

A556
H34

НАУКА

В СОЦИАЛЬНЫХ,
ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИХ
И ЦЕННОСТНЫХ
АСПЕКТАХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАУКА

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ФИЛОСОФСКИМ ВОПРОСАМ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ

НАУКА В СОЦИАЛЬНЫХ, ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЦЕННОСТНЫХ АСПЕКТАХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1980

Книга написана коллективом философов и естествоиспытателей и охватывает широкий круг вопросов, связанных с местом науки в жизни общества и с рядом ее гносеологических и ценностных характеристик. Рассматриваются взаимоотношения науки и образования, условия научного труда в обществе, модель организации науки, адекватная характеру социалистической экономики, прослеживается тенденция экологизации науки. Исследуются проблемы неисчерпаемости научного познания, преемственности научных теорий, философские предпосылки новой физики, эйнштейновская концепция физической реальности и др.

Редакционная коллегия:

Л. Б. БАЖЕНОВ, М. Д. АХУНДОВ

НАУКА В СОЦИАЛЬНЫХ, ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИХ
И ЦЕННОСТНЫХ АСПЕКТАХ

Утверждено к печати Институтом философии АН СССР

Редакторы А. И. Панченко, Н. И. Кондаков. Художник Г. А. Астафьева
Художественный редактор С. А. Литвак. Технический редактор Р. Г. Грузинова
Корректор Ф. А. Дебабов

ИБ № 15156

Сдано в набор 04.07.79. Подписано к печати 14.01.80. Т-05201

Формат 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 2. Гарнитура обыкновенная
Печать высокая. Усл. печ. л. 18,9. Уч.-изд. л. 19,7. Тираж 3850 экз. Тип. зак. 2093
Цена 1 р. 80 к.

Издательство «Наука» 117864 ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90
2-я типография издательства «Наука». 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Н $\frac{10501-025}{042(02)-80}$ 225—79 0300000000

© Издательство Наука, 1980.

Предлагаемая вниманию читателей книга написана в основном по материалам двух (1973 и 1974 гг.) дубненских конференций, проводимых по инициативе Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна) и Отдела философских вопросов естествознания (Институт философии АН СССР). Дубненские конференции философов и физиков давно уже стали традиционными, но тематика этих двух — «Наука и общество» — обнаруживает определенный отход от традиционной физико-философской проблематики и обращение участников к социальным аспектам развития науки.

Подобный отход не случаен. Превращение науки в непосредственную производительную силу, гигантский рост ее роли и авторитета в условиях разворачивающейся научно-технической революции, наконец, возникновение глобальных (и далеко не всегда желательных) последствий ее развития — все это сделало архаичной фигуру ученого-отшельника, замкнутого в скорлупе своих специальных исследований. В условиях развитого социализма проникновение науки во все поры общественной жизни составляет одну из характерных черт действительности. И в настоящей книге делается попытка реализовать важнейшие тезисы о единстве теории и практики, сближении естественных, технических и общественных наук, сформулированные на XXV съезде КПСС.

Редколлегия стремилась сохранить царящий на дубненских конференциях дух творческих дискуссий. В книге имеются статьи, поднимающие дискуссионные вопросы. Примерами могут служить статьи А. И. Вербина и М. Я. Ковальзона, где авторы в полемической форме выступают против стирания граней между наукой и философией, статья К. И. Шилина, в которой защищается тезис о необходимости экологизации науки и разработки

соответствующей логики и методологии науки. В. В. Налимов в своей статье утверждает, что можно говорить не о познании природы, а лишь об овладении ею. Наконец, дискуссионные положения содержатся в статье Л. Баженова.

Редколлегия считает своим приятным долгом выразить благодарность за конструктивные критические замечания рецензентам рукописи — докторам философских наук В. Ф. Недзельскому, В. С. Степину и Ю. К. Плетникову, а также всем лицам, принявшим участие в обсуждении материалов книги.

Книга готовилась в секторе философских вопросов физики Института философии АН СССР. Организационно-техническая работа по подготовке книги к изданию выполнена Н. Х. Сатдиновой, Р. М. Ободзинской.

МЕСТО НАУКИ В ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА

(социальные аспекты науки)

А. И. ВЕРБИН, М. Я. КОВАЛЬЗОН

ФИЛОСОФИЯ И НАУКА КАК СОЦИАЛЬНЫЕ ФЕНОМЕНЫ

Рассматривая философию и науку как специфические социальные феномены, марксистская методология требует выхода за пределы как философии, так и науки, обращения к анализу общества в качестве единой и цельной системы, вскрытия той объективной социальной потребности, которая вызывает к жизни данные феномены, чтобы на этой основе показать их место в системе общественных явлений, их специфические функции и законы развития. Подчеркнуть различия в закономерностях возникновения, формирования и развития философии и науки важно и для того, чтобы правильно осмыслить соотношение современного идеологического противоборства социалистической и капиталистической общественных систем, с одной стороны, и их сотрудничества в сфере науки — с другой. На XXV съезде КПСС отмечалось, что идеологическая борьба на современном этапе все более обостряется, что необходимо совершенствовать средства этой борьбы, повышать политическую бдительность, давать отпор враждебным идеологическим диверсиям. И в то же время говорилось о том, что сотрудничество в сфере науки, особенно в связи с современной бурно развивающейся научно-технической революцией, приобретает все большее значение¹.

¹ См.: *Брежнев Л. И.* Отчет Центрального Комитета КПСС и очередные задачи партии в области внутренней и внешней политики. М., 1976.

Идеологическая борьба не должна сводиться к нигилистическому отказу от исследования гносеологических проблем, поставленных в буржуазной идеологии, а сотрудничество в сфере науки не означает отказа от борьбы с идеалистическими и метафизическими идеями, проникающими в ткань буржуазной науки. Совершенно очевидно, что есть принципиальное различие между двумя качественно различными, хотя и переплетающимися в реальной действительности процессами: идеологической борьбой и сотрудничеством в сфере науки. Это связано с различием закономерностей развития идеологии и науки как социальных феноменов.

Раскрыть содержание, структуру, механизм действия качественно различных рядов закономерностей идеологии и науки — одна из важных задач, поставленных XXV съездом КПСС. Мы, конечно, не можем рассмотреть эту задачу во всех отношениях. Здесь хотелось бы обратить внимание читателя лишь на одну сторону проблемы, которая имеет принципиальное значение для понимания сущности идеологической борьбы в сфере философии. Речь идет о том, что современная жизнь требует четкого ответа на вопрос: к какому ряду закономерностей относится взаимоотношение между буржуазной и марксистской философией — к закономерностям идеологической борьбы или закономерностям научного сотрудничества? Каждый из марксистов, указывая на своеобразие философии как формы общественного сознания и ее связь с наукой, ответит однозначно: в основном к закономерностям идеологической борьбы, ибо буржуазная философия является теоретической основой буржуазной идеологии, а диалектический и исторический материализм — философской основой коммунистического мировоззрения. (Мы сказали «в основном», имея в виду, что философия чрезвычайно сложная форма общественного сознания, имеющая очень много общих черт с наукой.) Однако здесь возникает трудность, связанная с одним довольно распространенным определением философии, которое, по нашему мнению, не содействует правильному пониманию качественного различия закономерностей идеологической борьбы и закономерностей научного сотрудничества.

Авторы многих учебных пособий по диалектическому материализму (а не только дискуссионных статей и книг) считают возможным *переносить* на всю философию очень

важное, подтвержденное практикой определение марксистской философии как науки о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления. При этом любая философия определяется как наука об общих законах действительности. Многие авторы убеждены в том, что вся философия — это наука, хотя и особая, со своим предметом и функциями. Спор возникает лишь о том, стала ли философия наукой с момента своего возникновения или после появления работ Аристотеля. Здесь можно было бы привести десятки соответствующих высказываний. Вот только несколько наиболее характерных примеров.

Так, Г. Г. Габриэлян статью «К вопросу об определении философии» начинает следующими словами: «Философия как наука имеет свою вековую историю. Более чем две с половиной тысячи лет она помогает людям в решении жизненных, — как практических, так и теоретических вопросов»². Последовательно сделав все логические выводы из того, что философия есть наука, он критикует авторов одной из статей в Большой Советской Энциклопедии, которые считают, что философия — это «одна из форм общественного сознания, представляющая собой мировоззрение того или иного общественного класса»³, и заявляет: «...нельзя отождествлять философию с классовым мировоззрением»⁴. Следует отметить, что в статье Г. Г. Габриэляна речь идет не о различии понятий «философия» и «мировоззрение»⁵, а о том, что нельзя считать философию классовым мировоззрением.

Другой автор, В. Л. Акулов, утверждает: «Общезвестно, что процесс становления философии как самостоятельной науки связан с именем Аристотеля»⁶.

Тенденция перенести определение марксистской философии на всю философию явно выражена в «Философском словаре», где фиксируются общепринятые положения. Там дается следующая дефиниция: философия — «наука о всеобщих закономерностях, которым подчиняется как

² Вестник общественных наук, Ереван, 1971, № 4, с. 92.

³ БСЭ. 2-е изд., т. 43, с. 122.

⁴ Вестник общественных наук, Ереван, 1971, № 4, с. 95.

⁵ Это различие очень хорошо проанализировал В. Ф. Черноволенко в книге «Мировоззрение и научное познание» (Киев, 1970).

⁶ Акулов В. Л. Философия, ее предмет, структура и место в системе наук. Краснодар, 1976, с. 7.

бытие (т. е. природа и общество), так и мышление человека, процесс познания»⁷

Наконец, А. М. Минасян, в книге «Диалектический материализм» (курс лекций, прочитанных аспирантам) утверждает категорически: «Ныне в едином общественном сознании мы выделяем такие формы, как политическая идеология, правосознание, мораль, искусство, религия, наука. Каждая из этих форм в свою очередь состоит из многочисленных сторон, видов. К науке относятся и философия»⁸. Возражая тем, кто пишет работы на тему «Философия и наука», А. М. Минасян делает любопытное примечание: «При этом никто не пытается скольнибудь серьезно аргументировать свое мнение: почему «и», почему философия не наука?»⁹.

Действительно, как мы уже заметили, многие авторы книг по диалектическому материализму, объявляя философию наукой, не имеют права на это «и». Если же обратиться к любому учебному пособию по историческому материализму, то легко убедиться в том, что в нем в соответствии с марксистской традицией серьезно и аргументированно рассматривается философия как самостоятельная форма общественного сознания, существующая наряду с другими формами, в том числе и с наукой¹⁰.

Нам представляется, что те товарищи, которые всю философию называют наукой, допускают, по меньшей мере, три ошибки: 1) придают всему древнему и средневековому идеализму статут науки; 2) не только не содействуют дальнейшему самопознанию философии как специфического компонента духовной жизни общества, но и снимают саму возможность постановки задачи исследования философии как особой формы общественного сознания, существующей наряду с другими формами, в том числе и с наукой¹¹; 3) поскольку панорама философии в

⁷ Философский словарь. М., 1975, с. 435.

⁸ Минасян А. М. Диалектический материализм. Ростов-на-Дону, 1972, с. 10.

⁹ Там же.

¹⁰ См.: Чесноков Д. И. Исторический материализм. М., 1964, с. 332; Марксистско-ленинская философия. М., 1964, с. 468; Келле В., Ковальзон М. Исторический материализм. М., 1969, с. 364.

¹¹ Мы, конечно, понимаем, что в наше время науку нельзя рассматривать только как компонент духовной жизни (она является производительной силой, средством производства новых знаний и т. д.), но она не перестала быть таковым. Характеризуя философию

современную эпоху не может быть представлена без учёта современной буржуазной философии, им придется включить в науку неотомизм, неопозитивизм, иррационализм и другие течения философской мысли, которые являются ядром современной реакционной антинаучной идеологии. Реакционная роль буржуазной философии, стремящейся задержать общественный прогресс, тем более очевидна в эпоху современной НТР, когда все более возрастает роль науки как могучего ускорителя общественного прогресса. Наконец, утверждение, что вся философия есть наука, лишает нас возможности вскрыть ту гносеологическую основу, на которой паразитирует буржуазная философия, абсолютизирующая различие между наукой и философией.

Фиксируя бросающиеся в глаза различия между философией и наукой или абсолютизируя их некоторые черты, буржуазные и ревизионистские философы и социологи строят сциентистские или абстрактно-гуманистические концепции, которые используются либо для позитивистского отрицания права философии на самостоятельное существование, либо для такого противопоставления специфически человеческих проблем их научной постановке и решению, при которой эти проблемы превращаются в область пустых абстракций. Гносеологическая основа обоих направлений едина, хотя внешне они противостоят друг другу. Сциентисты исходят из науки и развивают известный позитивистский тезис: наука — сама себе философия. Противостоящие им концепции, на которые опирается абстрактный гуманизм, приходят к тому же выводу путем абсолютизации действительно имеющих различий между научным исследованием и философской рефлексией. Но общность этих двух ветвей современной буржуазной философии не просто в конечном результате их философских построений, а, главным образом, в воинственной их настроенности против научной марксистско-ленинской философии¹².

Тезисы буржуазных идеологов о том, что философия — это не наука, а наука — это не философия, имеют своей целью «опровергнуть» научный характер марксистской

фию в данной статье, мы сравниваем ее с наукой как формой сознания.

¹² Подробнее см.: Философия и наука. М., 1973.

философии. Их реакционная политическая сущность была подвергнута основательной критике в работах советских философов¹³. Совершенно очевидно, что всестороннее критическое преодоление этих реакционных тезисов требует умелого сочетания гносеологического и социологического аспектов при анализе философии как формы общественного сознания.

Гносеологический аспект исследования. Безусловно, у науки и философии есть много общих черт, которыми характеризуется их возникновение, формирование и функционирование. В период своего возникновения философия включала, в противоположность вере, все реальные знания. В новое время, когда философия и наука функционировали уже достаточно автономно, в них тоже было очень много общего. Это общее раскрывается при их гносеологическом анализе.

Известно, что развитие философии есть процесс накопления знаний об объекте, который отражается в ней. Рассматривая философию как один из видов отражения действительности, можно раскрыть закономерности этого отражения. Такой гносеологический подход к развитию философии имеет очень важное значение для понимания условий возникновения марксистской философии, поскольку научная философия — диалектический и исторический материализм — преемственно включают в себя не потерявшие своего значения реальные знания, накопленные в философии на протяжении веков¹⁴.

¹³ См. работы П. Н. Федосеева, Л. Н. Митрохина, М. К. Мамардашвили, Э. Ю. Соловьева, В. С. Швырева, В. А. Лекторского, Т. И. Ойзермана, М. Б. Митина, Н. Ф. Наумовой, И. С. Нарского, А. С. Богомолова и др.

¹⁴ Поэтому вполне оправдано положительное отношение нашей печати (см., например: *Нарский И. С.* Книги о развитии философского знания. — *Коммунист*, 1970, № 3) к двум монографиям Т. И. Ойзермана — «Проблемы историко-философской науки» и «Главные философские направления», в которых предпринята попытка провести специальное исследование, позволяющее понять философию как закономерное развивающееся знание, итог которого — диалектический и исторический материализм» (*Ойзерман Т. И.* Главные философские направления. М., 1971, с. 4). И, конечно, в рамках, этого (и только этого) подхода вполне логично звучит вывод о том, что «нет ни одной особенности философской формы познания, которая в той или иной мере не была свойственна научному мышлению вообще» (*Ойзерман Т. И.* Проблемы историко-философской науки. М., 1969, с. 374).

Значение гносеологического подхода к философии исключительно велико. Но при этом необходимо учитывать то обстоятельство, что пока мы рассматриваем философию как отражение и познание действительности, т. е. пока мы отождествляем ее с другими видами познания, мы можем в лучшем случае сказать только о том, что физика или химия дают познание физических или химических законов, а философия — самых общих законов, что, следовательно, они различаются объектом отражения. Но почему существует философия как отличная от науки форма сознания, в чем состоит это различие и чем оно порождено — на эти вопросы гносеологический подход ответить не может.

Плохо не то, что развитие философии рассматривают как процесс накопления знаний, плохо то, что философию, ее закономерности сводят к закономерностям, тождественным развитию знаний, в конечном счете закономерностям науки и тем самым молчаливо отрицают существование философии как особой формы общественного сознания.

Чаще всего подобная точка зрения проводится непоследовательно, потому что исследователи чисто явочным путем вводят в свои рассуждения положение о специфичности философии как форме общественного сознания. При этом предполагается, что возможность органического включения этого положения в целостный теоретический аспект очевидна, или, по крайней мере, что установление такой возможности предшествовало данному исследованию и автор имеет право относиться к ней как к некоему факту теории. Но там, где указанное отождествление проводится вполне последовательно, не остается и места для рассмотрения философии как специфической формы общественного сознания. Так, исходя из того, что с возникновением марксизма философия стала научной, некоторые авторы заявляют, что «марксизм исторически верно решил вопрос о судьбе философии как формы общественного сознания, указав на ее неизбежный конец»¹⁵.

Естественно, что отдельные авторы возражали против отождествления науки и философии. Наиболее категорически писал об этом П. В. Копнин: «...философия стоит в ряду с другими формами общественного сознания: ху-

¹⁵ Потемкин А. В. О специфике философского знания. Ростов-на-Дону, 1973, с. 117.

дожественного, религиозного, научного, — а не включается просто в науку», поэтому вряд ли можно ограничиться утверждением, что «философия может и должна быть специфической наукой»¹⁶.

Однако в основном этот правильный тезис декларируется, а не доказывается концептуально, не выводится из целостного взгляда на общество. Такое доказательство возможно лишь с позиций общесоциологической теории философии и науки, позволяющей раскрыть их как особые общественные явления, сущность и дефиниция которых выводятся из концептуального взгляда на общество в целом.

Именно общесоциологический подход дает возможность показать, почему общество в интересах своего функционирования и развития порождает принципиально различные формы сознания. Вместе с тем он снимает ложную постановку вопроса, согласно которой тезис «философия — это наука» объявляется единственной альтернативой отрицанию познавательных возможностей философии, отрицанию научного характера марксистской философии. Кроме того, он дает возможность не просто констатировать, а раскрыть глубочайшую причину и сам механизм того процесса, который на определенном этапе привел к возникновению научной — марксистской — философии, и понять, почему развитие буржуазной философии (совершенствование логического и гносеологического ее аппарата, контакт с высокоразвитым естествознанием и т. д.) не придает ей научного характера, не снимает ее кризисного состояния.

Социологический аспект исследования. Исторический материализм как общесоциологическая теория позволяет исследовать каждое общественное явление как исторически необходимый компонент целостного социального организма, занимающий в нем вполне определенное место и выполняющий своеобразную социальную функцию. Общесоциологический подход к любому общественному явлению означает:

¹⁶ Копнин П. В. О природе и особенностях философского знания. — Вопросы философии, 1969, № 4, с. 124. В книге «Философские идеи В. И. Ленина и логика» П. В. Копнин подчеркивал, что философия отлична «не только от других наук, но и от науки вообще» (Указ. соч. М., 1969, с. 26). См. также: Махов А. С., Трошин Д. М. Роль и место философии в обществе. М., 1971.

1) выявление социальной потребности, породившей данное общественное явление, его материальной обусловленности;

2) определение места исследуемого явления в структуре исторически определенного социального целого;

3) установление относительно самостоятельных закономерностей развития данного явления, специфичных для него как особого и целостного общественного образования;

4) фиксацию социальной функции данного явления, его роли в жизни и развитии общества в целом.

Только такое исследование позволяет отграничить каждое явление общественной жизни от других, в том числе и от однопорядковых, внешне аналогичных, и тем самым дает теоретико-методологическую основу для тех наук, которые исследуют специфические особенности и внутренние закономерности их развития. Например, наука и философия или мораль и право, поскольку они рассматриваются в гносеологическом плане, предстают как своеобразные формы познания, отражения действительности, как нечто однопорядковое. Различия между ними сводятся в лучшем случае к различиям форм и предметов отражения. Не нужно особого глубокомыслия для обнаружения того, что объективные различия между природными и социально-экономическими процессами и свойствами им закономерностями порождают необходимость в разных науках. Но простой ссылки на своеобразие предмета отражения оказывается совершенно недостаточно, когда мы пытаемся объяснить различия, например, между физикой и моралью. Мораль возникает в обществе как своеобразная форма оценки и регулирования человеческих отношений. Физика же (как и другие науки) выполняет иные социальные функции — она обслуживает общественную практику определенными знаниями. Отсюда вытекает также различие по месту, занимаемому ими в обществе, по особенностям их развития и т. д. Не случайно, поэтому то, что все авторы учебных пособий по историческому материализму рассматривают как особые формы общественного сознания не только политические, правовые взгляды, мораль, искусство, религию, но и философию и науку.

Общесоциологический подход к структуре общественного сознания вскрывает в нем два различных компонента. Прежде всего — совокупность знаний, приобретающих на

известной ступени развития общества характер научно-теоретического знания¹⁷. Эмпирические знания, а затем и наука возникли на основе творчески преобразующего отношения человека к действительности, поскольку очевидно, что целенаправленно воздействовать на природный или социальный объект и добиваться желаемой цели можно лишь с помощью знаний об объекте и путях и средствах его преобразования. Познание, следовательно, появляется на основе человеческого интереса. Но суть дела в том и состоит, что этот интерес может быть реализован только на основе знаний, независимых от интереса. Специфика науки состоит, следовательно, в том, что она возникает на основе потребности в объективных знаниях, занимает в структуре общественного сознания место особой формы, специальной функцией которой оказывается познание объективной истины, обслуживание общества необходимыми ему знаниями. В. И. Ленин подчеркивал, что основной функцией науки является объективное отображение действительности, что она должна изобразить действительный процесс.

Наука возникает на основе познавательного отношения. Это отношение опосредуется социальными отношениями людей. Но только в том смысле, что последние определяют, на что направлен познавательный интерес, как используются полученные знания, какие теоретические, и особенно мировоззренческие, выводы делаются из добытых знаний и т. д. Содержание же добытых знаний не зависит от людей. Конечно, наука как целостное общественное явление включает в себя такие отрасли знания, которые весьма существенно отличаются друг от друга. Достаточно напомнить о различном соотношении классовой, партийности в естественных, технических и общественных науках или об их разном отношении к базису

¹⁷ Понимая различие между словом «знание» и «наука», здесь и далее мы не всегда строго подчеркиваем это различие в связи с тем, что одна и та же социальная потребность и вызывает к жизни знания, и превращает их на определенном этапе развития общества в «систему знаний», в «науку». Ввиду того, что в дальнейшем мы будем сопоставлять науку и идеологию, мы также не считаем необходимым специально фиксировать внимание читателя на структуре знания, в частности на различии объективных и ценностных компонентов знания. Это различие нужно проводить строго в тех случаях, когда философия рассматривается только как система знаний.

и надстройке. Но при всех своих различиях ни одну из этих отраслей знания мы не выводим за рамки науки.

Иной характер носит отношение человека к действительности, на основе которого и возникает тот компонент общественного сознания, который мы называем идеологией.

Целью познания является отражение объекта, его свойств, закономерностей так, как они существуют независимо от субъекта. Что же касается идеологии, то в ней отражается (осознается) именно человеческое (социальное) отношение к объекту. Это отношение к объекту детерминировано социальными условиями, системой экономических отношений и вытекающими отсюда интересами. Идеология представляет собой более или менее систематизированную совокупность идей, взглядов, отражающих действительность через призму социальных (в классовом обществе — классовых) интересов, и выражается в шести различных идеологических формах — политическом сознании, правосознании, морали, религии, художественных взглядах и, наконец, философии.

Идеология и наука как определенные общественные явления имеют свои законы возникновения, функционирования и развития. Идеология характеризуется прежде всего несовместимостью классово-враждебных идеологических взглядов, например, буржуазных и пролетарских. Законом развития идеологии является идейная борьба, в которой критерий истинности или ложности обычно необходимы, но недостаточны для критического опровержения той или иной идеологической концепции, в то время как ценность научного знания определяется исключительно степенью его истинности¹⁸. Наука и идеология различаются средствами преодоления ошибок. Например, сколь бы ошибочным не было идеалистическое решение основного вопроса философии в современной буржуазной философии, оно не будет преодолено до тех пор, пока не будут преодолены те социальные истоки, которые вызывают к жизни и питают данную философскую систему. Различен характер преемственности в науке и идеологии: если ученый «стоит на плечах» всех своих предшествен-

¹⁸ Истины, добываемые наукой, могут, конечно, иметь различную значимость. Это могут быть фундаментальные открытия или частные положения, но этой стороны дела мы здесь не касаемся.

ников, то идеолог того или иного класса берет лишь тот идейный материал предыдущего развития, который может быть использован для выражения идеологии определенного класса. Наука и идеология отличаются и механизмом их действительности. В науке действует в конечном счете лишь та теория, которая относительно правильно отражает объективный процесс. В идеологии же действует та идея, которая соответствует интересам определенных социальных сил (наиболее ярко это проявляется, конечно, в религии). Наконец, хотя, конечно, надо учитывать исторический характер развития науки, никто не говорит о пенаучности науки; идеология же может быть донаучной, научной и антинаучной.

Анализ закономерностей развития этих двух компонентов имеет важное значение и для понимания каждой формы общественного сознания, поскольку в каждой из них своеобразно переплетаются закономерности той и другой. Задача теоретического анализа форм общественного сознания состоит в том, чтобы выявить для каждой из них определяющую закономерность.

В век ожесточенной идеологической борьбы, когда наши идейные противники пытаются перенести сотрудничество в сфере науки на сферу идеологии, различение закономерностей функционирования и развития этих двух компонентов имеет не только теоретическое, но и практическое — политическое — значение.

Исследовать философию и науку в плане двух аспектов. Если все сказанное выше о двух аспектах исследования общественного сознания использовать для раскрытия специфики философии как социального феномена, то можно сделать следующие выводы.

Конечно, философию можно рассматривать как определенный вид отражения, познания действительности. Но такой, чисто гносеологический, подход не только не помогает решить вопрос о причинах, вызвавших к жизни различные формы общественного сознания, но и не позволяет даже правильно поставить его. При гносеологическом подходе специфика философского, нравственного, религиозного и т. д. сознания сводится соответственно к специфике философского, нравственного и т. д. знания. Понятие «сознание» отождествляется здесь с понятием «знание». Вопрос же о том, почему людям, помимо правильных, научных знаний, понадобились еще извращенные, напри-

мер религиозные, «знания», а кроме того, философские, нравственные, художественные, остается совершенно непонятным. Нам кажется, что первым условием правильного подхода к выяснению различий, существующих между философией и наукой и между каждой из них и другими формами сознания, является отказ от попыток сводить присущие им различия к специфическим формам познания.

Чтобы удовлетворить потребности общества в знаниях, возникает наука, и только наука. Философия, как, впрочем, и мораль, и другие формы сознания, возникает на основе специфических для каждой формы сознания социальных потребностей, без раскрытия которых невозможно правильно разобраться в особенностях этих форм. Философия, конечно, накапливает и содержит в себе немалые знания, но возникает она не на основе потребности общества в знаниях. Два обстоятельства мешают уловить это. Во-первых, то, что на ранних ступенях развития общества наука и философия еще не отдифференцировались. Это создает иллюзию, будто они возникли на основе одной и той же социальной потребности.

Во-вторых, то, что философы строили свои системы, сознательно нацеливая их на реализацию определенных познавательных задач. Это создает иллюзию, будто не только субъективно, но и объективно философия создается обществом для реализации потребности в знаниях. В связи с этим и возникает возможность отождествлять философию с наукой, а различие между ними сводить к специфике философского знания.

Только с позиций исторического материализма становится ясно, что философия — это особая форма сознания, возникающая на основе потребности в таком представлении о мире, которое вытекает из реального положения человека в этом мире. Поскольку же положение человека в мире и его отношение к миру определяются его классовой принадлежностью, постольку философия всегда выступала как теоретическое отражение и обоснование реального положения и вытекающих из него интересов конкретно-исторических классов, различных социальных групп. Именно поэтому философия всегда выступала и выступает духовным оружием в классовой борьбе.

Философия как особая форма сознания появляется в обществе на основе потребности в теоретическом, миро-

воззренческом обосновании интересов людей. Она возникает в классовом обществе, когда социальные проблемы начинают решаться в борьбе больших масс — классов, нуждающихся для своего объединения в идейно-теоретическом обосновании своих интересов. Но придать классовым интересам мировоззренческую теоретическую форму можно лишь тогда, когда, во-первых, особый интерес данного класса представлен как интерес всеобщий и, во-вторых, интересы, идеалы и стремления класса выведены из целостного представления о мире и выступают не как нечто случайное, а, наоборот, как необходимо вытекающие из сущности и природы самих вещей. Таким образом, философия в абстрактно-теоретической форме выражает наиболее общие идейные устремления различных классов, которые она обосновывает с помощью определенного понимания мира. Поэтому она выступает мировоззрением — философской идеологией класса.

