-практика, программиста, инженера. Действительно, абстракции абсолютной осуществимости и актуальной бесконечности, составляющие самую сердцевину классической математики, с одной стороны, находятся в орбите кибернетических идей благодаря центральному

месту в их структуре классической математической логики, с другой — на уровне потенциальных практических приложений кибернетики эти абстракции должны замещаться абстракцией фактической осуществимости. Нетрудно догадаться, какие «коллизии» испытывают кибернетические интервалы абстракций, фигурирующие на этих различных уровнях.

Методология внутри- и внеинтервальных ситуаций призвана в некоторой мере прояснить метаморфозы, совершаемые при замещении абстракций. Понятие внутриинтервальной ситуации обобщает тот факт, что исследователь осуществляет научный поиск, двигаясь в пределах некоторого концептуально-знакового пространства, «натянутого» на те или иные абстракции; будучи погруженным во внутренний мир такого пространства, он крайне редко сталкивается с необходимостью задуматься над его природой и тем, какие «кирпичики» ее слагают. Иначе говоря, ученый просматривает объективную действительность сквозь призму разного рода абстракций, но сам инструмент, увеличивающий разрешающую способность его органов чувств, он не замечает. Используемые абстракции проступают наружу тогда, когда данное концептуально-знаковое пространство просвечивается извне, из другого, как правило более общего, мира абстракций, с позиций иной познавательной «технологии». Именно при взгляде «со стороны» и возникает возможность очертить контуры интервалов абстракций, относящихся к определенной теоретической концепции.

Во внутриинтервальной ситуации речь может идти, по-видимому, не столько об **анализе** теоретической конструкции или явления, сколько об их **описании.** Заметим, что описание как научная процедура ничуть не уступает по сложности реализации анализу. Достаточно вспомнить мотивы возникновения и особенности развития так называемого классификационного движения [Розова, 1986]. Думается, что важно подчеркнуть не то в общем-то очевидное обстоятельство, что интервальная ситуация «извне» обычно предполагает более мощную систему абстракций, а то, что в таких ситуациях неизбежно генерируется методологическая проблематика,— генерируется тем, что переход к иным, более универсальным концептуальным структурам сопряжен с процессом обобщения, который касается и закономерностей, и организации, и содержания, и направления развития изучаемой (уже «внешними» средствами) предметной области.

Деятельность исследователя во внутриинтервальной ситуации строится главным образом на представлениях, диктуемых абстракцией неразличимости [Новоселов, 1984], поскольку его абстракции полностью смыкаются с принятыми в этом интервале абстракциями, и первые не обладают нужной «разрешающей» силой. Когда же исследователь занимает интервальную ситуацию «извне», то в арсенал его средств включается абстракция отождествления, идея которой формально закрепляется отношением эквивалентности. Сказанное, разумеется, не означает, что абстракция отождествления недоступна в качестве единицы научного поиска во внутриинтервальных ситуациях во всех возможных случаях. Безусловно, она используется и там, но мы имеем в виду другое, а именно — анализ предметной области как некоторой **целостности.** Не случайно Н. Бор отмечал, что работа с понятиями и глубокий их анализ несовместимы,— несовместимы в том и только том смысле, что исследователь при «работе с понятиями» и «анализе понятий» находится в разных интервальных ситуациях. Между прочим методологической квинтэссенцией боровского принципа дополнительности как раз и является утверждение, что максимально полная картина (физической) реальности достигается путем «склейки» двух равноправных несовместимых картин и указании условий их получения (в интервальной терминологии — внутриинтервальной ситуации и ситуации «извне»).

Методология внутри- и внеинтервальных ситуаций указывает на несопряженность, несоразмерность картин той или иной реальности, рисуемых в различных гносеологических «плоскостях», с различных позиций, на необходимость «привязки» этих картин к определенным системам отсчета. Недаром интервальный подход связывается с методологической переориентацией принципа конкретности истины [Новоселов, Лазарев, 1982]. Только после «склейки» всех картин в одно полотно можно рассчитывать на панораму реальности.

Здесь, видимо, опять уместна аналогия с концепцией дополнительности. Бор популярно излагал идею дополнительности с помощью следующего примера. Каждое отдельное монохроматическое изображение Фудзи-

ямы художником К. Хокусаи в серии «100 видов Фудзи» дает лишь отрывочное, неполное впечатление о великолепии горы; полное впечатление можно составить, только суммировав в сознании впечатления от всех 100 изображений Фудзи. Конечно, не только от местоположения художника зависело изображение горы, оно зависело и от погоды, времени года, времени суток, освещенности и т. д. Все это — своеобразные, жестко не фиксируемые «системы отсчета». Хотим мы этого или не хотим, но мы «субъективируем природу в ее научной картине. Но субъективируем не в том смысле, что окрашиваем образы этой картины в цвета наших чувств или инстинктов, а в том, что релятивизируем эти образы, привязываем их к точке наблюдения, к системе отсчета. В этом метод абстракции сходен с методом центральной проекции. С переменой центра проекции меняется и картина» [Новоселов, 1983 а, с. 52]. Это мысль ученого-методолога, познающего мир через «мышление в понятиях». Интересно сравнить ее с соображениями художника слова, познающего мир через «мышление в образах»: «Субъективность не является свойством отдельного человека, но есть качество родовое, сверхличное... это субъективность человеческого мира, человеческого рода... от каждой умирающей личности остается доля неумирающей родовой субъективности, которая содержалась в человеке при жизни и которой он участвовал в истории человеческого существования» [Пастернак, 1967, с. 219].

Несопряженность, однако, возникает не только между различными картинами познаваемой реальности, но и между различными уровнями научного познания — теоретическим и эмпирическим.

Теоретическое и эмпирическое, физическая реальность и экспериментальная деятельность сплетены в один теоретико-познавательный узел. Плотность этого сплетения определяется тем, что попытка уложить теоретическое и эмпирическое в общую концептуальную структуру неизменно воссоздает напряжение между ними, рождает диалектическое противоречие. Анализ этого противоречия подводит к мысли, что теоретическое и эмпирическое находятся как бы на крайних полюсах познавательного процесса: с одной стороны, независимо от признания объективной значимости теоретических законов, именно эти законы открывают нам недоступные

непосредственному опыту, интуитивно зачастую неочевидные, «взрывающие» сами теоретические законы, пласты объективной реальности: именно теоретические концепции образуют базу для понимания языка эксперимента, данных наблюдения. С другой же стороны, реальность, высвечиваемая с высоты концептуально-знаковой плоскости любой теоретической доктрины, не может восприниматься так же непосредственно, как отдельные объективно существующие вещи; для теоретической науки реально лишь то, что может быть измерено исходя из ее положений, т. е. она строит особый «теоретизированный», теоретически предзаданный мир, сложенный в общем случае из ненаблюдаемых номологически определенных конструктов (см.: [Панченко, 1981]).

В противоречии между теоретическим и эмпирическим, как в капле воды, отражаются все противоречия, обусловленные ростом научного знания, модификацией его структуры, динамикой интертеоретических отношений. Нетрудно поэтому заметить, что проблема теоретического и эмпирического в познании слишком обширна, чтобы сколько-нибудь подробно остановиться хотя бы на нескольких ее аспектах. Я коснусь лишь одного аспекта, связанного с интервальным подходом к **структуре** физической реальности как важной проблеме, по своему значению выходящей далеко за пределы философских вопросов физики. Пафос рассмотрения будет заключаться в анализе природы «вплавленности» в физические контексты, эмпирические и теоретические компоненты физической реальности концептов и схем, прямо обусловленных математическим аппаратом, разрешающей способностью эксперимента — источниками, ответственными за дихотомию теории и опыта в (физическом) познании.

3.2.2. Эксперимент, математика и физическая реальность

Фактор-структура физической реальности, предложенная в [Бажанов, Панченко, 1980], является своего рода «первым приближением», которое оправдано в той мере, в какой теоретический уровень физического знания является независимым от эмпирического уровня. Однако роль эксперимента в развитии физики (да и не только физики) всегда была (и, безусловно, будет) ве-

дущей. Поэтому структура физической реальности не может не задаваться теми формами экспериментальной деятельности, которые находят свое отражение в теории. Фактически все базисные абстракции и идеализации современной (и не только современной) физики являются существенно экспериментальными абстракциями и идеализациями, определенными экспериментом и определяющими его. Это убеждение все более укрепляется в научном сообществе (см.: [**Д'Эспанья, 1987**]). Здесь и будет идти речь о модели физической реальности, в явном виде учитывающей конструктивно-практическую деятельность в физике.

Начнем с того, что кульминацией тысячелетнего развития математики явилось создание Кантором теории множеств. Даже достаточно поверхностный взгляд на математику отчетливо показывает, что факт построения этой теории имел гораздо более существенные последствия для всех областей математического познания, нежели те, которые можно было бы предвидеть в том случае, если бы теоретико-множественные структуры выражали и предназначались только для обоснования классической математики, а тем более, если бы теория множеств была очередной — пусть даже экзотической — системой, расширяющей ареал математики. На самом деле она выразила нечто значительно большее, чем открытие нового направления математических изысканий, поскольку в ней в виде формально безупречной системы были эксплицированы представления, которые «пропитывали» все многочисленные отрасли математического знания, выделена предельная единица, «суммирование» которой порождало все богатство «царицы наук». Этой единицей было понятие множества, состоящего из индивидуализированных элементов произвольной природы, произвольного количества, а отношение принадлежности элемента множеству стало основным отношением теории. Теория множеств открывала врата в рай (по образному сравнению Гильберта), где каждая математическая конструкция имела, казалось бы, прозрачный смысл и естественное обоснование. Вполне понятно, что не замедлил начаться процесс переформулировки математики на теоретико-множественной основе: «канторовская теория множеств стала... миром, куда уместилась вся математика в целом» и в результате «математика, основанная на теории множеств, превратилась в

математику канторовой теории множеств» [Вопенка, 1983, с. 13—14]. Таким образом, все недостатки (постепенно «выплывающие наружу») и ограничения, свойственные теории множеств, автоматически распространились на остальные разделы математической науки, в том числе еще более закрепилась «жесткость» задания математических структур на основе признака одинаковости, однородности элементов, слагающих множества.

Заметим, что недостаточность теоретико-множественной «идеологии» математики была осознана как внутри математики в связи с развитием теории категорий (не считая альтернативных канторовскому течений в математике), так и вне математики в связи с развертыванием системного подхода. «Приравнивание математики к теории множеств можно рассматривать не без некоторых оснований как итог того направления, которое приняло развитие математики в последнее время»,— отмечает Р. Голдблатт. Однако «с появлением теории категорий перспективы изменились... понимание самих предметов как множеств потеряло свое преимущественное значение в силу появления естественной и привлекательной альтернативы...» [Голдблатт, 1983, с. 27—28]. «Реальные объекты,— отмечается в другом месте,— суть не множества, а системы. А категория множества появляется при описании этих объектов, причем важным этапом этого описания является процедура отождествления, в результате которой возникают достаточно четкие объекты» [Шрейдер, Шаров, 1982, с. 11—12]. Впрочем, создается впечатление, что и более универсальная концепция — теория категорий — строится на «идеологии» так называемого арифметического равенства (см.: [Новоселов, 1983 в]).

Основная абстракция, работающая при объединении элементов в множества,— абстракция отождествления, а ее формальное содержание выражается отношением эквивалентности — рефлексивным, симметричным и транзитивным. Это отношение, по существу, единственно возможное в теоретико-множественной математике в том смысле, что оно задает четкую принадлежность элементов определенному множеству, очерчивает границы последнего. Его и называют арифметическим равенством. Какую бы мы совокупность множеств ни взяли, их можно разбить на классы эквивалентности по тем или иным признакам, т. е. произвести фактор-разбиение.

Между тем все рельефнее обнаруживается недостаточность арифметического равенства, его частный характер. Предлагаются более общие структуры, порожденные так называемым отношением метрического равенства — рефлексивным, симметричным, но не транзитивным (см.: [Новоселов, 1983 б]). Метрическое равенство исходит не из абстракции отождествления, а из абстракции неразличимости. Здесь уже не проходит идея факторизации, а требуется ее обобщение в виде отношения толерантности, продуцирующее классы хотя бы с одним общим элементом. Однако даже в тех направлениях развития математической мысли, которые пытаются преодолеть обозначившиеся узкие горизонты теоретико-множественной математики, не отдается отчет в несовпадении функционального статуса указанных абстракций (см., например: [Вопенка, 1983, с. 83]). Понятно, что метрическое равенство богаче арифметического [7].

Конструктивно-практическая деятельность в физике также находит отражение в сфере физической реальности. Это отражение из мира опыта в мир теории, т. е. результаты отражения, несуществуют сами по себе, а уложены в концептуально-теоретические схемы. Поэтому хотя эксперимент и влияет на компоновку отдельных ячеек фактор-разбиения (причем мера этого влияния задает меру «согласованности» теоретического и эмпирического), но в рамках данной теоретической системы эксперимент не изменяет сущности фактор-разбиения как непересекающихся классов эквивалентности.

Между тем мир опыта — относительно самостоятельный мир с присущими ему законами, динамикой развития, «технологией» познания. Автономия территории, подвластной опыту, разумеется, реализуется в границах его теоретической нагруженности, но тем не менее характеристика автономности совершенствования эксперимента — вовсе не гипербола. Каждый шаг в развитии эксперимента, его техники и методов «имел для научного познания гораздо более значительные и существенные последствия, чем те, которые можно было бы ожидать в том случае, если бы весь прогресс эксперимента сводился к простому количественному росту эмпирической информации, служившей, в свою очередь, не более чем «сырьем» для выработки теоретического знания» [Аршинов, 1984 а, с. 163].

Для нас, впрочем, важен не столько сам факт автономности опыта и статус эксперимента как формы практики, сколько вытекающие из этого факта следствия. Во-первых, в процессе экспериментирования ученый не только концентрирует внимание на определенном объекте, но и стремится выделить его в «чистом» виде, оградить от посторонних для целей опыта воздействий. Рассматривая объект обособленно, ученый невольно огрубляет картину включенности объекта в систему многочисленных природных связей. Обособление объекта происходит, по-видимому, сообразно тем принципам, которые определяют механизмы «спуска» от теоретических конструктов к операционально определимым величинам. «В этом смысле эксперимент выступает как процесс практического воплощения с помощью соответствующих материальных средств и инструментов некоторой **изолирующей** (выделено мною.— *В. Б.*) абстракции»,— справедливо отмечает В. И. Аршинов [Аршинов, 1982, с. 103]. Во-вторых, и это, пожалуй, наиболее существенный момент, опыт дает нам не «истинное», а приближенное значение измеряемой величины (с точностью до ε). Знание и учет этого обстоятельства побуждают назвать «точные науки... точными не потому, что они достоверны, а потому, что в точных науках ученые знают меру неточности своих утверждений» (цит. по: [Баранцев, Калинин, 1982, с. 70]). Серия экспериментов, воспроизводящих тот или иной результат, помещает измеренные величины в интервал ε-неразличимости, да и сами величины являются не более, чем ε-копиями друг друга. Следовательно, пространство экспериментальной деятельности построено на значительно более богатом отношении, нежели пространство теоретических умозаключений,— на отношении метрического равенства, равенства с точностью до ε.

Наличие порогового значения точности измерений — факт, играющий роль путеводной нити и в планировании эксперимента, и в ходе его осуществления, и в процессе статистической обработки массива эмпирической информации. Если в области классической физики этот факт не претендует на значение, которое приходилось бы учитывать в ее основаниях, то в случае неклассической — квантовой — физики он имеет статус принципиального положения квантовомеханической теории измерения (кстати, напомню, что в классической

физике просто не строится особая теория измерений). Впрочем, даже классическая механика «не должна и не может сегодня интерпретироваться как описывающая реальность «как таковую»... Важные проблемы, связанные с пониманием статуса квантовой теории, проистекают из факта, что мы недооцениваем данный эпистемологический базис классической механики (да и физики в целом)» [**Боршешковски, Вазнер, 1988, с. 67**].