В. И. Ленин подчеркивал, что за различными течениями в философии, которые нередко маскируются, «нельзя не видеть борьбы партий в философии, борьбы, которая в последнем счете выражает тенденции и идеологию враждебных классов современного общества. Новейшая философия так же партийна, как и две тысячи лет тому назад»¹⁹. И не случайно, авторы «Введения» к изданию «История философии», формулируя один из важнейших принципов историко-философского анализа, пишут: «Со времени образования в философии двух основных, противоположных друг другу направлений — материализма и идеализма — между ними постоянно происходит борьба. Эта борьба в конечном счете отражает классовую борьбу, происходящую в обществе, разделенном на враждебные классы, и являющуюся главной движущей силой общества, всех форм общественного сознания, в том числе и философии»²⁰.

Философия как форма общественного сознания есть мировоззрение, выработанное посредством решения вопроса о взаимоотношении материи и сознания, мировоззрение, в котором познавательное отношение человека к объекту складывается на основе идеологического отношения. Отсюда следует, что способность к объективно вер-

¹⁹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 380.

²⁰ История философии. М., 1957, т. 1, с. 9—10.

ному отражению действительности в решающей степени зависит от того, в какой мере субъективные интересы класса совпадают с потребностями объективного развития. Этим объясняется то, почему только идеологи рабочего класса выработали последовательно научную идеологию. Компонентом этой идеологии и является научная философия — наука об общих законах развития природы, общества и познания.

Выработать целостное и последовательное философское мировоззрение можно лишь тогда, когда дается ответ на вопрос о том, что такое мир, к которому принадлежим мы, люди, в чем состоит его единство, что в нем является первичным, основным, главным и определяющим.

Философия это такая форма сознания, в которой и процесс познания, и результат этого процесса служат средством теоретического обоснования социальных интересов людей. *Этим определяется и ее отличие от науки, и наличие у них общих черт, и ее специфическое место в системе идеологических форм.* Только философия, ставя и решая основной гносеологический вопрос, разрабатывает теорию познания мира, вскрывает гносеологическую природу понятий, в которых этот мир отражается и тем самым выступает особой сферой теоретического познания. В ней с необходимостью используются логические формы, присущие науке: теория, гипотезы, система логических доказательств, абстрактное мышление и т. д.

Сравнивая философию с наукой, можно, с одной стороны, выделить их различие, обусловленное своеобразием познавательного (в науке) и ценностно-идеологического (в философии) подхода к действительности, и, с другой — вскрыть наличие у них общих черт, поскольку философия, как и наука, выступает формой теоретического познания мира. Возможность абсолютизации одного из этих аспектов, присущих философии, является гносеологической основой двух крайних и в обоих случаях неправильных подходов к ней. В одном случае абсолютизируются присущие философии отличия от науки, в другом — общие их черты.

Вместе с тем из сказанного ясно, что в отличие от политической идеологии, правосознания, морали, художественных взглядов общества, не говоря уже о религии, только философия является такой формой идеологии, которая обосновывает реальные устремления классов с

помощью определенного теоретически обоснованного понимания мира. Поэтому даже тогда, когда философия обосновывает устремления реакционных классов и выступает в форме идеалистических конструкций, являющихся по выражению В. И. Ленина «рафинированной поповщиной», она все же представляет собой специфическое теоретическое построение и не включается в религию. Оценка идеализма как извращенного понимания действительности и раскрытие социальных корней такого отражения не снимают необходимости исследования и критического использования тех рациональных зерен, которые в нем имеются. Идеализм не может бороться с материализмом, а на определенных этапах истории и преодолевать его, не разрабатывая вопросы теории и не участвуя тем самым в развитии философского знания.

Специфика философии и ее отличие от науки с особой силой проявляются в том случае, когда мы вскрываем ее социальную значимость. Главная социальная функция философии в классовом обществе состоит в общетеоретическом обосновании интересов определенного класса путем концептуального выражения их на основе определенного понимания мира и отношения человека к действительности. Именно поэтому, сравнивая науку и буржуазную философию, В. И. Ленин учил: «Ни одному из этих профессоров, способных давать самые ценные работы в специализированных областях химии, истории, физики, *нельзя верить ни в едином слове*, раз речь заходит о философии»²¹.

Определяя философию как специфическую форму общественного сознания, мы имеем в виду, что этот вид мировоззрения теоретически разработан на основе постановки и решения вопроса о соотношении материи и сознания, природы и человека, объекта и субъекта. Наличие вопроса о взаимоотношении материи и сознания — это необходимый и главный атрибут данной формы общественного сознания. Поэтому-то Ф. Энгельс и определяет философию «как общее мировоззрение, основанное на определенном понимании отношения материи и духа»²².

²¹ *Лен и В. И.* Полн. собр. соч., т. 18, с. 363.

²² *Маркс К., Энгельс Ф.* Соч. Изд. 2-е, т. 21, с. 286; см. также: *Ленин В. И.* Полн. собр. соч., т. 18, с. 22.

Признавая решающую роль вопроса о взаимоотношении материи и сознания в структуре философии и решающую роль классовых корней в формировании и развитии основных ее направлений, мы можем сделать следующие выводы, которые дают возможность зафиксировать существенные различия в закономерностях развития философии и науки.

1. В философии есть основной вопрос, который делит всех философов на два лагеря на протяжении более двух тысяч лет. Нельзя говорить о закономерностях развития философии, не учитывая этого вопроса.

2. Как бы ни совершенствовались логический и гносеологический аппарат современной буржуазной философии, особенно под влиянием современной научно-технической революции, идеалистический ее характер не изменится.

3. Современная буржуазная философия, будучи компонентом буржуазной идеологии, может быть ликвидирована в конечном счете только путем устранения той социальной базы, которая вызывает ее к жизни и закрепляет ее существование.

Эти выводы еще раз подчеркивают тезис о том, что идеологическая закономерность развития в философии является основной, хотя и не единственной.

Сказанное выше не отменяет всю сложность взаимодействия философии и естествознания.

Во-первых, естествознание взаимодействует в данном случае с таким феноменом, который не только не отвлекается от социальной сущности субъекта, но и определяется этой социальной сущностью. Иначе говоря, естествознание, воздействуя на философию, не меняет ее социальной сущности.

Во-вторых, анализ философских систем показывает, что философия использовала достижения естествознания (а до его возникновения — знания вообще) для определенного решения вопроса о взаимоотношении материи и сознания, а реальные достижения науки истолковывала в связи с этим решением. Иначе говоря, достижения естествознания используются в интересах обоснования определенного мировоззрения. Материализм и идеализм в принципе по-разному относятся к естествознанию.

Философия есть прежде всего мировоззрение определенных классов, но выполнить свою функцию она может

только разрабатывая гносеологические и методологические проблемы своими средствами. Поэтому создание понятийного аппарата, усовершенствование форм мышления и т. д.— все это выступает в философии в качестве необходимого условия построения философской системы, а уж эта последняя через ряд посредствующих звеньев связывается с реальными устремлениями определенных классов. Поэтому различен и механизм влияния классов на науку и на философию: процесс познания в философии осуществляется главным образом на основе реальных интересов определенных классов, на основе их ценностного отношения к миру, в то время как в науке стимулирующее или деформирующее влияние классового мировоззрения проявляется на основе познавательного отношения к объекту. «Философскими безголовицами» назвал В. И. Ленин последователей махизма, которые заявляли, что они «ищут истину», и не видели, что борьба партий в философии определяется не поисками истины, а их связью с борьбой общественных классов.

Итак, теоретический анализ философии как формы общественного сознания фиксирует не только ее связь с познанием и идеологией, но и тот кардинальный факт, что познавательное отношение к объекту складывается в ней на основе идеологии, что доминирует в ней идеологическая сторона. Этот факт и определяет характер нашего отношения к буржуазной философии. В отличие от науки; сотрудничество в рамках которой возможно именно потому, что доминирующей стороной является система объективных знаний, непримиримая борьба с буржуазной философией определяется тем, что здесь доминирует партийно-классовая идеологическая сторона. Следовательно, сотрудничество в сфере науки не исключает борьбы против ее буржуазных идеологических наслоений, как и борьба с буржуазной философией не исключает критического освоения и сохранения объективных знаний, которые в ней имеются.

Возникновение марксистской философии показывает, что и здесь познавательное отношение к объекту складывается на основе идеологического к нему отношения: развитие философской мысли и научного знания на протяжении многих сотен лет (особенно в новое время) сделало возможным возникновение научной философии, но коренная причина ее появления заключается в особенно-

стях и исторической миссии рабочего класса: «Подобно тому как философия находит в пролетариате своё *материальное* оружие, так и пролетариат находит в философии своё *духовное* оружие...»²³. То же самое можно сказать о *функционировании* философии.

Основное назначение марксистско-ленинской философии состоит в том, чтобы служить духовным оружием в классовой борьбе рабочего класса. Но поскольку выполнить эту свою социальную функцию марксистская философия может только тогда, когда дает объективные знания, постольку научность этой философии в конечном счете есть функция ее классово-партийной устремленности.

Акцентирование научного характера марксистской философии не дает основания для вывода о том, что марксизм покончил с философией как особой формой общественного сознания. Оно дает возможность подчеркнуть ее принципиальное отличие от прочих философских систем *не только по содержанию, но и по механизму развития*. В частности, в самой природе марксистской философии как науки об общих законах природы, общества и мышления заложена необходимость и возможность ее постоянного развития. Как и всякая наука, научная философия не может функционировать, не развиваясь в соответствии с новыми данными науки и практики. Эти особенности марксистской философии дают достаточные основания для вывода о том, что только диалектический и исторический материализм может выступать интегрирующим началом все расширяющегося и дифференцирующегося современного знания, что только он дает объективно-истинную теорию и методологию познания.

Поскольку современный ученый сталкивается с существующей в современном мире антинаучной идеалистической философией, способной оказывать на него определенное воздействие своим конкретно-научным проявлением, постольку он должен овладевать марксистской философией для выработки ясной идейной позиции и непримиримости к буржуазной идеологии. Причем выработка острого, непримиримого, партийного отношения к буржуазной идеологии не означает простого нигилистического зачеркивания буржуазной философии. Поскольку специфика

²³ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 1, с. 428.

философии состоит в том, что она как форма идеологии обосновывает реальные интересы людей только с помощью теоретически разработанного, целостного понимания мира и места человека в нем, постольку и современная буржуазная философия выступает системой теоретических воззрений, имеющих определенные гносеологические основания. Особенно важно для ученого иметь в виду то, что она паразитирует на современных проблемах науки и ее завоеваниях, и потому подлинная критика, подлинное преодоление буржуазной философии предполагает правильную интерпретацию тех научных проблем, к которым она обращается.

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОТНОШЕНИЙ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ НАУКИ

Устойчивое внимание к исследованию различного рода проблем, связанных с наукой и научной деятельностью, характерно для современности. Превращение науки в один из ведущих факторов общественного прогресса делает весьма актуальным анализ ее действительных возможностей, ее роли в многообразных процессах социального развития.

Оценка научно-технической революции в документах нашей партии как глубокого переворота в развитии производительных сил, происходящего под воздействием науки, как главного рычага в развитии материально-технической базы социализма выдвигает перед марксистской социологией задачу всестороннего познания социальных закономерностей развития науки, выявления социальных факторов, способствующих ее росту и использованию всех ее достижений в интересах строительства коммунизма.

Марксистская концепция науки выделяет два основных аспекта ее изучения, хотя ими и не исчерпывается. Во-первых, логико-гносеологический аспект, когда наука исследуется как формирующаяся и развивающаяся система знания и познания. Во-вторых, социологический аспект, когда наука изучается как социальный институт, как определенная форма человеческой деятельности, протекающей в конкретных социально-экономических условиях. Важно отметить, что гносеологический и социологический анализ науки развивался, дифференцировался, приобретал новые измерения, становился все более объемлющим.

Объективной основой единства различных подходов к изучению науки является понимание ее как высшей формы познавательной деятельности человека. При этом кажется очевидным, с одной стороны, рассмотрение науки как определенного, завершенного результата в виде системы объективно-истинных знаний о мире и определение роли этой системы в истории общественного развития, а с другой — исследование науки как процесса становле-

ния, развития и формирования определенного, специфического вида деятельности по производству научных знаний, иными словами, различие результата деятельности и самой деятельности как действительности, как процесса.

Существенное различие этих двух срезов изучения науки мы постоянно наблюдаем в несоответствии имеющегося в общественном сознании в каждый момент времени образа науки, в значительной степени составленного по результатам научной деятельности, той действительной, повседневной, будничной жизни науки, которая обычно остается в тени, хотя именно она и выражает подлинную сущность науки. И, может быть, одна из задач науковедения в том и состоит, чтобы попытаться не просто совместить в единой картине различные аспекты исследования науки, но указать такой путь гармоничного развития ее образа, на котором результаты научной деятельности, их судьбы в обществе удачно совмещались бы с пониманием процессов творческой деятельности, действительных событий внутренней жизни науки. Поэтому, как нам представляется, определенную эвристическую ценность имеет понимание того, что результаты научной деятельности, хотя и обладают самостоятельной жизнью в обществе и, более того, формируют определенный образ науки, в сущности они еще не являются всей наукой.

Современная наука, рассматриваемая по ее результатам, воспринимается обществом в следующих трех основных измерениях. Во-первых, технологическое применение результатов науки делает ее непосредственной производительной силой. Во-вторых, результаты научной деятельности, представляемые и воспринимаемые в виде определенной системы знаний, являются неотъемлемой частью общественного сознания, одной из его форм, играющей многообразную роль в жизни общества, в формировании мировоззрения людей, в развитии человеческой культуры. Наконец, в-третьих, наука и деятельность в сфере науки воспринимаются как определенная реальность в виде социального института, необходимого для удовлетворения общественной потребности в объективно-истинных знаниях.

Институциональная интерпретация, подход к науке как к социальному институту; сложившемуся в качестве одного из необходимых условий (и, следовательно, резуль-

татов) развития научной деятельности, а также изучение новых закономерностей, приобретаемых наукой в процессе ее функционирования как социального института, являются сегодня актуальной задачей.

В сущности своей закономерности развития науки как социального института охватывают лишь те взаимосвязи общества и науки, которые воспринимаются обществом как значимые для его развития. Социальный институт науки существует в виде определенных форм ее общественной организации, обеспечивающих эффективность научной деятельности и использование ее результатов, а также системы норм, регулирующих отношения в сфере науки. Наука воспринимается здесь как «черный ящик», характеризуемый результатами, появляющимися на его выходе. В круг исследований ее как социального института не включается вся ее полнокровная внутренняя жизнь, изучение ученого как личности. Эти исследования носят селективный характер, будучи направлены на изучение общественно значимых позитивных и негативных результатов и последствий научной деятельности, существенных для функционирования и развития всего общества, его отдельных сторон и институтов.

Однако по мере все более глубокого изучения науки по результатам научной деятельности возникла настоятельная потребность в исследовании самого процесса научной деятельности, причем в самых различных планах, в том числе и в плане социологическом, одним из направлений которого является социология науки. Здесь следует заметить, что социологический аспект изучения науки и социология науки не тождественные понятия. Последняя исследует социальную сторону деятельности по производству научного знания. Она занимается конкретным исследованием системы отношений, возникающих в процессе движения научного знания от его зарождения до внедрения в общественное производство, т. е. исследованием внутринаучных отношений и отношений науки как деятельности с различными компонентами социального целого. Социология науки изучает реальную, действительную, сегодняшнюю социальную жизнь науки, рассматриваемую как процесс научной деятельности, человеческие факторы этого процесса, взаимоотношение индивидуальной и коллективной деятельности в науке и т. д.

Исследования в области социологии науки, конечно, не исчерпываются лишь эмпирическим изучением современной научной деятельности. В познании отношений, складывающихся в производстве научных знаний, в исследовании внутринаучных отношений, становления и развития специфики этих отношений социологи науки используют комплекс теоретических методов человеческого познания, достижения других — исторических, экономических, психологических, этических и т. д. — подходов к изучению науки, объединяемых в рамках науковедения. В этом плане социология науки оказывается одним из важнейших разделов науковедения как комплексного исследования науки, поскольку науковедение не может отвлекаться от социальных аспектов науки. По нашему мнению, социология науки является специальной, или частной, социологической дисциплиной, опирающейся на принципы исторического материализма.

Таким образом, социологический аспект изучения науки можно представить себе в виде двух уровней исследования — философско-социологического, исследующего науку с точки зрения достигнутых ее результатов и их судеб в обществе, и конкретно-социологического, или собственно социологии науки, изучающей науку как реальный, жизненный процесс развертывания научной деятельности.

Конечно, к противопоставлению результата научной деятельности ей самой, как и к различению философско-социологического и конкретно-социологического уровней исследования, следует подходить диалектически. Примером такого подхода может служить взаимодействие этих двух уровней исследования при рассмотрении понятия «научная деятельность» как центральной, ключевой категории в анализе социальных проблем науки.

Марксизм рассматривает научную деятельность как часть целостной предметно-преобразующей деятельности общественного человека, как ее звено, призванное удовлетворять потребность общества в истинных знаниях. Как звено — потому, что в специфически человеческом деятельном отношении к миру марксизм выделяет отдельные, относительно самостоятельные виды деятельности, отличные по своему характеру, месту, социальным функциям и роли в общественном развитии. Но вместе с тем философское понимание особенностей и закономерностей раз-

вития различных видов деятельности, в том числе и научной, возможно лишь на основе познания закономерностей, общих для всех видов преобразующей деятельности людей.

Все богатство духовной и материальной культуры человечества есть результат его предметно-преобразующей деятельности. И само социальное бытие существует лишь в совокупности различных форм предметной общественной деятельности. Так, производство, есть, по определению К. Маркса, не что иное, как «обмен деятельностей и способностей»¹, а законы его развития определяют в конечном счете деятельность людей в различных сферах общественной жизни.

Анализ предметной деятельности включает в себя исследование диалектики взаимосвязи ее с объективными условиями, в которых она протекает. Эти условия сами порождены предшествующей деятельностью, направленной на предметно-практическое освоение мира общественным человеком. Последующая деятельность исходит из условий и обстоятельств и преобразует их.

Таким образом, характеризуя эти взаимодействия, исторический материализм вскрывает объективную основу деятельности людей, что дает возможность не просто провозгласить, но обосновать идею социальной обусловленности всех видов деятельности, раскрыть их подлинную сущность.

В отношении научной деятельности даже буржуазные теоретики — как это явствует из известной дискуссии К. Поппера и И. Лакатоса с Т. Куном — стали подходить к пониманию того, что при объяснении процесса продуцирования научного знания деятельность в сфере науки не может быть представлена вне социально-экономических условий, поскольку именно последние определяют ее цели, задают технические и общекультурные (вненаучные) средства для их достижения.

Двумя основными, конституирующими характеристиками деятельности выступают ее предметность и общественный характер. Именно в предметно-практическом освоении мира общественным человеком проявляется единство материального и духовного, сознания и бытия, субъекта и объекта, теории и практики. Наука является

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 46, ч. I, с. 35.

й моментом этой деятельности, и одной из ее форм, назначение которой состоит в познании реальной действительности и в применении результатов этого познания для преобразования действительности в соответствии с человеческими целями.

Мы говорим о социологическом аспекте изучения научной деятельности прежде всего тогда, когда она исследуется в органическом единстве с совокупностью социальных условий, обстоятельств, а также отношений, возникающих в процессе этой деятельности. Поэтому изучение соответствующих в науке общественных связей, механизмов их влияния на те или иные виды и формы научной деятельности, рассмотрение научной деятельности в системе общественных отношений, специфики проявления этих отношений в науке, становления и развития научной деятельности как социального института — все это составляет основное содержание социологического анализа науки.

Отношения, возникающие в процессе научной деятельности, безусловно, специфичны. Их специфика заключается, по крайней мере, в трех существенных моментах, характеризующих также особенности самой научной деятельности. Во-первых, эти отношения складываются преимущественно по поводу идей, а не вещей. Во-вторых, они складываются в процессе творческой, а не репродуктивной деятельности. Наконец, в-третьих, они складываются в процессе всеобщего труда, а не только труда наших современников. Чтобы понять эту специфику, оценить ее место и роль в развитии научной деятельности, необходимо исходить из главного, основного фактора: отношения в сфере научного производства суть прежде всего часть отношений, существующих в обществе, а потому они во многом определяются характеристиками, едиными для всего комплекса конкретных общественных отношений.

Для решения наших проблем большое значение имеет работа К. Маркса «Экономические рукописи 1857—1859 годов». В ней имеется следующий набросок плана раздела, в котором К. Маркс хотел проследить взаимосвязь различных сторон общества с отношениями общения: «Производство. Средства производства и производственные отношения. Производственные отношения и отношения общения. Формы государства и формы сознания

в их отношении к отношениям производства и общения...»². По сути дела этот план является планом решения интересующей нас проблемы. Проведенный К. Марксом анализ материального производства, взятого в его специфической капиталистической форме, позволил «понять характерные особенности соответствующего ему духовного производства и взаимодействия обоих»³.

Материальные отношения, объективно возникающие в процессе производства,— это отношения между различными видами общественного труда, отношения собственности, обмена, распределения, потребления. Особые, присущие именно данной эпохе отношения производства К. Маркс учит рассматривать как «то общее освещение, в сферу действия которого попали все другие цвета... тот особый эфир, который определяет удельный вес всего того, что в нем имеется»⁴. В целостном процессе общественного производства жизни людей производственные отношения дополняются многообразной системой общественных отношений. Эти отношения расцветивают, придают многокрасочность и жизненность, плоть и кровь скелету материальных, производственных отношений, обогащая и дополняя их спектр всей гаммой социальных отношений — политических, правовых, моральных и пр.

Система реальных отношений определяет в конечном счете и формы духовного общения между людьми, и, в частности, то общение по поводу производства новых научных идей, которое занимает преимущественное место в научной деятельности, составляя одну из ее специфических черт. Если забыть про эту связь, то общество, как отмечали К. Маркс и Ф. Энгельс, превратится в «салонное общество, в котором... происходит общение только посредством фраз, но нет никакого действительного общения»⁵.

Для нашей темы интересным является то, что отношения общения выступают как «действительное общение» лишь в деятельности. «Формы общения,— писал К. Маркс,— порождаются развитием производства

² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 46, ч. I, с. 46.

³ Там же, с. 279.

Там же, с. 43.

Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 3, с. 265.

и не могут реализоваться иначе, как в деятельности конкретных людей»⁶.

Деятельность постоянно воспроизводит общественные отношения, кристаллизует, реализует отношения общения в различных узлах, комплексах, совокупностях вокруг тех или иных своих видов. Эти образования могут затем классифицироваться по сферам общественного производства жизни людей: сфера материального производства, сфера духовного производства, сфера управления и сфера воспроизводства рабочей силы. Комплексы общественных отношений могут формироваться по отдельным социальным институтам и видам общественной деятельности и т. д. В свою очередь развитие отношений в процессе деятельности может привести к существенным изменениям самого ее характера.

В этом плане большой интерес представляет, в частности, рассмотрение истории включения науки в систему общественных отношений, а также развитие системы отношений в самом процессе научной деятельности. Всю историю развития познания можно разбить на четыре периода. Если не повторять определение известных основ такого деления, обусловленных этапами развития производительных сил и всего материального производства, то фактическая сторона дела будет выглядеть так:

I период охватывает развитие познавательной деятельности вплоть до XVI в. В этот период познавательная деятельность развивается в рамках социальных организаций и институтов, неадекватных научной деятельности (религия, философские школы, средневековые университеты и т. д.). Вследствие общего низкого уровня знания, разрозненности познавательной деятельности, осуществляемой усилиями небольшого числа индивидов и т. д., получаемые ими результаты носят фрагментарный, отрывочный характер. Истина и вымысел, рациональное и мифологическое сосуществуют, дополняя друг друга. Все это не позволяет еще говорить о науке как о чем-то целостном в социальном плане, о науке как об организованной в рамках общества специфической деятельности людей, о науке как о самостоятельном социальном институте.

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 3, с. 19.

II период охватывает развитие научной деятельности в XVI—XVII вв. Это — время первых научных революций, возникновения естествознания. Развитие научной деятельности проходит в рамках новой, двухмерной системы отношений: отношений к природе, диктующей свои законы развитию научной мысли, и комплекса общественных отношений ученого, осознавшего себя как личность, понимающего свою особую роль в получении новых научных знаний, формирующего свои представления о месте и роли знания в современном ему обществе. Исследователи природы представлены уже специальной группой людей, профессионально занимающихся ее изучением, познанием ее закономерностей. Они осознают воздействие общества (в виде требований института образования или отдельных образованных лиц, меценатов и пр.) на науку и вынуждены считаться с этим воздействием. Вместе с тем все большее значение начинают приобретать внутринаучные ценности и ориентации, порождаемые требованиями развивающихся научных знаний и все более тесным общением и совместной работой сообщества исследователей. Таким образом, здесь происходит постепенный процесс становления науки как определенного вида профессиональной деятельности, оформляющейся в соответствующий социальный институт, хотя общество еще и не осознало своей заинтересованности в собственно научных достижениях. Во всяком случае, развивающиеся в недрах феодализма капиталистические отношения, новые общественные потребности порождают условия, при которых складываются необходимые предпосылки для становления науки как социального института.

III период — XVIII — первая половина XX в. — определяется тем, что теперь научная деятельность развивается уже в трехмерной системе отношений: отношений к природе, отношений между учеными (как членами профессиональной группы) и, наконец, заинтересованного отношения капиталистического общества — в связи с развитием машинного производства — к науке, главным образом к ее результатам и достижениям. Здесь меняется не только система координат, но и сами координаты. Господствующие классы уже не безразличны к науке, они заинтересованы в ней, стремятся использовать научные достижения. Наука приобретает все большее практическое значение, оформляется в специфический вид деятельно-

сти, в социальный институт со своими особыми внутренними отношениями, несводимыми и неразрывными во всей совокупности общественных отношений. В соответствии с трехмерной системой отношений, в которых формируется и функционирует научная деятельность, определяются три группы отношений, характеризующих ее развитие: отношения к объекту изучения — предметному и социальному миру, отношения внутри науки (между учебными и научными институтами) и отношения науки с обществом, его различными социальными институтами. Важнейшим рубежом, открывающим возможности гармонического взаимодействия отношений социального института науки и общества в этот период, является возникновение научного социализма, вначале в теории, а затем и на практике.

IV период — вторая половина XX в. — характеризуется новым существенным изменением положения науки в системе общественных отношений. На этот раз поводом для изменений являются результаты развития науки и практическое применение ее достижений. Триумфальное развитие науки, потрясающие успехи, достигнутые ею во всех областях знания, порождают научно-техническую революцию, представляющую собой качественный переворот в современных производительных силах. Научно-техническая революция обостряет противоречия капитализма и вызывает ряд новых противоречий и конфликтов (ситуация экологического кризиса и т. д.), которыми характеризуется современный этап общественного развития и которые своеобразным образом преломляются и отражаются во всей сфере науки, поскольку она включена в систему буржуазных общественных отношений. В этих условиях вера во всемогущество человека, основанная и воспитанная на вере в современную науку и ее достижения, оборачивается беспомощностью, скептицизмом, неверием в науку. В сегодняшнем мире только социализм как гуманистическая и рациональная общественная система указывает на реальные возможности выхода из этой тревожной ситуации.

Но что и как формирует и передает, воссоздает вновь систему специфических для научной деятельности отношений? Что выступает в качестве необходимой связи, обеспечивающей единство и целостность развития научной деятельности в современных усложняющихся системах

общественных отношений? Представляется, что такой цементирующей основой служат сама специфика познавательной деятельности и связанная с ней технология научных исследований, т. е. способы и методы их проведения, организации работы ученых.

Технология научных исследований определяется, с одной стороны, развитием производительных сил, а с другой — свойствами изучаемого объекта науки и уже достигнутыми научными результатами. Учитывая специфику объекта исследования и определяясь общественными потребностями и возможностями, технология научных исследований является важнейшим фактором формирования отношений в сфере научной деятельности, своеобразным аналогом, специфическим вариантом преломления производительной техники в сфере научного производства.

И действительно, описание и наблюдение как основные методы и способы исследования на первом из выделенных выше периодов дают нам вполне определенный тип познавательной деятельности и соответствующую ему систему отношений. Распространение эксперимента в научных исследованиях порождает уже собственно науку и иную систему отношений. Технизация исследований и все более широкое распространение коллективного труда в современной науке формирует новый ее облик и новую систему отношений в ней.

Однако необходимо отметить, что ключ к пониманию общественных отношений в сфере производства научных знаний в конечном счете лежит вне науки, определяется всей системой господствующих общественных отношений. Социально-экономические законы развития общества, прогресс производительных сил, общие достижения культуры и науки, взятые в совокупности, образуют тот скелет, ту матрицу, ту систему координат, которые формируют и определяют систему общественных отношений в науке на каждом этапе общественного развития.

Включение науки в систему общественных отношений для каждого этапа развития общества своеобразно и всегда конкретно. Специфика этого процесса во многом определяется сравнительно большим акцентом на личностных моментах общения, поскольку научная деятельность есть разновидность творческой деятельности, которая была и пока остается деятельностью индивидуальной. Поэтому в формировании системы внутринаучных отно-

шений существенную роль играют такие факторы, как интерес, потребность, мотив, цель. Именно они в реальных конкретно-исторических условиях обеспечивают выбор человеком науки как сферы своей деятельности, определяют эффективность этой деятельности.

Включение личности, человека, его психологии в эту схему, широкое развертывание всесторонних исследований науки, начатое в 50-х годах, и те результаты, которые получены в ходе этих исследований, позволяют перейти к созданию конкретных моделей системы отношений в сфере науки или, по крайней мере, к их типологии. Естественно, все эти модели не могут носить исчерпывающего характера. Также и предлагаемая нами модель системы отношений в науке носит сугубо предварительный, рабочий характер и не претендует на абсолютность или завершенность.

Самым простым основанием типологии отношений в сфере науки является разделение их на: 1) отношения между обществом и наукой, включая отношения, выражающие влияние науки на общество, и 2) все виды внутринаучных связей, возникающие в процессе функционирования и развития науки как сферы духовного производства. Эта типология носит слишком общий характер и не ориентирует на изучение «механизма» деятельности в сфере науки, что, на наш взгляд, существенно ограничивает ее значимость. При попытке выведения каких-либо устойчивых параметров процесса научного производства исходя из критерия преимущественной направленности отношений, мы сталкиваемся со множеством трудно разрешимых задач, ибо разнонаправленность связей характеризует почти все ее сферы и уровни чрезвычайно разветвленной и сложной системы отношений научной деятельности.

Второй возможный способ классификации отношений — по их характеру: отношения экономические, технологические, нравственные, правовые и пр. Здесь предмет исследования более конкретен, а возможности решения задач более наглядны, более ощутимы. Однако следует иметь в виду, что на разных уровнях и в различных сферах научного творчества характер взаимосвязи и взаимодействия этих отношений очень конкретен, поскольку находится в жесткой зависимости от ситуации деятельности. Поэтому от глобального, «сквозного» рассмотрения раз-

личных типов отношений необходимо перейти к более локальной задаче рассмотрения точно зафиксированных определенным способом пучков (узлов) этих отношений.

Одним из способов выделения такого рода узлов можно было бы считать подразделение отношений, учитывающее соответствующее разделение научных исследований на этапы — фундаментальных исследований, прикладных исследований, разработок и производственных исследований. Хотя подобное разделение достаточно обосновано, следует, однако, учесть, что внутри границ этих этапов случаются существенные «возмущения» в содержании исследований и возникающих взаимосвязях, приводящие часто даже к «перевертыванию» системы отношений, характерной для данного этапа (например, в ходе прикладных исследований возникают фундаментальные проблемы). Это является естественным следствием различного положения, места и роли отдельных видов научного исследования в процессах общественного развития и разной степени удаленности их от материального производства как ведущего момента развития общества и науки.

Нам представляется, что наиболее целесообразным способом фиксации узлов отношений в процессе научного производства служит их типология на основании степени общности интересов, проявляющихся в деятельности реальных субъектов, носителей этих отношений. Интерес представляет собой практическое, активное отношение субъекта к объективным условиям его деятельности. Он выступает движущей силой деятельности, важным моментом ориентации при определении и постановке цели, а также одним из критериев оценки и выбора вариантов деятельности, их результатов. В этом случае предлагаемая типология отношений будет иметь следующий вид:

I. *Отношения общества к науке, вытекающие из общесоциальных потребностей и интересов.* Эти отношения возникают в результате развития в рамках общественно-го разделения труда специального вида деятельности, направленной на удовлетворение потребности общества в знаниях. Они представляют собой своеобразное силовое поле, в котором происходит разработка научных идей от их рождения до внедрения в практику. Ими охватывается вся совокупность условий и возможностей, предоставляемых обществом для развития науки в данной общественно-экономической формации, в данную эпоху, в данной

стране. В наиболее общем виде они определяются характером социально-экономического и политического строя, уровнем развития производительных сил, структурой последних, наличными людскими и природными ресурсами, размерами государства, его географией и пр.

Данный тип отношений проявляется во взаимодействии организаций, групп, систем, функционально связанных друг с другом задачами производства и определения способов применения научных знаний. Сюда входит весь круг отношений, складывающихся в процессе производства научных знаний между научными организациями и различными видами социальных институтов и организаций, отношений значимых, если их рассматривать с точки зрения социальных интересов. Предельным случаем этих отношений оказываются отношения суммы организаций и социальных институтов в рамках общества в целом со всей сферой научного производства. Все эти отношения проявляются во взаимодействиях между людьми, которые выступают как члены и представители определенного общества, класса, нации, страны, эпохи и т. д.

II. Отношения, вытекающие из групповых научных интересов, основывающихся на специфике научной деятельности. Эти отношения отражают интересы научных коллективов разной степени общности, различных научных организаций, институтов и т. п. Они складываются между научными организациями, а также между последними и другими социальными организациями, рассматриваемыми и значимыми, непременно с точки зрения групповых научных интересов. Конечно, эти отношения также реализуются в процессе общения и деятельности людей, но по своему содержанию и характеру они суть отношения коллективов.

Наличие определенных групповых научных интересов, выражение которых поручено специально уполномоченному лицу или отдельным лицам, является основным отличительным признаком этого типа отношений. Осуществляя отношения этого типа, личности выступают как члены определенных групп, научных коллективов. Личные отношения в этом случае деформированы вектором коллективного интереса и обычно регламентированы.

Уровень отношений между коллективами включает в себя отношения технико-производственные, экономические, политические, правовые, нравственные, эстетические

кие, национальные и т. п. Однако иерархия их значимости, их взаимоотношения и связь, их содержание и проявление существенно отличны от таковых на уровне общесоциальных и межличностных отношений. Понимание и оценка значимости этого момента — одна из важных задач, подлежащих исследованию.

III. *Отношения, вытекающие из личных научных интересов ученого*, образуют уровень, точнее, тип или «срез», соответствующий исключительно межличностным отношениям участников процесса производства знаний, выполняющих определенную работу в рамках общественного разделения труда и объединенных интересами, складывающимися на основе этого процесса. Отличительным признаком этого типа отношений является отсутствие в них моментов, характеризующих появление определенных полномочий и вытекающих отсюда прав и обязанностей на представление каких-то стоящих за личностью организованных сил: коллективов, институтов и т. д. Такие отношения обусловлены спецификой научного производства и положением его участников как определенных, равноправных перед лицом науки, индивидов, обладающих, правда, разными способностями, творческими достижениями и пр. Данный узел отношений складывается вокруг ученого как определенной творческой личности и замыкается рамками его научных интересов. Индивид вступает в подобные отношения, представляя только самого себя.

Тип личностных отношений имеет сложную структуру и может быть разделен, в частности, на отношения технико-информационные, идеологические, нравственные, эстетические и пр. В совокупности своей они составляют то, что принято называть микроклиматом науки: это — условия функционирования данного индивида как творческой личности, условия формирования и выражения своего Я научным работником.

Мы предложили выделение трех основных типов или «срезов» рассмотрения отношений, складывающихся в процессе производства научных знаний: отношений межличностных, межколлективных (организованных) и социальных (на макроуровне). Конечно, абсолютно жесткое разграничение этих типов отношений провести невозможно. Все они суть известного рода абстракции, «идеальные типы», которые в реальном процессе получения научных знаний тесно взаимосвязаны и переплетены.

Однако как своеобразный методологический прием, имеющий целью упорядочение исследования, рассмотрение отношений, складывающихся в процессе производства научных знаний в трех указанных аспектах или «срезах», на наш взгляд, вполне допустимо и целесообразно.

Чем же интересна и удобна предлагаемая здесь типология отношений?

Во-первых, привязывание отношений к определенному субъекту придает необходимую действенность, практическую значимость, известную направленность наметаемому исследованию. В обществе нет «безымянных», ненаправленных связей, и попытка рассмотрения их в качестве таковых заранее во многом обречена на неудачу. Различные отношения неизбежно несут на себе отпечаток свойств субъекта, своего адресата, и это обстоятельство нельзя не учитывать в процессе исследований.

Во-вторых, эта типология отношений позволяет значительно расширить область отношений, реально вовлекаемых в процесс исследования. Вместо бесконечной цепи рядом полагаемых отношений она позволяет рассматривать отношения в виде групп, определенных подсистем, концентрирующихся вокруг конкретного субъекта как их носителя. В рамках предлагаемой типологии можно органично провести более конкретную, детальную классификацию отношений и по их другим основаниям, например по качественным свойствам (технологические, экономические и пр.), направленности (внутринаучные, внешние и пр.), своеобразию видов и этапов исследования и т. д.

В-третьих, наша типология позволяет наиболее адекватно отразить специфику научного производства и особенности его взаимосвязей с обществом, поскольку специфика эта коренится, на наш взгляд, не в каких-то отдельных чертах и свойствах единичных отношений, но в целом их комплексе, различном для разных уровней исследования.

Наконец, в-четвертых, она обеспечивает большие возможности идентификации результатов исследований отношений, возникающих в процессе научной деятельности в различных странах.

Три основных типа отношений в процессе производства научного знания и предлагаются нами в качестве модели при анализе системы общественных отношений в науке. Развитие и конкретизация этой модели предпола-

гает дальнейшее развертывание социологических исследований науки. В этой связи нам хотелось бы обозначить характер проблем, возникающих в ходе развития современной науки, трактуемой как специфический вид деятельности.

Социологические исследования науки имеют как теоретическое, так и прикладное значение. Теоретическое — поскольку исследование деятельности в сфере науки и складывающихся в ней отношений дает возможность понять и объяснить эти отношения, выявить их взаимосвязь с системой социальных отношений данного общества. Прикладное — поскольку социологический анализ науки имеет существенное значение для решения практических задач упорядочения и оптимизации научной деятельности, повышения ее эффективности. Эти два аспекта следует различать, но не противопоставлять друг другу, ибо многие сугубо теоретические проблемы возникают в связи с решением, казалось бы, чисто практических задач. Поэтому мы коротко остановимся на рассмотрении и теоретических, и некоторых практических вопросов, в решении которых должна сказать свое слово социология науки⁷.

Прежде всего следует отметить, что на разных уровнях организации науки действуют разные факторы и возникают своеобразные проблемы. Так, если речь идет об успехах научной деятельности отдельного ученого, то здесь возникают проблемы квалификации, таланта, нравственных качеств, ответственности, преданности науке, увлеченности своим делом и т. д. Но ныне успех зависит не только от отдельного человека. Как правило, ученый работает в коллективе. Его труд вливается в работу коллектива, но эффективность деятельности последнего — лаборатории, группы, сектора или института — не есть простая сумма усилий его членов. Здесь велика роль ор-

⁷ Более глубокий, развернутый и обстоятельный анализ некоторых из этих проблем можно найти в серии книг «Науковедение. Проблемы и исследования», выпускаемых издательством «Наука» в течение ряда лет преимущественно, но не исключительно на базе разработок сотрудников Института истории естествознания и техники АН СССР. См., например: Эволюция форм организации науки в развитых капиталистических странах. М., 1972; Социально-психологические проблемы науки. М., 1973; Социологические проблемы современной науки. М., 1974, и др.

организации работы научного коллектива, стиля и уровня руководства им, характера отношений и творческой атмосферы в нем. Этими вопросами должна заниматься социология науки. «Организации науки нельзя давать развиваться стихийно, нужно изучать закономерности коллективной научной работы... Необходимо приспособить нашу организационную систему научной работы для коллективной работы и поощрять этот характер работы»⁸, — отмечает крупный советский ученый и организатор науки П. Л. Капица.

По ходу движения научной идеи от ее зарождения и до внедрения в производство возникает сложный комплекс отношений не только в рамках самой научной деятельности, но и между наукой и производством, наукой и обществом. Упорядочение этих отношений (например, организация информационной службы, системы финансирования науки, проведение соответствующей научной политики и т. д.) — это проблемы совершенно иного порядка. Они решаются в рамках управления наукой в масштабах страны.

Наука сегодня стала столь обширной и сложной системой, что для решения проблем организации управления на различных уровнях недостаточны личный опыт, интуиция и т. п. Здесь необходим строгий научный подход, опирающийся, в частности, и на результаты исследований социальных аспектов научной деятельности. Он поможет выработать гибкие формы управления, позволяющие быстро реагировать на возникающие новые потребности науки и производства, создавать систему отношений, способствующую всемерному развитию творческой инициативы научных коллективов и каждого творчески активного ученого.

Проблема организации научных исследований как на уровне научных коллективов, так и в масштабах всего государства — это важная социологическая проблема науки. Существо ее в том, что нужно заботиться об органичном сочетании стабильности организации с ее гибкостью, позволяющей организационно обеспечивать новые направления в науке. Большинство современных институтов, ведущих фундаментальные исследования, возникли либо в конце XIX — начале XX в., либо несколько

⁸ Капица П. Л. Эксперимент, теория, практика. М., 1974, с. 18.

позже, но на основе уже сложившихся традиций. Как правило, они представляют определенную науку или крупную ее отрасль. Сейчас такой принцип построения научных институтов даже фундаментального профиля приходит в ряде случаев в противоречие с современными потребностями науки, поскольку новым направлениям исследований все сложнее «завоевывать» себе место в рамках старых коллективов, устоявшихся организационных форм.

В результате старые институты постепенно разбухают, превращаются в скопление многочисленных подразделений, перестают быть управляемыми. Современная наука невозможна без известной централизации руководства и управления ею. Однако чрезмерная централизация порождает опасность бюрократизации науки.

Далее, процесс интеграции наук приводит к тому, что уже сейчас решение большинства крупных проблем требует комплексного подхода, участия специалистов самого различного профиля. Одним из путей реализации такого подхода является создание научных центров из группы самостоятельных проблемных или отраслевых институтов. В равной мере это относится к естественным, техническим и общественным наукам.

Необходимо изучить и вопрос о совершенствовании внутренней структуры самих институтов. Вероятно, в большинстве случаев проблемные лаборатории и проблемные группы лучше могли бы обеспечить решение назревших вопросов, нежели постоянные сектора, построенные по отраслевому принципу. Сюда же относится вопрос об оптимальном количественном соотношении между различными категориями научных работников внутри исследовательских коллективов, а также между научным и вспомогательным персоналом. Известно, как страдает дело, когда недостаток технического персонала заставляет научных сотрудников выполнять работу ниже уровня их квалификации.

От решения всех этих и многих других проблем зависят подчас темпы нашего продвижения вперед не только в области теоретической науки, но и в сфере технического прогресса. Мощный творческий стимул к их решению заложен в работах выдающихся советских ученых, организаторов науки. Эти работы чрезвычайно полезны по новизне, глубине, охвату и остроте постановки проблем

социологии науки, по опыту решения крупных научно-организационных задач⁹

Быстрое развитие науки выдвигает проблему мобильности научных кадров, их способности переключаться от исследований в одной области к исследованиям в другой, хотя и близкой. Как правило, высшее учебное заведение ориентируется на сложившийся уровень и запросы науки, а иногда даже и на вчерашние ее потребности. В результате молодежь, идущая в большую науку, зачастую оказывается неподготовленной к успешной деятельности в ней не только теоретически, но и психологически. Специфика научного труда не может быть усвоена только из книг о жизни и творчестве ученых, хотя и они, конечно, способствуют этому. Чтобы приобщиться к этому труду, нужно окунуться в гущу процесса научного поиска.

Общение человека с природой опосредовано его общением с другими людьми. Ныне в условиях быстро возрастающей коллективности научного труда в психологии ученого происходят глубокие сдвиги. Они охватывают, в частности, его мотивационную сферу. Бескорыстная страсть к добыванию новых истин всегда являлась одной из самых могучих движущих сил научной деятельности. Увлеченность самим процессом научного творчества сочетается и с другими мотивами, такими, например, как стремление к самоутверждению, раскрытию своих возможностей как личности, материальному благополучию и пр. Эти мотивы не следует безапелляционно считать низменными. Возьмем, например, стремление прославить свое имя в истории человечества каким-либо открытием. Успех здесь всегда воспринимался и сейчас, конечно, воспринимается как высшая награда, несопоставимая по ценности с материальным вознаграждением. Но в наши дни ситуация становится иной, поскольку все больше появляется «безымянных» открытий, т. е. открытий, которые совершаются десятками людей. Очевидно, что вопрос об иерархии мотивов, движущих учеными, требует внимания, нуждается в социально-психологическом исследовании.

⁹ В этой связи необходимо всячески приветствовать выход книг видных советских ученых, в которых освещается также и широкий круг социологических вопросов развития науки. См., например: *Семенов Н. Н.* Наука и общество: Статьи, речи. М., 1973; *Капица П. Л.* Эксперимент, теория, практика.

НАУКА И ФЕНОМЕН ОТЧУЖДЕНИЯ

Диалектика далеких перспектив развития естествознания. Относительно общих, весьма удаленных (в историческом плане) перспектив развития естествознания сейчас высказываются две диаметрально противоположные точки зрения. Имеет смысл обсудить их обстоятельно, поскольку они в своей совокупности, по-видимому, до предела «заостряют» диалектическое противоречие между движением и покоем (в познании) и представляют собой современный аналог односторонностей, проявленных впервые в истории человеческого познания элеатами и Гераклитом.

Одна из этих точек зрения была высказана ученым, впервые успешно применившим квантовую механику к процессам самопроизвольного альфа-распада атомных ядер, инициатором использования теории информации в молекулярной биологии и одним из самых талантливых популяризаторов науки на Западе Г. Гамовым. Эта точка зрения, сформулированная остро и бескомпромиссно еще в 1957 г.¹ состоит в том, что естествознание в целом ожидает судьба географической науки. Как известно, в силу сферичности земной поверхности эпохи великих географических открытий закончилась сразу после того, как земной шар был обойден мореплавателями со всех сторон. Так уж устроен, так сказать, в своих глубинных топологических основаниях наш земной шар — экстенсивное, все более и более расширяющееся его географическое познание возможно только до определенного предела, после достижения которого наступает период уточнения деталей, усовершенствования, но ничего принципиально нового открыть нельзя.

Эта точка зрения в несколько более слабой и ограниченной форме, касающейся отдельных отраслей науки, неоднократно высказывалась в истории естествознания. Например, крупнейший физик конца прошлого века Ф. Жоли, отговаривая будущего основателя квантовой

¹ Transaction of the Institute of radioengineers, Ser. MIL-I, 1957, N 1, p. 2.

теории М. Планка от занятый теоретической физикой, утверждал, что в последней все фундаментальные открытия давно уже сделаны и остается только скучная повседневная работа по аксиоматизации и уточнению некоторых деталей. Примерно такими же были взгляды всех почтенных и маститых столпов механистического мировоззрения того времени — Дж. Томсона, У. Кельвина и др.

В более близкую к нам эпоху, в годы триумфа квантовой механики и теории относительности, некоторые позитивистски настроенные естествоиспытатели пытались представить эти теории как своего рода «потолок» развития человеческого познания, а В. Гейзенберг даже назвал свое знаменитое нелинейное квантовое уравнение для спинорной «праматериальной» субстанции, порождающей все элементарные частицы, «уравнением мира», чем заставил другого выдающегося физика Р. Ф. Фейнмана всерьез обсуждать вопрос о том, содержит ли это уравнение такие вещи, как лягушки, композиторы и мораль, или нет².

Диаметрально противоположная точка зрения на общие перспективы достижения единства научного знания принадлежит известному польскому писателю и научному публицисту Станиславу Лему³. Лем исследует возможности глобального, так сказать, «теоретико-познавательного» строения Вселенной и дает весьма пессимистическую оценку того, как научное познание повлияет в целом на человеческое общество. Он считает, что заранее нельзя исключить случай, когда различные области материальной действительности столь различаются своими фундаментальными закономерностями, что их познание будет все далее и далее отдалять людей друг от друга. В этом случае уже очень скоро каждый исследователь окажется в полном одиночестве — отделенным от своего ближайшего соседа по науке огромными белыми пятнами научного «ничто», т. е. еще не изученными, принципиально отличными от всех, уже известных, ни на что не похожими законами, принципами и явлениями. Каждый ученый будет все более и более замыкаться в своей узкой

² Другие, чисто специальные, физические подробности обсуждаются в кн.: *Компанеев А. С.* Кончится ли физическая наука? М., 1969.

³ *Лем С.* Сумма технологий. М., 1968.

области исследований, находить в ней все большее и большее количество важных, но частных подробностей, никак не связанных с другими областями знания, так что общение, контакты исследователей друг с другом будут постепенно слабеть, пока не станут совсем невозможными.

Параллельно этому процессу растущего отчуждения друг от друга людей науки будет идти параллельный процесс во всем обществе: оно все более и более будет насыщаться техническими новинками и усовершенствованиями, обслуживать и приводить в действие которые будут все большие и большие группы людей. Но их познания будут связаны только с данной областью техники, так что профессиональное общение между ними станет еще более затруднительным, нежели разговор о новинках своего дела, скажем, между современным радиоконструктором и фотографом или специалистом по лифтам и пилотом воздушного лайнера.

И поэтому Лем подробно исследует — пока что, к счастью, чисто фантастическую — ситуацию, когда общество, желая радикальным образом обуздать негативные социальные последствия все более и более углубляющегося в результате развития науки отчуждения людей друг от друга, решает на каком-то этапе своего развития прекратить все дальнейшие научные изыскания и пойти по пути существенного изменения основных естественно-научных законов той среды обитания, или, как говорят специалисты, «экологической ниши», которую оно к тому времени будет иметь (типа создания знаменитых «сфер Дайсона» вокруг звезд или полых искусственных спутников вокруг некоторых планет, о которых идет речь в известных гипотезах И. С. Шкловского относительно Фобоса и Деймоса — спутников Марса).

Хотя описанные выше две предельные ситуации в отношении общих перспектив развития естественных наук носят крайне односторонний и почти фантастический характер, реальная действительность современной буржуазной науки уже сейчас предельно остро и недвусмысленно выделяет некоторые негативные социальные аспекты развития научного знания. Очень ярко и выразительно об этом писал один из крупнейших ученых современности, создатель кибернетики Н. Винер в своей автобиографии «Я — математик», содержащей вообще большой и инте-

ресный фактический материал по данному кругу вопросов.

«Сейчас принято думать, что век одиночек и тем более свободных одиночек для науки уже позади. Большинство администраторов и значительная часть публики считают, что массовой атакой можно достигнуть чего угодно и что такие понятия, как вдохновение и идеи, вообще устарели.

Это стремление к массовым атакам психологически совершенно понятно. Ни широкая публика, ни великие администраторы не понимают внутренних процессов развития науки, но те и другие видят, как сильно она влияет на судьбы мира, и боятся ее. И те и другие хотели бы умственно кастрировать ученых, наподобие того, как в византийском государстве кастрировали правительственных чиновников. Более того, великие администраторы, не уверенные в собственных интеллектуальных силах, могут возвыситься, только низведя своих научных подчиненных до собственного уровня»⁴. И далее: «Я счастлив, что родился до первой мировой войны, когда силы и стремления ученого мира еще не захлестнуло волнами сорока лет катастроф. Я особенно счастлив, что не пришлось долгие годы быть одним из винтиков современной научной фабрики, делать, что приказано, работать над задачами, указанными начальством, и использовать свой мозг только во славу церкви, как использовали свои лены средневековые рыцари. Думаю, что, родись я в теперешнюю эпоху умственного феодализма, мне удалось бы достигнуть немногого. Я от всего сердца жалею современных молодых ученых, многие из которых, хотя и этого или нет, обречены из-за «духа времени» служить интеллектуальными лакеями или табельщиками, отмечающими время прихода и ухода с работы»⁵.

Гносеологические корни отчуждения: аспекты теории информации и теории алгоритмов. Итак, проблема общих перспектив развития научного знания оказалась связанной в социологическом аспекте с такой интереснейшей и труднейшей общеполитической проблемой, как проблема отчуждения, в решении которой у марксизма, как известно, имеются огромные и неоспоримые заслуги и традиции — совершенно уникальные в определенном плане во всей истории мировой философской мысли. Надо сказать

⁴ Винер Н. Я — математик. М., 1964, с. 347.

⁵ Там же, с. 343.

также, что в последние годы проблема отчуждения по целому ряду причин привлекла внимание представителей почти всех научных дисциплин гуманитарного профиля — о ней писали экономисты и искусствоведы, историки и философы, социологи и педагоги, юристы и психологи.

При всей важности самых различных частных аспектов этой проблемы, обсуждаемых соответствующими специалистами, нам кажется, что во многих этих дискуссиях, к сожалению, отсутствовал один очень важный элемент — стремление теоретически объяснять с единой точки зрения неизбежное появление самого «эффекта отчуждения» в достаточно сложных, развивающихся системах. Чаще всего явление отчуждения трактовалось чисто социологически и эмпирически — как некое следствие «трагической диалектики», неизбежно присущей роду человеческому или, по крайней мере, некоторым этапам его исторического развития. Поэтому нам, отнюдь не предвещая вопроса или даже направления его дальнейшего обсуждения, хотелось бы развить здесь точку зрения, которая, как нам кажется, позволяет более ясно увидеть объективные основы этого явления в сложных, способных к самостоятельному развитию системах. В методологическом плане эта точка зрения следует идеям В. И. Ленина, высказанным им в «Философских тетрадах» относительно трактовки проблемы классовых и гносеологических корней идеализма.

Нам кажется, что в нашем случае методология исследований должна быть очень и очень близкой, подобной. Иначе философская наука слишком многое будет объяснять «происками» или «злым умыслом» — настолько много, что ее уже нельзя будет называть материализмом. Мы попытаемся указать на некоторые новые возможности реконструкции генезиса феномена отчуждения, обращая внимание прежде всего на его чисто гносеологические аспекты и почти не затрагивая социальные, классовые. Анализ классовых, социальных сторон деятельности сущности человека уже проведен достаточно основательно в марксистской философской литературе. Мы предполагаем его известным читателю и более того — полностью включенным в наши исходные позиции.

Материалистический анализ отчуждения, с точки зрения марксизма, должен обязательно включать рассмотрение объективных, не зависящих от воли и устремлений

людей факторов, связанных с самой природой развивающегося все далее и далее человеческого общества как некоторой самовоспроизводящейся и самоусложняющейся системы, с имманентно присущими таким системам структурами и закономерностями. Некоторые новые средства для более глубокого теоретического анализа систем подобного рода доставляет кибернетическое направление в современной науке — направление, занимающееся математизацией тех разделов научного знания, которые до сих пор — ввиду особой сложности и многосторонности их закономерностей — еще не дополнили свой методологический арсенал исключительно эффективными понятиями и алгоритмами современной математической науки. Абстрактный кибернетический анализ деятельности человека с помощью важнейших понятий и категорий четырех главных разделов теоретической кибернетики — теории информации, теории алгоритмов, теории автоматов и теории игр — как раз и будет основным средством нашего исследования.

Кибернетические науки предоставляют довольно уникальную возможность подойти к явлению отчуждения с помощью метода восхождения от абстрактного к конкретному. Этот путь движения теоретической мысли позволяет понять, что в исходных, наиболее общих и бедных содержанием информационных аспектах деятельности человека заложены лишь абстрактные возможности возникновения феномена отчуждения. И только потом и уже совсем другие — операциональные, алгоритмические — аспекты его деятельности, связанные с образованием, профессионализацией и специализацией, превращают эти абстрактные возможности в действительность, причем не только в индивидуальном, личностном плане, когда данный специалист превращается в «винтик» какой-то профессиональной «машины» — в «профессионального кретина», как писал некогда К. Маркс.

Аспекты деятельности человека, связанные со структурами социальных автоматов, позволяют, далее, понять феномен отчуждения уже во всей его конкретности, почти вещественной реальности. Именно социальные автоматы общественного мнения, моды, профессионального статуса и т. п. являются, по-видимому, тем пресловутым экзистенциалистским «ман», которым «живут» люди. И наконец, аспекты общей теории игр, особенно коалиционных,

показывают, что даже намеренно односторонний, первоначально чисто гносеологический подход к отчуждению совершенно неизбежно приводит к партийному, классовому рассмотрению «игры» каждой отдельной личности против всемогущих «автоматов отчуждения», к максимально конкретному социальному анализу и действию в конкретной политической ситуации в данной стране и на международной арене. Дальнейшая разработка этого кратко очерченного подхода позволит позднее, как мы надеемся, уточнить, конкретизировать более определенно и само понятие отчуждения.

Итак, с точки зрения общей теории систем и кибернетики исходным моментом возникновения всего комплекса явлений, которые мы связываем с феноменом отчуждения, выступают процессы на чисто информационном уровне человеческой деятельности. Все более и более убыстряющийся, увеличивающийся прямо-таки по гигантской экспоненте рост полной суммы всех наших достаточно конкретных познаний о природе, обществе и самом человеке как раз и служит тем исходным, так сказать, чисто «гносеологическим» материалом, на базе которого постепенно возникают и формируются все, даже самые тонкие и совсем интимные, стороны «эффекта отчуждения».

Почему проблема отчуждения в науке стала так остро именно в наши дни, а не в XVIII или XIX в., в эпоху, например, расцвета ньютоновой механики или классической электродинамики? Ответ здесь может быть только один: потому, что именно наше время, вторая половина XX столетия, является временем наиболее существенного «перекодирования» наукой и техникой всей окружающей нас обстановки. Электричество, телефон, радио, телевидение, бытовые удобства (паровое отопление, холодная и горячая вода, стиральные машины, холодильники и т. п.) ныне вошли в той или иной степени почти в каждый дом, стали повседневностью, а потому очень серьезным образом повлияли на быт, образ жизни, психологию, привычки и даже привязанности почти каждого человека на Земле. Если к этому добавить еще автомобили, метро, троллейбусы, воздушные лайнеры, сложнейшие системы развязки городского транспорта и новейшие автострасы, то мы увидим, что ныне каждого человека окружает почти совсем иной мир, нежели тот, который окружал его предка какое-нибудь столетие тому назад. С точки зрения

теории информации это и есть почти полное «перекодирование» повседневного окружения человека: оно стало гораздо более «насыщенным» нужными для функционирования всей системы в целом предметами — каналами связи, энергетическими и транспортными потоками и т. п.