Классическая механика неявно принимает абстракцию возможности неограниченного уточнения результатов наблюдения; в квантовой механике же, как известно, соотношение неопределенностей, ограничивающее точность одновременного измерения координаты центра инерции системы и ее импульса, или энергии нестационарного состояния замкнутой системы за время, в течение которого изменяются средние значения системы, входит в список базисных положений теории.

Метрическая точность, характеризующая мир опыта, означает, что границы между отдельными операционально фиксируемыми типами объектов размыты, т. е. находятся на пределе разрешающей способности той или иной экспериментальной методики, которая может «неточно», «приблизительно» фиксировать объекты и свойства, принадлежащие, вообще говоря, «смежным» областям. Под углом зрения эксперимента области качественно однородных объектов оказывается перекрещивающимися, с общими пограничными участками, а внутри участков неразличимость выступает в форме тождественности. Это справедливо, надо полагать, даже для таких уже ставших традиционными классификаций, как деление частиц по типу статистики на тождественные (к примеру, фермионы и бозоны). В классической физике тождественность вводилась для того, «чтобы можно было абстрагироваться от заведомо возможных, но несущественных различий... Тождественными считались не реальные объекты, а только отражающие их идеальные элементы теории» [Гельфер, Любошиц, Подгорецкий, 1975, с. 133]. Другое дело, казалось бы, квантовая механика, где тождественность приписывается уже не «отражениям» частиц в теории, а самим объективно существующим частицам. Между тем имеется указание на то, что это не совсем соответствует действительности. По-видимому, принцип тождественности частиц — также идеализация на уровне теории, вызванная к жизни своеобразием эмпирической ситуации. «Отклонения от экспоненциального закона (в распаде нестабильных частиц.— *В. Б.*) приводят к серьезным проблемам относительно смысла тождественности частиц»,— пишет И. Пригожин. Однако «отклонения от экспоненты слишком малы, чтобы их можно было измерить современными средствами... Если бы мы могли выбирать, то в качестве основного принципа следовало бы выбрать тождественность частиц» [Пригожин, 1985, с. 22]. «В нашей Галактике,— замечает В. Л. Гинзбург,— более 10^{70} электронов и мы считаем их все тождественными. А на каком ничтожном количестве электронов это утверждение проверено! И почему бы части галактических электронов не быть совсем другими?» [Гинзбург, 1985, с. 302; см. также: **Бах, 1988, с. 648**]. Предположительно тождественные частицы становятся таковыми на самом деле, лишь вплетаясь в ткань теории в качестве идеализированных элементов.

Далеко идущая **абстракция** тождественных частиц тогда является **обобщением** типичной в квантовой теории ситуации, «когда из-за большой разности масс эксперимент дает результаты, **усредненные** (выделено мною.— *В. Б.*) по многим периодам интерференционных биений» [Любошиц, Подгорецкий, 1981, с. 83]. Иначе говоря, на эмпирическом уровне квантовой физики, если выражаться более точно, наблюдается **сходство,** а не одинаковость частиц.

Эти соображения подталкивают к следующему сравнению. Если представить образ теоретизированного мира (физики) в пространстве опыта, то получим некоторый упрощенный образ, сохранивший «концептуальный скелет», но утративший «второстепенную» с точки зрения структуры «телесную организацию». Вопрос о последней всецело решается внутри эксперимента, т. е. автономия опыта — это, используя образное выражение, автономия композитора от буквы музыкальной темы, на которую пишется вариация, его право на контрапункт,— автономия в том смысле, что композитор волен избрать форму реализации, ритм, тональность, сохранив неприкосновенным замысел, дух темы вариации. Равно и эксперимент: воплощается идея теории, а сохраняются степени свободы, относящиеся к его предметной и методической организации, которая способна существенно

«подправить» идею теории, очертить интервал ее адекватности.

Заключая анализ некоторых метатеоретических вопросов физики с помощью интервальной семантики (см. также [Бажанов, Новоселов, 1987; Бажанов, 1988 б]), приведем ее методологическое кредо, выраженное в одном из афоризмов П. Валери: те, кто угадывают, находят и принимают свои границы, более универсальны, нежели те, кто границ своих не осознают. Думается, что это кредо в известной мере приложило и к процессу рефлексивности современного естественнонаучного знания в целом.

ГЛАВА IV

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РЕФЛЕКСИЯ

Известно, что Гегель сравнивал образ философии с совой Минервы. Основу сравнения Гегель видел в той роли, которую философия играет по отношению к вечно изменяющемуся и развивающемуся миру. Афоризм о сове Минервы, вылетающей только в сумерки, символизирует, по Гегелю, то обстоятельство, что философия приходит поучать, когда поучение уже не актуально,— процесс, к которому относится поучение, завершился и в мире развертываются новые события, ждущие своего осмысления. И опять философии суждено явиться лишь к закату этих событий. Сумеречные, серые краски философии, размышлял Гегель, показывают, что «некоторая форма жизни постарела и своим серым по серому философия может не омолодить, а лишь понять ее...» Грустные размышления великого мыслителя об обращенности философии в прошлое были, конечно, не беспочвенны: они питались соками консервативности гегелевской системы и отчасти свидетельствовали об известной «подавленности» методологической и эвристической составляющей философии Гегеля. В то же время Гегель, по-видимому, догадывался об этом упущении собственной системы, особенно бросавшемся в глаза молодым ученикам великого мыслителя и жаждавшем найти в философии не только средство осмысления прошлого, но и мощное орудие, способное разорвать таинственную завесу будущего. Один из учеников Гегеля решил дополнить размышления учителя о философии в образе совы Минервы, вылетающей в сумерки, другим символом. «...Философия,— писал он,— это также предрассветный крик петуха, возвещающий новую молодость мира». Гегель одобрил мысль, выраженную в данном образе [Гулыга, 1983, с. 109]. Петух, своим криком встречающий новый день,— символ философии, обращенной в будущее, философии, эвристически и методологически ориентированной. В настоящее время методологической функции философии придается особый смысл (см.: [Лекторский, 1988]).

Советская философская мысль имеет хорошие тра-

диции разработки методологической проблематики. Философские вопросы естествознания, логики и математики, теория познания и ряд других направлений, лежащих в русле методологического анализа науки и научных исследований, не только осуществляют философско-методологическую рефлексию над научным познанием и практикой, но и осуществляют ее по известным обстоятельствам значительно успешнее и глубже, нежели социальная философия — над познанием общественных процессов и общественной практикой. До недавнего времени философская мысль, понятно, устремлялась в те «ниши» философского знания, в которых она могла находить простор для самовыражения. Эти «ниши» формировались по принципу своей нейтральности по отношению к социальным вопросам. Конечно, общее состояние социально-философских исследований не могло не отражаться и на вышеуказанных направлениях методологических исследований, особенно на их историческом аспекте, но анализ этой взаимосвязи может явиться темой отдельного обстоятельного рассмотрения. Сейчас же важно подчеркнуть, что изучение философско-методологических проблем естествознания, логики и математики на протяжении примерно трех последних десятилетий в целом было насыщено интересными и ценными гносеологическими, методологическими, аксиологическими и эвристическими идеями, затрагивающими все уровни, формы и методы научного познания.

В главе, посвященной философско-методологической рефлексии, я рассмотрю лишь те проблемы, которые, на мой взгляд, до сих пор непосредственно не анализировались (хотя ранее я их уже касался, см.: [Бажанов, 1983]). Затрагивались, и то лишь косвенно, отдельные их аспекты. Природа и особенности философско-методологической рефлексии достаточно полно раскрыты в литературе. Поэтому я и сосредоточу внимание на почти не освещенных ранее вопросах, возникающих в контексте предшествующего изложения.

4.1. Социально-этический и психологический аспекты доказательства и аргументации

1. В самой сердцевине рационально понимаемой науки лежит мощная система аргументации, используемая при обосновании тех или иных положений. Эта система многоаспектна, динамична и многомерна; ее влияние затрагивает любую «клеточку» научного знания в той мере, в какой все «тело» науки пронизано рациональными процедурами выведения и обоснования нового знания. Важнейший момент здесь — процедуры доказательства. Не случайно Г. А. Брутяном подчеркивается, что «во всякой аргументации мы имеем дело прежде всего с доказательством» [Брутян, 1982, с. 47].

Казалось бы, доказательство как компонент аргументации, как логическая операция изучена досконально. И тем не менее вплоть до сегодняшнего дня «больше всего разногласий вызывает вопрос о том, что такое математическое доказательство» [Клайн, 1984, с. 359]. Те качественные изменения, которыми характеризуется интенсивное развитие современного научного знания, наращивание его саморефлексивных тенденций, заставили обратить более пристальное внимание как на природу аргументации в целом, так и на сущность доказательства, так сказать, в нелогическом аспекте, в частности рассмотреть их с широких социокультурных, этических, психологических и т. д. позиций.

Стремление к анализу доказательства на фоне культурных, этических, психологических реалий возникло также в той области, в которой метод получения нового знания издавна отождествлялся с процессом доказательства,— в логике и математике. Если математика и доказательство еще в умах многих остаются синонимами, то в самосознании науки — в методологии научных исследований, в теории аргументации — эти понятия разграничены. Аргументация и доказательство являются универсальными процедурами, охватывающими различные предметные области, лишь одной из которых выступает математика. Да и в самой математике в результате открытий ограничительных теорем пересматривается статус доказательства как чисто формальной операции, осознается значение содержательных, интуитивных моментов рассуждений. Эти открытия разрушали ту философскую норму, которая являлась стержнем парадигмы рациональности XIX в. и которая довлела над математикой в течение двух тысячелетий. Если, согласно этой норме, «предполагалось, что сама природа математической истины состоит в ее доказуемости» [Куайн, 1967, с. 108], по словам Дедекинда, «ничто, что в науке доказуемо, не должно приниматься без доказательства» (цит.

по: [Уэбб, 1980, с. IX]), то развитие математики XX в. привело к определенному переосмыслению этой нормы в направлении учета более сложного и противоречивого характера доказательства, плотнее включенного в социальный контекст и контекст поиска и открытия математической истины. «Понятие доказательства не принадлежит математике (математике принадлежит лишь его математическая модель — формальное доказательство),— пишет В. А. Успенский. — Оно принадлежит логике, лингвистике и больше всего психологии» [Успенский, 1987, с. 139].

Новая философская норма, лежащая в основаниях математики, повлекла существенные изменения в стандартах самих логических и, что еще более заметно, математических доказательств. Новые нормы доказательности стали возникать в качестве «контрустановок» к тем стандартам традиционной математической доказательности, в которых строгость рассуждений довлела над прикладной ценностью, эффективностью результатов. В современной теории катастроф, скажем, «ценз» доказательности неправдоподобно (опять-таки по отношению к традиционному) низок [Арнольд, 1983, с. 10]. Такое снижение «ценза» доказательности, как правило, сопряжено с природой бурного развития дисциплины, характерного своим невниманием к строгости и оно время от времени наблюдается в тех или иных разделах математики. Так, «к середине XIX века значение доказательства упало настолько, что некоторые математики не считали необходимым проводить полные доказательства даже в тех случаях, где это было возможно». То, чем в действительности оперировали тогда математики, «правильнее было бы назвать лишь обрывками рассуждений» [Клайн, 1984, с. 193, 197].

1.1. Тот факт, что понятие доказуемой истины значительно у́же понятия содержательной истины, явился одной из причин переоценки в настоящее время границ применимости дедуктивных методов познания. Сомнение, что дедуктивные методы рассуждения и доказательства способны воссоздать и промоделировать всю или даже сколько-нибудь значительную часть рациональных рассуждений, привело и к возрождению былого статуса теории аргументации и риторики, и к попыткам построения так называемой неформальной логики, которая, например, ставит задачу исследовать аргументацию как «диа-

лектический процесс». В известной мере порывая с традицией математической логики, здесь высказывается убеждение, что «неформальные ошибки составляют законный базис для логического исследования» и что «теоретическое воспроизведение способов рассуждения и логического критицизма в неформально-логических терминах имеет прямой выход для таких разделов философии как эпистемология, этика и философия языка» [Intormal logic, 1980, с. X]. Более того, некоторые ученые, разрабатывающие концепцию неформальной логики, оценивают свою деятельность как «стремление спасти логику от безумия (вызываемого отрывом обстрактных математических структур от реальности — *В. Б.*)» [Шривен, 1980, с. 148].

1.2. Если доказательство до некоторого времени рассматривалось (впрочем, большинством ученых рассматривается и поныне) как безличная конструкция, то в теории аргументации оно приобретает новые измерения, характеризующие те структуры познавательного отношения, которые, с одной стороны, относятся к «безличному» знанию, а с другой — к субъекту, личности, получившей это знание, к манере его преподнесения, к степени убедительности для тех, кому адресуется знание. Таким образом, доказательство оказалось завязанным в один узел с психологическим контекстом, с этическими соображениями. Иначе говоря, акцент в теории аргументации делается не на доказательстве как форме выводного знания, а на доказательстве как форме убеждения в истинности тезиса, в правоте того, кем высказывается тезис.

Хотя понятие доказательства не допускает точного и исчерпывающего определения, суть и природа этого понятия в общих чертах раскрывается именно через убедительность умственного построения, претендующего на статус доказательства, которое представляет собой «убедительное рассуждение, убеждающее нас настолько, что с его помощью мы способны убеждать других» [Успенский, 1987, с. 140]. Убеждающая сторона доказательства не может быть не замечена даже теми, кто настаивает на том, что главный мотив и оправдание доказательства — это поиск новых истин. Так, В. Я. Перминов пишет: «Это доказательство нас убеждает и мы предполагаем, что оно совершенно строго... Математики

убеждают себя и других в правильности своих доказательств» [Перминов, 1986, с. 5, 151]. Полностью разделяя мнение, что поиск новых истин — важная цель доказательства, я склонен думать, что оно относится к иному измерению доказательства, нежели то измерение, которое принадлежит **мотиву** доказательства и его **оправданию**. Конечно, мотив, цель и оправдание доказательства можно разделить с достаточной степенью условности, но речь, по-видимому, должна идти о том, что гносеологическое, телеономическое, социальное, аксиологическое и другие измерения доказательства все же не тождественны друг другу и, строго говоря, различимы (хотя, повторяю, и с долей условности). Невольно, стало быть, возникает вопрос о допустимости или недопустимости тех или иных аргументов, средств аргументации, что автоматически влечет и необходимость социально-этического осмысления. Можно даже выразиться сильнее: в поле зрения оказывается социально-этическое содержание и статус доказательства в целостной системе аргументации и нормативном пространстве науки.

Вовлечение в орбиту исследований по теории аргументации социально-этических аспектов доказательства неслучайно. Оно вызвано сколько изменениями в нормах логико-математической доказательности, столько и теми гранями, которыми эти изменения сопряжены с, вообще говоря, этическими, равно как и психологическими, аспектами процесса принятия и оценки познавательного значения доказательства.

2. Развитие все более сложных и изощренных методов и приемов доказательств и аргументации лишь отчасти можно объяснить стремлением отыскать более эффективные формы творческой деятельности в сфере дисциплин логико-математического цикла: доказательство как формально-логическая процедура — инструмент, скорее, не открытия нового, а последовательного, непротиворечивого рассуждения, обоснования. Доказательство — своего рода дисциплинирующая матрица мышления, его «грамматика» (знание которой, понятно, ни в коей мере не обеспечивает успех в достижении новаторского результата). Тогда, спрашивается, каковы стимулы для придания доказательствам более строгого, конструктивного и формализованного характера?

2.1. Открытие нового (включая, между прочим, новые методы рассуждения, аргументации и приемы доказательства) — обычно (но, впрочем, не всегда) итог скачка в качестве мыслительной деятельности, скачка, который зачастую воспринимается как озарение. Ученый здесь руководствуется главным образом своими интуитивными представлениями, он опирается на свой содержательный, не формализованный и не формализуемый опыт. Он интуитивно чувствует правильность озарения, справедливость своей идеи или теории. Его действия в такой ситуации подчиняются «принципу чувства (интуиции)» в эвристике. И принять эту теорию может на этой стадии лишь тот, кто «чувствует» то же, кому интуиция подсказала тот же результат, или, иными словами, кто опирается на принцип сочувствия (соинтуиции),— подчеркивает С. В. Мейен. Если бы озарение создателя идеи всегда встречало «соозарение» современников, если бы интуитивно ясное одному сразу же становилось «соинтуитивно» понятным другим, то не было бы самого главного препятствия на пути распространения «идей века»... Однако «к интересным идеям предъявляются сразу же жесткие требования полной строгости, чуть ли не законченной аксиоматизации» [Мейен, 1977, с. 418].

Доказательство и развернутая система аргументации вступают в свои права лишь после того, как с той или иной степенью полноты, ясности обозначился образ тезиса доказательства. Резонно задать вопрос, а не скрывает ли последнее суждение противоречие: если процесс доказательства и аргументации предназначен только для упорядочения, обоснования и систематизации нового знания, полученного (хотя бы в общих чертах) иным путем,— путем интеллектуального озарения, то, быть может, в развертывании многосложной системы аргументации и в доказательстве как таковом нет сколько-нибудь насущной необходимости? В чем же тогда состоит их назначение, реальный смысл, в чем заключается оправдание усилиям по разработке изощренной техники доказательства, прежде всего, например, в математике? Чем, скажем, оправдано и стимулировано доказательство двух гипотез Бернсайда из теории конечных групп (о существовании неразрешимых конечных групп нечетного порядка), занимающих около пятисот — заметьте, пятисот! — страниц каждое?

2.2. Совсем не случайно совершенствовались приемы доказательств и изобретались новые способы аргументации, совсем не случайно знание, добытое путем озарения,

принималось научным сообществом и получало статус научного знания, признавалось достоверным, надежным и объективно-истинным только тогда, когда оно проходило через многочисленные «фильтры» доказательств, воспроизводилось многими поколениями ученых, когда под него подводился фундамент в виде неоспоримой (на данном историческом этапе) системы аргументации. Таким образом, доказательство есть не что иное как форма апелляции к научному сообществу. Оно погружено в пространство мнений, оценок, норм рассуждений, стереотипов, оно реализуется с помощью средств аргументации, принятом в научном сообществе, и вне этого пространства, независимо от этих средств, по-видимому, бессодержательно и уж во всяком случае неубедительно. Достаточно вспомнить судьбы многочисленных открытий, опережавших свое время и не получивших в определенный момент признания, как бы не втянутых в поток научной мысли, лишь впоследствии «созревающей» для их оценки или вынужденной генерировать их заново. Воображаемая логика Н. А. Васильева, о которой упоминалось выше,— тому пример. Другими словами, комплексное исследование доказательства и аргументации в целом вряд ли возможно вне социально-этических и (или) психологических измерений, вне ее социального и культурного контекста.

Определенное научное сообщество является носителем и выразителем конкретных норм и эталонов доказательности, средств аргументации, в неявном виде вплавленным в картину мира, рисуемую теорией, общезначимой в нем, инкорпорированных в мировоззренческие и методологические установки ученых, в их стиль мышления. Здесь напрашивается аналогия с принципом относительности к виду взаимодействия (Б. Я. Пахомова) или с принципом относительности к средствам наблюдения (В. А. Фока). Эта аналогия может быть продолжена до формулировки соответствующего принципа относительности к средствам аргументации (см.: [Бажанов, 1984; 1986]) [1]. Впрочем, эту аналогию (относительность к средствам аргументации) не следует переоценивать, поскольку всякая аргументация вплетена в процесс достижения главной цели научного познания — в процесс получения объективной истины, совершающейся, правда, в субъективных формах и под «эгидой» субъективности. Объективная истина же — тот инвариант, ко-

торый свойствен любой научной теории независимо от вовлекаемых в процесс получения знания приемов доказательства и средств аргументации. Однако оценка того или иного положения должна включать оценку характера аргументации, которое иногда может быть настолько «привязано» к последней, что вне учета аргументативного контекста просто теряет смысл. Именно с этих позиций следует, очевидно, оценивать дискуссию представителей двух фундаментальных концепций, «линий» в композиции научного знания — Бора и Эйнштейна.

2.3. Доказать — это в широком смысле убедить. Тем не менее убеждение — столько итог доказательства, сколько и его исходная точка [Брутян, 1982, с. 47]. Доказательство опирается на убеждение, оно есть форма реализации последнего, однако первоначальное убеждение неизбежно корректируется после завершения доказательства, а иногда — в наиболее выдающихся, принципиальных случаях — само претерпевает качественные изменения. Убеждение — предикат не только личностного, но и надличностного. Поэтому рассуждение расценивается как доказательство при условии, если произойдет социальный акт его принятия, признания научным сообществом. История науки пестрит иллюстрациями данного суждения. «Доказательство считается приемлемым,— пишет М. Клайн,— если оно получает одобрение ведущих специалистов своего времени, или строится на принципах, которые модно использовать в данный момент» [Клайн, 1984, с. 363].

Социально-этическая природа доказательства и аргументации заключается, следовательно, в том, что **озарение из феномена внутриличностного переплавляется в феномен общезначимый, воспроизводимый и проверяемый (хотя бы в принципе) любым достаточно компетентным членом научного общества,** что, между прочим, создает и предпосылки для опредмечивания знания. Высказывая эту мысль, я, конечно же, отвлекаюсь от фактора времени и технических трудностей, играющих немаловажную роль в процедурах проверки того или иного результата. «Доказательства постепенно переходят из разряда явлений индивидуального опыта в разряд опыта коллективного,— замечает В. А. Успенский.— Само понятие убедительности (доказательства. — *В. Б.*) начинает терять свой индивидуализированный оттенок и

все больше приобретает характер «коллективной убедительности» [Успенский, 1987, с. 147—148].

3. Логико-математическое доказательство представляет собой, как правило, лишь краткую схему формального вывода. Современное состояние логико-математического (и (или) насыщенного логико-математическим содержанием) доказательства характеризуется заметным усложнением процедур демонстрации его достоверности, что налагает жесткие условия на эксплицируемость промежуточных этапов формального вывода. Доказательство вместе с тем требуется там и тогда, где и когда оценивается надежность пути, проложенного к новому знанию, обосновывается оптимальность и компактность этого пути. Отличительной особенностью современной науки является трудоемкое воспроизведение (= проверка) доказательства и системы задействованной аргументации. Так, доказательства, в которых использовалась мощная ЭВМ, горой требуют составления программ не менее, а чаще всего даже более сложных и длинных, нежели проверяемая программа, а повторение аналитических выкладок фактически вынуждает воссоздавать формальный вывод чуть ли не во всем объеме. «Создается впечатление, что с развитием математики (и появлением все более и более сложных и длинных доказательств) доказательства теряют свое главное свойство — свойство убедительности. Делается непонятным, что же тогда остается от доказательства: ведь убедительность как бы входит в их определение. Кроме того, с усложнением доказательства возрастает элемент его субъективности.... При чрезмерном возрастании объема доказательства расплывается само представление о доказательстве — подобно тому как в «большом» расплывается понятие о натуральном числе»,— рассуждает В. А. Успенский [Успенский, 1987, с. 150—151].

3.1. Предъявляя доказательство и развертывая систему аргументации, ученый тем самым берет **ответственность** за достоверность, надежность и воспроизводимость (в пределах принятых абстракций, идеализаций и средств аргументации) полученного им нового знания. Знание, которое по тем или иным причинам невоспроизводимо, так сказать, уникально, оказывается лежащим вне науки, оно, по сути дела, внеморально до тех пор, пока недоказуемо и невыводимо с помощью используемых научным

сообществом стандартов, пока средства аргументации не охватывают его концептуальной структуры.

Процесс преодоления пропасти между новаторским результатом и приданием ему **статуса доказательства** научным сообществом — сложный и диалектически противоречивый процесс. Одним (но не единственным и, быть может, даже не самым эффективным) рычагом, помогающим «вписать» принципиально новый результат в концептуальный строй науки, выступает **диалог**, принимающий форму дискуссии, обмена мнениями, спора (см.: [Кармин, 1986]). Разумеется, не всегда диалог представляет собой действенный канал коммуникации и взаимопонимания, но во всяком случае он позволяет достаточно четко обозначить точки расхождения и моменты близости позиций. Водоразделом между дискутирующими сторонами служат различные типы миропонимания, различие в средствах аргументации, разнопорядковость используемых абстракций. Можно согласиться с тем, что «аргументация будет плодотворной, если рассуждение ведется на одном и том же уровне обстрагирования и обобщения» [Брутян, 1978, с. 41], но однопорядковость уровней абстрагирования обобщения, вообще говоря, не гарантия консолидации противоположных позиций в процессе диалога. Пример тому — знаменитая дискуссия Бора и Эйнштейна по вопросам оснований квантовой физики. Ни Бор, ни Эйнштейн ничуть не изменили своих взглядов на полноту квантовой теории в ходе дискуссии, которая длилась около сорока лет.

3.2. Усложнение методов современного доказательства и аргументации приводит к тому, что центр тяжести в проверке достоверности доказанных результатов переносится на **косвенные** соображения. Такие, например, как оценка соответствия результата общим ожиданиям, тенденциям развития теории, исследовательской программы, критерию преемственности, простоты знания, репутации школы, которую представляет ученый, авторитету научного руководителя или рецензентов и т. д., другими словами, именно в этическую (и отчасти психологическую) плоскость [2]. Все это означает, очевидно, что существенно возрастает ответственность автора доказательства. Те внешние требования, которые налагаются на доказательство научным сообществом, через сложную цепь опосредований преобразуются во внутреннюю основу мотивации (потенциального) автора доказательства.

К сумме методологических, эвристических, парадигмальных регулятивов научного поиска прибавляется еще такой регулятив, как чувство внутренней ответственности, совесть ученого, его самокритичность. Это тем более важно потому, что «математики гораздо больше озабочены доказательством собственных теорем, чем поиском ошибок в чужих доказательствах... В действительности математик не полагается на строгое доказательство до такой степени, как обычно считают» [Клайн, 1984, с. 361].

Впрочем, то обстоятельство, что проверка правильности доказательства в настоящее время имеет тенденцию производиться с помощью косвенных соображений, не только **прибавляет** к регулятивам научного поиска регулятивы социально-этического плана, но и ставит серьезные социально-этические проблемы, настоятельно требующие методологического осмысления. Одна из этих проблем известна под условным названием «синдром Саймона» [Кочергин, 1987]. Пожалуй, впервые острота этой проблемы была в полной мере прочувствована после компьютерного доказательства теоремы о четырех красках. Если домашинная (докомпьютерная) часть этого доказательства представляла собой аналитическую процедуру, выраженную пусть весьма сложным, но текстом, то машинная (компьютерная) часть доказательства — его, безусловно, решающее звено — фактически происходила автономно от остального доказательства и не допускала распечатки в виде обозримого текста. Оператор не мог дать гарантию, что в период вычислений (который занимал в доказательстве теоремы о четырех красках более 1200 часов) не имел место сбой или другие неполадки, искажающие конечный результат. Таким образом доказательство, аналогичное по природе доказательству теоремы о четырех красках, оказывалось по существу **невоспроизводимым**, т. е. не удовлетворяющим требованию, общему для всякого — естественнонаучного или математического — результата.

«Синдром Саймона» как раз и является производным от той (вероятно, неблагополучной) ситуации, когда доказательство (или его часть) невоспроизводимы. Тогда ученый, однажды приобретший авторитет сильными результатами, полученными с помощью традиционных — воспроизводимых — доказательств, способен полагаться уже не на общепризнанно надежные методы, допускающие непосредственную проверку, а на, скажем,

собственный авторитет (или репутацию школы, к которой он формально принадлежал). Тогда он, например, может опустить доказательство, заведомо зная, что его собственное реноме в прошлом обеспечит принятие научным сообществом предложенный им тезис (теорему, принцип, вычисление и т. д.). Похожая ситуация создается, когда авторитетный ученый дает положительную рецензию на рукопись (диссертацию и т. п.), которую он тщательно не изучил или по каким-либо другим, вненаучным соображениям. Здесь кроется дорога для научной недобросовестности, скоропалительности выводов в погоне за успехом, за какими-нибудь меркантильными целями. Даже личная расположенность и доверие способны привести к аналогичному результату. Это не может не вести к снижению профессионального уровня, девальвации критериев научности, размыванию контуров научного сообщества, а стало быть, его способности в своем функционировании руководствоваться прежде всего соображениями поиска объективной истины. Все это, на мой взгляд, еще раз оттеняет важность моральной ответственности ученого и говорит об актуальности исследования этических аспектов и мотивов научной деятельности в целом, и характера научной аргументации в частности.

4. Абрис проблем аргументации теоретического плана позволяет преломить некоторые высказанные выше общие положения к конкретному материалу — дискуссии Бора и Эйнштейна. Я уже рассматривал характер аргументации обеих сторон дискуссии, который позволяет отнести дискуссию, несмотря на ее в целом философский пафос, к внутритеоретическому типу. Сейчас я кратко проанализирую **подтекст** дискуссии под углом зрения уточнения ряда этических и психологических измерений пространства аргументации (соответственно Бора и Эйнштейна).

Очевидно, что «всякая более или менее развернутая аргументация подразумевает определенный подтекст — те неявно выраженные предпосылки, на основе которых аргументатор развивает свою аргументацию» [Брутян, 1982, с. 4,]. Этот подтекст чаще всего мировоззренческой, психологической и этической природы и, как показывает анализ диалога Бора и Эйнштейна, иногда он может играть решающую роль в развертывании системы аргументации. Постараюсь показать это, обратившись к имплицитно заданным установкам дискутирующих сторон (см.:

[Алексеев, 1978; Илларионов, 1979]). Напомню, что хотя в более чем 40-летнем диалоге Бора и Эйнштейна можно выделить три стадии, подтекст дискуссии в общих чертах сохранялся неизменным.

4.1. Эйнштейн являлся носителем еще восходящих к Декарту традиций ясности и отчетливости, а стало быть, непротиворечивого изложения и истолкования знания. От Спинозы он воспринял идеи об объективности, единстве, внутренней гармонии мира, детерминистическую концепцию природы. Бору же было свойственно ощущение парадоксальности бытия, которое трансформировалось в принцип дополнительности, одной из граней которого является необходимость учета на уровне интерпретации формализма несовместимых картин реальности в одной синтезирующей картине. Такая эпистемическая установка настолько противоречила психологическим и этическим воззрениям Эйнштейна, что он писал: «Думать так (как Бор. — *В. Б.*) логически допустимо, но это настолько противоречит моему научному инстинкту, что я не могу отказаться от поисков более полной концепции» [Эйнштейн, 1966, т. 3, с. 222—223]. Грубо говоря, главная цель Эйнштейна состояла в дедуктивном выведении всего богатства теории из простых и интуитивно ясных понятий. Эйнштейн упрекал квантовую механику за то, что она слишком тесно привязана к операциональному базису, что в ее основе не имеется какого-то обобщающего принципа, позволяющего, только пользуясь одним этим принципом, построить все здание теории (у теории относительности такой принцип имелся).

4.2. «Мышление Бора,— замечает Е. Маккиннон,— имело в высшей степени лингвистическую ориентацию. Бор развивал свои мысли через диалог, тогда как Эйнштейну был свойственен невербальный стиль мышления... Эйнштейн предпочитал мыслить образами» [**Маккиннон, 1982, с. 299**]. Бор неоднократно оговаривал первостепенную важность понятий классической физики для новой — квантовой — теории, с самого рождения идеи дополнительности развивал особую концепцию явления как неделимой целостности субъекта и объекта познания, был убежден в необходимости фиксации условий познания. У Эйнштейна, напротив, в качестве подтекста фигурировало понимание реальности как существующей независимо от какого-то ни было акта наблюдения и условий познания, он был уверен, убежден, что статистическая физика

не может являться не только идеалом, а даже нормой будущего развития физической науки.