Но общий, суммарный результат всего этого получается очень странным: американский физик Г. Маргенау сравнивает ситуацию, возникающую при форсированном внедрении последних достижений науки в капиталистическое общество с его возрастающим разделением труда, с возвращением, так сказать, на более высоком уровне исторического развития, на новом витке всемирно-исторической спирали, к шаманству, магии, знахарству и заклинаниям первобытных времен. Дикарь, как известно, не знал и не понимал силы огня, болезней, молнии и т. п. и поэтому создал целую систему магических и мистических верований, чтобы как-то приспособить свою психику к этим силам. Просвещение покончило с шаманством, мистикой и магией, но по мере массового и форсированного внедрения науки в повседневную жизнь они совершенно загадочным образом, постепенно и незаметно, стали вновь фигурировать в жизни людей, правда, в совершенно преобразованном, так сказать, радикально трансформированном виде. Ракеты и атомные и термоядерные бомбы, ЭВМ и антибиотики, реактивные лайнеры и средства (и системы) городского транспорта при все растущем разделении труда становятся столь же непонятными подавляющему большинству наших современников, как и молнии — нашим далеким предкам, жившим в эпоху палеолита. Отличие заключается в том, что сегодня новая магия вызвана к жизни самим человеком — он сам создал могучие силы преобразования и покорения природы и мечется теперь между ними, как муравей между гигантскими корнями деревьев⁶.

Следующим принципиально важным аспектом анализа гносеологических корней отчуждения представляется

⁶ И даже любовь — всемогущая и могучая некогда любовь мужчины и женщины — превращается в этих условиях каждодневных нервных перегрузок по переработке все новой и новой, все более и более необычной информации в эфемерное и ненадежное убежище от сложностей мира, в разновидность наркотика для подстегивания сдающей нервной системы, как это замечательно показано, например, в «Затмении» М. Антониони.

вопрос об алгоритмической структуре деятельности человека в условиях стремительного роста знаний об окружающем мире и способах его расширяющейся технической «переделки» в соответствии с определенными целями. Мы исходим здесь из того, к сожалению, несомненного эмпирического факта, что по мере дальнейшего углубления научно-технической революции каждодневная работа все большего и большего числа людей становится шаблонным функционированием по системе заранее заданных «алгоритмических» правил, почти всякое «творческое» отклонение от которых приводит или к браку, или даже к авариям и катастрофам.

При этом резко растущие темпы научно-технического прогресса в последние десятилетия сами создают новый класс проблем, разрешение которых представляется довольно трудным для всякого современного общества, вооруженного новейшей, динамично изменяющейся техникой. Дело в том, что в наше время уже не реже, чем раз в 10—15 лет происходит почти полное техническое перевооружение каждой ведущей отрасли народного хозяйства, означающее для занятых в ней людей почти полный пересмотр свода алгоритмических правил их действий при выполнении соответствующих работ. В наиболее бурно развивающихся областях техники, таких, как электронные вычислительные машины, радио, прикладная электроника, новейшие виды транспорта и т. п., каждое новое поколение людей сталкивается с совершенно новым типом технических устройств, основанных на использовании принципиально новых физических процессов. Типичные примеры такого почти полного переоснащения ведущих областей техники — происшедший совсем недавно переход радиотехнической и электронной промышленности от производства и использования вакуумных ламп к полупроводниковым транзисторам и происходящий сейчас, прямо на наших глазах, переход в этих областях народного хозяйства от постепенно устаревающих транзисторов к так называемым интегральным схемам.

С точки зрения дальнейшего углубления понимания всех аналогичных и, на наш взгляд, весьма существенных для будущего всего человечества процессов (пока что выступающих в современных науках об обществе как чисто эмпирический факт) огромный интерес представило бы обстоятельное конкретно-социологическое исследование

внутри различных профессиональных групп всех без исключения социально-психологических факторов, затрагиваемых такого рода революционными изменениями современной промышленной технологии. Пока же мы можем только констатировать, что для каждого конкретного индивида именно слишком устоявшиеся, застойные операционально-алгоритмические аспекты его деятельности, складывающиеся в процесс образования, профессионализации и специализации, превращают абстрактную возможность возникновения отчуждения, имеющую своим источником информационные аспекты человеческой деятельности, в подлинную, действительную, объективную реальность. Именно это имел в виду К. Маркс, когда писал о «профессиональном кретинизме» всякого специалиста — «винтика» любой профессиональной «машины», о необходимости воспитания универсально развитого, гармонически образованного человека коммунистического общества как единственном способе преодоления отчуждения и, наконец, о глубокой диалектике самого движения человечества к этой цели (см. вопрос о том, кто учит учителей, в «Тезисах о Фейербахе»).

Дальнейший генезис явления отчуждения: аспекты теории автоматов и теории игр. С точки зрения применения в общественных науках теоретических конструкций общей теории систем и кибернетики наибольший интерес представляют, нам кажется, принципиально важные результаты, полученные крупнейшим математиком XX в. И. фон Нейманом в классификации достаточно сложных автоматов, особенно способных к самовоспроизведению и к усложнению, и имеющие первостепенное значение для всех наук, занимающихся изучением систем, способных к долговременной эволюции и целенаправленному развитию. Мы имеем в виду доказанную им в 50-х годах замечательную теорему, утверждающую, что к самовоспроизведению способны только автоматы строго определенной топологической структуры и степени сложности: для этого необходимо, в частности, чтобы исходный автомат содержал не менее 50 тыс. активных, действующих элементов и 200 тыс. пассивных элементов, используемых в качестве «памяти» системы — для хранения соответствующих алгоритмов, истории развития и планов воспроизведения. Автоматы, содержащие меньшее число элементов, способны порождать лишь конструкции, более примитивные, чем

они сами. Автоматы же с числом элементов, превышающим эти «критические числа» качественного скачка в их способностях и поведении, и наделенные определенной топологической структурой, приобретают способность самоусложнения, в принципе бесконечного самоусовершенствования, приближения с любой степенью точности к любому наперед заданному и сколь угодно сложному объекту.

В настоящее время можно, по-видимому, утверждать, что самовоспроизводящиеся и самоусложняющиеся системы, исследованные И. фон Нейманом, являются наиболее общими математическими моделями всякого рода развития — своего рода «идеальными схемами» любых процессов эволюционного типа, играющими для последних роль как бы математического пространства, с которым связаны и с помощью структур которого можно строго сформулировать существенно новые закономерности, присущие только объектам с определенной «историей». Есть надежда, что «пространства» самовоспроизводящихся и самоусложняющихся систем фон Неймана будут играть фундаментальную роль в современном теоретическом исследовании таких объектов, как государство и экономика, наука и техника, язык и искусство, наконец, мораль и право.

Уже самые первые, простейшие применения результатов фон Неймана, например, к современным хозяйственно-экономическим системам дали интересные результаты. Так, сегодня известно, что в плане общих перспектив дальнейшего развития экономической и хозяйственной жизни все страны мира все более и более четко разбиваются на три большие группы: государства с экономикой, способной обеспечить все убыстряющиеся темпы современной научно-технической революции (группа индустриально развитых стран), государства, экономика которых, несмотря на все усилия, все время сползает на рельсы бесконечного самовоспроизведения архаичных преимущественно аграрных систем хозяйствования (почти все так называемые «развивающиеся» страны Африки, Азии и Латинской Америки), наконец, государства, экономика которых еще не встала на путь индустриализации (таких остается все меньше и меньше — Малайзия, Мальдивы, Фиджи и т. п.). Связи этих эмпирических групп с тремя классами сложности абстрактных автоматов фон Неймана

очень интересны, но, конечно, требуются еще обстоятельные и глубокие конкретно-экономические и социологические исследования того, как подобные группы формируются в связи с такими — также самовоспроизводящимися и самоусложняющимися — системами, как идеология, политика, право, история, и, в свою очередь, определяют развитие последних.

Что касается попытки реконструировать генезис явления отчуждения методом восхождения от абстрактного к конкретному в рамках четырех разделов теоретической кибернетики, то теорема фон Неймана приобретает здесь совершенно определяющее значение.

Во-первых, она позволяет рассматривать эффект отчуждения теоретически совершенно конкретно — не как абстрактную возможность и не как индивидуальную судьбу какой-то личности, а как совершенно определенный общественный автомат, возникающий в достаточно сложных социальных системах, обеспечивающих массовое и все убыстряющееся внедрение достижений науки и техники в повседневную жизнь большинства людей. Во-вторых, эта степень конкретизации уже дает возможность ответить на вопрос о времени возникновения отчуждения. Последнее возникает, нам кажется, только в эпоху промышленно-технических революций капитализма. Говорить об отчуждении при феодализме или, тем более, в античной Греции — значит допускать совершенно недопустимое, ошибочное расширение рамок серьезного научного понятия. В-третьих, постепенность конкретизации отчуждения (от абстрактных возможностей к личным судьбам и от последних к некоему безличному, но зато абсолютно всецельному социальному автомату) позволяет более глубоко и полно понять в рамках теоретических социологических исследований те аспекты этого феномена (анонимность, неуловимость, универсальность, даже интимность), которые до сих пор наиболее ярко были «схвачены» только искусством (например, в фильмах Антониони или произведениях Кафки, Джойса, Беккета, Йонеску, Сартра, Камю). Проблема здесь заключается в том, что теоретическая социология пока еще не выработала достаточно конкретных и точных понятий, которые могли бы «уловить» те новейшие, очень тонкие и деликатные стороны явления отчуждения, которые стали ощущаться буквально в последние десятилетия и столь ярко отражены искусством. Но имен-

по рассмотрению этих сторон, в-четвертых, может теоретически обогатить наше понимание категории класса. В-пятых, благодаря интерпретации этой категории в терминах общей теории автоматов ее уже, надеемся, в ближайшем будущем можно будет моделировать на больших ЭВМ, что, несомненно, значительно увеличит предсказательную силу общественных наук, ныне нередко с одинаковой степенью убедительности предвосхищающих два взаимно противоположных исхода некоторого предстоящего важного события. Наконец, этап конкретизации понятия отчуждения с помощью теории автоматов позволяет понять социальные корни высказываемого многими видными теоретиками кибернетики утверждения, что человек — это тоже всего лишь конечный автомат. Такое утверждение есть, по-видимому, не более чем рефлекс, отражение, характеристика полностью отчужденной личности, целиком и без остатка «проглоченной» современными гигантскими социальными автоматами отчуждения и полностью перестроенной ими посвоему образу и подобию. Недостаток места не позволяет нам более подробно остановиться на рассмотрении с точки зрения теории автоматов таких сторон отчуждения, как бюрократизация и формализация любого общественного дела, столь характерные для современного буржуазного общества и столь ярко описанные известными «законами Паркинсона».

Понятие отчуждения приобретает наивысшую степень конкретности (при исследовании его методами теоретической кибернетики) с переходом к анализу его с точки зрения теории игр. Примечательно, что на этом, последнем, этапе восхождения от абстрактного к конкретному в нашем анализе феномена отчуждения первоначальное намерение рассматривать только гносеологические его корни оказывается просто невыполнимым — даже чисто гносеологические стороны отчуждения приобретают здесь наивысшую конкретность только при понимании их как определенных структур классовой борьбы. Конечно, отдельной личности вся ее жизнь может показаться сражением — без всякой надежды на выигрыш — с некоей бездумной, безличной, анонимной силой — совсем как в романах и рассказах Кафки или Сартра.

Однако теоретическое рассмотрение обязывает нас видеть за такой личной драмой (или трагедией) всего лишь один из этапов «игры» более высокого плана — столкно-

вения между собой сил, гораздо более могущественных и более долго существующих, чем каждый конкретный человек, т. е. определенных социальных автоматов отчуждения, связанных с такими системами, как экономика, идеология, наука, техника, искусство и т. д., и подвижных вперед наиболее конкретным, концентрированным выражением общественного бытия человека — политическими идеями классовой борьбы. Именно рассмотрение политической борьбы классов как наивысшего этапа, последней фазы постепенного превращения чисто гносеологических, абстрактно-теоретических возможностей отчуждения в реальную действительность открывает перед всеми общественными науками новые пути обогащения их современным фактическим материалом, уточнения их пока что довольно расплывчатого понятийного аппарата, а также и перспективы последующего моделирования на ЭВМ основных черт некоторых, наиболее важных для нашего будущего общественных процессов.

Конечно, в настоящее время мы находимся в самом начале долгого и трудного процесса пополнения системы категорий общественных дисциплин концепциями и структурами уже математизированных наук. Однако движение в этом направлении будет продолжаться совершенно независимо от личных склонностей и настроений ученых. Как показывает опыт осуществления наиболее крупных научно-технических проектов последнего времени, их надежное и ритмичное продвижение вперед было возможно только при условии обязательного моделирования наиболее существенных деталей на ЭВМ. Тем более это справедливо в отношении проблемы снятия отчуждения, которую признан решить коммунизм. Эта проблема гораздо более высокого ранга сложности. И темпы нашего движения вперед в немалой степени здесь зависят от того, насколько эффективно мы используем новейшую технику не только в чисто утилитарных, но и в теоретических целях.

Диалектика причинно-следственных отношений: наука и отчуждение. Не надо представлять себе дело так, что источником всякого зла в современном мире является наука — такая новейшая «черная сила», только и занятая тем, чтобы строить все новые и новые козни против человека. Нет, наука — сама дитя того общества, которое ее создает, и в ней явления отчуждения оказываются гораз-

до более глубокими и многоплановыми, нежели в обществе в целом.

В годы второй мировой войны и особенно после нее произошел качественный скачок в развитии науки. Некоторые ее разделы стали называть на Западе «Большой наукой», «Наукой больших масштабов» и т. д. В самом деле, ведь атомная и термоядерная бомбы, ракетная техника, радиолокация и пр. — это вовсе не творения многократно описанного Жюль Верном ученого чудака-одиночки. Напротив — это итог многолетней работы многочисленных коллективов исследователей, собранных чуть ли не со всего света, и потребовавший многомиллионных и даже многомиллиардных затрат, не говоря уже о создании гигантских по масштабам производственно-технических комплексов, обслуживают которые целые города, иногда словно в сказке выросшие среди пустыни. Вот как пишет об этом Вайнберг — американский специалист по ядерной физике и энергетике, директор Окриджской государственной лаборатории. Этот крупнейший западный ученый на основании многолетнего личного опыта рисует весьма впечатляющую картину положения науки в обществе, в котором господствует отчуждение. Предоставим ему слово:

«На протяжении всей истории человечества все общества стремились увековечить свое время в громадных монументальных творениях, которые, несмотря на то, что они не были необходимы для продолжения жизни данного общества, напрягали до крайности его материальные и духовные силы... История найдет в монументах Большой науки — громадных ракетах, мощнейших ускорителях, научно-исследовательских реакторах — символы нашего времени, и это столь же несомненно, как то, что Собор Парижской Богоматери — символ Средних Веков»⁷.

Ссылаясь на свой опыт руководителя крупнейшей в США лаборатории, Вайнберг рисует далее результат действия отчуждения в науке на личность ученого — весьма ехидный портрет «деятеля» Большой науки: «...Связав себя существенно с Большой наукой, он вынужден превратиться в публициста (если не в журналиста), в админи-

⁷ Вайнберг А. «Большая наука» и ее отрицательная роль в США. — Мир науки. № 1, 1962, с. 7—8.

стратора и расточителя крупных средств»⁸. «Большая наука» нуждается в широкой общественной поддержке, она процветает благодаря рекламе. Неизбежным результатом этого является проникновение журналистского духа в Большую науку, что находится в непримиримом противоречии с научным методом... Стандартом в науке становится поиск впечатляющего, а не глубокий анализ явлений. Если при всем этом учесть небывалое увеличение выпуска научной литературы, которая в основном остается непрочитанной в оригинале... то нельзя не прийти к выводу, что граница между журналистикой и наукой стала неопределенной... Охотнее прибегают к затратам лишних средств, чем к затратам дополнительного умственного труда. Это одно из наиболее коварных последствий... Когда деньги имеются в относительном избытке, а талантливые мысли все еще редки, возникает естественное стремление тратить... вместо того, чтобы напрягать ум... Граница между тратой денег и затратой умственного усилия расплывается.

Наконец, стремительное развитие Большой науки привело к непомерному увеличению числа администраторов... Указывать другим ученым, что и как надо сделать, видимо, легче, чем сделать это самому. У большой семьи ученых становится все больше и больше хозяев. Масса ученых уже начинает теряться в массе пачальников от полированных столов... Наука, в которой главенствуют администраторы, становится наукой, которая понятна администраторам, а такая наука быстро угасает или становится бесполезной... Я отнюдь не разумею под этим, что профессор будет менее способным крупным администратором, чем профессиональный администратор. Я хочу только подчеркнуть, что настоящее предназначение профессора — быть профессором; как только он станет частью Большой науки (пусть даже очень эффективной частью), от этого пострадают его студенты, его личная интеллектуальная честность и глубина знаний»⁹.

⁸ Вайнберг А. Указ. соч., с. 9.

⁹ Там же, с. 8—9.

НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

Социальная роль науки наиболее полно обнаруживается в ее воздействии на объективный и субъективный факторы социалистического общества в качестве решающей силы технического прогресса и соответственно процесса формирования нового человека. Наука влияет как на развитие личности (субъекта НТР), так и на совершенствование творчески-преобразующей деятельности человека (носителя объективных возможностей НТР). Именно из этих общих положений исходит первый подход к проблеме взаимосвязи науки и образования.

Второе направление изучения данной проблемы отталкивается от того, что обнаружение и познание глубинных свойств исследуемого объекта предполагает всесторонний анализ его связей и отношений. Понять природу и социальную роль науки — значит раскрыть ее взаимодействие с производством, техникой, философией, культурой и образованием. Наука обладает имманентными законами развития, но без анализа ее связей с реальной жизнью, общественным сознанием, определенными социальными системами, без учета влияния мировоззренческих факторов нельзя по-настоящему осмыслить и оценить ее действительное значение. «Чтобы действительно знать предмет, — писал В. И. Ленин, — надо охватить, изучить все его стороны, все связи и «опосредствования». Мы никогда не достигнем этого полностью, но требование всесторонности предостережет нас от ошибок...»¹.

Исходным элементом осмысления связи науки и образования является знание — важнейшее общественное достояние, определяющее мыслительный уровень эпохи и составляющее основу духовного «наследства» общества. Знание образует не простую сумму отдельных фактов, а сложную интегральную систему, воплощающую возможности, итоги, перспективы познания и преобразования мира. Оно сопоставимо с самыми глобальными факторами существования общества. Если в развитии производитель-

¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 42, с. 290.

ных сил реализуется единство и взаимосвязь исторического процесса как целого, то в знании наиболее полно проявляется единство и целостность духовных богатств. В нем реализуется единый процесс движения от обнаружения нового к его пониманию и затем применению. Основное назначение знания — обеспечить изменение, преобразование мира ².

Реальная сила знания зависит от того, насколько успешно оно становится достоянием личности. Общество, владея знаниями, разрабатывает достаточно эффективные методы приобщения каждого своего члена к тому, что принадлежит всем и что может иметь значение для всех лишь по мере применения каждым. Как видно, существует определенная динамическая система «знание — наука — образование», в которой наука функционирует как сложная совокупность познанных закономерностей, высшая форма существующего знания и как система развивающихся знаний. Эта двуединая природа науки имеет прямое отношение и к образованию: она выступает основным фактором закрепления, воспроизведения и реализации научных знаний.

В широком смысле образование можно рассматривать как опосредующее звено между наукой и ее практическим применением, как предпосылку успешной деятельности субъекта. Знание — «конечный продукт» и в то же время исходный элемент образования. В науке происходит «производство» (накопление) знания, а в образовании — его «потребление». Следовательно, объективной основой взаимосвязи науки и образования выступают знание, единство теоретической и практической деятельности людей, рафинированный опыт человечества, его накопление, сохранение и применение. Познавательная ценность образования определяется его содержанием, которое непосредственно связано с научным познанием. Попробуем теперь охарактеризовать современное образование и его изменения как результат постоянного и усиливающегося воздействия науки.

Гигантские количественные сдвиги в образовании приводят к коренным, качественным изменениям его влияния на все сферы общественной жизни. Прежде всего, здесь

² См.: *Спиркин А. Г.* Сознание и самосознание. М., 1972, с. 90; *Леонтьев А. Н.* Деятельность, сознание, личность. М., 1977.

необходимо отметить растущее значение образования для научно-технического прогресса.

Известное соотношение производства, техники и науки $П \rightarrow T \rightarrow Н$, вскрывающее обусловленность науки (по происхождению) производственно-техническими возможностями и потребностями общества, необходимо дополнить образованием, с которым непосредственно связаны все элементы данной системы: $П \rightarrow T \rightarrow Н \rightarrow О$. Если техника



индустриализует общество, то образование «очеловечивает» его. С точки зрения роли науки в процессе превращения ее в непосредственную производительную силу складывается новое соотношение $Н \rightarrow T \rightarrow П$, которое не может успешно функционировать без образования как постоянно действующего, опережающего фактора в развитии всех взаимодействующих элементов. В итоге новая схема выглядит примерно так: $О \rightarrow Н \rightarrow T \rightarrow П$. Чтобы в полной мере выполнить свое столь высокое назначение, образование должно совершенствоваться, преобразовываться, стать по-настоящему научным. Это вытекает из того, что, как указывал В. И. Ленин, человеку в социалистическом обществе «нужно быть компетентным, нужно полностью и до точности знать все условия производства, нужно знать технику этого производства на ее современной высоте, нужно иметь известное научное образование»³.

Прогресс образования связан с преодолением противоречий, которые возникают в связи с НТР и новыми социальными запросами. Рассмотрим конкретно диалектику динамического и статического, экстенсивного и интенсивного, фактического и общего, исторического и логического, массового и индивидуального, познавательного и воспитательного применительно к образованию.

Развитие науки, обновление и самообновление знания порождают потребность в динамичном, гибком образовании. С другой стороны, в условиях растущей массовости образование должно быть устойчивым, выверенным, равноценным, т. е. независимым от условий его получения. В этом смысле «малоизменяемость», постоянство образования и его организации, стабильность учебников, единые требования к уровню знаний являются элементами «здорового» консерватизма, отражающего надежность си-

³ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 40, с. 215.

стемы в целом. Эта специфическая черта объясняется функциональными особенностями образования в процессе сохранения и передачи знания. Важнейшая социальная задача — не растерять, сохранить, не упустить значительное в опыте, в уже известном и проверенном знании и тем самым обеспечить преемственность поколений — решается прежде всего образованием. В нем (в большей мере, чем в науке) реализуется преемственность идей, их своеобразная филиация, непрерывность действия, взаимосвязь прошлого, настоящего и будущего.

В отличие от научного творчества образование является закреплением уже достигнутого в науке. Однако оно связано с будущим, с подготовкой творцов будущего. Научные открытия, имея дискретный характер, осмысливаются и объясняются в процессе образования в форме постепенного «наращивания», непрерывного развития знания. Если революция (в развитии знания) начинается в науке, то завершается она именно в образовании. Поэтому в определенной мере прав Т. Кун⁴, утверждающий, что в учебниках история науки рассматривается вне поисков, противоречий и неудач, как непрерывное восходящее движение. Впрочем, это подчеркивает не только Т. Кун. Некоторые советские и зарубежные исследователи⁵ называют негибкость образования одной из основных причин встающих перед ним трудностей. Действительно, ведь его задачей является подготовка специалистов завтрашнего дня, оно должно обеспечивать выпуск активных работников производства и участников научных преобразований, отстоящих от наших дней на 10—15 лет. Например, в 70-х годах разрабатывалась уже «модель специалиста 2000 года».

В свете диалектики статического и динамического решение проблемы образования заключается, во-первых, в том, чтобы найти выход из возникшего противоречия, не допустить в образовании абсолютизацию устойчивости, обеспечить в нем необходимые изменения в соответствии с современными запросами науки и практики. Во-вторых, надо, чтобы содержание и характер изменений в образовании отражали его природу. Здесь недопустимы поспеш-

⁴ Кун Т. Структура научных революций. М., 1975, гл. II, III.

⁵ См.: Турченко В. Н. Научно-техническая революция и образование. М., 1973; Молодежь и образование. М., 1972, разд. I, II; Кумбс Ф. Кризис мирового образования. М., 1971.

ность, недалёковидность, уступка «моде». (Вспомним, к примеру, вредные последствия «левацкого» лжеинноваторства в образовании.) Изменения в образовании, как подтверждает опыт, реализуются постепенно, относительно медленно, с учетом их масштабов и сложности внедрения. На протяжении почти всей своей истории образование стихийно аккумулировало изменения в познании мира и практике.

Современное научное образование основано на прогнозировании и предвидении предстоящих изменений, на принципах перспективного планирования и обоснованных расчетов. Отсюда очевидно, насколько велика роль теоретического анализа, философского осмысления (с позиций материалистической диалектики) в преодолении реальных трудностей и противоречий образования. Главное направление прогресса здесь — выход за пределы усвоения известной суммы знаний, постижение *приемов и методов действия* в соответствии с изменяющимися условиями.

Из средства воспроизведения знания образование превращается в творческий процесс, в активное освоение мира в его динамике. Отсюда вытекает требование незавершенности образования, его поисковый характер. Традиционный принцип: «образование — на *всю жизнь*», — заменяется новым, отвечающим современным условиям: «образование — в течение *всей жизни*». Таким образом, в процессе современного образования реализуется принцип непрерывности, формируется сознание необходимости, вырабатывается готовность, а затем и потребность в постоянном совершенствовании знаний. В нашей стране создана высокоэффективная система повышения квалификации, обучения без отрыва от производства, которую следует рассматривать как выдающееся социальное завоевание. Однако основным в непрерывном образовании является самостоятельная работа, постоянный процесс самообразования. Актуальное требование — «научить учиться» — связано с разработкой научных принципов самостоятельного освоения новых знаний⁶. Поисковый характер научного образования обеспечивает возможность преодоления узких пределов практических навыков и по-

⁶ См.: Молодежь и образование; Прокофьев М. А. Новый этап в развитии народного образования.— Политическое самообразование, 1976, № 1.

требностей. Овладение наукой, ее идеями помогает творчески мыслить и решать новые производственные задачи⁷. В высшей школе становится общепринятым и обязательным сочетание в процессе образования учебных и научно-творческих задач.

Принципиальное значение имеют научно обоснованные рекомендации повышения эффективности процесса образования. Они разрабатываются в двух основных направлениях. Первое ориентируется на преодоление экстенсивных (пассивных) форм обучения, в рамках которых складывается определенное «мыслительное изживание», наблюдается понижение мыслительной активности обучающихся. Здесь приходится считаться и с тем, что в практике современного образования, если и устранена бессмысленная зубрежка, в полной мере еще не изжиты ее отдаленные пережитки. Как отмечают многие исследователи, существующая система проверки знания предполагает не столько понимание, сколько запоминание, не столько исследование, сколько описание и т. д.

Второе направление ориентируется на преодоление хронической умственной недогруженности учащихся — одного из самых значительных недостатков современного образования⁸. Достижения науки, в частности физиологической, вскрывают практически неисчерпаемые резервы мыслительной деятельности человека, огромные возможности в дальнейшем росте учебных нагрузок по пути коренной интенсификации всего процесса образования. В этом плане совершенствование методов обучения, широкое использование технических средств, «кооперирование» собственно образования человека и применения ЭВМ создает необходимые и достаточные возможности качественных изменений в образовании. Речь идет о более эффективных способах обучения, о том, чтобы научить не только лучше, но и значительно быстрее накапливать знания. И поэтому применение технических средств нельзя

⁷ См.: Харчев А. Г. Воспитание и жизнедеятельность личности. — Вопросы философии, 1975, № 12, с. 65.

⁸ Серьезные исследователи справедливо считают, что опасность хронической «недогрузки» мыслительной деятельностью во много раз реальнее искусственно преувеличиваемой опасности умственных перегрузок. Она возможна только там, где господствуют примитивные методы образования, в сферу обучения не внедряются достижения науки.

понимать упрощенно. Например, широкое использование телевидения, кино, обучающих, контролирующих устройств и систем требует не только солидной материальной базы, но и серьезных исследований и научно-обоснованных разработок в области психо-физиологических основ восприятия, связей и взаимодействий в системе «человек — машина».

В условиях НТР бурно нарастает объем знаний. Это создает реальную угрозу «удлинения» периода образования, что слишком расточительно в экономическом и особенно в духовном плане. Способных, образованных людей необходимо как можно раньше включать в творческую жизнь. В связи с этим возникает новая задача защиты от избытка информации. Ее решение требует отказа от существующих критериев образованности, привычных ее характеристик, связанных с количеством знаний. Дело в том, что сами знания далеко не равноценны, значительная их часть не всегда необходима. Установлено, например, что частные моменты, второстепенные детали забываются быстрее, чем хорошо осмысленные и понятые общие принципы. Именно на последние и следует ориентироваться в целях экономии умственных сил и времени. Внедрение в образование научных методов экономии времени создает определенный резерв для освоения новейших достижений науки, для усиления методологической подготовки, которая обеспечивает определенную свободу «движения» в новом знании.