Описывая сущность специальной теории относительности, Эйнштейн обращал внимание на то, что предложенная им теория порывает с представлениями классической механики; Бор же, напротив, не уставал подчеркивать и провозглашать преемственность линии развития от классической к квантовой физике.

4.2.1. Несмотря на то, что уровень обобщения и абстрагирования в аргументации Бора и Эйнштейна был одинаковым, но в дискуссии были задействованы его различные измерения, в фокусе аргументаторов противостоящих сторон оказывались хотя и однопорядковые, но трудностыкуемые абстракции. Именно поэтому довольно-таки продолжительное время корни дискуссии уходили в терминологические пласты.

4.2.2. Характер аргументации Бора и Эйнштейна можно, по-видимому, попытаться связать с некоторыми представлениями современного учения о высшей нервной деятельности.

Известно, что левое полушарие мозга заключает в себе программу рационального «членения» мира; правое же несет в себе функцию его целостного восприятия. Одна из функций обычно доминирует и это, по мысли Ю. И. Манина, «проливает свет на природу и типологию математических интеллектов и даже школ в проблеме оснований математики. Можно строить догадки о том, что два великих интеллекта, стоявших у колыбели современной математики,— Ньютон и Лейбниц,— принадлежали соответственно к правополушарному и левополушарному типам» [Манин, 1979 б, с. 23]. Продолжая эту аналогию, можно сказать, что интеллект Эйнштейна тяготел к правополушарному типу (гармония мира, единый обобщающий принцип в основаниях теории, мышление образами и т. д.), а интеллект Бора — левополушарному (ощущение парадоксальности бытия, сосуществование взаимоисключающих, но дополнительных сторон его описания, вербальное мышление и т. д.).

5. Аргументация и ее подтекст в диалоге Бора и Эйнштейна касались не просто самой по себе важной проблемы полноты квантовой теории и ее интерпретации, а затрагивали насущные задачи и далекие перспективы развития физики грядущего дня, идеалы физического знания и ориентиры его движения. Аргументируя, уче-

ные рисовали образ новой физики; **отстаивая свои позиции, они, по сути дела, брали ответственность за стратегические планы тех фундаментальных концепций,** которые они представляли. Поэтому оценка системы аргументации Бора и Эйнштейна не может производиться без учета мировоззренческого, социально-этического, психологического и других измерений неявного контекста диалога, его предпосылок. Только целостное рассмотрение самой системы аргументации и ее подразумеваемого подтекста способно пролить верный свет на глубинные причины дискуссии, вскрыть ее движущие механизмы, показать ее значение и для науки, и для культуры.

4.2. О номологическом аспекте единства мира [3]

Проблема единства мира издавна находится в центре философской мысли. В нашей литературе имеются хорошие традиции анализа этой проблемы (см., например: [Готт, 1983]). В частности, все глубже осознаются те его аспекты, которые относятся к идее развития и идее многоуровневости объективной реальности, номологическим ее особенностям.

Вслед за Эйнштейном многие ученые ощущали, что «природа экономила не структуры, а только фундаментальные принципы» [Салам, 1980, с. 29]. Это подводит к мысли, что под замысловатым узором проявлений движения материи можно рассмотреть и **единство закономерностей** для различных структурных уровней ее организации, т. е. правомерно говорить о номологическом аспекте единства мира (как в онтологическом, так и, понятно, в гносеологическом плане). Сама сущность диалектического подхода к прочтению принципа единства мира не отрицает, а, напротив, предполагает реализацию этого единства в своеобразном единстве закономерностей, царящих на различных «этажах» материи, единства, которое в том или ином виде «пронизывает» все ее формы движения и в научном познании выражается в виде некоторых фундаментальных принципов. Такое истолкование принципа единства мира подготавливается осознанием роли целого по отношению к свойствам отдельных элементов целого, переходом от предметоцентристской к «топоцентристской» (в терминологии М. А. Розова) перспективе понимания мира. В этой перспективе исходным является целое, пространство, а отдельные «элементы» имеют статус, схожий со статусом точек в геометрии: «Точка сама по себе не обладает никакими характеристиками и только в рамках континуума становится чем-то определенным и имеющим координаты» [Розов, 1986, с. 10]. Мир как целое расслаивается на относительно самостоятельные «элементы» — структурные уровни и формы движения, внутренняя организация которых определяет конкретный вид закономерностей, задаваемых целостностью этого мира (равно как и возможность изменения их со временем, см.: [Балашов, 1989]). Единство, целостность мира — онтологическая предпосылка единства научного знания.

Тенденция к единству научного знания, и в частности физики, часто оказывалась одной из ведущих в развитии науки. Во второй половине XX в. идея единства знания играет, на мой взгляд, роль близкую к роли важнейших методологических регулятивов. Особенно ярко это проявляется в физике (см.: [Ахундов, Баженов, 1985]). При этом «единство науки проявляется не в абсолютной редукции знания, а в выявлении сложных взаимоотношений между различными системами абстракций» [Купцов, 1983, с. 49—50]. Действительно, единство научного знания, поиск единых закономерностей для различных структурных уровней и форм движения материи имеют онтологическую основу в виде соответствующих объективных причинно-следственных связей и отношений. В этом смысле единство природы предполагает единство знания; единство науки является как бы отражением единства ее предмета (см.: **[Вейцзеккер, 1984]**). Стремление к единству научного знания, таким образом, в первую очередь вынуждается открытиями единых закономерностей на онтологическом уровне (хотя, конечно, существуют и внутринаучные причины этого стремления — упорядочение, представление информации в более компактном виде и т. д.).

К настоящему времени выявлены достаточно общие соотношения, которые (по меньшей мере своей формой) говорят «в пользу существования **единой структурной закономерности**, характерной для многих биологических и социально-экономических, информационных и технологических систем...» [Петров, Яблонский, 1980, с. 18]. Здесь имеется в виду главным образом так называемый аллометрический закон (частный случай гиперболического распределения). При вариации одной из переменных он

с количественной стороны описывает как бы совершенно различные области явлений — распределение статей на одну тему по журналам, ученых по количеству опубликованных работ, интенсивности их контактов; соотношение между «параметрами» живых организмов и машин, и так вплоть до результатов экзаменов и умения играть в гольф [Петров, Яблонский, 1980, с. 6, 10]. Однако если присмотреться внимательнее, эти области схожи усиленными процессами обмена информацией. (Любопытно, что «ареал» гиперболических распределений с количественной стороны охватывает и литературные тексты, и музыкальные произведения [Орлов, 1980].)

«Аналогичность» функциональных соотношений, выражаемых аллометрическим законом, не может не инициировать мысль, что в системах, отличающихся интенсивным обменом информацией, циркулирующей как на уровне биологической организации материи, так и в результате деятельности отдельных групп и сообществ на социальном уровне, имеют место единые, еще не вскрытые целиком, не осмысленные в явном виде закономерности.

Вслед за усложнением структурных уровней и форм движения материи усложняются и присущие им законы. Даже время с точки зрения существования единых закономерностей для структурных уровней и форм движения материи может рассматриваться как эволюционирующая сущность, обладающая определенными свойствами в зависимости от уровня организации и конкретной формы движения [Дубровский, Молчанов, 1986, с. 137].

Какие конкретно закономерности (и соответствующие им принципы) можно отнести к пронизывающим если не все, то ряд элементов в иерархии структурных уровней материи? К ним, по-видимому, можно отнести следующие закономерности и принципы (см. также: [Бажанов, 1983]) [4].

Единым для иерархического строения материи является принцип канализируемости развития материи. Если развитие представить в виде ветвящегося процесса, то движение материи ко все большей сложности идет по определенным ветвям «дерева» развития. Канализируемость развития свойственна всей природе, будь то минералы или живые организмы. В теоретической биологии принято представление о канализируемом характере

эпигенетических траекторий, называемых креодами [Уоддингтон, 1970, с. 20—23]). «Природа, ее законы как бы определяют каналы развития всего сущего,— пишет Н. Н. Моисеев.— Вдоль этих каналов и происходит развитие в период «спокойной эволюции», когда за счет медленного изменения параметров происходит изменение системы. Но вот однажды эволюционирующая система выходит на пересечение этих каналов. И тогда дальнейший ход развития становится непредсказуемым: по какому из этих каналов будет, происходить дальнейшее развитие, мы заранее предсказать не можем в принципе. Выбор того канала, по которому дальше пойдет развитие изучаемого процесса, может определить самое ничтожное случайное воздействие...» [Моисеев, 1983, с. 23].

Весьма обширна сфера действия принципа Ле-Шателье, выражающего универсальное стремление сохранить устойчивое состояние (гомеостазис) процессов (или системы) по отношению к внешним возмущающим факторам. Действие этого принципа, широко известного в химии, не ограничивается химической формой движения: возникновение раздражаемости, т. е. своеобразной обратной связи, можно рассматривать как решающий шаг в процессе самоорганизации живой материи, поскольку это свойство существенно повышает вероятность выживания организмов. Более того, оно явилось «тем спусковым крючком эволюционного процесса, который создал все удивительнейшее разнообразие жизни. Стремление сохранить стабильность индивида, группы, популяции в целом пронизывает всю естественную историю, является ее стержнем и определяет в конечном счете и последнюю стадию антропогенеза...» [Моисеев, 1979, с. 100]. При этом понятие гомеостазиса приложимо к системам самой различной природы и происхождения.

Родственна закономерности, выраженной принципом Ле-Шателье, и тенденция к синхронизации, определяемая как «свойство материальных объектов самой различной природы вырабатывать единый ритм совместного существования, несмотря на различие индивидуальных ритмов и на подчас слабые взаимные связи» [Блехман, 1981, с. 7]. Синхронизация, уже достаточно продолжительное время изучаемая теоретической механикой, видимо, исторически одна из первых, втянутых в поле зрения науки форм самоорганизации, ее частный, предельный случай,

характерный для механического движения. В настоящее время теория самоорганизации — синергетика — бурно развивающаяся область естествознания, благодаря которой наука переходит от изучения замкнутых, изолированных систем, находящихся в равновесном состоянии, к исследованию открытых, неравновесных систем. Опять-таки сходство уравнений, описывающих самые различные по своей природе системы, здесь настолько разительно, что возникает тенденция говорить о **структурном изоморфизме процессов самоорганизации**, когда для конкретных объектов «меняется лишь интерпретация переменных состояния, зависящих от координат и времени» [Шелепин, 1987, с. 47]. Действительно, единые закономерности самоорганизации наблюдаются и в жидкостях, и в лазерах, плазме, химических макроскопических структурах, морфогенезе, динамике популяций, в компьютерах, экологии, экономике и социологии (см.: [Хакен, 1985, с. 16—40]). И наука может рассматриваться как самоорганизующаяся система, в функционировании которой рефлексивные процессы занимают исключительно важное место (см.: [Бажанов, 1988 б, с. 76]). Процессы диссипации (энергии — для физико-биологических процессов, информации — для науки) являются необходимыми предпосылками самоорганизации, возникновения упорядоченных структур и неупорядоченных, все более усложняющихся с течением времени и переходящих от одного устойчивого состояния к другому через неоднозначное поведение в неустойчивых состояниях.

Эти процессы пронизывают все структурные уровни и формы движения материи и отличаются когерентным поведением элементов, составляющих самоорганизующуюся систему. Синхронизация, о которой шла речь выше, дает пример когерентного поведения механических систем. Начиная от универсальности критических феноменов в физических объектах [Мигдал, 1983, с. 52] и кончая феноменами когерентности в общественной жизни (см.: [Шелепин, 1983, с. 275—279; Жог, 1986, с. 81]),— всюду мы встречаемся с той единой для открытых систем закономерностью, которая заключается в кооперативном, когерентном характере процессов, связанных с обменом энергией, веществом, информацией. Именно в синергетике, указывающей на существование определенного единства в иерархии структурных уровней материи, разрешается кажущееся противоречие между «разрушительным» действием второго начала термодинамики и эволюционными законами биологии.

В каком-то смысле близко к самоорганизации и синхронизации располагается закономерность, которую условно можно назвать «эффектом Матфея» [5], которая заключается в тенденции возрастания «массы», «объема», «плотности» (все термины следует понимать в расширительном, так сказать, метафорическом смысле) систем, степени их вовлеченности в определенные процессы и придания им когерентного характера. Эту закономерность можно, по-видимому, проиллюстрировать следующим фактом (быть может, интуитивно осязаемым некоторыми плодовитыми авторами): усилия на написание очередной работы растут как логарифм от числа уже имеющихся. Другими, еще более рельефными примерами «эффекта Матфея» служат явления концентрации капитала и одновременного увеличения множества держателей его малых долей, скажем, мелких фирм, роста числа больших городов (и, соответственно, малонаселенных), сосредоточение основной информации текста в малом количестве (ключевых) слов [Петров, Яблонский, 1980]. Замечено, что «засушливые районы становятся еще более засушливыми, а переувлажненные — еще более мокрыми» [Моисеев, 1983, с. 49].

К единым для всей иерархии материальным уровням можно отнести закономерность, именуемую мной «эффектом поверхности» (подробнее см.: [Бажанов, 1983, с. 80—81]. И в синергетике играют важную роль соображения, связанные с поверхностями взаимодействующих систем. Так, Г. Николис и И. Пригожин замечают, что характер эволюционных флуктуаций в общем случае определяется поверхностными эффектами, которые «служат мерой сопряжения между системой и окружающей средой». При этом знаменательно, что «чем сложнее система, тем сильнее поверхностные эффекты» [Николис, Пригожин, 1979, с. 477]. Усиление действия поверхностных эффектов приводит к более интенсивной релаксации флуктуаций, что как бы повышает степень автономии сложной системы от «вмешательства» окружающей среды в ее внутренние обменные процессы.

Думается, что более полное понимание и освещение номологического аспекта единства мира еще впереди.

4.3. Феномен теневой науки и его особенности в СССР

> Для того чтобы пробиться в науке, нужен не столько живой ум, сколько мертвая хватка.
>
> *Пан Беспальчик*

Многие телезрители, вероятно, помнят пана Беспальчика из популярной некогда передачи «13 стульев», отличавшегося завидным остроумием. Высказывание, которое вынесено в качестве эпиграфа к данному параграфу, принадлежит иному Беспальчику, не уступающему своему литературному однофамильцу в остроумии, но по роду деятельности больше задумывавшегося над реалиями научной жизни, некоторые черты которой и отражены в приведенном афоризме. Эти реалии, увы, до сих пор ускользали из поля зрения наших исследователей науки. Лишь недавно о них решился сказать М. А. Розов, но в самом общем плане и применительно к философии. Он справедливо утверждает, что «на протяжении многих лет у нас действуют факторы, неуклонно разрушающие наше философское и научное сообщество», приводящие к тому, что «наука превращается в имитацию науки, философия — в имитацию философии» [Розов М. А. Философия без научного сообщества? // Вопросы философии, 1988, № 8, с. 23, 29]. Можно составить и более детальную картину этих факторов, показать пути и механизмы превращения науки в ее имитацию.

Эти факторы носят всеобщий, универсальный характер для научной деятельности, независимо от того, ведется ли она, скажем, в Испании, США, Китае или СССР. Конечно, в каждой стране в соответствии с ее национальными традициями, социальным устройством, вообще с ее спецификой действие этих факторов различается и поэтому необходимо анализировать конкретные ситуации, зачастую почти неповторимые. Понятно, что эти факторы в СССР обладают своими особенностями. Я и хотел бы достаточно кратко их рассмотреть, исходя из того, что осознание и учет в явном виде механизмов и каналов действия теневых сторон науки позволит их в конце концов, так сказать, минимизировать хотя бы через постепенное изменение менталитета, характерного для процветания феномена теневой науки.

В самом общем плане можно было бы утверждать, что под теневой наукой — и это в какой-то мере отвечало бы этимологическому значению данного термина — понимается все то, что относится к науке, но не вписывается в существующий образ науки. Однако такое понимание было бы чрезмерно общим, не указывающим на специфическую черту теневой науки. По аналогии с теневой экономикой, под которой имеют в виду незаконную экономическую деятельность, теневую науку можно было бы определить как деятельность представителей научных сообществ, микросоциумов (входящих в них по формальным либо содержательным признакам), которая строится на нарушении, деформации принятых и поддерживаемых обществом в качестве своего рода идеалов, ценностей и норм — правовых, этических и т. д., которые регулируют научную жизнь.

Основывая свой анализ теневой науки на данном определении, я должен подчеркнуть, что его нужно воспринимать в контексте тех первых шагов, которые предпринимаются в попытке понять теневую науку — тот, образно говоря, «идеальный мир лжи, где все истинно» (С. Е. Лец), мир, лишь пропорции которого задаются научными и культурными традициями школ, сообществ, государств, их социально-политическими и экономическими структурами.

Начну с ситуации, в которой я, пожалуй, впервые столкнулся с теневой стороной научной деятельности.

В начале 1980-х гг. я стажировался в одном академическом институте, где познакомился с коллегой Д. из восточных районов СССР. Разговорились. Тема, над которой Д., судя по его словам, работал, лежала и в сфере моих интересов. Я стал выяснять, чьи идеи вовлекаются Д. в работу, чьи и какие публикации Д. наиболее близки и ценимы. Д. мог назвать только одно имя — крупного ученого, приставленного к нему в качестве научного руководителя, но был не в состоянии вспомнить ни одной его публикации; даже название книги, которую он якобы в настоящий момент изучал, так и не смог привести без искажений. Я внутренне удивился его неосведомленности. Продолжая допытываться о научных достижениях Д., я задал вопрос о его собственных публикациях. Ответ меня поразил: в числе публикаций были названы, в частности, две статьи в наиболее престижном журнале. Д. также обмолвился, что вот-вот в том же самом журнале появится еще одна его статья. Статья через некоторое время действительно была напечатана. Она не содержала в се-

бе ни одной свежей мысли, но была вполне грамотной во всех отношениях, из чего без труда можно было заключить о по крайней мере неплохой профессиональной подготовке ее автора. И о его научной эрудиции в том числе.

У меня возникли подозрения, что здесь действуют мощные вненаучные факторы. Более внимательно присматриваясь к содержанию результатов научной деятельности, позволяющих их авторам продвигаться по служебной лестнице, делать, что называется, карьеру — статьям, книгам, диссертациям и т. д., я заметил, что такого рода случаи вовсе не единичны (ранее я просто не обращал внимания на плохо написанную статью). С Д. был достаточно благополучный случай, т. к. статья, автором которой он значился, являлась по меньшей мере профессионально грамотной. Встречались и продолжают встречаться — причем, заметьте, во всех областях науки — результаты, в своей совокупности, по мягкому выражению В. П. Скулачева, составляющие «неприглядную картину путаницы и даже бестолочи, царящей в научной среде» [Скулачев В. П. Предисловие к книге: Гилберт Дж., Малкей М. Открывая ящик Пандоры. М., 1987, с. 4].

Вскоре после выхода упомянутой статьи Д. успешно защитил докторскую диссертацию, которую, правда,— о, чудо! — не утвердил ВАК. После повторной защиты и в ВАКе все прошло как по маслу. Как же это стало возможным? Поскольку научная деятельность обеспечивает некоторый прожиточный минимум и авторитет, то, по-видимому, действует некоторая «индустрия», нацеленная на производство людей, стремящихся воспользоваться фактом принадлежности к этой деятельности. Важнейшим элементом этой индустрии является институт присуждения ученых степеней.

Сложившиеся и усиленно поддерживаемые традиции научной активности в СССР трактуют процесс подготовки и защиты диссертаций как едва ли не наиболее существенный аспект деятельности «растущего» ученого. На подготовку диссертации нацелен и институт аспирантуры, а с недавнего времени и вновь восстановленный институт докторантуры. Однако цели фундаментальной научной работы и подготовки диссертаций, если и не несовместимы, то во всяком случае находятся в совершенно различных плоскостях.

Именно четкая ориентированность научной активности на диссертационные дела и провоцирует условия, при ко-

торых наука превращается в имитацию науки. Она придает вектору деятельности научного работника ненаучное или вненаучное направление, ибо он оказывается заданным прежде всего соображениями достижения одобрения со стороны сравнительно небольшой — порядка 30—40 человек — группы людей. Если для занятий наукой нужен «живой ум», то для диссертационной кампании (как достаточный порой минимум) — «мертвая хватка», умение подать «товар лицом». И все же я не склонен категорично утверждать, что диссертации совсем бессмысленны, а ВАК следует непременно ликвидировать. И вот почему.

То внимание, которое уделяется домогательству ученых степеней, свидетельствует о существенных деформациях в самосознании нашего научного сообщества, в нормах его жизнедеятельности. Публичная защита диссертации в той или иной форме должна быть не более чем **побочным** результатом научной деятельности. Сейчас же — и уж какой десяток лет! — воспроизводится традиция, которая подразумевает совершенно обратную расстановку акцентов — научная работа во многом во имя диссертации. Оправданы ли три года аспирантуры, а затем и три года докторантуры преследованием цели написания диссертации, а не выполнением научного исследования, которое по своему, так сказать, жанру отлично от диссертации? По-моему, не вполне. Только преобразование научного сообщества, переставляющее акценты, смогло бы изменить положение вещей. Без этого процесс разложения научного сообщества будет продолжаться.

Какие еще факторы ускоряют процесс деградации сообщества?

Чем менее демократично общество, тем с меньшим основанием можно говорить о науке как **самоорганизующейся** социальной (а не когнитивной) системе, об автономности ее структурных единиц. В условиях тоталитаризма и авторитаризма общество обладает свойством «сверхпроводимости» (термин В. Ф. Венды), т. е. без искажений вовсе (при тоталитаризме) или с небольшими искажениями (при авторитаризме) все подсистемы такого общества воспринимают спускаемые «сверху» команды, указания, директивы, планы. Даже устные пожелания, высказанные в виде намека, носят характер приказа. На уровне явления этот феномен известен как «синдром телефонного (позвоночного) права» (в непра-

вовом государстве). В СССР это право завоевало громадные социальные пространства и лишь в последние годы стало давать сбои.

Мощный фактор, разрушающий научное сообщество СССР, кроется в тех структурах власти, которые представляют собой специальные подразделения так называемого управления наукой (и образованием). Даже если они и включают людей, когда-то успешно занимавшихся наукой и вроде бы способных понимать в ней толк, то в силу сущности системы управления тоталитарного (авторитарного) государства они проводят в отношении науки с большими или меньшими отклонениями политику, задаваемую в неких «высших» сферах. Так, соответствующие подразделения имеются в ЦК КПСС и едва ли не на всех других уровнях партийной иерархии.

Многие принципиальные моменты активности научных сообществ согласовываются или определяются этими подразделениями (нельзя сбрасывать со счетов Президиум АН СССР, Госкомитет по народному образованию, ГКНТ; механизм их действия где-то аналогичен описываемому, но не столь — в общем случае — мощен). Даже в том случае, если такое согласование необязательно, обком (горком, райком и т. д.) может высказать свое «особое мнение» и характер решения почти наверняка — как показывает длительная практика — будет его отражать. В последние полтора-два года влияние партаппарата на научную среду (точнее, на руководство ею) несколько ослабло, но это ослабление несоразмерно степени падения авторитета аппарата в обществе. И оно, это влияние, используется для достижения всех мыслимых целей и притязаний людьми, имеющими выход на партаппарат, постоянно подпитывает теневую науку.

Небезынтересно заметить, что сами работники аппарата (да и других директивных органов) охотно используют возможности получения ученых степеней, проходя, кстати, по разряду «практических» работников, диссертации которых идут под знаком «наибольшего благоприятствования».

Функционирование теневой науки покоится на действии по меньшей мере двух механизмов: первый (и самый эффективный) из них — наличие влиятельного лица в структурах власти, готового помочь («вырожденный» случай — влиятельное лицо в самом издательстве), готового исполнить чье-либо желание, а второй — пробивная сила некоторого множества отзывов, заверенных, как полагается, печатями солидных научных учреждений, от ученых со степенями и званиями, да еще — если повезет — занимающих какие-либо административные должности. Действие первого механизма в основных чертах регламентируется телефонным правом, которым наделен власть имущий. Впрочем, желание может высказаться и человеком, с кем ты связан отношением приятельства, знакомства. Пренебречь им — значит ввергнуть себя в ситуацию риска, сопряженного с возможным похолоданием в отношениях, а при соответствующем стечении обстоятельств и вовсе их прерыванием.

Немногие способны вырваться из пут, которыми этот механизм сковывает людей науки, немногие отчаянные головы решаются им пренебречь, немногие осмеливаются стать выше окружающего тебя соглашательства, но удельный вес в общей массе ученых такого рода «отступников» определяет удельный вес собственно науки в массе научной продукции. Перефразируя Канта, можно сказать, что в каждой науке столько науки в собственном смысле слова, сколько в ней нон-конформистски настроенных ученых. Одинаково строгих к себе и к другим. Готовых нести ответственность за свою принципиальность. Ставящих себя в положение «неудобных» коллег и партнеров, к которым администрация часто относится с подозрением.

Второй механизм — официально оформленные отзывы на пробиваемое сочинение — облегчает задействование первого или даже замещает его. Непросто и ученым, и администраторам устоять перед пробивной силой бумаг, подписанных видными учеными, часто заслуженно занимающими почетные места в научной иерархии, людьми, обладающими высокими степенями и званиями, перед пробивной силой бумаг, освященных печатями ведущих научных центров. Ю. Н. Давыдов в своей интересной статье, посвященной раздумьям о философской культуре, в частности, подмечает секрет техники пробивания работ в печать: «техника заключается... в том, чтобы заручиться наибольшим количеством «положительных» рецензий, например, в пропорции десять хвалебных на одну критическую. Против этой пропорции не устояло, насколько мне известно, ни одно издательство» [Давыдов Ю. Н. Раздумья о философской культуре // Вопросы философии, 1988, № 3, с. 70]. Людей, познавших этот секрет, не так уж мало (и не только в философии). Но знание это-

го секрета действует губительно на любую научную культуру, включая, понятно, философскую.

Действенность подобных рецензий и отзывов прямо пропорциональна степени удаления места их приложения от научных столиц.

Хорошо, когда понимается подоплека такого рода отзывов. Хорошо, когда находятся силы на них не реагировать. Хуже, когда на глаза накидываются шоры и работа пропускается с тяжелым чувством попрания собственного достоинства. И совсем плохо, когда ранее отрицательные оценки превращаются в противоположные, при внутреннем осознании реального качества работы, а сама работа продолжает свое движение под знаком множественности точек зрения, своеобразного научного плюрализма, хотя на самом деле речь идет о малокомпетентности ее автора.

Нельзя, разумеется, исключить возможность реального непонимания. Научное сообщество является носителем определенных норм доказательности, стиля мышления и поэтому несоответствие им нередко вызывает реакцию отторжения принципиально новых результатов, выходящих за границы принятой парадигмы. Замечу только, что ученый, способный создать нечто революционное, в большинстве случаев является профессионалом высшей пробы и способен продемонстрировать возможность рассуждения и на языке старой парадигмы или на худой конец показать ее элементарное знание. Вообще, по-моему, индикатором уровня профессионализма может служить степень «открытости» для ученого самых различных проблем в достаточно широкой научной области, способность решать задачи, не замыкаясь в одной узкоспециализированной нише, на одной проблеме.

Вернусь, однако, к отзывам и обстоятельствам их появления. Следующий пример имеет все шансы войти в анналы истории науки.

Как известно, математика всегда считалась наукой, которая в силу своей, как говорится, естественной природы является цитаделью строгости и доказательности, а потому, казалось бы, не оставляет места для ненаучных (или донаучных) махинаций. Если уже появилась какая-нибудь математическая работа, выполненная недобросовестно, на низком уровне, да и просто ошибочная,— в науке, которая делается людьми, все встречается,— то такая работа может быть достаточно легко обнаружена и выключена из употребления сообществом математиков.

Ан нет! Не все так просто. Теневая деятельность здесь также существует.

Академик А. Д. Александров описывает следующий факт. Громадным тиражом издан учебник математики, содержащий массу грубейших ошибок. Что же и такое происходит (хотя на пути учебников стоит больше кордонов, чем на пути «обычных» научных работ). Математики разражаются разгромными рецензиями. Присущая математике точность, сетует А. Д. Александров, должна была удержать от искажения ее истин. Но не тут-то было. «Ни в аппарате Министерства просвещения, ни в Академии педагогических наук,— продолжает он,— это не вызывает особой реакции, разве что называется «отдельными ошибками», которые считаются несущественными, и среди ученых-математиков находятся такие, кто так же не заботятся здесь об истине... Через некоторое время появился учебник геометрии для педагогических вузов... написанный с таким пренебрежением истиной, которое превосходит всякое воображение, и являющийся в смысле небрежности **несомненным рекордом** в математической литературе. Учебник получил гриф Министерства высшего образования, был рекомендован для введения в педвузы Минпросом СССР и вышел **вторым** изданием **без единого исправления** (выделено мною. — *В. Б.*)» [Александров А. Д. Истина как моральная ценность // Наука и ценности. Новосибирск, 1987, с. 36]. Возникает вопрос: почему именно в системе, опоры которой составляют министерства и ведомства, был достигнут этот «несомненный рекорд»? Ответ, кажется, очевиден.

Выходом (пока...) двух изданий учебников дело не ограничилось. И вот здесь мы вступаем в святая святых теневой науки и действия того механизма отзывов, о котором идет речь. А. Д. Александров дальше пишет: «Критика ошибок учебника была отброшена **новыми** рецензентами, которые его **явно не прочли** (выделено мною. — *В. Б.*) и компетентными (с позволения сказать) органами Минвуза» [Там же, с. 37]. Итак, рецензенты учебник (учебник!) «явно не прочли». Не прочли даже после серьезной критики коллег. Даже после весьма вероятного скандальчика, вызванного этой критикой. А компетентные органы по понятной причине проигнорировали критику.

Так вот где, стало быть, собака зарыта! Рецензируемые работы просто-напросто не читаются (а в лучшем случае лишь «проглядываются», например, на предмет

поиска ссылок на собственные работы). Не читаются толком рукописи книг, диссертаций, статей. Не читаются по многим причинам: нет времени, чтобы читать все из массивного потока информации, бесполезность тщательного чтения (этот поток в основном сер, а потому труд по поиску оригинальных идей не оправдывает результат), неудобно высказывать замечания автору текста, а тогда зачем читать? и т. д. Довольно-таки привычная картина в научных организациях: лихорадочное листание рукописи, которую через час (полчаса, десять минут) предстоит обсуждать. Особенно эта картина типична для учреждений, в которых действует быстродвигающийся «конвейер» таких рукописей. Уж не поэтому ли качество диссертационных работ в академическом секторе ниже, чем в вузовском (что обнаружено в ходе анализа диссертаций по химическим наукам)? Вряд ли? А чем тогда этот факт можно объяснить?

Мне доводилось видеть рецензии, заверенные всяческими печатями, но авторство которых было совершенно очевидно. Они, скажем, составлялись людьми, для которых язык официального автора рецензии неродной, они его плохо знают и абсолютно неграмотно на нем пишут. Однако подписи, печати были на месте и поди докажи, что имярек, значащийся автором рецензии, ее не писал (да и не читал!). Кстати, и факт написания рецензий на собственные работы уже неоднократно упоминался в литературе (см., например: [Ускорение и перестройка в системе научно-технической информации СССР. М., 1988, с. 109]).

Если же рецензия написана по меньшей мере грамотно, то доказать тот факт, что работа не читалась, и вовсе невозможно. Между тем в общественной психологии вообще и административных органов в частности господствует убеждение: раз подпись в наличии, значит ее владелец совершил максимум возможного, т. е. прочитал, оценил, проредактировал и т. д., чтобы ее поставить. Подписи и печати, мол, просто так не ставятся. Увы, ставятся, и часто ставятся, поддерживая тем самым высокий уровень теневой науки и понижая уровень собственно науки и ее моральных устоев.