Качественное совершенствование системы образования связано с улучшением изучения предметов математического цикла, общенаучных дисциплин. Потребуется, вероятно, более глубокое знание математической логики, методологических аспектов развития науки и т. д. Наконец, особенно в высших звеньях образования все большее внимание будет уделяться междисциплинарным и межнаучным («стыковым») областям науки.

Образование в условиях НТР необходимо ориентировать на постижение общих методов, познание существенного, закономерного и по той причине, что фактический материал устаревает сегодня чрезвычайно быстро. Внедрение же методологических решений в образование с необходимостью приводит к углубленному освоению фундаментальных знаний.

Дальнейшее, по-настоящему перспективное, направле-

ние в развитии образования связано с преодолением несоответствия между фактическим и методологическим, сложившегося на основе явного преувеличения значения единичного по отношению к общему. Истины ради можно напомнить, что абсолютизация фактического не только отражала незнание (или непонимание) диалектики, но и имела определенное «социальное оправдание». Порой увлечение примитивно понятым фактическим материалом выдавалось за связь с практикой, «с жизнью» и противопоставлялось «оторванным от жизни» теориям. Имеющийся опыт в образовании вместе с более широким опытом развития познания неопровержимо свидетельствует: по мере расширения общего объема фактического непреходящим условием его освоения все больше становится методологическое осмысление. На основе такого осмысления и фундаментальных знаний образование может решать глобальную для нашего времени задачу подготовки творческих работников, потребность в которых во всех сферах научной и производственной деятельности будет постоянно возрастать.

Специалисты, обладающие солидными теоретическими познаниями, лучше ориентируются и успешнее решают новые сложные практические задачи. Существенно возрастают их возможности в более свободном владении фактами, более безболезненном переходе от одного вида деятельности к другому. Таким образом, научно-диалектическое понимание проблемы соотношения общего и фактического в образовании состоит в том, что освоение общего выступает условием эффективных решений в частном.

Влияние науки на образование прослеживается также в его структуре и содержании. Одно из современных требований науки можно сформулировать так: знание, чтобы быть глубоким и действенным, должно стать специальным. Это важное требование дифференциации научного знания находит свое выражение и в растущей специализации образования. Правда, специализация имеет естественные границы, нарушение которых может привести к значительным издержкам и трудностям. В отличие от науки образование не может идти по пути специализации слишком далеко. Это подтверждается опытом советской средней и высшей школы, возрастанием роли университетских структур и политехнизацией инженерного

образования⁹. В общем, чем выше требования к дифференциации образования, тем значительнее удельный вес его интегративных элементов. Это проявляется в возрастающей роли комплексных подходов, в идеях целостности образования, в понимании его интегративной сущности. В процессе образования формируется понимание целостных структур, значения системного анализа и т. д.

Таким образом, в образовании решается двуединая задача подготовки специалистов, способных действовать в соответствии с требованиями как интеграции, так и дифференциации науки. Конкретнее, подготовка «узких» специалистов осуществляется в рамках «широкого» образования. Специализация достигается в процессе изменения содержания и задач образования на его восходящих этапах (средняя школа, высшее образование, аспирантура), каждый из которых является более специальным по отношению к предыдущему¹⁰. С другой стороны, теоретическая подготовка интегрального типа, ее роль и удельный вес в системе образования постоянно возрастают. Поэтому можно согласиться с теми, кто рассматривает диалектическое единство всесторонности (интегративности) и специализации как существенную и необходимую черту образования, соответствующую требованиям науки, современного и будущего производства¹¹.

Усилиями теоретиков и практиков образования сложилось представление, что всякое знание начинается с истории. В плане первого подхода и противопоставления знания произвольному домыслу такое требование прогрессивно и перспективно. Но современный уровень науки требует выдвигения на первый план логического мышления как условия освоения и успешного применения знания для решения новых задач. Под воздействием этих

⁹ В. И. Ленин неоднократно подчеркивал огромное значение политехнического принципа обучения, который требует знания основ современной индустрии (см.: *Ленин В. И. О воспитании и образовании*. М., 1970).

¹⁰ Под влиянием потребностей науки ранняя специализация иногда практикуется даже на уровне средней школы. Как известно, имеются различные оценки специальных школ и эффективности их работы. На наш взгляд, нет сомнений, что такие школы, как «Колмогоровская» (физико-математическая) при МГУ, Новосибирская школа-интернат при НГУ, вполне оправдывают свое назначение.

¹¹ См.: *Молодежь и образование*, с. 307.

новых требований в образовании происходит известная эволюция от единично-фактического к обобщенно-методологическому, от историко-описательного к теоретико-аналитическому.

И это вполне закономерно. Ведь со времен Гегеля известно, а в марксистско-ленинской философии глубоко раскрыто принципиально важное положение о том, что теория выступает как обобщенная и осмысленная история, что историческое обнаруживает свой смысл в теоретическом. Современное образование будет становиться все более «логическим»¹². В перспективе удельный вес логико-теоретических разделов в общей системе подготовки специалистов будет постоянно возрастать. Современный опыт развития и совершенствования образования нацеливает исследователей на поиск новых решений именно в этой области. Философско-логический анализ знания и развития познания в целом составляет необходимое звено современного образования.

С этой точки зрения уместно рассмотреть взгляды Т. Куна, настойчиво пытающегося утвердить исторический подход в изучении науки и в образовании. Поскольку глубина исторического открывается через логическое, постольку то, что Кун называет историей науки, есть исторический подход к изучению научного знания, означающий его логическую реконструкцию. Кун дает стихийное, во многом верное объяснение диалектики развития науки с позиций естественноисторического материализма.

Т. Кун полагает, что главной опасностью образования является неисторический характер учебников¹³. В них наука излагается как сумма *готовых* достижений, без учета связи родственных взглядов, борьбы конкурирующих направлений и т. д. Теряется целостное представление о принципах развития и прогресса науки, о логике

¹² Очевидно, суть не в том, чтобы недооценить историческое, а в том, чтобы не допустить его абсолютизации. Не категорические решения типа «или история, или теория», а диалектический тонкий подход — философско-теоретическое, логическое как наиболее действенное средство овладения историческим — становится ведущим в образовании. См., например: *Дьяков В. А.* Методология истории в прошлом и настоящем. М., 1974; *Кедров Б. М.* В. И. Ленин и революция в естествознании. М., 1969.

¹³ *Кун Т.* Структура научных революций, с. 16.

поиска нового. «Учебниковое» видение науки сводит все богатство знаний к сумме фактов. «Если науку рассматривать как совокупность фактов, теорий и методов, собранных в находящихся в обращении учебниках,— пишет Кун,— то в таком случае ученые — это люди, которые более или менее успешно вносят свою лепту в создание этой совокупности. Развитие науки при таком подходе — это постепенный процесс, в котором факты, теории и методы слагаются во все возрастающий запас достижений, представляющий собой научную методологию и знание»¹⁴. Кун решительно возражает против «кумулятивной» модели развития науки, против того, чтобы наука понималась как процесс накопления знаний, посредством которого синтезируются все индивидуальные вклады в науку.

Нас привлекают здравые суждения Т. Куна, его попытка понять логику движения науки через ее историю. Однако идеи Куна, и в том числе его анализ развития науки в определенном историческом «контексте», связанном с научными революциями, влияющими на содержание и структуру учебников¹⁵, не являются чем-то существенно новым для сознательных сторонников диалектического материализма¹⁶. То же можно сказать и о куновской «парадигме», понимаемой им как комплексная теория и способ действия, как система, модель, образец решения исследовательских задач¹⁷.

Последовательный анализ диалектики развития науки действительно связан с применением сложившейся системы ее познания в качестве принципа, метода решения новых задач. С развитием науки, техники, философии и в связи всех этих моментов с общественной жизнью формируется определенный мыслительный уровень эпохи, стиль мышления, соответствующий содержанию и масштабам познания природы и общественной жизни. На основе логически-осмысленной истории науки складывается

¹⁴ Там же, с. 17.

¹⁵ Там же, с. 12.

¹⁶ См.: *Микулинский С. Р., Маркова Л. А.* Послесловие.— В кн.: *Кун Т.* Структура научных революций, с. 265—282.

¹⁷ «Под парадигмами я подразумеваю признанные всеми научные достижения, которые в течение определенного времени дают модель постановки проблем и их решений»,— пишет Кун в своей книге (*Кун Т.* Структура научных революций, с. 11).

определенная система анализа, оценки и подхода к новым проблемам. Так, современному мышлению присуще понимание бесконечности познания в целом и конечности любого отрезка знания (например, зафиксированного в учебниках). Принципиальное значение имеет также диалектически понятое отношение к трудностям познания: они будут постоянно возрастать. Наконец, более конкретный пример относится к пониманию растущей ответственности науки и ученых в связи с преобразующим воздействием человека на природу. Учить и учиться сохранять природу, изменяя ее, формировать, по удачному выражению И. Б. Новика¹⁸, «природоохранительное мышление» — это вполне отвечает стилю современной эпохи, когда во многих областях преобразующие действия людей упреждают прогностические возможности науки.

Суммируя сказанное, можно заключить, что эффективность воздействия науки на образование определяется их логической однородностью. Образование воспроизводит и (в соответственно преобразованном виде) моделирует некоторые основные черты развития науки, отражает ее общий прогресс, требования НТР. Современное образование, сохраняя стабильность и определенную упрощенность, неизбежные в связи с объективным различием уровней постижения истины в процессах научного творчества и соответственно обучения, все более успешно овладевает всем новым и значительным, достигнутым в науке и практике. Основная тенденция развития современного образования — от частного к общему, общетеоретическому и общеметодологическому. Можно утверждать, что чем выше общий уровень его развития и чем значительнее достигнутые успехи, тем необходимее и весомее в этом развитии философско-методологическое «соучастие».

Как известно, по мере прогресса общества образование превращается из привилегии для избранных в обязательный элемент развития каждого. По необходимости оно становится всеобщим, массовым (с соответствующими ограничениями, присущими буржуазному обществу) и, как правило, стандартизированным. В целом движение от единичного к массовому в образовании — исторически оправданный, прогрессивный путь.

¹⁸ См.: Новик И. Б. Вопросы стиля мышления в естествознании. М., 1975, с. 23.

Вместе с тем на современном этапе важнейшее значение приобретает идея индивидуализации образования. Интересы поддержания высоких темпов развития науки и наиболее успешной реализации творческих возможностей человеческого таланта требуют специальных мер раннего обнаружения таких возможностей, создания условий для их быстрейшего проявления (и соответствующей «отдачи»). Естественно, здесь неизбежны определенный отход от «жестких правил» обучения, нестандартные средства образования, способствующие форсированному формированию интереса к самостоятельному творчеству. Широко известны некоторые достижения в этой области. Но пока еще в системе образования больше как общий призыв, чем как научная норма, звучат известные слова — «не прозевать бы курчатовых!».

Можно сказать, что образование претерпевает на наших глазах самое фундаментальное преобразование в своей истории. Из примитивно-классового, несправедливого, «единичного» (для избранных) оно становится социально-справедливым, подлинно массовым и всеобщим (в условиях социалистического общества), а из такового станет (в перспективе) наиболее совершенным — индивидуализированным, учитывающим личные возможности и способности обучающихся, своевременно раскрывающим потребности каждого по-настоящему талантливому человеку в самостоятельной творческой деятельности. Индивидуализация образования явится в конечном счете новым его качеством, отличающимся от количественных преобразований, связанных с применением технических средств, улучшением структуры, организации и т. д. Она достигнута как комплексное решение многих сложных социальных, научных, психологических, логико-методологических и организационных проблем.

Итак, основные направления в современном образовании связаны с его интенсификацией, с внедрением психологически обоснованных, наиболее рациональных систем обучения, с более ранним приобщением к умственным нагрузкам и «включением» обучающегося в творческий процесс. Постоянное самообразование — важнейшее звено самостоятельного развития индивидуальных творческих способностей. Образование из привилегии превращается в обязанность, а затем и в потребность. По аналогии с известным замечанием К. Маркса о том, что музыка,

созданная Паганини, требует развитого уха, способного ее воспринимать, можно сказать: для создания теории космических полетов и современной космической техники требуются соответственно образованные «головы», способные их понять и освоить, требуется высокий уровень образования и культуры.

Связь с наукой является той силой, которая выводит образование на новые рубежи. В свою очередь, оно оказывает определенное влияние и на науку. Например, оно воздействует на науку путем воспитания моральных качеств ученого. Но существуют и более непосредственные способы воздействия. Ведь роль образования отнюдь не сводится только к передаче знания. Нельзя игнорировать то принципиально важное обстоятельство, что само «получение» знания решающим образом стимулирует деятельность личности, ведет к достижению новых результатов, к «приращению» и развитию науки. Так, Т. Кун пишет: «...я должен благодарить своих студентов за неоценимые уроки как в отношении развития моих собственных взглядов, так и в отношении умения доступно излагать их другим»¹⁹. В процессе образования осваивается, конкретизируется, осмысливается научное знание, которое как бы переходит в другую — «учебную» — свою форму, обладающую специфическими чертами, принципами существования и развития. Последняя, в свою очередь, может стать и становится источником новых научных поисков, в частности, в оценке эффективности применения той или иной научной идеи.

Многие научные положения нуждаются в соответствующей интерпретации, которая также является необходимым элементом прогресса науки, хотя и отличается от самого процесса обнаружения нового. Ведь любую по-настоящему новую научную идею необходимо прежде всего объяснить, «привязать» к существующей системе знания. Координация, «привязка», уточнение исследуемой проблемы не просто «дело техники», а составная часть творческого процесса. Ф. Дайсон писал по этому поводу следующее: «Великое открытие, когда оно только что появляется, почти наверняка возникает в запутанной, неполной и бессвязной форме. Самому открывателю оно понятно только наполовину. Для всех остальных оно — пол-

¹⁹ Кун Т. Структура научных революций, с. 9—10.

ная тайна»²⁰. И не случайно, что академик П. Л. Капица, обращаясь к творчеству Д. И. Менделеева, Н. Бора, Э. Резерфорда, в своей книге «Эксперимент, теория, практика» пишет, что «преподавательская деятельность приводила к большим открытиям, которые были сделаны при попытке изложить студентам в наиболее понятной форме сложнейшие законы природы»²¹.

В современном научном образовании все большую роль играет подход, обеспечивающий движение от явления к сущности, от эмоционального к рациональному, от случайных находок к строгой и стройной системе знаний. Однако существо происходящих в образовании изменений не исчерпывается методологическими решениями. Они затрагивают также мировоззренческие и социальные аспекты образования.

Так, влияние образования на развитие науки связано с поиском талантов, выявлением людей (во все более значительных масштабах), способных и заинтересованных в «адском труде» творческих исканий. Давно замечено, что рост количества научных исследований (например, публикаций) далеко не всегда совпадает с качественным их ростом. Это объясняется многими причинами, в частности и тем, что в науку (особенно в периоды бурного ее развития) приходят не только наиболее одаренные люди, безусловно пригодные к творческой работе.

Здесь можно отметить две стороны проблемы. Первая — принципиальная. В социалистическом обществе решена задача исторического значения — создана система всеобщего среднего образования, обеспечивающая общественный фонд талантов в масштабах, которые недоступны любому другому общественному строю. Наше общество, таким образом, завершило количественные преобразования в системе образования. Ныне открываются новые значительные возможности качественного ее совершенствования. Вторая сторона проблемы состоит в том, чтобы обнаружить и вырастить человека-творца, мыслителя, способного создавать новую науку.

В процессе образования не только приобретается определенная сумма знания, но и формируется личность, складываются ее основные характеристики, реализуется

²⁰ См.: Элементарные частицы. М., 1963, вып. II, с. 96.

²¹ Капица П. Л. Эксперимент, теория, практика. М., 1974, с. 136.

ее социальная природа. Ведь деятельность человека, невозможная без накопления определенного минимума знаний, протекает всегда в определенных социальных условиях. «Ответом» на их требования выступает реально-действующая совокупность нравственных принципов, критериев и оценок, вскрывающая воспитательную сторону образования как фактора деятельности, участия личности в решении сложных социальных задач, и в том числе творческих. Процесс освобождения науки от «пут» буржуазного корыстолюбия, известные меры общеобразовательного порядка, научная организация и научное управление образованием — эти и другие важнейшие социальные мероприятия образуют реальный социальный фон прогресса образования.

В философской литературе последних лет социальная природа образования наиболее полно раскрывается именно с точки зрения внутренней взаимосвязи познавательных и воспитательных задач. Ведь образование не только «объективизируется» по содержанию, но и «субъективизируется» в плане решения идейно-воспитательных задач. Осмысление процесса образования в таком двуедином плане, в свою очередь, открывает возможность решения философской проблемы соотношения объективного и субъективного в познании.

Процессы взаимопроникновения образования и науки необходимы для каждой из взаимодействующих сторон. В ходе такого взаимодействия решаются важнейшие задачи научного прогресса и всестороннего развития личности, обнаруживается образовательная природа науки и научный характер образования. Философский анализ этих процессов имеет, как видно, прямое отношение к выяснению социальных аспектов современной науки.

УСЛОВИЯ НАУЧНОГО ТРУДА

Некоторое время назад «Литературная газета» опубликовала анкету «Как Вам работается?», рассчитанную на научных работников. Эта анкета (далее она будет именоваться анкетой «ЛГ») была разработана автором в Секторе истории и теории организации научной деятельности Института истории естествознания и техники АН СССР и обчислена на ЭЦВМ «Минск-22» в ВИНТИ под наблюдением аспирантки сектора О. Д. Симоненко, которой автор выражает сердечную признательность¹.

Разумеется, анкета не самоцель, а рабочий инструмент социологического исследования. И если не продуман весь замысел исследования, не определена его цель, не сформулирована гипотеза, то едва ли приходится рассчитывать на получение серьезных научных результатов. Анкетирование — это, таким образом, не начальный, а завершающий этап работы: проверка гипотезы на конкретно-социологическом материале, его поэтапный анализ, выдвижение теорий или новых гипотез.

Каков же в данном случае был замысел исследования? Как он возник?

Замысел и гипотеза. Профессионально занимаясь организацией науки, я натолкнулся на зависимость условий научной деятельности от развития средств информации и коммуникации с их глубокими и разносторонними социальными последствиями². Мне захотелось узнать с помощью «Литературной газеты» мнение научных работников о том, какое влияние на их труд оказывают информационно-коммуникационные факторы и какое место последние занимают среди других условий научно-исследовательской работы.

¹ Автор приносит искреннюю благодарность дирекции ВИНТИ за содействие в обчете анкеты, а также студентам-демографам экономического факультета МГУ за подготовку массива к обработке.

² См.: Шейнин Ю. Глобальное телевидение — социальные последствия. — Литературная газета, 1969, 29 января; *Он же*. Интегральный Интеллект. М., 1970.

Цель задуманного исследования состояла в том, чтобы найти корреляции (статистические зависимости) между отдельными изменениями в обстановке научного труда, связанными с современным переворотом в информации и коммуникациях, и отдельными группами анкетированных (т. е. возвративших анкеты) научных работников, выделенными по признакам пола, возраста, образования, учебной степени и звания, профессии и должности. Тем самым удалось бы вскрыть некоторые новые тенденции и закономерности, проливающие свет на переворот в информации и коммуникациях как на важную составляющую современной НТР.

Моя гипотеза состояла в том, что наилучшие условия для творческого научного труда в эпоху современной НТР создает обстановка *умеренного* информационно-коммуникационного стресса (напряжения); что здесь, как нигде, необходима *мера*: исследователь должен быть достаточно информирован и связан с необходимыми людьми и вместе с тем иметь достаточно свободного времени и покоя для размышления.

На базе этой гипотезы была разработана анкета, причем к ней предъявлялись следующие требования: во-первых, анкета должна быть достаточно полной, чтобы дать необходимый материал для анализа; во-вторых, она должна быть предельно простой и короткой, чтобы не оттолкнуть от себя массы читателей газеты.

Социологи обычно с большим сомнением относятся к представительности анкет, распространяемых через средства массовой информации. Их данные именуются «стихийной выборкой» в противоположность «организованной выборке», получаемой путем анкетирования специально отобранных представителей соответствующих социальных групп. Таким было, например, американское исследование «Ученые в организациях», проведенное Пельцем и Эндрюсом. Это исследование, длившееся 15 лет и использовавшее сложный статистический аппарат в целях гарантии репрезентативности данных, является примером организованной выборки в отношении как типов научных учреждений, так и категорий анкетировавшихся ученых и инженеров-исследователей. Можно ли сравнивать с ним стихийную выборку анкеты «ЛГ»?

Мы можем ответить на этот вопрос утвердительно. Вместо ожидавшихся 1500—2000 редакция «Литератур-

ной газеты» получила 4000 заполненных анкет. Этот массив в 2,5 раза превышает тот, на котором было проведено исследование Пельца и Эндруса. Вместе с массивом стихийной выборки мы неожиданно получили массив организованной выборки. Коллективы шести НИИ по собственной инициативе провели организованный опрос своих сотрудников по анкете «ЛГ». При этом случилось так, что был достигнут максимум разнообразия в отношении как профиля НИИ, так и их географического положения. Результаты анкетирования в редакцию прислали два естественнонаучных НИИ — Всесоюзный научно-исследовательский институт ядерной геофизики и геохимии (Москва) и Украинский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (Киев), два технических — Цветных металлов НИПКИ (Джезказган) и Котлотурбинный ЦНИПКИ им. Ползунова (Ленинград), один медицинский — Институт клинической и экспериментальной хирургии Министерства здравоохранения Казахской ССР (Алма-Ата) и один общественно-научный — Институт экономики Академии наук Эстонской ССР (Таллин)³. Благодаря этому оказалось возможным сопоставить как данные по институтам между собой, так и массив организованной выборки с массивом стихийной выборки. Такое сопоставление позволило выявить весьма значительную сходимость результатов. А это дает основание утверждать, что репрезентативность стихийной выборки в данном случае была достаточно высокой.

В самом деле, «Литературная газета», как показало недавнее социологическое исследование контингента ее читателей, в наибольшей степени может считаться газетой научно-технической интеллигенции. 42,4% ее подписчиков — инженерно-технические работники и руководители, ученые и преподаватели школ и техникумов. При этом работники высшей школы и НИИ составляют 16,8% ее подписчиков против 11,0% — для «Известий» и 1,6% — для «Труда». При тираже «ЛГ» в период анкетирования порядка 1 млн. экз. за этими процентами стояли весьма внушительные величины — соответственно 424 000 и 168 000 инженеров, ученых и преподавателей. Последняя

³ Автор анкеты глубоко признателен коллективам этих НИИ за проявленную инициативу.

цифра составляет приблизительно 20% общей численности научных работников СССР в 1970 г. А ведь это — только подписчики: число читателей «ЛГ» в несколько раз больше. Таким образом, можно уверенно утверждать, что отношение опрошенных читателей «ЛГ» представляет общественное мнение работников советской науки и техники.

На анкету откликнулась достаточно репрезентативная в количественном отношении группа научной общественности страны. О качественной ее репрезентативности говорят следующие цифры. Прежде всего демографический состав: 78,3% приславших анкету — мужчины, 21,7% — женщины. Это в общем отвечает соотношению полов в составе научных работников страны (61% и 39% соответственно). Далее, 74,5% анкетированных находилось в наиболее творческом для науки возрасте — до 45 лет. (По стране в целом — это возраст 80% научных работников). 53% имеют ученую степень кандидата и 11,3% — доктора наук; 35,4% — лица с высшим образованием. Наибольший интерес к анкете проявили ведущие научные работники, в том числе 2,4% — руководители научных учреждений, 30,5% — руководители кафедр, лабораторий, групп; 22,6% — старшие научные сотрудники; 5,8% — старшие инженеры. 15,7% составили младшие научные сотрудники; 18,2% — преподаватели; 4,1% — инженеры. Показательно также представительство научных дисциплин, которое, за немногими исключениями, отражает общие пропорции в составе советских научных кадров; 37% — представители технических наук, 11,8% — гуманитарных, 10,5% — медицинских, 8,2% — физических, 7,5% — геологических, 7,5% — биологических, 6,3% — экономических, 5,9% — химических, 3% — математических и 2,2% — педагогических.

По составу анкетированных стихийной выборкой можно опять-таки с удовлетворением отметить довольно высокую сходимость с составом организованной выборки по шести НИИ.

Таким образом, первое условие нашего исследования — репрезентативность — можно считать выполненным. Посмотрим теперь, как обстоит дело с выполнением его научного замысла. Что показал обсчет стихийного и организованного массивов с точки зрения проверки нашей гипотезы?

Анкета «ЛГ» носила закрытый характер и для каждого вопроса предполагалось несколько неальтернативных вариантов ответа — анкетированный мог избрать один или больше вариантов *из указанных*. Правда, в отдельных случаях анкетированные сами приписывали недостающий, по их мнению, вариант ответа, но доля таких дополненных анкет оказалась пренебрежимо мала. Минусом анкеты закрытого типа является ее возможная неполнота, на что может указывать высокий удельный вес непредусмотренных ею вариантов ответа; плюсом — удобство обсчета и анализа. В данном случае плюс перевесил минус.

Психологическая обстановка. На первый вопрос — «Где Вам как творческому человеку лучше всего работается?» — ответы стихийной выборки распределились следующим образом: в своем учреждении — 28%, в библиотеке — 35%, дома — 69%. Ответы организованной выборки: 50, 25 и 46% соответственно. Как можно истолковать такие распределения?

Прежде всего следует объяснить несходство стихийной и организованной выборок, особенно значительное в первом варианте ответа. Дело здесь, скорее всего, в следующем. Как уже говорилось, данные организованной выборки мы получили «сверх программы», от шести НИИ, которые без наших усилий, по собственной инициативе, совершенно добровольно размножили и запустили у себя анкету «ЛГ». Естественно предположить, что эти НИИ, не поколебавшиеся поставить «опыт на себе», — не из худших по части создания условий труда для своих сотрудников; во всяком случае, их руководство, общественные организации думают и заботятся об этом. Результат налицо: половина опрошенных в данных НИИ научных работников предпочитает работать в стенах института. Причем важно отметить, что факт наличия нормальных условий для работы в своем учреждении более важен, чем даже различия в научном профиле НИИ: от 40 до 60% сотрудников не только технических и естественнонаучных, но и общественно-научного (экономического) института стремятся «работать на работе».

С этой точки зрения то обстоятельство, что лишь 28% стихийно приславших свои ответы, т. е. вдвое меньше, чем в организованной выборке, предпочитают работать в своем учреждении, не с лучшей стороны характеризует

условия для творческого труда в большинстве научных учреждений. В то же время почти в 2,5 раза более значительная доля — 69% — голосует за работу дома (против 46% — в организованной выборке). Конечно, здесь можно усмотреть и положительный момент. Улучшение жилищных условий, в том числе и научных работников, дает свои плоды. В том же направлении действует развитие средств информации и коммуникаций (особенно телефонной связи), о чем мы специально поговорим ниже. И все же *сегодня* тенденцию к переходу от «работы на работе» к работе дома следует признать, по меньшей мере, преждевременной. Польский социолог А. Матейко в своей книге «Условия творческого труда» справедливо отмечает, что отождествление дома с местом основной работы ученого причиняет определенные неудобства его домашним, отрывает ученого от контакта с коллективом и с руководством. Правда, эти и другие отрицательные моменты относятся главным образом к начинающим ученым, младшим научным сотрудникам, доля которых среди стихийно приславших ответы составляет всего 15,7%. Однако в 1969 г. в СССР насчитывалось 48,4 тыс. младших научных сотрудников и ассистентов, которые наряду с аспирантами составляют основной ресурс роста наших наиболее квалифицированных научных кадров в различных областях знания.

Каждый, кому приходилось иной раз часами стоять в очереди даже в научный читальный зал библиотеки имени Ленина, удивится, узнав, что работать в библиотеке любит меньшая часть научных работников — 35% стихийной и 25% организованной выборки. Но парадокс тут — в значительной мере кажущийся. Ведь такая библиотека есть только в Москве (хотя очень хорошие библиотеки имеются и в других городах, например, в Ленинграде). Немалое число научных работников и аспирантов приезжают в Москву специально для того, чтобы поработать в столичных библиотеках, где вероятность найти нужную литературу гораздо выше, чем на периферии. Косвенное подтверждение этому дает тот факт, что в московском ВНИИ ядерной геофизики и геохимии удельный вес любителей библиотек в 1,5 раза выше, чем в среднем по шести НИИ (40% против 25%). Этим объясняются и очереди в столичные читальные залы, несмотря на развитие межбиблиотечного абонементов, который

все же, видимо, не поспевает за бурным ростом научных кадров в стране.

Какие же выводы следуют отсюда? На фоне прогрессивно улучшающихся жилищных условий сегодня следует делать не меньший, а больший упор на оптимизацию условий творческого научного труда в НИИ. Наряду с развитием библиотечного обслуживания на дому и в научных учреждениях необходимо не просто увеличивать число библиотек вообще, но ускорить создание крупнейших универсальных и специализированных библиотек, особенно в новых научных центрах.