«Еще в самом начале 80-х годов один видный наш философ признался мне,— пишет М. А. Розов,— что он давно покупает только переводную литературу, а работы наших отечественных авторов и не покупает, и не читает. «Не без исключения, конечно,— сказал он,— тебя, например, я читаю». Сказал он это явно из вежливости. «Я тоже тебя читаю!» — ответил я, хотя честно признаюсь,— не читал» [Розов М. А. Указ. соч., с. 23]. Раз не читаются изданные работы, то что уж говорить о неизданных, лишь домогающихся издания... Как следствие этого наука превращается в имитацию науки, философия — в имитацию философии.

Тем не менее без ссылок научный труд выглядит как-то неприлично. Ссылки вроде бы свидетельствуют, что соответствующая работа прочитана. Однако велика вероятность, что ссылка на работу без указания конкретной страницы, на которой изложена данная мысль, сделана только из «вежливости» (особого, конечно, рода).

Если отдавать отчет в том, что в последнее время мир науки охватила эпидемия публиковать во что бы то ни стало и как можно быстрее, что все более злободневен вопрос «всегда ли честны ученые?» (см.: В мире науки. 1988, № 10), то картина социального здоровья научной деятельности может быть написана с использованием изрядной доли мрачных и серых тонов. У нас в стране плотность серых красок выше. Они преобладают хотя бы потому, что только у нас так распространены закрытые публикации, защиты диссертаций, а все «закрытое» по своей сущности противоречит духу высоких идеалов поиска истины. Серая же наука способна порождать лишь серую науку. Серая наука — это имитация науки, это деятельность по присуждению ученых степеней и присвоению ученых званий, это воспроизводство людей не с живым умом, а с мертвой хваткой. Перефразируя Монтескье, серая наука сродни лакейской, которая является питомником будущих (псевдонаучных) вельмож.

Целый веер незамысловатых, всем известных фактов наводит на мысль о том, что наша наука находится в плачевном состоянии. Об этом с болью в последние годы все чаще пишется советскими учеными. Указывается множество симптомов, позволяющих оценить степень «плачевности». Добавлю к ним упоминание еще о нескольких, напрямую связанных с теневой наукой.

Разве можно рассматривать как признак благополучия нашей науки то, что вероятность быть выбранным в академики или члены-корреспонденты резко возрастает с момента занятия той или иной административной должности? Не у кого не вызывает удивления то обстоятель-

ство, что (особенно в общественных и гуманитарных науках) вероятность цитирования ученых, находящихся в научных столицах и (или) обладающих административным положением, много выше, чем тех, кто находится за их пределами, и то, что стоит только переселиться в столицу или пересесть в новое более высокое кресло, как вероятность цитирования возрастает? Какие разумные мотивы можно отыскать в поддержку того факта, что работники, удаленные из партгосаппарата, высаживаются зачастую десантом в научные учреждения и почти непременно сразу же занимают солидные административные должности (ассистент, ставший инструктором обкома, горкома и т. д., возвращается в вуз не иначе как заведующим кафедрой, отделом, а то и проректором или ректором)?

Все эти вопросы (а их перечисление запросто можно продолжить) могут найти свой ответ в процессе расшифровки содержания превращенных форм существования теневых сторон активности научного сообщества, далеко, впрочем, выходящих за рамки сообщества. Давайте же, наконец, анализировать — а тем самым разрушать — тот идеальный мир лжи, где все истинно. Саморефлексия науки предполагает решение и этой задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование рефлексивности современного научного знания, как я стремился показать, требует особой познавательной позиции, которая предполагает перенос внимания с предметной области той или иной концептуальной системы на орудия, средства когнитивной активности, на механизмы критической оценки, переоценки и перестройки оснований этой системы либо же на способы обоснования надежности этой системы и упорядочения ее базисных принципов и абстракций. Двойственная природа рефлексии выражается в том что она служит источником преобразования (зачастую революционного) теории, но в то же время и средством, консолидирующим ее основания. В зависимости от аргументации и характера концептуальных систем, осуществляющих самоанализ, возможны различные виды и уровни рефлексии.

Рефлексивность современного научного знания — закономерное звено в его развитии, появление которого вызвано резким усложнением объектов, втянутых в орбиту современной науки и, соответственно, теорий, призванных описать и объяснить свойства этих объектов, увеличением удельного веса и значения логико-математических методов познания, подводящих к осознанию важности метатеоретических исследований.

Стремление современного научного и (прежде всего физико-математического) знания к самоанализу и самообоснованию отражает общие тенденции развития и функционирования духовного производства, которые особенно ярко проявились в XX в. Однако на пути изучения самопознания современной науки, искусства и других компонентов духовного производства имеются значительные эпистемологические трудности, обусловленные, на мой взгляд, главным образом нетрадиционностью выбора самого угла зрения, позволяющего увидеть в, казалось бы, естественных и привычных процессах роста научного знания наличие некоторого нового измерения, связанного с возникновением концептуальных структур, «обслуживающих» внутренние потребности науки в самоописании, самоанализе, самокритике, самообосновании. Видимо, и поныне справедлива мысль Лапласа, что прогресс стоит человеческому разуму меньших усилий, чем познание самого себя. Между тем закономерности развития современной науки укрепляют убеждение, что

ее усилия на познание самой себя будут возрастать по причинам и внутреннего, и внешнего для науки порядка. Речь здесь может идти и о все более актуальной задаче упорядочения оснований научного знания, и о методах оптимального управления наукой, и о социальных последствиях научных достижений. Кроме того для всей культуры все более привычной становится рефлексивная позиция. Наука, с одной стороны, способствует этому, а с другой — сама испытывает воздействие со стороны культуры.

В связи с этим встает ряд новых проблем, касающихся как дальнейшего исследования диалектики и механизмов рефлексии в современной науке, так и тесно сопряженных с данным исследованием вопросов. В какой степени рефлексивность научного познания детерминирована социальными и культурными факторами? Какова роль рефлексии в становлении исторических типов рациональности? Каковы пути распространения критической направленности научной рефлексии за пределы той области, которой она непосредственно касается (в первую очередь на социальные и духовно-практические реалии)? Какова взаимосвязь личностной и надличностной форм научной рефлексии в науке? В какой мере здесь важны психологические и социально-этические факторы научного творчества? Как сделать более эффективным использование критического анализа научной деятельности в планировании и организации научных исследований? Все эти вопросы, а список их, конечно, мог бы быть продолжен, характеризуют проблемную ситуацию вокруг феномена рефлексии в научном познании, которая побуждает к дальнейшему изучению этого феномена.

ПРИМЕЧАНИЯ

К введению

[1] Рассмотрение этих традиций выходит за рамки работы. Об их эволюции в историко-философском аспекте см., например: [Огурцов, 1967, с. 499—502], [Овчинников, 1988, с. 8—11].

[2] При этом я, понятно, должен в некоторой мере абстрагироваться от того, что «наука как бы передает часть своих знаний на хранение другим компонентам культуры, с тем чтобы они на новом этапе вновь вернули их ей в форме предпосылочного знания» [Мамчур, 1984; с. 127].

К главе I

[1] О личностной форме рефлексии в ее психологическом аспекте см.: [Степанов, Семенов, 1985].

[2] При этом, однако, необходимо оговориться, что указанные формы самосознания науки хотя и вызваны к жизни процессами внутринаучной регуляции и упорядочения, но, как я постараюсь показать ниже, они отнюдь не исчерпывают всех возможных механизмов самопознания: рефлексивность научного знания может опираться и опирается и на другие концептуальные реалии и в первую очередь — на философию (а до недавнего времени даже ограничивалась этим), может происходить и происходит на различных уровнях и в различных формах.

[3] Об эволюции рефлексии см. также: [Овчинников, 1988]; [Кузнецова, 1982]; [Розов, 1977, 1987].

[4] Я далек от того, чтобы вкладывать в это метафорическое сравнение иной смысл, кроме того, который связан с функциональным отношением между самостоятельно мыслящей единицей — больным, и единицей, для которой больной есть предмет анализа — врачом (ср.: [Кузнецова, 1982, с. 8]).

К главе II

[1] Я не ставлю задачу специального философско-методологического анализа оснований квантовой физики; моя цель показать, что исследования этих оснований выдержаны в духе ее самоанализа, очертить проблематику этих исследований и дать представление о принятой в них аргументации, которая служит задаче упорядочения оснований и обоснования правомерности использования тех или иных теоретических конструктов.

[2] Чуть более года спустя К. Поппер несколько смягчил категоричность своего заключения и признал, что несмотря на то, что он по-прежнему считает опыт Аспека «решающим», но вопрос, относительно чего он «решающий», относительно ли дилеммы локальность — нелокальность, или же дилеммы статистическая (ансамблевая) — копенгагенская интерпретация квантовой механики, открыт [**Поппер, 1983, с. 177**].

[3] Впрочем, Эйнштейну же принадлежит мысль, комплиментарная приведенной, что логическое мышление не способно дать нам никакого знания эмпирического мира, и все наши сведения о последнем начинаются с эксперимента и кончаются им.

[4] В дальнейшем — за исключением специально оговоренных случаев — в математику будем включать и логику, точнее — математическую логику. Логика, вообще говоря, не сводится к математической логике, но последняя давно и устойчиво определяет ведущие тенденции развития логики и их самую тесную связь с развитием комплекса математических дисциплин.

[5] Так, интуиционизм — это направление в основаниях математики, которое с полным правом претендует на статус направления в математике, т. к. перестраивает математику в духе требований, заявленных по отношению к основаниям (см.: [Панов, 1984, с. 4—5]).

[6] Ныне выяснено, что, например, понятие конечного невыразимо в логике первого порядка [**Барвайс, 1981, с. 96**], равно как и некоторые «технические» понятия, скажем, понятие ортомодулярной решетки замкнутых подпространств гильбертова пространства [**Голдблат, 1984**], играющее важную роль в квантовой логике.

К главе III

[1] Теоремы Геделя очень популярны: своеобразная «мода» на их упоминание покорила не только научно-популярные издания, но затронула даже художественную литературу (см.: например: [Рудольф, 1982, с. 130—131]).

[2] Впрочем, существует мнение, что «утверждение о крушении гильбертовской программы вследствие теорем Геделя основано на недоразумении, на незаконном отождествлении логики теории с логикой метатеории» [Перминов, 1986, с. 162]. Между тем недавно найдены, как уже говорилось, геделевские предложения не метаматематической, а математической природы, что, на мой взгляд, говорит в пользу общепринятого истолкования связи теорем Геделя и программы Гильберта.

[3] Я оставляю в стороне вопрос о возрождении теории аргументации и риторики, называемых иногда «неформальной» логикой (см.: [**Нолт, 1984**]).

[4] Напомню, что теоремы Геделя считаются и теоремами теоретического программирования.

[5] Сюда, по-видимому, относится и аспект, обусловленный так называемой «недизъюнктивностью» мышления (см.: [Брушлинский, 1979]).

[6] Перспективы применения паранепротиворечивых логик в качестве идеологии компьютерной техники и ее программного обеспечения лишь в последнее время стали приобретать реальные очертания (см.: [**Блейр, Субраманян, 1987**]).

[7] Акцентируя внимание на математическом аппарате, я в то же время хорошо осознаю, что его роль в развитии содержательных идей физики нельзя переоценивать, что обычно физик «имеет дело с задачами, в которых имеющихся данных недостаточно для решения, и искусство состоит в том, чтобы угадать, какие недостающие соотношения реализуются в природе. Именно для этих догадок требуется не математическая, а физическая интуиция» [Мигдал, 1978, с. 65].

К главе IV

[1] Уместно также упомянуть принцип относительности к средствам абстрагирования [Ахундов, Абдуллаев, 1976]. Заметим, что принцип относительности к средствам доказательства, предложенный в [Нысанбаев, 1986] является частным случаем принципа относительности к средствам аргументации.

[2] Вот, в частности, почему «доказательства одного поколения воспринимаются другим поколением как ворох логических ошибок... В наше время понятие строгости зависит и от того, к какой школе принадлежит математик» [Клайн, 1984, с. 367].

[3] См. также: [Бажанов, 1983, § III. 2].

[4] Перечень, который будет предложен ниже, разумеется, может быть существенно пополнен и каждый принцип освещен подробнее; нужно также оговорить два обстоятельства: 1) та последовательность, в которой располагаются конкретные закономерности, отнюдь не характеризует их значимость; 2) вполне понятно, что названия этих закономерностей (и соответствующих им принципов) достаточно условны.

[5] Имеется в виду библейское изречение «имущему дается...» [Петров, Яблонский, 1980].

ЛИТЕРАТУРА*

Акчурин И. А. Топологические структуры физики // Физическая теория. М., 1980.

Алексеев В. П. Становление человечества. М., 1984.

Алексеев И. С. Концепция дополнительности. М., 1978.

Алексеев И. С., Овчинников Н. Ф., Печенкин А. А. Методология обоснования квантовой теории. М., 1984.

Арнольд В. И. Теория катастроф. М., 1983.

Аршинов В. И. О роли эксперимента в развитии научного знания // Теория познания и современная физика. М., 1984а.

Аршинов В. И. Проблема интерпретации квантовой механики и теорема Белла // Теоретическое и эмпирическое в современном научном познании. М., 1984б.

Аршинов В. И. Эксперимент как форма практики // Материалистическая диалектика как общая теория развития. М., 1982. Т. 2.

Аршинов В. И. Идеализация в научном познании // Методы научного познания и физика. М., 1985.

Ахундов М. Д. Концепции пространства и времени: истоки, эволюция, перспективы. М., 1982.

Ахундов М. Д. Взаимодействие теоретического и эмпирического аспектов в развитии физики // Теория и познания и современная физика. М., 1984.

Ахундов М. Д., Абдуллаев Р. Р. Относительность к системам абстрагирования и дополнительность // Принцип дополнительности и материалистическая диалектика. М., 1976.

Ахундов М. Д., Баженов Л. Б. Физика на пути к единству. М., 1985.

Ахундов М. Д., Илларионов С. В. Методологический анализ современного этапа квантовой теории поля // Методы научного познания и физика. М., 1985.

Бажанов В. А. Проблема полноты квантовой теории: поиск новых подходов (философский аспект). Казань, 1983.

Бажанов В. А. Логико-математическое доказательство в социальном контексте // Человек, философия, культура. М., 1984. Вып. 3.

Бажанов В. А. Метатеоретические исследования и рефлексивность научного знания // Вопросы философии, 1985, № 3.

Бажанов В. А. Аргументация, доказательство и нормы науки. Этический и психологический подтекст дискуссии Бора и Эйнштейна // Философские проблемы аргументации. Ереван, 1986.

Бажанов В. А. Н. А. Васильев и оценка его логических идей Н. Н. Лузиным // Вопросы истории естествознания и техники. 1987. № 2.

Бажанов В. А. Николай Александрович Васильев. М., 1988 а.

Бажанов В. А. Наука как самопознающая система // Перспективы научного познания. Казань, 1988 б.

Бажанов В. А. О попытках формального представления «воображаемой» логики Н. А. Васильева (некоторые соображения по поводу статьи Л. Пюга и Н. да Коста) // Методологический анализ оснований математики. М., 1988 в.

Бажанов В. А., Новоселов М. М. Логика познания и логика абстракций в аспекте интервальной семантики // Логика научного познания. Актуальные проблемы. М., 1987.

Бажанов В. А., Панченко А. И. Структура физической реальности (логико-алгебраические аспекты) // Наука в социальных, гносеологических и ценностных аспектах. М., 1980.

Баженов Л. Б. Методологические регулятивы в научном исследовании // Природа научного открытия. М., 1986.

Баженов Л. Б., Гутчин И. Б. Кибернетика и мышление: дискуссии и проблемы // Управление, информация, интеллект. М., 1976.