В ответах на второй вопрос — «Какую обстановку и соответственно какое психологическое состояние Вы считаете наиболее благоприятными для работы?» — сходимость стихийной и организованной выборок оказалась значительно выше. В первом случае одиночество и полный покой предпочли 49%, эпизодические контакты с коллегами — 62% и систематические контакты с коллегами — 20%. Во втором случае голоса распределились соответственно: 40, 63 и 12%.

Интересно сопоставить эти данные с ответами на первый вопрос. Очевидна связь между стремлением к одиночеству и полному покою более чем у 40% анкетированных со стремлением работать дома или в библиотеке примерно у такого же (среднеарифметически) процента приславших ответы индивидуально и через институты. По аналогии здесь мы можем заключить, что дело не столько в домоседстве или в стремлении уйти в свою скорлупу, сколько зачастую в недостаточно спокойных, нормальных условиях работы в своем учреждении, в своем коллективе. И хотя за одиночество и полный покой голосует меньшая часть опрошенных, их позиция заслуживает серьезного внимания. С точки зрения нашей гипотезы в ней нельзя не увидеть отчетливого стремления противостоять нарастающим стрессовым нагрузкам, которыми чреват рост современной «большой науки» с ее многотысячными коллективами, напряженным ритмом и большой ответственностью за успешный исход проекта.

Еще более ясное позитивное свидетельство этому дает распределение массивов по двум другим вариантам ответа. За эпизодические контакты с коллегами высказываются 62% в стихийной и 63% в организованной выборках, за систематические же — лишь 20 и 12% соот-

ветственно. Следует ли отсюда, что наши научные работники страдают недостатком коллективизма? Видимо, здесь сказываются некоторые психологические особенности научной деятельности. Систематические, изо дня в день контакты с коллегами не просто утомляют ученого, увеличивая стрессовые нагрузки. Они отрицательно сказываются на его творческой продуктивности, мешая вынашивать собственные идеи и отвлекая на обсуждение чужих, которое нередко бывает преждевременным и потому бесплодным. Кроме того, чрезмерно частые контакты форсируют «притирку» различных точек зрения (или, наоборот, возведение той или иной из них в принцип, в позу), уменьшают различия в подходе к решению исследовательских проблем. В любом случае они, выражаясь языком кибернетики, уменьшают полезное разнообразие системы (т. е. научного коллектива) и тем самым снижают ее творческий потенциал.

Но ясно, что и другая крайность — полный отказ от контактов — не служит повышению творческой продуктивности ученых. Научная деятельность становится сегодня все более коллективной. Умеренные информационные, творческие контакты с коллегами все более жизненно необходимы. Отражением этого и является тот факт, что почти $\frac{2}{3}$ анкетированных высказываются за эпизодические контакты с коллегами. Практически речь идет о встречах несколько раз в неделю — с колебаниями в зависимости от характера научно-исследовательской работы (например, теоретическая или экспериментальная).

Выводы ясны: поменьше всякого рода заседаний, особенно стрессового характера (например, в некоторых НИИ без особой нужды устраиваются ежегодные публичные отчеты лабораторий, секторов и групп); перенесение упора с соблюдения формальной дисциплины на обусловленный только интересами дела регламент, дифференцирующий явочные и неявочные дни для различных категорий и в нужных случаях — для отдельных сотрудников. Здесь полезно было бы провести специальные исследования, чтобы установить для каждой категории научных работников и для каждой специальности оптимальную меру интенсивности контактов.

Каналы информации. Высокой оказалась сходимость стихийных и организованных ответов и на третий вопрос: «Через какие каналы Вы получаете наиболее ценную для

Вас информацию?». 89% в первом случае и 74% — во втором отдадут предпочтение специальной литературе; соответственно 48 и 37% — творческим встречам, симпозиумам, конференциям; 44 и 33% — экспериментальным исследованиям; 46 и 44% — реферативным журналам, экспресс-информации и другим изданиям ВИНИТИ. Этим максимумам противостоят следующие минимумы: экспедиции, научные командировки дают информацию 23% ответивших стихийно и 26% ответивших организованно; общая литература — соответственно 17 и 8%; научно-популярная литература — 12 и 10%; случайные встречи и беседы с людьми — 10 и 5%; средства массовой информации (печать, радио, телевидение) — 8 и 7%.

В общем иерархия здесь довольно естественная: от источников и каналов наиболее концентрированной специальной информации к источникам и каналам, где ее меньше всего. Напряженный ритм работы зачастую просто не оставляет времени и сил на последние. Это чревато и некоторыми непредвиденными последствиями. Даже в группе максимума обращает на себя внимание неожиданно низкий удельный вес экспериментальных исследований (33—44%). А ведь большинство опрошенных — более 69% — принадлежат к представителям экспериментальных наук! Очевидно, и в обстановке информационного кризиса большинство ученых предпочитает все же почерпнуть готовую информацию из печатных источников, нежели проводить собственные эксперименты. Косвенно это может указывать на то, что наши научные издательства и информационные службы при всех их недостатках оказывают существенную помощь ученым в преодолении информационного кризиса. Но, с другой стороны, тот же факт может служить тревожным симптомом известного отхода молодого поколения экспериментаторов (вспомним преобладающий возраст опрошенных!) от собственной экспериментальной деятельности к работе с литературой. На такую тенденцию с беспокойством указывал академик П. Л. Капица.

Еще более симптоматична картина в группе минимума. Довольно низкий удельный вес экспедиций и научных командировок среди каналов наиболее ценной информации (23—26%) также указывает на известное падение роли непосредственного опыта в научном познании эпохи революции в информации и коммуникациях. Сегодня

основные информационные функции берет на себя печатное слово. Причем не печатное слово вообще, а специализированная система терминов, составляющих понятийный аппарат той или иной области — и области все более специальной и узкой — научного знания. Дифференциация знания продолжается, и ее математическим пределом явится состояние, когда, по известному выражению, каждый будет знать все ни о чем. Чтобы избежать такого состояния, процесс дифференциации знания должен дополняться его интеграцией. Для этого нужно, чтобы ученые разных специальностей поддерживали и развивали контакты друг с другом подобно тому, как физики и лирики, экономисты и биологи встречаются «Под интегралом» в Новосибирском Академгородке. Их взаимопониманию способствует развитие каналов неспециальной информации, в первую очередь общей и научно-популярной литературы, средств массовой информации, а также и обычные беседы между собой. Разумеется, все эти каналы не могут и не должны конкурировать со специальной литературой. Но они явно заслуживают большего (напомним, что на их долю приходится сегодня от 8—10 до 12—17%, как показала анкета «ЛГ»). Важно отметить, что речь идет не просто о расширении кругозора ученого, но и об обогащении его ассоциативных связей — важнейшего источника новых научных идей.

Из сказанного в этом разделе следует, что руководителям научных коллективов необходимо уделять существенно большее внимание развитию у молодых исследователей вкуса к экспериментальной работе, к получению материала для исследований из первых рук. В то же время их постоянной заботой должно быть привитие научной молодежи широких интересов не только к своей, но и к другим областям знания, способностей к теоретическому обобщению, без чего нельзя поднять творческую научную продуктивность.

Стимулы и оценки. И по четвертому вопросу — «Какие стимулы имеют для Вашей работы наибольшее значение?» — сходимость стихийных и организованных ответов оказалась высокой. И так, здесь кривые имеют три сходных максимума: удовлетворение от самого процесса познания и творчества — соответственно 93 и 84%; мнение коллег — 35 и 22%; материальные стимулы — 33 и 44%. Минимумы кривых: мнение близких людей — 8 и

4%; мнение непосредственных руководителей — 9 и 10%. Признание широкой общественности (известность) заняло промежуточное положение — 15 и 10%.

Обратимся сперва к максимумам. На поистине рекордную высоту взметнулся главный максимум: удовлетворение от самого процесса познания и творчества в 2—3 раза превосходит материальные стимулы и даже такой моральный стимул, как мнение коллег! Это факт весьма значительный. Он наносит сокрушительный удар по обывательским представлениям о движущих механизмах научного, да и всякого другого творчества. «Кажешься ты одному небесной богиней, другому — коровой, масло всегда дающей ему», — писал о науке Фридрих Шиллер. Подавляющее большинство наших ученых видит в науке «богиню», предмет бесконечного преклонения и самопожертвования. Конечно, к этому располагает сам дух научного поиска, о котором так красноречиво писал в своем письме к молодежи академик И. П. Павлов. Но вместе с тем в этом нельзя не увидеть и того, что труд в науке *уже стал* источником наслаждения и творческого удовлетворения для подавляющего большинства наших ученых — тем, чем станет в конечном счете труд во всех сферах коммунистического производства. Именно к этому ведет научно-техническая революция в условиях социализма, превращение науки в непосредственную производительную силу общества, научное преобразование всего производства.

Но это не означает, разумеется, что труд в науке не нуждается ни в каких дополнительных стимулах. Материальные стимулы пользуются в несколько раз меньшим признанием, чем удовлетворение от самого процесса познания и творчества, но тем не менее они сохраняют большое значение в сегодняшних условиях. Значительна также роль некоторых моральных стимулов. Как свидетельствуют итоги анкеты, ведущее место среди них принадлежит мнению коллег. Это дает, в частности, основание заметить, что предпочтение эпизодических контактов с коллегами систематическим, о чем шла речь выше, никоим образом не свидетельствует о каком-то высокомерном отношении к мнению других членов научного коллектива. Наоборот, их мнение, как показала анкета, ценится впятеро выше, чем мнение даже близких людей, как это ни огорчительно для авторов романов из жизни

ученых. Дело здесь, видимо, в сложности, труднодоступности для непосвященных содержания исследовательской деятельности. Если лирическая героиня С. Васильева «в трудной роли первого ценителя принимает вирши сочинителя», то подруге ученого эта роль во сто крат трудней, если, конечно, она сама не является научным работником...

Заслуживает внимания и тот факт, что мнение непосредственных руководителей котируется втрое ниже, чем мнение коллег, как в стихийной, так и в организованной выборках. Может ли это рассматриваться как сигнал о низком уровне и неавторитетности научного руководства? Ведь массовость оценки, по-видимому, исключает субъективные, привходящие причины, связанные с личными качествами руководителей. Конечно, полученные результаты в известной мере могут свидетельствовать о низком уровне организационно-управленческой культуры отдельных руководителей. Однако главные причины носят, скорее, социально-психологический характер. Чем ближе руководитель к подчиненным, тем более склонны последние считать его «ни чем не лучше себя», когда его решения признаются правильными, и много хуже — когда их таковыми не признают.

Кстати сказать, такой моральный стимул, как признание широкой общественности (известность, слава), тоже котируются значительно ниже, чем можно было бы ожидать. Вопреки распространенному представлению о честолюбии людей науки, лишь 10—15% анкетированных подчеркнули этот вариант ответа, причём заведомо лишь малая часть их придает данному стимулу главенствующее значение. Такое умонастроение естественно для людей, ставящих превыше всего дело своей жизни — сам процесс научного познания и творчества.

Вывод? Прежде всего — организация административного обучения руководителей научных коллективов. Они должны овладеть основами организации и управления так же, как овладевали своей научной специальностью. Кроме того, в некоторых случаях (особенно в крупных коллективах) целесообразно разделить труд в сферах научного и административного руководства (разумеется, при условии взаимопонимания и психологической совместимости). Далее. Необходимо принимать во внимание объективно существующую «систему ценно-

тей» при разработке различных мер морального и материального стимулирования наших научных работников. Все это означает, в частности, что наиболее мощным стимулятором творческой активности в науке является оптимизация условий самого научно-исследовательского труда.

Критерии. По пятому вопросу — «Какие измерители, по Вашему мнению, наиболее приемлемы для оценки продуктивности творческого труда?» — стихийные и организованные ответы выделили в первую очередь долю публикаций, получившую признание специалистов (соответственно 62 и 50%). Второе место в стихийных ответах заняло наличие учеников и последователей (37%), третье — полученный экономический эффект (31%), четвертое — количество ссылок на работы данного автора в работах других авторов (28%), пятое — полученный социальный эффект (не измеряемый экономически) (27%), шестое — количество публикаций (19%) и седьмое — доля публикаций, получившая признание широкого читателя (7%). В организованных ответах эти варианты собрали соответственно: 13, 40, 16, 15, 12 и 7%. Наиболее значительное расхождение оказалось в оценке экономического эффекта. Оно определяется, по-видимому, тем обстоятельством, что коллективы НИИ более непосредственно связаны с этим измерителем научной продуктивности, нежели индивидуальные ученые, стихийно приславшие свои анкеты. Но в максимуме и минимуме стихийные и организованные ответы совпали. Наиболее компетентным судьей научной продуктивности были признаны специалисты, наименее компетентным — широкий читатель. Это хорошо согласуется, с одной стороны, с признанием мнения коллег (т. е. также специалистов) одним из важнейших моральных стимулов научной работы, а с другой — с низкой оценкой такого стимула, как признание широкой общественности (известность).

В настоящее время продолжаются споры вокруг будущности научной школы. Спорят организаторы науки и психологи, физики и философы. Анкета показала, что исход этого спора предreshен самой жизнью. Наличие учеников и последователей как показатель продуктивности труда в науке подчеркнули 41% педагогов, для которых это — вопрос жизни. Столь же высоко оценили его химики. За ними вплотную идут медики (40%), математики и представители гуманитарных наук (39%), биологи

и геологи (38%), физики и техники (37%). Единственный заметный отрыв от этого уровня оценки — у экономистов (30%). По-видимому, в последнем случае с преемственностью научных традиций дело обстоит несколько хуже, чем в предыдущих, и это заслуживает внимания. Однако и здесь оценка достаточно высока. Итак, понятие научной школы отнюдь не просится в архив в условиях современной НТР и роста «большой науки». Знаменательно, что оценка значения этого показателя повышается с ростом служебного положения, с увеличением опыта и квалификации научных работников. Его выделяют 47% директоров и заместителей директоров, 44% руководителей лабораториями, 36% старших научных сотрудников и только 26% младших научных сотрудников.

Полученный экономический эффект — следующий: по проценту собранных «голосов» в основном массиве показатель (по шести НИИ он занимает второе место, сразу после признания специалистов). Казалось бы, он куда менее спорен, чем наличие школы: ведь он играет решающую роль при оценке работы подавляющего большинства институтов; от него зависят размеры материального стимулирования научных работников. Кому же, как не ему, быть на первом месте?! Однако большинство опрошенных научных работников расценивает его ниже, чем суждение специалистов и наличие учеников и последователей. В чем дело?

Разумеется, сегодня, когда наука стала важным — и весьма капиталоемким — фактором производства, едва ли кто-либо станет оспаривать необходимость подсчета экономического эффекта от прикладных исследований и разработок. Вопрос в том, *как* считать этот эффект? Среди экономистов по этому поводу идут ожесточенные споры, действующие и разрабатываемые методические указания и инструкции разных ведомств и уровней часто противоречат друг другу, а сам экономический эффект считается подчас «на глазок»⁴.

⁴ Например, газета «Социалистическая индустрия» (от 20 мая 1970 г.) писала о филиале одного крупного прикладного института, который «довел» экономический эффект до 34 руб. на 1 руб. затрат и был на самом хорошем счету. Однако, когда его проверили народные контролеры, было установлено, что фактический эффект за

Что же касается фундаментальных, особенно так называемых «чистых» исследований, теоретической науки, то здесь исчисление экономического эффекта и вовсе проблематично. Скажем, как оценить в фунтах стерлингов или в других денежных единицах всю ту пользу, которую принесло открытие электромагнитного поля?⁵ Это вряд ли можно сделать, но все мы знаем, что польза эта поистине неисчислима, ибо без открытия Фарадея немислимы современные промышленность и связь, сама научно-техническая революция XX в.

Единственный на сегодня измеритель пользы научно-технического прогресса в результате фундаментальных исследований — полученный обществом социальный эффект (не измеряемый только экономически). Наличие учеников и последователей — один из примеров такого эффекта. Другие его формы: совершенствование средств защиты природной среды от пагубных влияний развития промышленности; успехи медицины; революция в образовании и существенное повышение уровня культуры в обществе и т. д. Беда этого измерителя — его поневоле качественный, а не количественный характер. Социальный эффект сложнее экономического эффекта. Ведь последний — худо ли, бедно ли — все же подсчитывается, причем тем успешнее, чем более прикладной является работа. Это отчетливо отразила анкета. За экономический эффект «проголосовали» 47% экономистов и 45% техников, но уже значительно меньше — представителей естественных наук, а именно: 34% геологов, 32% химиков, 28% биологов, 23% математиков (и педагогов!), 19% физиков, 14% медиков. Среди представителей гуманитарных наук этот показатель падает до 10%. Иначе распределяются оценки социального эффекта. Его подчеркивают 43% представителей гуманитарных наук, 41% педагогов, 35% экономистов, 30% медиков, 28% техников, 22% биологов, 19% математиков, 18% геологов, 17% физиков и химиков. Следовательно, учет социального эффекта необходим в особенности для гуманитарных и теоретических исследо-

два последних года составил лишь 35 копеек на 1 руб., т. е. оказался в сто раз меньше!

⁵ Рассказывают, что когда одна дама задала М. Фарадею после его публичной лекции вопрос о пользе его открытия, он ответил: «А какая польза от Вашего ребенка?»

ваний, а разработка методов его определения заслуживает серьезного внимания.

Промежуточное между экономическим и социальным эффектами положение занимает показатель цитируемости (числа ссылок). Этот показатель — сравнительно недавнего происхождения. Он используется для изучения уровней интенсивности потоков научной информации, сетей взаимных ссылок, так называемых «невидимых колледжей» в науке и т. д., чем занимается «наукометрия» — одно из направлений в современном науковедении. Но его значение сильно ограничивается тем обстоятельством, что условия, в которых он «работает», трудно выполнимы. К ним относятся, например: общеобязательное scrupulous указание автором каждой работы всех источников, на которые он опирается, т. е. строжайшая этика цитирования; создание на этой основе всеобъемлющего индекса цитат, т. е. всех ссылок на все публикации каждого ученого, и т. д. И даже выполнение всех условий не освобождает данный показатель от его формального характера, хотя и менее формального, чем у простого указания числа публикаций. Анкета показывает, что оценка показателя цитируемости падает с переходом от естественных наук к наукам техническим и гуманитарным: у физиков она равна 40%, у геологов — 35%, у химиков и математиков — 34%, у биологов и медиков — 30%, у техников — 28%, у представителей гуманитарных наук — 23%, у экономистов и педагогов — 19%.

Но представители всех наук единодушны в низкой оценке показателя количества публикаций — и в стихийной, и в организованной выборках он стоит на предпоследнем месте. А ведь этот показатель и по сей день считается главным при решении участи научных работников на любых конкурсах и аттестациях, при поступлении на работу, присуждении степени или звания и т. п.! Назовем вещи своими именами. Возведение его в ранг привилегированного критерия способности к научной деятельности отражает отживающие, бюрократические тенденции к регламентации этой деятельности, когда главный упор делается на второстепенные и часто случайные признаки квалификационного уровня научных кадров.

Вывод очевиден: назрела необходимость разработки комплексного критерия научной продуктивности, непременно включающего в себя экспертную оценку (суждение

специалистов), которая должна быть независимой и активной.

Помехи. На вопрос шестой — «Что в наибольшей мере снижает продуктивность Вашей работы?» — стихийные и организованные ответы распределились в следующем порядке. Нехватка вспомогательного и обслуживающего персонала — соответственно 49 и 30%; отсутствие тишины, внешние раздражители — 47 и 46%; заседания и совещания, административные обязанности — 39 и 11%; нехватка оборудования и материалов — 33 и 13%; обстановка и взаимоотношения в учреждении, в микроколлективе — 29 и 19%; перегрузка общественной работой — 23 и 15%; телефонные звонки — 15 и 11%; многообразие — 14 и 13%; неинтересная тематика — 14 и 17%. Все названные факторы являются стресс-агентами, и все они порождены неудовлетворительной организацией труда в научных учреждениях. Последняя же, в свою очередь, связана с неупорядоченностью потоков информации, с избыточностью «информационного» шума, соседствующего с обычным утомительным шумом. Расхождения в данных стихийной и организованной выборки здесь объясняются, как и для других показателей, тем, что в шести НИИ мы имеем дело, очевидно, с более высоким уровнем организационной культуры. И именно поэтому там особенно заметны шумы и прочие внешние раздражители (например, нехватка вспомогательного и обслуживающего персонала). Для устранения этих факторов одной доброй воли и организационной сознательности недостаточно.

На первый взгляд удивление вызывает то, что в шести, видимо, достаточно благополучных НИИ в качестве одной из главных причин помех считается обстановка и взаимоотношения в микроколлективе. Вспомним, однако, что сотрудники этих институтов в 46% случаев предпочитают работать в своем учреждении, а следовательно, находятся в постоянном контакте друг с другом. На фоне более или менее нормальных организационных условий всякого рода недоразумения в человеческих взаимоотношениях воспринимаются, очевидно, особенно болезненно. Думается, это обстоятельство с немалой пользой могли бы учесть руководители научных учреждений и их партийные организации. Оптимизация организационных условий в НИИ должна идти рука об руку с оптимизацией психологического микроклимата, с учетом личностных особенностей

сотрудников, их психологической совместимости и «взаимодополнительности» и т. п. Между тем анкета показала, что микроколлективу наибольшее значение придают старшие и младшие научные сотрудники (соответственно 32 и 29%), старшие инженеры и инженеры (39 и 37%) и гораздо меньшее — руководители: начальники лабораторий (27%) и особенно директора и заместители директоров НИИ (19%).

Точно так же озабоченность нехваткой вспомогательного и обслуживающего персонала убывает, а не возрастает, как это ни странно, снизу вверх должностной лестницы. Ее высказывают 50% младших научных сотрудников и только 47% начальников лабораторий и 27% директоров и замов! В том же порядке, но более плавно убывает озабоченность нехваткой оборудования и материалов: 39 и 32% соответственно, у младших и старших научных сотрудников, 34% у начальников лабораторий и 26% у директоров и их заместителей. Зато озабоченность заседаниями и совещаниями растет в обратном порядке, причем почти по экспоненте. Ее высказывают 15 и 30% соответственно, младших и старших научных сотрудников, 16% инженеров и 23% старших инженеров, 60% начальников лабораторий и 77% директоров и их заместителей. Выходит, что руководители (и чем старше по должности, тем больше) страдают от потери времени на совещаниях, в то время как их подчиненные теряют время на неквалифицированные работы (нет вспомогательного персонала) и на «добывание из-под земли» всеми правдами и неправдами недостающего оборудования и материалов. Ясно, что такое «разделение труда» мало способствует повышению продуктивности научно-исследовательской работы! Это проливает дополнительный свет и на низкую оценку мнения руководителя научного коллектива: у него подчас просто руки не доходят до самых неотложных нужд. Последнему способствует и перегрузка общественной работой, растущая с должностями. Наконец, о явно недостаточном уровне культуры руководства говорит и тот факт, что одинаковая часть опрошенных жалуется на многотемье и на неинтересную тематику. Такое сочетание свидетельствует о неумении руководителя ограничить круг тем путем выбора наиболее интересных, наиболее важных и значительных.

С вопросом о помехах тесно связан заключительный

вопрос анкеты о наиболее необходимых средствах оргтехники. Мы видели, что нехватка оборудования и материалов — одна из основных помех научного труда. Оргтехника сегодня — немаловажная составная часть научного оборудования. Как же ранжируется потребность в основных ее видах? Пишущую машинку выделили 57% стихийных ответов и 33% — организованных, настольную счетную машину — соответственно 36 и 47%, множительный (копировальный) аппарат — 31 и 17%, телефон — 27 и 25%, ЭВМ — 22 и 24%, диктофон — 15 и 5%.

Эти данные могут быть с пользой учтены нашей промышленностью оргтехники и службами материально-технического снабжения научных учреждений. Но они заслуживают и самостоятельного анализа. Три «призовых» места среди необходимых средств оргтехники прочно удерживают пишущая машинка, настольная счетная машина и копировальный аппарат. Все это — средства воспроизведения и первичного анализа печатной информации. Далее идет телефон — средство индивидуальной передачи информации. Телефон способен радикально изменить уклад научной жизни особенно в том случае, когда он выступает в паре с ЭВМ, работающей в режиме «разделения времени». Телефон становится здесь окончательным устройством ввода и вывода информации. Но такие системы лишь начинают внедряться. Вообще применение ЭВМ в научных исследованиях делает пока только первые шаги.

Неожиданно низкой оказалась популярность диктофона. Это обстоятельство объясняется, вероятно, как отсутствием навыка в работе с ним, так и его все еще невысокими техническими качествами (диктофоны не имеют замедлителя воспроизведения, громоздки, недостаточно надежны).

Из изложенного ясно, что уровень организации научной деятельностью должен быть повсеместно поднят с помощью системы мер, учитывающих иерархию помех.

Подводя общий итог, можно утверждать, что анкета «ЛГ», хотя бы отчасти, достигла своей цели. Данные стихийной и организованной выборки, дополняя друг друга, подтверждают нашу исходную гипотезу. Упорядочение потоков информации и ограничение стресса должны лечь в основу научной организации труда ученых.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В НАУКЕ. ТЕНДЕНЦИИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ НАУКИ

В современной литературе существует два основных подхода к экологической¹ проблематике: «оптимистический» и «алармистский», или «пессимистический». «Оптимисты» рассматривают экологические проблемы как частные вопросы современной науки, техники и экономики, решение которых не меняет характера отношений человека к природе. «Алармисты» относятся к ним иначе, придавая серьезное значение расчетам, выполненным в СССР и за рубежом и оценивающим некоторые весьма неприятные для человечества последствия его совокупной научно-технической и экономической деятельности². Чаше других здесь называют следующие показатели ухудшения биологических условий жизни человека на Земле: таяние ледников на полюсах, приводящее к повышению уровня мирового океана; общее изменение климата Земли; загрязнение наземных вод и вообще всей гидросферы; изменение состава атмосферы и биосферы. Тем не менее большинство экологов, и в том числе «алармистов», все же считают, что еще не поздно предпринять усилия, которые могли бы сначала затормозить наступление необратимых отрицательных последствий, а затем постепенно и улучшить биологические условия жизни человека.

В логико-методологическом плане позиция «алармистов» представляет больший интерес, нежели позиция «оптимистов». Последние усматривают сущность экологических проблем в технике и экономике, первые — в них самих. Объективные основания «алармистского» подхода

¹ Мы имеем в виду экологию человека, или социальную экологию, — науку о взаимодействии человека (общества) с живой природой (биосферой) или шире — с природой, составляющей условия жизни.

² Сватков Н. М. Основы планетарного географического прогноза. М., 1974; см. также работы М. И. Будыко, П. Г. Олдака, С. С. Шварца, М. М. Камшилова, Ж. Дорста, Дж. Форрестера, Д. Медоуза, Б. Уорда, Р. Дюбо, М. Месаровича, Э. Пестеля, Я. Тинбергена, Дж. Тейлора и др.

можно видеть в том, что «человечество в XX веке превратилось в решающий фактор преобразования и развития самой биосферы³, сделав ее эволюцию в потенциально регулируемом, очевидно, наукой (а также технологией) процессе. История человечества и эволюция биосферы сливаются сегодня в один процесс, управлять которым на порядок сложнее, нежели экономикой. И если наука претендует на это, она должна, очевидно, претерпеть серьезные внутренние изменения, затрагивающие ее логику и методологию, ее цели и ценности.

Характер современных экологических проблем. Хотя масштабы человеческой деятельности еще не равны масштабам биосферы, человек, опираясь на науку (главным образом естествознание), научился использовать «пусковые механизмы» природы, что позволило ему влиять уже и на всю биосферу. При этом практически игнорировался биологический «контекст» человеческой деятельности, ее взаимосвязь с биосферой. Истоки такого пренебрежения заложены в капиталистическом способе производства, при котором человек противопоставляет себя природе, подчиняет себя и природу целям и орудиям труда (технике, экономике), разрывает естественные связи предмета труда с остальной природой, использует механические, физические, химические свойства вещей⁴, но игнорирует биологические свойства элементов труда.

Отношение человека к природе описанного типа можно назвать абиотическим отношением. Оно есть отношение превращения взаимодействия, взаимоутверждения человека и живой природы (в том числе другого человека) в одностороннее, однонаправленное (равнодушное, безразличное) воздействие человека на живую природу, приводящее к ее умерщвлению (абиотизации). Капиталистическое промышленное производство является максимально полным воплощением абиотического отношения. Его имманентными характеристиками являются сведение живого к неживому, эксплуатация человека человеком, большинства меньшинством и эксплуатация природы, причем последняя выступает, думается, широким эко-

³ Баженов Л. Б., Ильин А. Я., Карпинская Р. С. О лидере современного естествознания.— В кн.: Синтез современного научного знания. М., 1973, с. 123.

⁴ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 23, с. 190.

гическим (абиотическим) основанием для эксплуатации человека человеком.