Балашов Ю. В. Возможна ли эволюция фундаментальных законов природы // Философские науки. 1989. № 2.

Барабашев А. Г. О влиянии мировоззренческих представлений на математическое творчество // Современная математика: методологические и мировоззренческие проблемы. М., Обнинск, 1987. Ч. II.

Баранцев Р. Г., Калинин О. М. Математика в научной деятельности А. А. Любищева // Александр Александрович Любищев. М., 1982.

Барашенков В. С. Проблема объекта в квантовореляти-вистской физике // Теория познания и современная физика. М., 1984.

Бек А. Новое назначение. М., 1989.

Биркгоф Г. Математика и психология. М., 1977.

Биркгоф Г., Барти Т. Современная прикладная алгебра. М., 1976.

Бирюков Б. В., Гутчин И. Б. Машина и творчество. Результаты, проблемы, перспективы. М., 1982.

Бирюков Б. В., Новик И. Б. Принцип системности и единство «физикалистского» и информационно-семиотического подходов // Системные исследования. М., 1981.

Блехман И. И. Синхронизация в природе и технике. М., 1981.

Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1961.

Борн М. Размышления и воспоминания физика. М., 1977.

Борисов В. Н. Рефлексия в науке: гносеологическая природа, формы, функции // Проблемы рефлексии в научном познании. Куйбышев, 1983.

Бранский В. П. Принцип дополнительности в квантовой механике и его философское значение // Квантовая механика и теория относительности. Л., 1980.

Брутян Г. А. Философская теория аргументации и природа философской аргументации // Философские науки. 1978. № 2.

Брутян Г. А. Аргументация // Вопросы философии. 1982, № 11.

Брутян Г. А. Философия и метафилософия // Вопросы философии. 1985. № 9.

Брушлинский А. В. Мышление и прогнозирование. М., 1979.

Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М., 1963.

Васильев Н. А. Отчет о первом годе занятий (1907) профессорского стипендиата по кафедре философии // ОРРК биб-ки КГУ, рук. 5669.

* В список литературы включены лишь те работы, которые цитируются или упоминаются в тексте книги.

Виноград Т. Работа с естественными языками // Современный компьютер. М., 1986.
Вопенка П. Математика в альтернативной теории множеств. М., 1983.
Вригт фон Г. Х. Логико-философские исследования. М., 1987.
Гельфер Я. М., Лнбошиц В. Л., Подгорецкий М. И. Парадокс Гиббса и тождественность частиц в квантовой механике. М., 1975.
Гильберт Д. Основания геометрии. М., Л., 1948.
Гильберт Д., Бернайс П. Основания математики. Логические исчисления и формализация арифметики. М., 1979.
Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике. М., 1985.
Глушков В. М. Развитие аксиоматико-дедуктивного метода в научно-теоретическом мышлении и запрет Геделя // Материалистическая диалектика как общая теория развития. М., 1982, Т. 2.
Голдблатт Р. Топосы. Категорный анализ логики. М., 1983.
Готт В. С. Материальное единство мира и единство научного знания // Диалектика в науках о природе и человеке. М., 1983, Т. 3.
Гриб А. А. Неравенства Белла и экспериментальная проверка квантовых корреляций на макроскопических расстояниях // УФН. 1984. Т. 142. Вып. 4.
Гришкин И. И. Информационная модель познания как общенаучная форма рефлексивности знания // Диалектика в науках о природе и человеке. М., 1983. Т. 3.
Громов Г. Р. Автоформализация профессиональных знаний // Микропроцессорные средства и системы. 1986. № 3.
Гулыга А. Гейне оказался прав // Коммунист. 1983. № 18.
Делокаров К. Х. Методологические проблемы квантовой механики в советской философской науке. М., 1982.
Делокаров К. Х. Эвристическая роль философии в научном открытии // Природа научного открытия. М., 1986.
Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М., 1985.
Дубровский В. Н., Молчанов Ю. Б. Эволюционирует ли время, пространство, причинность? // Вопросы философии. 1986. № 6.
Дубровский Д. И. Проблема идеального. М., 1983.
Жог В. И. Единство физического знания и когерентные процессы // Философские науки. 1986. № 1.
Зеленов Л. А., Куликов Г. И. Методологические проблемы эстетики. М., 1982.
Иванов Вяч. Вс. Чет и нечет. М., 1978.
Илларионов С. В. Дискуссия Бора и Эйнштейна // Эйнштейн и философские проблемы физики XX века. М., 1979.
Ильин В. В. К вопросу о критериях научности знания // Вопросы философии. 1986. № 11.
Ильин В. В., Калинкин А. Т. Природа науки. М., 1985.
Иех Дж. Об аксиоме выбора // Справочная книга по математической логике. М., 1982. Т. 2.
Кара-Мурза С. Г. Развитие исследовательских методов как объект истории науки // Вопросы истории естествознания и техники. 1983. № 1.
Кармин А. С. Познание бесконечного. М., 1980.
Кармин А. С. Диалог в научном творчестве // Философские науки. 1986. № 4.

Карри Х. Основания математической логики. М., 1969.
Клайн М. Математика. Утрата определенности. М., 1984.
Клини С. К. Математическая логика. М., 1973.
Козлова М. С. Проблема оснований науки // Природа научного познания. Минск, 1979.
Кон И. С. В поисках себя (личность и ее самосознание). М., 1984.
Копнин П. В. Гносеологические и логические основы науки. М., 1974.
Кочергин А. Н. Машинное доказательство теорем как нетрадиционная исследовательская программа в математике // Исследовательские программы в современной науке. Новосибирск, 1987.
Кравец А. С. Методологические уровни в структуре философского знания // Теория познания и современная физика. М., 1984.
Куайн У. А. Основания математики // Математика в современном мире. М., 1967.
Кузин Л. Т. Состояние и перспективы развития научного направления «искусственный интеллект» // Искусственный интеллект: итоги и перспективы. М., 1985.
Кузнецова Н. И. Наука в ее истории. М., 1982.
Кузнецова Н. И. Научная рефлексия как объект историко-научного исследования // Проблемы рефлексии: современные комплексные исследования. Новосибирск, 1987.
Купцов В. И. Структура научного знания // На пути к единству науки. М., 1983.
Купцов В. И. Природа научного открытия // Природа научного открытия. М., 1986.
Кураев В. И., Лазарев Ф. В. Основания научного знания: рефлексия и рациональность // Вопросы философии. 1986. № 5.
Кураев В. И., Лазарев Ф. В. Точность, истина и рост знания. М., 1988.
Лазарев В. В. Пробелы в праве и пути их устранения. М., 1974.
Лазарев Ф. В. Обоснование абстракции как методологическая проблема // Философские науки. 1986. № 4.
Лазарев Ф. В., Новоселов М. М. Методологическое значение проблемы точности в развитии естественнонаучного знания // Материалистическая диалектика как общая теория развития. М., 1982. Т. 2.
Леггет А. Дж. Шредингеровская кошка и ее лабораторные сородичи // УФН. 1986. Т. 148. Вып. 4.
Лекторский В. А. Субъект, объект, познание. М., 1980.
Лекторский В. А. Специфика теоретико-познавательного исследования в системе диалектического материализма // Гносеология в системе философского мировоззрения. М., 1983 а.
Лекторский В. А. Диалектика рефлективного и нерефлективного в познании // Проблемы рефлексии в научном познании. Куйбышев, 1983 б.
Лекторский В. А. Современное научное познание и развитие теоретико-познавательных исследований // Диалектика, познание, наука. М., 1988.
Лекторский В. А., Швырев В. С. Методологический анализ науки (типы и уровни) // Философия. Методология. Наука. М., 1972.

Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 2.
Лотман Ю. М. Место киноискусства в механизме культуры // Труды по знаковым системам. Тарту, 1977. Вып. 7.
Лурия А. Р. Об историческом развитии познавательных процессов. М., 1974.
Лурия А. Р. Этапы пройденного пути. М., 1982.
Мамардашвили М. К. Классический и неклассический идеалы рациональности. Тбилиси, 1984.
Мамчур Е. А. Диалектико-материалистическая теория познания и проблема преемственности физического знания // Теория познания и современная физика. М., 1984.
Манин Ю. И. Теоремы Геделя // Природа. 1975. № 12.
Манин Ю. И. Доказуемое и недоказуемое. М., 1979 а.
Манин Ю. И. Вычислимое и невычислимое. М., 1980.
Манин Ю. И. Математика и физика. М., 1979 б.
Марков М. А. О единстве и многообразии форм движения материи в физической картине мира // Диалектика в науках о природе и человеке. М., 1983. Т. 2.
Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 23.
Маслов С. Ю. Симметрия познавательных механизмов и ее следствия // Семиотика и информатика. 1983. Вып. 20.
Маслов С. Ю. Теория дедуктивных систем и ее применение. М., 1986.
Мейен С. В. Принцип сочувствия // Пути в незнаемое: писатели рассказывают о науке. М., 1977.
Меськов В. С. Очерки по логике квантовой механики. М., 1986.
Метлов В. И. Основания научного знания как проблема философии и методологии науки. М., 1987.
Мигдал А. Б. Фазовые переходы, пленение кварков и роль компьютеров в теоретической физике // Критические явления. М., 1983.
Мигдал А. Б. Поиски истины. М., 1978.
Микешина Л. А. Имплицитные компоненты в структуре научного познания // Философские науки. 1987. № 7.
Мичи Д., Джонстон Р. Компьютер — творец. М., 1987.
Моисеев Н. Н. Математика ставит эксперимент. М., 1979.
Моисеев Н. Н. Модели экологии и эволюции. М., 1983.
Молчанов Ю. Б. Парадокс Эйнштейна — Подольского — Розена и принцип причинности // Вопросы философии. 1983. № 3.
Молчанов Ю. Б. Исследования в области некоторых актуальных философских проблем физики // Вопросы философии. 1985. № 8.
Мостепаненко А. М., Мостепаненко В. М. Проблема физической реальности и развитие идеи физической относительности // Материалистическая диалектика и пути развития естествознания. Л., 1987.
Моторина Е. Л. Взаимосвязь личностного и надличностного знания // Философские науки, 1982. № 2.
Налимов В. В. Вероятностная модель языка. М., 1979.
Непейвода Н. Н. О формализации неформализуемых понятий: автопродуктивные системы // Семиотика и информатика. 1985. Вып. 25.
Никифоров А. Л. Основа рациональности научных методов // Методы научного познания и физика. М., 1985.

Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М., 1979.
Новиков П. С. Элементы математической логики. М., 1973.
Новоселов М. М. Тождество // Философская энциклопедия. М., 1970. Т. 5.
Новоселов М. М. Логика // БСЭ. М., 1973. Т. 14.
Новоселов М. М. О некоторых понятиях теории отношений // Кибернетика и современное научное познание. М., 1976.
Новоселов М. М. Категория тождества и ее модели // Кибернетика и диалектика. М., 1978.
Новоселов М. М. Абстракция и абстрактное в теории познания // Диалектика и современный стиль мышления. Севастополь, 1983 а.
Новоселов М. М. Абстракция неразличимости и алгебра неразличимостей // Логические исследования. М., 1983 б.
Новоселов М. М. О гносеологической точности // Философские вопросы технического знания. М., 1983 в.
Новоселов М. М. Логика // ФЭС. М., 1983 г.
Новоселов М. М. Об абстракциях неразличимости, индивидуации и постоянства // Творческая природа научного познания. М., 1984.
Новоселов М. М. Абстракция и научный метод // Логика научного познания. Актуальные проблемы. М., 1987.
Нысанбаев А. Н. Принцип относительности к средствам доказательства и его методологическое значение // Логика и системные методы анализа научного знания. М., 1986.
Овчинников Н. Ф. Тенденция к единству науки. М., 1988.
Огурцов А. П. Рефлексия // Философская энциклопедия. М., 1967. Т. 4.
Огурцов А. П. Альтернативные модели анализа сознания: рефлексия и понимание // Проблемы рефлексии: современные комплексные исследования. Новосибирск, 1987.
Орлов Ю. К. Невидимая гармония // Число и мысль. М., 1980. Вып. 3.
Панов М. И. Методологические проблемы интуиционистской математики. М., 1984.
Панченко А. И. Логико-алгебраический подход к квантовой механике (критический анализ) // Физическая теория. М., 1980.
Панченко А. И. Логико-гносеологические проблемы квантовой физики. М., 1981.
Панченко А. И. Философия, физика, микромир. М., 1988.
Парис Дж., Харрингтон Л. Математическая неполнота в арифметике Пеано // Справочная книга по математической логике. М., 1983. Т. 4.
Пастернак Б. Л. Люди и положения // Новый мир. 1967. № 1.
Пахомов Б. Я. Становление современной физической картины мира. М., 1985.
Перминов В. Я. Развитие представлений о надежности математического доказательства. М., 1986.
Петров В. М. Рефлексия в истории художественной культуры // Исследования проблем психологии творчества. М., 1983.
Петров В. М., Яблонский А. И. Математика и социальные процессы. М., 1980.

Петров С. Мышление со второй производной // Вопросы философии. 1987. № 2.
Печенкин А. А. Метод принципов в развитии физики // Методы научного познания и физика. М., 1985.
Попов Е. П. Роботы — помощники в делах человеческих // Кибернетика. Перспективы развития. М., 1981.
Пригожин И. От существующего к возникающему (время и сложность в физических науках). М., 1985.
Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса (новый диалог человека с природой). М., 1986.
Ракитов А. И. О смысле философских проблем физики // Вопросы философии. 1983. № 6.
Рамбиди Н. Г., Замалин О. М. Молекулярная микроэлектроника: истоки и надежды. М., 1985.
Розов М. А. Проблемы эмпирического анализа научного знания. Новосибирск, 1977.
Розов М. А. Знание и механизмы социальной памяти // На пути к теории научного знания. М., 1984.
Розов М. А. О двух аспектах проблемы редукционизма. Пущино, 1986.
Розов М. А. К методологии анализа рефлектирующих систем // Проблемы рефлексии: современные комплексные исследования. Новосибирск, 1987.
Розова С. С. Классификационная проблема в современной науке. Новосибирск, 1986.
Розоноэр Л. И. О выявлении противоречий в формальных системах. Ч. II. // Автоматика и телемеханика. 1983. № 7.
Рудольф С. Дальтоник. М., 1982.
Рузавин Г. И. Философские проблемы оснований математики. М., 1983.
Садовский В. Н. Основания общей теории систем. М., 1974.
Садовский В. Н. Принцип системности, системный подход и общая теория систем // Системные исследования. М., 1978.
Салам А. Калибровочное объединение фундаментальных сил // На пути к единой теории поля. М., 1980.
Сачков Ю. В. Вопросы обоснования вероятностных методов исследования в физике // Эйнштейн и философские проблемы физики XX века. М., 1979.
Сачков Ю. В. Взаимодействие теории познания и физики: некоторые итоги и перспективы // Теория познания и современная физика. М., 1984.
Сачков Ю. В. Философия и практика: об одном критерии развития философского знания // Вопросы философии. 1986. № 11.
Сингх И., Уайтеккер М. Роль наблюдателя в квантовой механике и парадокс Зенона // Физика за рубежом. Б. М., 1984.
Смирнов В. А. Логические взгляды Н. А. Васильева // Очерки по истории логики в России. М., 1962.
Смирнов В. А. Логические методы анализа научных теорий. М., 1987.
Смирнова Е. Д. Непротиворечивость и элиминируемость в теории доказательств // Философия и логика. М., 1974.
Смирнова Е. Д. Логическая семантика и философские основания логики. М., 1986.
Сморинский К. Теоремы о неполноте // Справочная книга по математической логике. М., 1983. Т. 4.