В противоположность этому биотическое экологическое (или эко-) отношение — это отношение равно активных, взаимодействующих, взаимоутверждающих друг друга сторон (систем), каковыми могут быть живые существа, в том числе человек или общество. Оно представляет собой свободное экообщение, сохраняющее возможность существования и саморазвития обеих взаимодействующих систем. Наиболее близкими примерами таких отношений в реальной действительности являются следующие экоотношения: родители — дети, мужчина — женщина, воспитание, образование, наука, искусство и другие формы творчества, игры, физкультура и спорт, туризм и пр.

Биотическое и абиотическое экоотношения — это, конечно, абстракции, с помощью которых могут быть поняты реальные, конкретные формы экоотношений, экообщения, каковыми являются все формы бытия человека и общества. В этих понятиях может быть выражен также и экокризис, возникший в результате преобладания абиотических форм экоотношений над биотическими, и указан выход из него как переход от преимущественно абиотических экоотношений к преимущественно биотическим.

В условиях преобладания абиотической по своему характеру промышленности, определяющей всю систему экоотношений в ее существующем виде, наука, как и все формы (в идеале) свободного экообщения, а также и сельское хозяйство (являющееся противоречивой, промежуточной, биотически-абиотической формой экоотношений), будучи ориентированными на развитие промышленности, действуют в большей или меньшей мере абиотически, способствуют приближению экокризиса. Но современная экологическая ситуация довольно серьезно изменяет значение и функции науки, поднимая ее значение и экологизируя ее функции. Наука берет на себя ответственность за регулирование взаимоутверждения человека (общества) и биосферы, создание общей и частных программ перехода от абиотических форм экоотношений к биотическим, перевода направления социального развития от движения к экокризису на «рельсы» движения к экогармонии, динамическому экоравновесию. В соответствии с появлением экофункций науки начинает ме-

яться и ее структура, предмет, роль и место отдельных наук и их комплексов в общей системе науки.

В рамках существующей в основном абиотически ориентированной науки ведущее место занимают науки о неживой природе вообще (физика, химия, механика и т. д.) и о специфической форме неживой природы — технике и экономике (промышленности). Процесс экологизации (биотизации) науки (экологической революции) — это процесс ее самоизменения, в котором можно условно выделить пять основных аспектов, взаимодополняющих и пронизывающих друг друга:

1. *Экологизация науки в общем виде* означает: надевание обществом своей социальной подсистемы — науки — экофункциями в отношении экосистемы в целом, т. е. практически в отношении системы экоотношений; усиление внимания к позитивным формам экоотношений — взаимоотноверждению, взаимопомощи, гармонии, динамическому равновесию и т. д.; осознание науки самой себя (и ее соответствующее самоизменение) в качестве «посредника» между человеком и живой природой, объединяющего их в одну своеобразную систему, в которой ни одна из подсистем несводима к другой. Максимальные потенции соответствующего самоизменения можно видеть в географии, где и возникла экология человека — лидер и идеал науки будущего⁵. Вместе с резким усилением

⁵ Л. Б. Баженов, А. Я. Ильин и Р. С. Карпинская различают в проблеме лидера естествознания два аспекта: практически-функциональный и структурно-теоретический. По первому из них лидером считается биология, по второму, основному — физика (см.: Баженов Л. Б., Ильин А. Я., Карпинская Р. С. О лидере современного естествознания. — В кн.: Синтез современного научного знания, с 122—128, 142 и др.). С излагаемой здесь точки зрения физика была лидером естествознания отнюдь не в силу фундаментальности физического знания, взятого в соотношении с иным знанием, а в силу того, что физика является наиболее мощным научным средством развития капиталистического индустриального производства, объективно сводящего все нефизическое в основном к физическому. Фундаментальность физики — это в каком-то смысле научный антураж индустриальной ориентации сегодняшней науки.

Похоже на то, что самокритичность, нравственный и интеллектуальный уровень физиков оказался достаточно высоким, чтобы в их среде смогло появиться «стыковое» направление «экофизики»; см. в связи с этим: Wesley J. P. Ecophysics: the application of physics to ecology. N. Y., 1974; Monteith J. L. Principles of environmental approach to physical science. Lexington (Mass.). 1974; Hammond A. L. Physics in perspective: a new report. — Science, 1972, vol. 177, N 4049;

роли экологии человека растет также и общая роль географии как науки о взаимоотношениях человека (общества) и природы.

Для науки в целом и для каждой науки в отдельности сказанное выше практически означает расширение предмета, рассмотрение (и регулирование) его взаимосвязей со всей окружающей средой: биосферой, обществом, системой науки.

Остальные аспекты экологизации науки представляют собой частные выражения первого аспекта.

2. *Биологизация науки*, или установление «почтительного» отношения к жизни как таковой, без подчинения ее технике и иным видам неживой природы. Такое отношение к живому в максимальной мере свойственно биологическим наукам, что поднимает их значение в системе науки в целом. Из различных аспектов экологизации науки биологизация возникла ранее других и уже получила признание даже со стороны физиков, наименее заинтересованных в смене лидера науки.

3. *Гуманизация, или гуманитаризация и социализация науки*, означает взятие наукой на себя ответственности за сохранение и дальнейшее развитие человека и общества. Поскольку выполнять эти функции лучше всего могут, по-видимому, науки о человеке и обществе, это приводит к возрастанию их роли в общей системе науки.

4. *«Активизация», «прогностизация» и аксиологизация науки*, т. е. повышение общей меры ответственности и активности науки как регулирующей системы, усложнение ее функций путем перехода от аналитически-объяснительных к прогностически-регулирующим функциям, создающим нормативный прогноз для самой себя, общества, биосферы, системы их взаимоутверждения на основе и посредством экоценностей, в которые вводится этический принцип уважения к живому как таковому.

5. *Теоретизация науки*, или ее общее усложнение, возрастание роли философии и теории вообще (прежде всего теории экогармонии), выступающих в качестве са-

Weinberg A. M. Technology and ecology.— Is there a need for confrontation? — Bioscience, 1973, vol. 23, N 1; Keeney B. C. The bridge of values.— Science, 1970, vol. 169, N 3940; Gell-Mann M. How scientist can really help?— Physics today, 1971, vol. 24, N 5.

мых общих, стратегических программ развития экосистемы в целом и развития науки в особенности⁶.

Таким образом, экологизация науки имеет довольно широкую научную основу. Это — процесс дальнейшего развития одних научных традиций, преобразование других, сознательный отказ от третьих. Это — процесс самопреобразования науки, приспособления ее к качественно новым функциям. Но все эти признаки экологической революции в науке характерны и для других, предшествующих научных революций. Что же является ее спецификой, отличием от других научных революций, ее сущностью?

Научные революции, связанные, например, с именами Коперника, Ньютона, Эйнштейна, были по существу своему революциями в парадигме (Т. Кун) или в стиле (Ю. В. Сачков) научного мышления. По крайней мере, часть из них были и революциями в мировоззрении, так или иначе (весьма опосредованно) отразившимися на практике. Экологическая революция в ее полном объеме — это революция в системе отношений человека с природой; научная революция является ее моментом и аспектом. Экологическая революция подготовлена научно-технической революцией (начало которой ряд авторов

⁶ Отсюда можно понять практически общепризнанную антивоенную, антипрагматическую и антифизикалистскую направленность экологической проблематики. Несовместимость экологии человека с существующей индустриальной ориентацией разные авторы формулируют по-разному: «конец экономического человека» (Дж. Мак-Хейл); «экология поглощает экономику», «экология или экономика?» (Р. ван Поттер); «экономика против экологии» и т. п. Теоретический анализ абиотичности индустриального труда см. в работах автора: Экологизация научного, управленческого и инженерно-технического труда. — В кн.: Пути повышения эффективности управленческого и инженерно-технического труда: (Тезисы докладов республиканской межотраслевой научно-технической конференции. Секция 1). Киев, 1974, с. 112—119; Биотичность и абиотичность труда. — В кн.: Философия пограничных проблем. Пермь, 1975, вып. 8.

Экологический кризис науки особенно остро и болезненно проявился в социальном, нравственном, финансовом кризисе современной физики в США, Англии и других странах Запада. См. обзорные работы: *Шилин К. И.* Экологическая революция в современной западной науке. — Вопросы философии, 1972, № 11; *Он же.* Нравственный кризис в американской науке. — Вопросы философии, 1971, № 11; *Василенько Л. И.* Проблематика «Пределов роста» и современная наука. — Вопросы философии, 1974, № 11.

связывает с тезисом Ф. Бэкона «знание — сила»), усилившей роль индустриально (абиотически) ориентированной науки. Как отмечалось, сложившаяся в ходе НТР система «наука—техника—экономика» оказалась абиотической, в ней игнорируются биологические законы окружающей природы. Поэтому именно НТР в ее существующем виде и сделала необходимостью экологическую революцию, коренной поворот человека к живой природе, в том числе и к своей собственной — биосоциальной, экологической природе. И современная наука, порожденная капиталистической промышленностью и ориентированная ею на подчинение человеком себя и природы целям и орудиям абиотического труда, неживому, ныне начинает отказываться от своей абиотической ориентации, ставит акцент на науках о человеке, живой природе и их взаимодействии, участвует в решении практических экопроблем. Науки о неживой природе, экономике и технике в связи с этим начинают терять лидерство. Возникает тенденция изменения нравственных основ науки, перехода к экологической этике, регулирующей отношения человека с природой и другими людьми, в том числе между учеными. Начинает ощущаться необходимость осознанного, планового развития человеком самого себя и окружающей его живой природы, т. е. расширения сферы планирования и регулирования и перенесения акцента в этом планировании с экономики, промышленности (т. е. сферы неживого) на человека и живую природу.

Значительным приближением к экологической научной революции является революция в науке (главным образом в науках об обществе), связанная с именами К. Маркса, Ф. Энгельса и В. И. Ленина. Эта революция имела своей (осуществленной) целью поставить под контроль человека технику, неживую природу, планомерно развить их для нужд человека и общества, а не в качестве самоцели, что характерно для абиотичного капиталистического общества. Но экологические аспекты марксовской экономической теории осмыслены еще недостаточно. А они весьма глубоки.

Уже в своей работе «Экономическо-философские рукописи 1844 года» К. Маркс четко фиксирует противоречие между человеком и природой и формулирует тезис о том, что это противоречие будет снято вместе с противоречием между человеком и человеком, человеком и об-

ществом⁷. В последующих работах он развивает и конкретизирует эти идеи. В «Критике Готской программы» недвусмысленно формулируется тезис о том, что источником материального (вещественного) богатства является труд и природа, а не один только труд. Понимание труда (очевидно, в его капиталистически-промышленной форме наемного труда) как единственного источника экономического прогресса общества есть точка зрения буржуазии, прямо заинтересованной в придании системе такого труда преувеличенной (фетишизированной) социальной роли⁸.

Экологизация методологии и логики науки. Одна из серьезных трудностей в решении современных экологических проблем связана с экспоненциальным ростом объема информации. Упорядочение этой колоссальной информации, решение вопроса о том, какая информация нужна в первую очередь, какая — во вторую, а какая вовсе не нужна, требует создания социально-экономической теории, на информационной основе которой можно было бы решить уже собственно экологические проблемы. Подобная теория могла бы помочь и в решении проблемы определения истоков предшествующих теорий в системе наличного научного знания. Очевидно, однако, что создание теории экологического равновесия (социально-экологической теории) требует разработки ее логико-методологических основ.

Существующее состояние экологической проблематики таково, что она воспринимается как междисциплинарная, комплексная. Потому ею занимаются самые разные науки, использующие различную методологию, преимущественно методологию естествознания и в особенности метод системной динамики, разработанный Дж. Форрестером и примененный группой Д. Медоуза, а в несколько модифицированном виде — М. Месаровичем, Э. Пестелем и Я. Тинбергеном. Все эти разработки и побудили задуматься над серьезностью современной экологической ситуации. Однако предложенная в них методология имеет свои ограничения. Одно из основных ограничений можно видеть в том, что берется весь массив данных, без их

⁷ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 42, с. 116, 118, 121, 126—127, 171.

⁸ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 19, с. 13—14.

предварительного отбора, без постановки и решения проблемы начала, исходного пункта исследования. Тем самым молчаливо предполагается, что начинать исследование экологических систем в принципе можно с любого «атома», с любого атомарного факта. Возможно, исследование неживых (механических, физических, химических) систем необходимо осуществлять именно таким способом. Однако живые (биологические и социальные) системы отличаются от неживых гораздо большей сложностью, иерархичностью своей структуры. В этой структуре различные ее элементы играют различную роль: ведущую, определяющую и ведомую, определяемую. Исследование таких сложных систем необходимо начинать, по К. Марксу, с исследования определяющей подсистемы как сущности всей системы, а сущности — с ее простейшего элемента. Если же мы начнем исследование не с сущности, то мы невольно выдадим это нечто за саму сущность.

Живые и неживые системы можно различить с некоторой долей упрощения тем, что сущность первых заключена в одной из подсистем, в то время как сущность последних равномерно распространена по всей системе. Теория неживой системы есть отражение ее структурных связей и ее элементов, теория живой, саморазвивающейся системы отражает характеристики преимущественно одной из подсистем, а именно ведущей подсистемы, саморазвитие которой определяет развитие всей системы, остальных ее подсистем и элементов. Например, марксова теория капиталистического общества есть по существу теория капиталистического производства — сущности капиталистического общества. (Товар — ее простейшая «клеточка», «ячейка».) Все остальные подсистемы капиталистического общества (сельское хозяйство, торговый капитал, сфера надстройки и пр.) могут быть поняты из марксова анализа промышленного капитала, но не наоборот. Итак, рассмотрение капиталистического общества в марксовой экономической теории оказывается весьма селективным, отражающим различные его подсистемы в совершенно разной степени.

Уже из этого различения живых и неживых систем можно вывести различное отношение к имеющейся и собираемой информации. Информация о неживых системах должна более или менее равномерно отражать всю систему в целом, все ее элементы. Информация о живой, са-

моразвивающейся системе — это преимущественно информация о ее саморазвивающейся подсистеме и в гораздо меньшей степени — об остальных элементах системы. Так, К. Маркс, будучи по своему «базовому» образованию юристом, профессионально занялся политической экономией, чтобы исследовать экономическую сущность современного ему капиталистического общества, экономический базис его, и гораздо меньшее внимание уделял информации о юридических и других надстроечных явлениях капиталистического общества.

Социально-экологическая система — это, конечно, живая органическая, саморазвивающаяся система, включающая в себя, однако, и неживую природу в форме техники, промышленного производства. Г. Ф. Хильми довольно удачно назвал такую систему «биотехносферой». Для изучения ее необходим, на наш взгляд, своеобразный синтез методологии исследования живых, социальных, саморазвивающихся систем, т. е. методологии К. Маркса, и методологии наук о природе. Такой синтез пока еще даже не намечен. Обычно методология естествознания и методология социально-экономических наук применяются для исследования социально-экономических систем по отдельности. Экологический синтез методологий обществоведения и естествознания необходим, однако, уже потому, что масштабы деятельности человека приближаются сегодня к размерам биосферы, что означает в данном случае объединение двух систем, ранее развивавшихся относительно независимо — биосферы и общества, — в одну двойную систему «общество (человек)-биосфера», ведущей подсистемой которой человек сделал себя, свою социальную систему. Одно из фундаментальных свойств системы «человек — биосфера» заключается, видимо, в том, что ее развитие становится осознанно полагаемым процессом, зависящим от совокупной деятельности человечества и непосредственно от создания адекватной этой системе социально-экологической теории, являющейся одновременно ее стратегической программой развития (или выполняющей функции такой программы).

Все это значительно усложняет функцию методолога. Если в прошлом для обеих существующих методологий было характерно исследование налично сущей, сформировавшейся, развитой системы, которую нужно было адекватно отразить в системе понятий, то ныне методолог

должен найти в действительности такие «ростки», «зародыши» будущего, которые должны быть развернуты в теорию-программу созидания будущего. Методология из обобщения и отражения прошлого и настоящего (и лишь на этой основе — предвидения будущего) становится теорией-программой созидания этого будущего, вычленивающей из налично сущего лишь отдельные его моменты, в которых это будущее и должно быть осознанно полагаемым.

С такого типа логико-методологической ситуацией столкнулся В. И. Ленин в послеоктябрьский период его творчества. Самой практикой начала социалистического строительства перед ним была поставлена задача создания теории строительства будущего, коммунистического общества. Для решения этой задачи он стал искать в «мозаичной», «неизящной» действительности «ростки нового», коммунистического, из которых можно было бы развернуть целостную картину будущего коммунизма. Этот «росток», «зародыш» нового В. И. Ленин обнаружил в коммунистическом субботнике⁹.

Аналогичного типа логико-методологическая ситуация существует и сейчас: чтобы создать социально-экологическую теорию-программу установления (или восстановления) экологического равновесия, необходимо уже сегодня, не дожидаясь «созревания» экологической ситуации, обнаружить те элементы, «зародыши» экологического равновесия, которые можно было бы «развернуть» в будущей теории.

Однако для большинства экологов такой проблемы еще не существует. Они молчаливо исходят из признания равной значимости различных экологических сфер, точнее — из признания капиталистического индустриального производства доминирующей формой экологического общения и в будущем. Но тем самым на будущее переносится в принципе современная экологическая ситуация, порождающая экологический кризис. Думается, что такой

⁹ Подробнее см.: *Шилин К. И., Куракина В. И.* Логический аспект творчества В. И. Ленина послеоктябрьского периода. — В кн.: *Проблемы материалистической диалектики. Труды Тюменского индустриального института.* Тюмень, 1969, вып. 9; *Шилин К. И.* Развитие В. И. Лениным метода восхождения от абстрактного к конкретному. — В кн.: *Актуальные проблемы диалектической логики.* Алма-Ата, 1971.

одход есть проявление методологии естествознания, необходимой, но недостаточной для постановки и решения экологических, т. е. социально-естественнонаучных, а не только естественнонаучных проблем.

С позиций марксовой методологии исследования социально-экономических систем и проблем необходимо, как отмечалось, выделить основную, доминирующую форму, подсистему исследуемой системы и рассмотреть ее вне зависимости от других подсистем, ибо она в большей степени, чем другие подсистемы, обладает возможностью саморазвития, самоопределения. Ее влияние на другие подсистемы значимее их влияния на нее, поэтому влиянием последних можно на первых порах пренебречь. Что же это за система?

Промышленное производство в качестве подобной системы непригодно, ибо оно слишком жестко связано с капиталистическим характером социально-экономического прогресса, подчиняющего человека и природу орудиям труда, экономике, находящихся в руках одного класса, а не в руках всего общества. Иное дело, казалось бы, сельское хозяйство, сельскохозяйственный труд. Такой труд есть сохранение и воспроизведение жизни, а не ее игнорирование, подчинение неживой природе, технике. По всей вероятности, именно на основе анализа этой формы общения человека с природой К. Маркс и дал следующее определение понятия труда: «Труд... есть не что иное, как абстракция, и как таковой вообще не существует или, если мы возьмем то, что под этим скрывается — производительная деятельность человека вообще, посредством которой он осуществляет обмен веществ с природой, не только лишенная всякой общественной формы и определенного характера, но выступающая просто в ее естественном бытии, независимо от общества, отрешенно от каких бы то ни было обществ и, как выражение жизни и утверждение жизни, общая еще для необщественного человека и человека, получившего какое-либо общественное определение»¹⁰.

Действительно, по сравнению с капиталистической промышленностью сельское хозяйство обладает гораздо большими экологическими потенциями. Однако в истории

¹⁰ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 25, ч. II, с. 381—382.

экологических отношений можно обнаружить много примеров локальных экологических кризисов, возникших в условиях доминирующей роли сельского хозяйства и ставящих под сомнение тезис о сельском хозяйстве как исходной точке отсчета теории экологического равновесия. Засоление почвы в Месопотамии и Пенджабе, превращение пастбищ в пустыню в Северной Африке, превращение джунглей сначала в саванну, а затем и в пустыню в Центральной Африке посредством подсечно-огневого земледелия, разрушение почв в Древней Греции и в Древнем Риме,— эти и другие примеры показывают, что и сельское хозяйство порождает экологически кризисное отношение между человеком и природой, хотя, возможно, и в меньших масштабах, на локальном уровне. На наш взгляд, происходит это в силу того, что сельское хозяйство есть сохранение и воспроизведение, проявление и утверждение жизни отдельного биологического организма (или относительно незначительной их совокупности) при подчинении ему многообразия жизни целого биogeоценоза. Обладая значительными экологическими потенциями, сельское хозяйство имеет, таким образом, и серьезные экологические ограничения. Поэтому оно непригодно к роли основной формы общения человека с природой. Здесь необходимо нечто иное, когда человек по самому характеру общения с природой не должен был бы с необходимостью уменьшать многообразие жизни, подчинять живое неживому. Не есть ли это нечто анти-теза (наемного) труда (рабочего времени) — свободное время?

Если свободное время понимать как время свободного общения человека с природой, без подчинения внешним для них функциям, целям и задачам, как время свободного саморазвития человека и природы, самораскрытия их внутренних потенций, то его можно принять за начало, «ключевую» линию экологического равновесия, которая связывает в единое целое прошлое, настоящее и будущее. В «Экономических рукописях 1857—1859 годов» К. Маркс следующим образом характеризует роль свободного времени в будущем обществе: *«...Постоянная тенденция капитала заключается, с одной стороны, в создании свободного времени, а с другой стороны — в превращении этого свободного времени в прибавочный труд...»*

Чем больше развивается это противоречие, тем становится яснее, что рост производительных сил больше не может быть прикован к присвоению чужого прибавочного труда и что рабочие массы должны сами присваивать себе свой прибавочный труд. Когда они начнут это делать... тогда... мерой необходимого рабочего времени станут потребности общественного индивида... Ибо действительным богатством является развитая производительная сила всех индивидов. Тогда мерой богатства будет... отнюдь уже не рабочее время, а свободное время... Непосредственный труд как таковой перестает быть базисом производства»¹¹. К. Маркс говорит в данном случае о «переворачивании» соотношения между свободным временем и наемным трудом (рабочим временем) как социально-экономическими феноменами. Базисом производства будущего станет свободное время как время развития человека.

Аналогичный тезис К. Маркс формулирует в «Капитале»: «Царство свободы начинается в действительности лишь там, где прекращается работа, диктуемая нуждой и внешней целесообразностью, следовательно, по природе вещей оно лежит по ту сторону сферы собственно материального производства... Свобода в этой области может заключаться лишь в том, что коллективный человек, ассоциированные производители рационально регулируют этот свой обмен веществ с природой, ставят его под свой общий контроль, вместо того чтобы он господствовал над ними как слепая сила; совершают его с наименьшей затратой сил и при условиях, наиболее достойных их человеческой природы и адекватных ей. Но тем не менее это все же остается царством необходимости. По ту сторону его начинается развитие человеческих сил, которое является самоцелью, истинное царство свободы, которое, однако, может расцвести лишь на этом царстве необходимости, как на своем базисе. Сокращение рабочего дня — основное условие»¹².

Здесь К. Маркс намечает три исторических типа отношения человека к природе, совершаемого в форме труда: 1) господство стихийных сил природы и материального производства; 2) регулирование человеком своего

¹¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 46, ч. II, с. 217—218.

¹² Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 25, ч. II, с. 386—387.

обмена веществ с природой через материальное производство как основную форму общения с природой; 3) царство свободы (свободного времени, самоорганизации свободного общения человека с природой), основным условием перехода к которому является сокращение рабочего дня, рабочего времени, т. е. увеличение свободного времени. Подчиняя себя и природу орудиям труда, производству, человек находится еще в царстве (капиталистической) необходимости. Переход к рациональному регулированию общения с природой есть переход к социализму. Следующий этап — это перемещение акцента с материального производства на человека и природу как самоцели, или переход от социализма к коммунизму, к свободе, основной сферой которой является, на наш взгляд, свободное саморазвитие и свободное общение человека.

Опираясь на положения К. Маркса, выдвинем гипотезу, что общение человека с природой есть нечто более общее и элементарное, нежели труд, который сам есть одна из форм такого общения. В самом деле, свое знаменитое определение понятия труда К. Маркс дает через указание на характер общения человека с природой, т. е. молчаливо предполагает более фундаментальным характер понятий человека, природы и их общения. И в филогенезе и в онтогенезе это общение предшествует труду. Сам человек есть продукт природы и с момента своего фило- и онтогенезиса становится человеком в общении и через общение с иными элементами природы, в том числе с иным человеком. Можно выделить три основные формы общения человека с природой: 1) общение без заранее положенных целей, противостоящих, внешних человеку и природе; 2) сельское хозяйство как сохранение и воспроизведение отдельного биологического процесса и 3) промышленное производство как общение человека с неживой природой при подчинении живого неживому, сведении биологического к небιологическому. Исторически и логически первичной формой всех форм общения человека с природой является первая, т. е. общение, приближением к которому выступает общение в свободное время. Остальные формы общения исторически и логически вторичны. Они суть частные, превращенные формы. Всю историю экологических отношений можно понять как движение от общения и «возвращение» к нему на новом, более высоком уровне.

Появление иных форм общения — исторический продукт совершенствования отдельных моментов «базисной» формы общения. Они приводят сначала к незначительным, а затем ко все более серьезным нарушениям экологического равновесия. Современный экологический кризис есть результат превращения промышленного производства в доминирующую форму экологического общения при подчинении остальных форм общения данной, абиотической форме. Выход из него может быть понят в самом общем виде как некий «возврат» к исторически и логически основной форме общения людей — экообщению, или общению в свободное время. Конечно, «возврат» этот мнимый. В действительности он представляет собой гигантский шаг вперед от стихийного воспроизведения человека и природы в процессе труда (главным образом — сельскохозяйственного) к осознанному «утверждению жизни» человека и природы, к сознательному содействию этому со стороны человека и общества. В этот контекст хорошо укладывается тезис К. Маркса о превращении свободного времени в основной критерий развития материального производства.

Свободное время — это время будущее, но не прошлое, т. е. бывшее свободным, использованная, реализованная потенция, потерявшая свой статус потенции, превратившаяся в действительность. Не потому ли теория капиталистического общества есть теория его ставшего, «зрелого» состояния, а теория коммунистического (в том числе свободного, экологического) общества — это теория его созидания? Из такого понимания свободного времени вытекает селективность отношения к налично существующему, фактическому материалу: в этом материале необходимо выделить только то, в рамках чего будет сознательно полагаться будущее, только «ростки», «зародыши» нового; то, что не имеет будущего, должно быть отброшено. Более конкретно: в целях создания теории экологического равновесия в прошлом и настоящем должны быть вычленены только моменты экологического равновесия; тенденции и факты экологически кризисных состояний и отношений должны быть в основном оставлены за пределами эмпирического основания экологической теории как теории экологического равновесия. Таким образом, методология и логика науки перерастает сферу обобщения опыта науки и становится также формой выработки

наиболее общих сторон и схем будущей науки, логическим основанием ее самоэкологизации. При таком подходе настоящее и прошлое науки отнюдь не игнорируются, но берутся не в их полном объеме, а лишь в потенциях и тенденциях.

Резюме. Существующая ныне методология исследования экологических проблем — это методология естествознания. Ее применение невольно приводит к излишне пессимистическим выводам. Разработка адекватной, экологической методологии должна исходить, на наш взгляд, из синтеза двух основных логико-методологических и теоретических традиций исследования — социальной и естественнонаучной. При этом акцент должен ставиться на первой из них, поскольку возникающая ныне социально-экологическая система «человек-биосфера» является социальной по преимуществу, ведущей ее подсистемой служит общество. Становящуюся ныне экологическую теорию можно понять как теорию экологического равновесия, т. е. как теорию, опирающуюся не на всю сумму фактов, но лишь на факты экологически равновесных состояний. Реализация такой теории в качестве стратегической программы позволит достигнуть искомого экологического равновесия. Исходным пунктом теории мы считаем свободное общение человека с природой, максимальным приближением к которому выступает общение в свободное время. Экологизация методологии и логики науки заключается, видимо, в акценте на методологии и логике исследования экологических систем и проблем и в принятии последней за общенаучную методологию и логику при непременном сохранении традиций методологии и логики естествознания (хотя и в экологически модернизированном виде). Экологизация методологии и логики науки представляет собой логико-методологическое основание для последующей экологизации всей науки.

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАУКИ

В. С. БАРАШЕНКОВ

ПРОБЛЕМЫ НЕИСЧЕРПАЕМОСТИ МАТЕРИАЛЬНОГО МИРА

(Может ли быть конец физики как науки?)

Развитие науки и фундаментальные исследования. Два последних столетия характеризовались необычайно бурным развитием науки, сопровождающимся нарастающей лавиной фундаментальных открытий. Особенно бурным оно стало в XX в., когда каждые один-два десятка лет совершаются открытия, радикальным образом изменяющие наши представления об окружающей нас природе и том месте, которое мы в ней занимаем.