Современные проблемы диалектического материализма // Вопросы философии. 1985. № 9.
Сокулер З. А. Проблема противоречия в рассуждениях Л. Витгенштейна о философских проблемах математики // Современная математика: методологические и мировоззренческие проблемы. М., Обнинск, 1987. Ч. II.
Спасский Б. И., Московский А. В. О нелокальности в квантовой физике // УФН. 1984. Т. 142. Вып. 4.
Старостин Б. А. Параметры развития науки. М., 1980.
Степанов С. Ю., Семенов И. Н. Психология рефлексии: проблемы и исследования // Вопросы психологии. 1985. № 3.
Степин В. С. Становление научной теории. Минск, 1976.
Степин В. С. О прогностической природе философского знания (философия и наука) // Вопросы философии. 1986. № 4.
Теребилов О. Ф. Логика математического мышления. Л., 1987.
Тейяр де Шарден П. Феномен человека. М., 1987.
Тулмин С. Человеческое понимание. М., 1984.
Уилер Дж. А. Квант и Вселенная // Астрофизика, кванты и теория относительности. М., 1982.
Уоддингтон К. Х. Основные биологические концепции // На пути к теоретической биологии. М., 1970.
Успенский В. А. Семь размышлений на темы философии математики // Закономерности развития современной математики. М., 1987.
Успенский В. А., Семенов А. Л. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения. М., 1987.
Фейнберг Е. Л. Кибернетика, логика, искусство. М., 1981.
Фейнман Р. Квантовомеханические ЭВМ // УФН, 1986. Т. 149. Вып. 4.
Форд Дж. Случаен ли исход бросания монеты? // Физика за рубежом. А. М., 1984.
Френкель А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М., 1966.
Фролов И. Т. Перспективы человека. М., 1983.
Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М., 1985.
Хинтикка Я. Логико-эпистемологические исследования. М., 1980.
Хьюитт К. Открытые системы // Реальность и прогнозы искусственного интеллекта. М., 1987.
Цехмистро И. З. Парадокс Эйнштейна — Подольского — Розена и концепция дополнительности. // Вопросы философии. 1985. № 4.
Чудинов Э. М. Природа научной истины. М., 1977.
Чудинов Э. М. Кант и эйнштейновская концепция физической реальности // Наука в социальных, гносеологических и ценностных аспектах. М., 1980.
Шапиро И. С. Мышление человека и переработка информации ЭВМ. М., 1980.
Швырев В. С. Научное познание как деятельность. М., 1984.
Швырев В. С. Рефлексия и понимание в современном анализе науки // Вопросы философии. 1985. № 6.
Швырев В. С. Анализ научного познания: основные направления, формы, проблемы. М., 1988.

Швырев В. С., Юдин Б. Г. Методологический анализ науки. М., 1980.
Шелепин Л. А. Когерентность. М., 1983.
Шелепин Л. А. Вдали от равновесия. М., 1987.
Шенк Р., Хантер Л. Познать механизмы мышления // Реальность и прогнозы искусственного интеллекта. М., 1987.
Шерозия А. Е. Психика. Сознание. Бессознательное. Тбилиси, 1979.
Шинкарук В. И., Иванов В. П. Актуальные проблемы исследования мировоззренческих функций диалектического материализма // Вопросы философии. 1981. № 2.
Шрейдер Ю. А. Равенство, сходство, порядок. М., 1971.
Шрейдер Ю. А. Теория познания и феномен науки // Гносеология в системе философского мировоззрения. М., 1983.
Шрейдер Ю. А. ЭВМ как средство представления знаний // Природа, 1986. № 10.
Шрейдер Ю. А., Шаров А. А. Системы и модели. М., 1982.
Эйнштейн А. Физика и реальность. М., 1965.
Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1966. Т. 3; М., 1967. Т. 4.
Эмх Ж. Алгебраические методы в статистической механике и квантовой теории поля. М., 1976.
Энгелер Э. Метаматематика элементарной математики. М., 1987.
Юдин Б. Г. Методологический анализ науки как направление изучения науки. М., 1986.
Юдин Э. Г. Системный подход и принцип деятельности. М., 1978.
Яблонский А. И. Математические модели в исследовании науки. М., 1986.
Яшин Б. Л. Противоречие и непротиворечивость в математике // Современная математика: методологические и мировоззренческие проблемы. М., Обнинск, 1987. Ч. II.
Adler C. G., Wirth I. F. Quantum logic // American journal of physics. 1983. Vol. 51. N 5.
Aspect A., Grangier P., Roger G. Experimental realization of Einstein—Podolsky—Rosen—Bohm gedankenexperiment: a new violation of Bell's inequalities // Physical review letters. 1982. Vol. 49. N 2.
Aspect A., Grangier P. Experiments on Einstein—Podolsky—Rosen type correlations with pairs of visible photons // Quantum concepts in space and time. Oxford, 1986.
Bach A. The concept of indistinquishable particles in classical and quantum physics // Foundations of physics. 1988. Vol. 18, N 6.
Band W. Can information be transferred faster than light? // Foundations of physics, 1988. Vol. 18. N 6.
Barwise J. Infinitary logics // Modern logic: a survey. Dordrecht, 1981.
Belinfante F. J. A survey of hidden-variables theories. Oxford, 1973.
Beltrametti E., Casinelli G. The logic of quantum mechanics. Mass., 1981.

Benioff P. A. Models of Zermelo—Fraenkel set theory as carriers for mathematics of physics. I // Journal of mathematical physics, 1976. Vol. 17. N 5.
Borzeszkowski H., Wansner R. Quantum mechanics and physical reality // Foundations of physics. 1988. Vol. 18. N 6.
Brody T. A., Pena-Auerbach L. Real and imagined nonlocalities in quantum mechanics // Il nuovo cimento. 1979. Vol. B 54. N 2.
Brody T. A. On quantum logic // Foundations of physics. 1984. Vol. 14. N 5.
Bunge N., Kalnay A. J. Solution of two paradoxes in quantum theory of unstable systems // Il nuovo cimento. 1983. Vol. B 77. N 1.
Cufaro-Petroni N., Vigier J.-P. Causal action-at-a-distance and interpretation of Aspect—Rapisarda experiments // Physics letters. 1983. Vol. A93. N 8.
Cuykendall R. Uncontrollable computational growth in theoretical physics // International journal for theoretical physics. 1985. Vol. 24. N 12.
Davies P. C. W., Brown J. R. The ghost in the atom: a discussion of the mysteries of quantum physics, Cambridge, 1986.
Debray R. Critique de la raison politique. P., 1981.
D'Espagnat B. Nonseparability and the tentative description of reality // Physics reports. 1984. Vol. 110. N 4.
D'Espagnat B. Empirical reality, empirical causality and measurement problem // Foundations of physics. 1988. Vol. 18. N 5.
Dirac P. A. M. The future of atomic physics // International journal of theoretical physics. 1984. Vol. 23. N 8.
Dreyfus H. L., Dreyfus S. E. Mind over machine. The power of human intuition and expertise in the era of computer. Oxford, 1986.
Dummett M. Truth and other enigmas. Cambridge (Mass.), 1978.
Goldblatt R. Orthomodularity is not elementary // Journal of symbolic logic. 1984. Vol. 49. N 2.
Harrison D. Bell's inequality and quantum correlation // American journal of physics. 1982. Vol. 50. N 9.
Herbert N. Quantum reality. Beyond the new physics. L., 1985.
Hoyle F. Ten faces of Universe. L., 1977.
Informal Logic. Inverness (Calif.), 1980.
Jammer M. The EPR problem in its historical development // Symposium on the foundations of modern physics. Singapore, 1985.
Kalnay A. On certain intriquing physical, mathematical and logical aspects, concerning quantization. 1981. Vol. 4. N 3.
Krakowski J. Filosofie jako metanauka // Studia filosophichne, 1978, N 4.
Lahti P. Hilbertian quantum theory as the theory of compementarity // International journal of theoretical physics. 1983. Vol. 22. N 10.
Lauricainen K. V. Wolfgang Pauli and the Copengagen philosophy // Symposium on the foundations of modern physics. Singapore, 1985.

Mackinnon E. Scientific explanation and the atomic physics. Chicago, 1982.
Marlow A. R. Quantum theory and Hilbert space // Journal of mathematical physics. 1978. Vol. 19. N 9.
Mattuck R. Ghost-like action-at-a-distance correlations in quantum mechanics: an elementary introduction to EPR paradox // European journal of physics. 1982. Vol. 3.
Mittelstaedt P. Philosophical problems of modern physics. Dordrecht. 1976.
Mittelstaedt P. Relativistic quantum logic // International journal of theoretical physics, 1983. Vol. 22. N 4.
Muller-Marcus S. The structurs of creativity in physics // Vistas in physical reality. N. Y., 1976.
Nolt J. E. Informal logic: possible world and imagination. N. Y., 1984.
Pascazio S. Experimental tests of Bell inequalities. Are local models really excluded? // Physics letters. 1985. Vol. A111. N 7.
Paty M. The recent attempts to verify quantum mechanics // Quantum mechanics: a half century later. Dordrecht, 1977.
Peres A., Zurek W. H. Is quantum theory universally valid // American journal of physics. 1982. Vol. 50. N 9.
Pinch T. J. The hidden-variables controversy in quantun physics // Physical education. 1979. Vol. 14. N 1.
Piron C. New quantum mechanics // Old and new questions in physics, philosophy and theoretical biology. N. Y., L., 1983.
Popper K. A critical note on the greatest day of quantum theory // Foundations of physics. 1982. Vol. 12. N 10.
Popper K. A realists view of quantum probability, the EPR experiment // VII Congress of logic, methodology and philosophy of science. Vol. 4. Salzburg, 1983.
Priest G., Routley R. Introduction: paraconsistent logics // Studia logica. 1984. Vol. XLIII, N 1—2.
Primas H. Chemistry, quantum mechanics and reductionism. Berlin, 1981.
Quantum concepts in space and time. Oxford, 1986.
Rietdijk C. W., Selleri F. Proof of a quantum mechanics nonlocal influence // Foundations of physics. 1985. Vol. 15. N 3.
Rompe R., Treder H. J. Is physics at the threshhold of a new stage of evolution? // Foundations of physics. 1983. Vol. 13, N 3.
Santos E. The Bell inequalities as test of classical logic // Physics letters, 1986. Vol. A115, N 8.
Scriven M. The philosophical and pragmatic significance of informal logic // Informal logic. Inverness (Calif.), 1980.
Stapp H. P. Bell's theorem and the foundations of quantum physics // American journal of physics. 1985. Vol. 53. N 4.
Sudberry A. Quantum mechanics and particles of nature. Cambridge, 1986.
Thomsen D. E. Going Bohr's way in physics // Science news. 1986. Vol. 129. N 2.
Webb J. C. Mechanism, mentalism and metamathematics. Dordrecnt, 1980.
Weizsacker C. F. The unity of nature // Physical sciences and history of physics. Dordrecht. 1984.

Wheeler J. A. From relativity to mutability // Physicists conception of nature. Dordrecht, 1973.
Wilder R. L. Mathematics as cultural system. Oxford, 1981.
Wigner E. Review of the quantum mechanical measurement problem // Quantum optics, experimental gravity and measurement theory. N. Y., 1983.
Wolfram S. Undecidability and intractability in theoretical physics // Physical review letters. 1985. Vol. 54. N 8.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

ГЛАВА I. РЕФЛЕКСИЯ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ФИЛОСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА 11

1.1. Предпосылки и становление механизмов самопознания современной науки 11
1.2. Специфика самопознания современной науки . . 25
1.3. Механизмы, виды и уровни самопознания современной науки 33

ГЛАВА II. ВНУТРИТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РЕФЛЕКСИЯ . . 50

Часть 1. **Истоки и содержание внутритеоретической рефлексии в квантовой физике** 50

2.1.1. Дискуссия Бора и Эйнштейна как предпосылка рефлексивности современного квантовофизического знания . 52
2.1.2. Парадоксы оснований квантовой теории . . . 58
2.1.3. Скрытые параметры и теорема Белла в квантовой теории 68
2.1.4. Эксперимент и основания квантовой физики: подведение некоторых итогов и постановка новых проблем . . 73

Часть 2. **Истоки и содержание внутритеоретической рефлексии в современной логике и математике** . . 83

2.2.1. О судьбе одной забытой идеи: Н. А. Васильев и его воображаемая логика 85
2.2.2. Кризис оснований классической логики и математики как предпосылка становления рефлексивных механизмов в современной науке 89

ГЛАВА III. МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКАЯ РЕФЛЕКСИЯ . . 98

Часть 1. **Метатеоретические исследования в основаниях логики и математики** 98

3.1.1. Ограничительные теоремы метаматематики и их значение для современного физико-математического знания . 98
3.1.2. Естественный и искусственный интеллект: попытка метатеоретического анализа 105

Часть 2. **Метатеоретические исследования в основаниях современной физики** 115

3.2.1. Интервальная семантика для научных абстракций . 115
3.2.2. Эксперимент, математика и физическая реальность . 123

ГЛАВА IV. ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ РЕФЛЕКСИЯ 131

4.1. Социально-этический и психологический аспекты доказательства и аргументации 132
4.2. О номологическом аспекте единства мира . . . 146
4.3. Феномен теневой науки и его особенности в СССР . 152

Заключение 163

Примечания 165

Литература 168

SUMMARY

BAZHANOV V. A. Science as a self-reflexive system. Kazan: Kazan University press, 1991.

The panorama of modern science from the standpoint of treating science as the system with the feature of reflexion is presented in this book. The generalisation of large amount of facts from the various scientific domains shows that its selfreflexion and self-organisation are in compliance with more and more evident tendencies of human culture to self-analysis. The reasons are proposed that such process create new forms of scientific enterprises, criteria of what may be considered as „scientific", deeper understanding of „human ingredient" role in the development of science.

Analysis of contemporary logic, mathematics and quantum physics enables to classify standards and types of scientific reflexivity processes. The basic standards are innertheoretical, metatheoretical and philosophico-methodological, and types—critical, regulational and foundational reflexivity. The mechanisms of different reflexivity types are studied on every standard mentioned in the foundations of quantum physics, logic and mathematics.

The idea has advanced that the reflexivity in quantum physics deeply rooted in the interpretation of quantum theory controversy. In logic and mathematics it was initiated by strong desire to reconstruct the foundations in a manner, which enables to get rid of paradoxes and find some non-classical modes of reasoning and theory construction.

The rise of metatheoretic studies in logic and mathematics leads to reflexivity of mathematical knowledge. Its appearance was due to the so called restrictive tendencies; the most radical forms of such tendencies caused the exclusion of whole fragments of traditional mathematical theories. We may judge that even the pursuit of an unconditionally consistent system is a restriction of a certain kind, the converse of which is the phenomenon of the unprovability of a systems consistency by its own means (Gödels theorem). Meanwhile the very aspiration for consistent systems is the main stimulus of restrictive tendencies. Hence, consistency is not sine qua non condition for formal systems. The only condition of this kind is the non-triviality of formal systems. In the view of this idea much attention is paid to formalised theories development on the ground of paraconsistent ideology. N. A. Vasilievs, the forerunner of non-classical logic, ideas are discussed in connection with modern science development.

In the logico-algebraic approach to quantum mechanics and interval semantics for abstractions contexts the metatheoretical reflexion is analysed in the foundations of physics. Proved that the qu-

antum theoretical abstractions set forms a factor-structure which is a kind of quantum physics reality model. Taking into account the empirical level quantum mechanics abstractions, we see that tolerant-relations structure simulates the structure of physical reality.

The philosophical, ethical and psychological aspects of proof and argumentation are studied. The essential rise of modern mathematics proof-tools (where computers used as well) implies the significance of indirect means of proof-checking. As the result of this process the author proof responsibility sharply is rising.

At st, the first steps ever in the direction of the „shadow" science phenomenon and its features in the USSR analysis is undertaken. It shows the mechanisms, due to which science becomes a sort of imitation of science.

Валентин Александрович Бажанов

НАУКА КАК САМОПОЗНАЮЩАЯ СИСТЕМА

Редактор *М. Р. Семенова*
Обложка художника *И. К. Стоева*
Техн. редактор *Е. Ф. Гаврилова*
Корректор *Л. М. Самуйлина*