Обнаружение целого мира микрочастиц, обладающих удивительно сложной внутренней структурой и в то же время имеющих все признаки «элементарного объекта», грандиозные космические явления, связанные со взрывами галактик, образованием квазаров, «черных дыр» и т. п., поражающая воображение концепция, согласно которой окружающая нас «вся Вселенная» есть в действительности всего лишь один из бесчисленного множества объектов, каждый из которых представляет собой огромный внутренний мир, а извне наблюдается как нечто подобное «элементарной частице»¹, наконец, открытия в области молекулярной биологии и моделирование с по-

¹ С проблемами внутреннего строения элементарных частиц и той неожиданной связью, которая обнаруживается между микро- и мегамиром, можно познакомиться в статьях: *Барашенков В. С., Блохинцев Д. И.* Ленинская идея неисчерпаемости материи в современной физике.— В кн.: *Ленин и современное естествозна-*

мощью кибернетических устройств различных аспектов мышления и психики — это только часть фундаментальнейших научных результатов, полученных за последние 10—12 лет. Темпы развития науки возрастают буквально на наших глазах.

Как долго будет продолжаться такой процесс интенсивного развития и не наступит ли время, когда наука (далее для конкретности мы будем иметь в виду главным образом физику — важнейший раздел науки, посвященный исследованию фундаментальных свойств неживой природы) исчерпывает себя в том смысле, что будут познаны все основные, *принципиальные*, закономерности природы и человечеству останется изучать лишь их следствия и находить для них дальнейшие практические применения? Другими словами, может ли человечество за некоторый ограниченный, хотя, может быть, и весьма большой отрезок времени, до конца познать основные законы природы подобно тому, например, как знание фундаментальных законов квантовой механики и статистики позволяет в принципе решать любые задачи физики твердого тела и неорганической химии?

Вопрос о бесконечности фундаментальных свойств окружающего нас материального мира и тесно связанный с ним вопрос о соотношении абсолютной и относительной истины подробно рассматривались в работах классиков диалектического материализма. Ответ на них образно сформулирован в виде известного положения о «неисчерпаемости электрона». Как отмечал В. И. Ленин, еще И. Дитцен подчеркивал, что «объект науки бесконечен», что «неизмеримым, непознаваемым до конца, *неисчерпаемым* является не только бесконечное, но и „самый маленький атом,», ибо «природа во всех своих частях без начала и без конца...»². «Мысль человека,— писал он в другом месте,— бесконечно углубляется от явления к сущности, от сущности первого, так сказать, порядка к сущности второго порядка и т. д. *без конца*»³. Мы видим, что неисчерпаемость материи здесь понимается не только в смысле бесконечного числа возможных сочетаний, свя-

ние. М., 1969; Марков М. А. О понятии первоматерии — Вопросы философии, 1970, № 4.

² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 276.

³ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 227.

зей ее отдельных частей, но прежде всего как принципиальная неисчерпаемость ее фундаментальных, качественно различающихся между собой свойств и закономерностей. Наше неполное, исторически ограниченное знание лишь в процессе бесконечного углубления в сущность материальных объектов, лишь как некоторый асимптотический процесс может приблизиться к пределу абсолютно-го, полного знания, и этот процесс по необходимости бесконечен во времени.

Различные аспекты материалистической точки зрения на проблему количественной и качественной неисчерпаемости природы с учетом данных современного естествознания детально рассматривались многими советскими учеными ⁴.

Тем не менее в последнее время появились работы, авторы которых вновь возвращаются к обсуждению возможности познания всех фундаментальных свойств природы и делают вывод о возможном «конце физической науки». Так, по мнению А. С. Компанейца, «нельзя категорически утверждать, что полное знание всех физических законов никогда не наступит — наука в один прекрасный день в принципе исчерпает свой предмет» ⁵. В известной книге Р. Фейнмана «Характер физических законов» также не исключается, что в будущем «мы узнаем все законы, т. е. будем знать достаточно законов для того, чтобы делать все необходимые выводы, а они всегда будут согласовываться с экспериментом, на чем наше движение вперед закончится» ⁶.

Подобные идеи проникли и в научно-популярную литературу. Например, в книге В. Н. Комарова читатель логически подводится к выводу о возможности исчерпать все фундаментальные закономерности природы, хотя формально автор и оставляет вопрос открытым. По его мнению, «спорить на подобные темы можно без конца; только

⁴ См., например, брошюру Г. А. Свечникова «Бесконечность материи» (М., 1965), где можно найти дальнейшую библиографию.

⁵ Компанейца А. С. Может ли окончиться физическая наука. М., 1967, с. 18, 46. См. также статью этого автора «К вопросу о том, может ли окончиться физическая наука», где вновь отстаивается тезис о «возможности окончательной формулировки общих уравнений физики» и «основных физических законов» (Философские науки, 1972, № 3, с. 113—114).

⁶ Фейнман Р. Характер физических законов. М., 1968, с. 190.

будущее покажет, кто в том или ином случае прав и в какой степени»⁷. На якобы недостаточную «эмпирическую обоснованность» положения о неисчерпаемости свойств материального мира указывает также С. Лем в своей получившей широкую известность книге «Сумма технологий». Число подобных примеров можно умножить.

Безусловно, количество задач и вопросов, порождаемых практикой, может неограниченно возрастать и далее (в таком узком, ограниченном смысле бесконечность развития науки не отрицает сейчас никто). Однако такой рост отражает лишь одну сторону дела — количественную неисчерпаемость мира. Значительно более важным с методологической точки зрения является, однако, его качественная неисчерпаемость. Именно против последнего философского положения и выступают цитированные выше авторы. По их мнению, законы природы могут быть познаны раз и навсегда и человечеству останется лишь использовать их в своей практике. Чисто количественное увеличение нашего опыта в этом случае не будет сопровождаться его качественными обобщениями; количественный и качественный аспекты развития при этом впервые окажутся оторванными друг от друга⁸.

На чем основаны подобные выводы? Может быть, новые данные естествознания действительно позволяют пересмотреть одно из самых основных положений диалектического материализма — положение о количественной и качественной неисчерпаемости окружающего нас мира — и предсказать конец фундаментальным, в частности, физическим исследованиям, связанным с проникновением в наиболее глубинные области микро- и мегамира?

Различные типы взаимодействий и так называемые «законченные теории». Свой вывод о возможном конце физической науки А. С. Компанеец аргументирует тем, что число различных типов взаимодействий в природе, по-видимому, конечно, как и число «фундаментальных постоянных», характеризующих каждый из этих типов

⁷ Комаров В. Н. Новая занимательная астрономия. М., 1972, с. 34.

⁸ Противоречие нельзя устранить, заявив, что «правильно сформулированный закон природы отражает и ее безграничность в качественном смысле» (А. С. Компанеец. — Философские науки, 1972, № 3, с. 113). Если число качественно различных (фундаментальных) законов природы конечно, то подобное заявление просто противоречит логике.

взаимодействия. Поэтому и время, необходимое для того, чтобы найти соотношения, определяющие эти постоянные, также должно быть конечным. В качестве образцов полностью законченной теории определенного класса взаимодействий, не имеющей затруднений или неясностей даже в мельчайших деталях и абсолютно адекватной эксперименту, приводятся теория гравитации Эйнштейна и современная квантовая электродинамика.

«Можно ли знать все о каком-либо классе сил?» — спрашивает А. С. Компанеев и отвечает: «Если говорить только о гравитации, то на этот вопрос... надо дать положительный ответ»⁹, ибо «для гравитационных взаимодействий, по крайней мере взятых в отдельности, теория может быть исчерпана... Ни один вопрос, конечно, разумный не останется без ответа, нигде нет трудностей или неясностей даже в малейших деталях. Если бы вся теоретическая физика достигла такой завершенности, то, пожалуй, наступил бы седьмой день творения для ученых. Увидев, что созданное хорошо, они могли бы отдохнуть от принципиальных вопросов и навсегда посвятить себя приложениям»¹⁰.

Как видим, точка зрения сформулирована автором вполне определенно. И прежде всего здесь поражает фетишизация, почти религиозное отношение к теории гравитации. Казалось бы, многочисленные примеры из истории физики должны научить осторожности, тем более что уже сейчас в теории гравитации известен ряд, по меньшей мере, неясных моментов. Можно быть совершенно уверенным, что известная в настоящее время теория — это лишь первое, хотя, по-видимому, и очень удачное приближение к описанию явлений, имеющее вполне определенную и ограниченную область применимости.

В частности, переход к исследованию гравитационного взаимодействия в ультрамалых пространственно-временных масштабах почти заведомо потребует квантовых обобщений теории Эйнштейна. Квантовая же теория гравитации пока остается не разработанной, в этом направлении сделаны лишь первые шаги, которые сразу же выявили серьезные трудности как формального, так и концептуаль-

⁹ Компанеев А. С. Может ли окончиться физическая наука?, с. 11.

¹⁰ Там же. с. 16.

ного характера ¹¹. То обстоятельство, что гравитационные взаимодействия намного слабее ядерных, еще не доказывает, что в области микроскопических пространственно-временных масштабов гравитационными явлениями можно будет пренебречь. Трудности теории не становятся менее принципиальными от того, что существенны они лишь для явлений, которые мы считаем сейчас весьма редкими. Кроме того, было выяснено, что квантовые гравитационные эффекты могут не только играть чрезвычайно большую роль в теории элементарных частиц, но и определять природу колоссальных космических объектов — так называемых «полузамкнутых миров» ¹². Можно поэтому ожидать, что здесь, как и ранее в механике и электродинамике, учет квантовых эффектов откроет *качественно* новую область явлений, причем это будет не исправлением каких-то «слабостей» теории Эйнштейна, а переходом к изучению более глубокого уровня материального мира с его специфическими *фундаментальными* закономерностями.

Остается неясным, насколько будут применимы уравнения Эйнштейна для описания явлений в той области, которой соответствует в решениях этих уравнений некоторая особая точка во времени (так называемое «начало мира»); едва ли известные сейчас физические законы останутся справедливыми для столь необычной области. Ведь такие фундаментальнейшие свойства окружающего нас мира, как одномерность времени и трехмерность пространства, постулируются теорией относительности, берутся ею как данные. Их происхождение и материальная основа остаются для нас столь же загадочными, как и во времена Ньютона.

Тот факт, что замечательная теория, созданная Эйнштейном, «нигде, даже отдаленно, не подошла к границам своей применимости» (это обстоятельство особо подчеркивается А. С. Компанейцем) ¹³, вовсе не означает, что

¹¹ По этому поводу см. обзорную статью Д. Андерсона в книге «Гравитация и относительность» (М., 1965).

¹² См. сноску 1, а также работы М. А. Маркова «Элементарные частицы предельно больших масс» (издание ОИЯИ Е2-2973, Дубна, 1966) и «Замкнутость Вселенной и законы сохранения электрического, барионного и лептонного зарядов» (издание ОИЯИ Д2-4534, Дубна, 1969).

¹³ Компанец А. С. К вопросу о том, может ли окончиться физическая наука.— Философские науки, 1972, № 3, с. 114.

войства гравитационного поля отражаются этой теорией абсолютно точно, так сказать, «в последней инстанции». Подобно тому как классическая механика Ньютона — сама по себе логически замкнутая и совершенная теория — представляет собой лишь приближенное, модельное отражение действительности, уточняемое квантовой механикой и теорией относительности, так и современная теория гравитации должна быть лишь частным случаем некоторой более общей теории, значительно точнее и глубже отражающей гравитационные явления. Именно в этом смысле можно говорить о том, что основы теории гравитации сформулированы еще не до конца.

Данный *методологический* вывод не имеет ничего общего со встречающимися иногда утверждениями о неполноте и недостаточности уравнений теории Эйнштейна даже в той области, где выводы этой теории согласуются с известным экспериментальным материалом. В таких утверждениях содержится совершенно иная постановка вопроса, требующая конкретного *физического* анализа, и ее нельзя смешивать (а тем более подменять, как это делается в цитировавшихся выше работах А. С. Компанейца) с рассмотрением общепhilosophического вопроса о принципиальной неисчерпаемости свойств и явлений материального мира не только в количественном, но и в качественном аспектах.

Когда обсуждается справедливость (тем более, «полная завершенность») эйнштейновской теории гравитационных явлений, нельзя забывать и того факта, что в отличие от других типов взаимодействий, с которыми были выполнены сотни и тысячи *различных* экспериментов, для гравитации до сих пор известно всего лишь несколько принципиально различных опытов, результаты которых могут количественно сравниваться с теорией, причем даже в этих случаях погрешности эксперимента составляют несколько процентов. В частности, если при дальнейшем повышении точности измерений окажется, например, что световые лучи отклоняются гравитационным полем Солнца хотя бы на несколько процентов слабее, чем предсказывает теория Эйнштейна, то это будет свидетельствовать в пользу другой известной сейчас теории гравитации — так называемой «тензорно-скалярной теории».

Сейчас нет полной ясности в проблеме гравитационных волн: вопрос о том, существуют ли эти волны в том виде, как их предсказывают теоретические расчеты или как-то еще, да и сама задача их экспериментального обнаружения, служит предметом интенсивного обсуждения. Более того, например, Л. Инфельд, вообще отрицал реальное существование гравитационного излучения¹⁴.

Некоторые астрофизики¹⁵ считают, что часть наблюдаемых в астрономии явлений уже сейчас нельзя объяснить на основе известных физических законов. Правда, недостаток экспериментальной информации позволяет ввести дополнительные гипотезы о деталях механизма явлений и такой ценой избежать пока выхода за рамки обычной релятивистской физики, но тем не менее некоторая неопределенность здесь налицо, и к утверждениям об «абсолютном согласии» теории гравитации с опытом, и том, что эта теория еще «нигде, даже отдаленно, не подошла к границам своей применимости», следует относиться с большой долей осторожности.

Развитие теории Эйнштейна идет сейчас главным образом в приложениях, однако это не дает нам оснований утверждать, что здесь заведомо не будет обнаружено каких-либо новых экспериментальных фактов, связанных с гравитационными явлениями, которые не согласуются с теорией Эйнштейна и потребуют ее обобщения. Говорить в этих условиях о «принципиальной законченности» теории гравитации — значит лишь повторять известную ошибку лорда Кельвина, который на заре нашего века также говорил о том, что физику как науку можно считать полностью законченной, если не обращать внимания на два небольших облачка на ее горизонте (трудности с интерпретацией опыта Майкельсона по измерению скорости света и неясности в объяснении излучения черного тела). Однако именно из этих «небольших облачков» в конечном счете и развилась вся современная физика¹⁶.

¹⁴ См. статью Д. Вебера «Гравитационные волны» в книге «Гравитация и относительность» и монографию Л. Инфельда и Е. Плебаньского «Движение и релятивизм» (М., 1952).

¹⁵ См., например: *Амбарцумян В. А.* Современное естествознание и философия.— Успехи физических наук, 1968, т. 96, вып. 1.

¹⁶ Интересно, что в это же время аналогичную ошибку в отношении математики допустил А. Пуанкаре. В докладе на математическом конгрессе в 1900 г., характеризуя состояние работ по обос-

Положение, которое сложилось в современной науке, особенно в физике, отличается от ситуации, имевшей место в конце XIX — начале XX в., тем, что сейчас, наоборот, мы можем говорить об островках более или менее законченных теорий в безбрежном океане фактов, для которых мы в лучшем случае располагаем лишь некоторой приближенной систематикой.

Совершенно несостоятельным является и другой пример «окончательной теории», приводимый А. С. Компанейцем: «Если удастся построить законченную, внутренне непротиворечивую теорию электронов, т. е. электродинамику, которая будет находиться в хорошем согласии с опытом, то два класса взаимодействий получают окончательную трактовку: гравитационные и электромагнитные»¹⁷. Возможность исчерпать до конца свойства электрона А. С. Компанеец видит в том, что электрон — чисто электромагнитный объект. «Оказалось,— пишет он,— что даже при длинах волн 10^{-20} см и меньше электрон не проявляет никаких структурных свойств и ведет себя как заряженная точка»¹⁸.

Тот факт, что во всех выполненных до настоящего времени экспериментах электрон не проявляет никаких структурных свойств и ведет себя как заряженная точка, еще не означает, что он есть чисто электромагнитный объект, свойства которого целиком определяются электромагнитным взаимодействием и поэтому могут быть «исчерпаны до конца». Во-первых, современные экспериментальные возможности позволяют изучать структуру частиц лишь до расстояний $\Delta x \sim \lambda \sim 10^{-15} - 10^{-16}$ см (λ — длина дебройлевской волны частицы); расстояние $\Delta x \sim 10^{-20}$ см соответствует уже фантастически большому, практически недоступным нам сейчас энергиям $E \sim 10^{11} - 10^{13}$ Гэв¹⁹. Во-вторых, существует множество сообра-

нованию математики, он утверждал, что в этой области достигнута абсолютная точность. Однако несколько лет спустя все здание математики было буквально потрясено антиномиями и противоречиями, обнаруженными в самых ее основах — в системе аксиом логики и теории множеств — и по существу остающимися неустранимыми (лишь, может быть, частично обойденными) и в настоящее время.

¹⁷ Компанеец А. С. Может ли окончиться физическая наука?, с. 30.

¹⁸ Там же.

¹⁹ См.: Барашенков В. С. Физические пределы пространственно-временного описания.— Вопросы философии, 1973, № 11.

жений, из которых следует, что на расстояниях $\Delta x < 10^{-16} - 10^{-17}$ см слабые взаимодействия лептонов становятся столь же эффективными, как и электромагнитные, благодаря чему вокруг электрона существует облако виртуальных частиц, порожденное слабыми взаимодействиями. На этих расстояниях электрон следует рассматривать уже как объект с очень сложной внутренней структурой. И то, что эту структуру еще не удалось наблюдать экспериментально, связано лишь с экспериментальными возможностями современных ускорителей²⁰. Правда, в космических лучах наблюдаются частицы сверхвысоких энергий, в принципе позволяющие «просвечивать» электрон вплоть до расстояний порядка его ожидаемого размера, однако их число крайне незначительно и точность опытов чрезвычайно низкая²¹.

Утверждать, что современная квантовая электродинамика представляет собой «полную теорию» электромагнитного типа взаимодействий, которая «либо завершена, либо близка к этому»²², — значит совершенно не принимать во внимание того обстоятельства, что многие измеряемые на опыте конечные величины (электрические

²⁰ В ускорителях, где пучок ускоренных частиц бомбардирует неподвижную мишень, этим расстояниям соответствует энергия около 50 тыс. Гэв (лишь при этом длина дебройлевской волны ускоренных частиц $\lambda \leq 10^{-16}$ см). Создание такого ускорителя выходит далеко за рамки современных возможностей. Однако в опытах со встречными пучками расстояния $\Delta x \approx 10^{-16}$ см достигаются при энергиях сталкивающихся частиц около 150 Гэв, что является сильной задачей для современной ускорительной техники.

²¹ А. С. Компанеец пишет, что «в космических лучах наблюдаются частицы с энергиями до 10^{19} эв, и выше, и нет никаких экспериментальных указаний на то, что закономерности квантовой электродинамики нарушены» (Философские науки, 1972, № 3, с. 114). Однако, кроме того, что таких высокоэнергетических частиц крайне мало, они практически все являются протонами и атомными ядрами, а электронно-позитронный компонент образуется в ходе развития «электромагнитного ливня», сопровождающего «ядерно-каскадный процесс» в атмосфере. Энергия электронов и позитронов оказывается значительно меньше энергии первичных ядерных частиц. Следует также иметь в виду, что ядерно-каскадный процесс и электромагнитный ливень представляют собой очень сложные явления, в которых участвует большое число частиц различных энергий и направлений движения; интерпретация этих явлений даже в области хорошо известных законов представляет собой исключительно сложную задачу.

²² Компанеец А. С. — Философские науки, 1972, № 3, с. 114.

заряды частиц, их магнитные моменты, массы и т. д.) оказываются в теории расходящимися, бесконечными величинами, а все попытки сделать их конечными сразу же приводят к неустранимым противоречиям. Как и классическая электродинамика Максвелла, современная квантовая электродинамика является пока теорией точечных частиц, и учет размеров частиц нарушает релятивистскую инвариантность теории. С чем связаны эти затруднения — с тем, что известные нам законы электромагнитных явлений имеют *существенно иной* вид в области меньших, чем доступные нам сейчас, пространственно-временных интервалов или же с необходимостью учета сложной суперпозиции взаимодействий различных типов — это остается пока не ясным.

Утверждения об «окончательной формулировке» законов электромагнитных взаимодействий выглядят даже еще менее убедительными, чем аналогичные утверждения, касающиеся теории гравитации. В настоящее время мы можем говорить лишь о том, что с высокой степенью точности знаем законы электромагнитных явлений в очень широкой исследованной нами области пространственно-временных интервалов Δx и Δt (и в этом смысле квантовая электродинамика, как и любая другая теория какого-то вполне *ограниченного* круга явлений, действительно есть завершенная теория). Однако следует ожидать, что выход за рамки этих интервалов приведет к еще более точному и глубокому пониманию электромагнитного взаимодействия. Фундаментальные трудности, испытываемые современной квантовой электродинамикой, свидетельствуют в пользу такой точки зрения.

В. И. Ленин не был физиком, но он еще более полувека назад приводил электрон в качестве примера неисчерпаемо сложной системы. Диалектический материализм, подчеркивал он, «настаивает на приблизительном, относительном характере всякого научного положения о строении материи и свойствах ее, на отсутствии абсолютных граней в природе, на превращении движущейся материи из одного состояния в другое, по-видимому, с нашей точки зрения, непримиримое с ним и т. д.», ибо «сущность» вещей или «субстанция» *тоже* относительны; они выражают только углубление человеческого познания объектов, и если вчера это углубление не шло дальше атома, сегодня — дальше электрона и эфира, то диалектический

материализм настаивает на временном, относительном, приблизительном характере всех этих *всех* познания природы прогрессирующей наукой человека»²³.

Любая естественнонаучная теория имеет область своей применимости, внутри которой при данном уровне техники измерений она может очень точно описывать эксперимент. В этом и только в этом смысле ее можно называть «достаточно полной» и «завершенной». Однако возможность построения таких теорий вовсе не означает, что с их помощью можно полностью «перекрыть весь Мир», исчерпав все качественное богатство законов природы. В частности, поскольку всякая теория не априорна, а представляет собой следствие эксперимента, который по самой своей сути имеет ограниченный, приближенный характер, конкретные естественнонаучные теории не могут рассчитывать на описание процессов, протекающих в области сколь угодно малых и сколь угодно больших пространственно-временных интервалов. В любой теории рассмотрение этих областей имеет лишь смысл математической экстраполяции, и, напротив, экспериментальное их изучение является неисчерпаемым источником новых знаний. Именно поэтому современные теории строятся таким образом, чтобы оставался пренебрежимо малым «вклад» от недоступных пока еще нашему экспериментальному исследованию областей, где физические величины приобретают предельно малые (~ 0) или очень большие ($\sim \infty$) значения. В частности, процедура перенормировок в современной теории поля как раз и служит для того, чтобы исключить из рассмотрения такой экспериментально необоснованный, экстраполяционный элемент²⁴.

Вечно развивающаяся и постоянно самообновляющаяся природа бесконечна как в многообразии своих форм, так и в сложности своей структуры. Поэтому говорить о конечном числе фундаментальных постоянных, как это делает А. С. Компанеев, или вообще — о конечном числе каких-то фундаментальных характеристик можно лишь в весьма условном смысле, имея в виду какую-то

²³ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 276—277.

²⁴ Иногда процедуру перенормировок рассматривают как серьезный методический недостаток теории, однако в действительности недостатком является не сама процедура перенормировок, а невозможность вычислить в современной теории такие величины, как массы частиц, их заряды, магнитные моменты и т. д.

конкретную исторически ограниченную систему знаний²⁵. Исчерпывающе полного знания можно достичь разве что при бесконечной продолжительности жизни человечества²⁶. Все утверждения о том, что наступит время, когда мы будем знать все законы природы, имеют характер произвольных деклараций, для обоснования которых нельзя привести ни одного аргумента, опирающегося на данные современной науки или ее истории. В основе таких деклараций всегда лежит абсолютизация тех или иных конкретных свойств бесконечно разнообразной природы; приближенные теории рассматриваются при этом как эталоны и требуется, чтобы окружающий нас мир обязательно в точности им соответствовал.

Каждый новый успех наших знаний ставит перед нами больше проблем, чем решает, поэтому было бы большой ошибкой думать, что нарастающий темп накопления знаний позволит нам вскоре открыть все секреты физического мира²⁷. Так, не прошло и нескольких лет, как список «фундаментальных взаимодействий», перечисленных А. С. Компанейцем, пополнился еще одним типом — так называемым сверхслабым взаимодействием, с которым, по-видимому, связано нарушение комбинированной и временной четностей при распаде K_0 -мезонов. (Хотя вопрос о физической природе и «степени фундаментальности» этого взаимодействия остается еще открытым.)

²⁵ Не соглашаясь с такой точкой зрения, А. С. Компанеец спрашивает, «как понимать „самообновление“ в мире элементарных констант?» (Философские науки, 1972, № 3, с. 114). Как известно, развитие и самообновление происходят в мире явлений, а не в «мире констант», которые характеризуют лишь определенные грани нашего знания, раскрываются в дальнейшем через новые константы и так далее без конца.

²⁶ Идея неисчерпаемости материальных объектов приобретает интересную форму в теории информации, в соответствии с «принципом негэнтропии информации» которой для получения определенного количества информации о свойствах объекта необходимо затратить соответствующее количество энергии — тем большее, чем большую точность (большее количество информации) мы хотим получить. Абсолютное знание (бесконечная информация) потребовало бы и бесконечного количества энергии. Здесь хорошо видно, что неисчерпаемость материального объекта вовсе не означает его бесконечной делимости. См. в связи с этим: *Бриллюэн Л.* Теория информации и ее приложения к фундаментальным проблемам физики. — В кн.: Развитие современной физики. М., 1964; *Он же.* Научная неопределенность и информация. М., 1966.

²⁷ См.: *Бройль де Л.* По тропам науки. М., 1962, с. 181.

О построении теории Вселенной. Особенно осторожным следует быть в тех случаях, когда речь заходит о создании и осмыслении картины строения Вселенной в целом. Основанный на данных опыта процесс познания развивается путем создания определенных *моделей*, поэтому говорить о строении Вселенной как целого можно лишь в весьма условном и ограниченном смысле. Сто лет тому назад Ф. Энгельс писал: «Ясно, что мир представляет собой единую систему, т. е. связанное целое, но познание этой системы предполагает познание *всей* природы и истории, чего люди *никогда* не достигают. Поэтому тот, кто строит системы, вынужден заполнять бесчисленное множество пробелов *собственными измышлениями...*»²⁸. Ф. Энгельс подчеркивал, что «каждое мысленное отображение мировой системы остается ограниченным объективно — историческими условиями, субъективно — физическими и духовными особенностями его автора»²⁹. Поэтому никоим образом нельзя согласиться с утверждением А. С. Компанейца, что в обозримом будущем «проблема строения мира как целого будет *полностью* решена»³⁰. Это — типичнейший пример натурфилософии с характерным для нее стремлением к установлению «всеобщих» и «абсолютных» законов, когда за основу берутся не эксперименты, а предвзятые точки зрения, по тем или иным причинам импонирующие тому или иному автору. В то же время все, что не укладывается в придуманную схему, будь то кибернетика или теория гравитонов, объявляется лженаукой и попросту отбрасывается. (Один из дубненских физиков очень метко сравнил натурфилософский подход с точкой зрения курицы, которая снесла яйцо и не только громко кричит, что ее яйцо самое лучшее, но и требует, чтобы все другие яйца были немедленно перебиты; а яйцо-то оказывается — болтун!)

Конечно, сказанное выше не означает, что наука не должна выдвигать каких-либо гипотез и концепций о картине мира как целого. Содержание науки не может сводиться лишь к совокупности одних только экспериментальных фактов, она по необходимости должна включать

²⁸ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 630.

²⁹ Там же, с. 36.

³⁰ См.: Компанейц А. С. Может ли окончиться физическая наука? с. 18.

в себя также гипотетический, предположительный элемент, который, не будучи еще проверен экспериментом, представляет собой веру, догадку, надежду исследователей и в силу этого является одной из важнейших движущих сил науки. Важно лишь, чтобы этот предположительный элемент не абсолютизировался и допускал, хотя бы в принципе, экспериментальную проверку. Гипотезы о строении Вселенной обладают огромной эвристической силой, и их построение и анализ представляют собой одну из важнейших задач современной науки. Мир как целое вполне познаваем, однако к любой научной картине мироздания следует относиться как к относительной истине, которая неминуемо будет уточняться и совершенствоваться в ходе дальнейшего исследования. «...Познание бесконечного,— писал Ф. Энгельс,— окружено двоякого рода трудностями и может, по самой своей природе, совершаться только в виде некоторого бесконечного асимптотического прогресса. И для этого вполне достаточно, чтобы мы имели право сказать: бесконечное столь же познаваемо, сколь и непознаваемо, а это все, что нам нужно»³¹.

В этой связи следует особо остановиться на важном аспекте проблемы неисчерпаемости материального мира, который затронул известный польский писатель С. Лем в примечаниях, специально написанных им для русского издания его философского труда «Сумма технологии».

Об экспериментальном статусе «проблемы неисчерпаемости». Признавая ошибочность мнения, «будто мы уже наверняка знаем фундаментальные законы, относящиеся к природе Вселенной, и будто дальнейшие открытия лишь пополнят эту в основных чертах уже верную картину», С. Лем подчеркивает, что тезис о неисчерпаемости окружающего нас мира «не является оценкой одной лишь теоретико-познавательной практики человечества», но содержит также существенный онтологический элемент: представление о том, что «Вселенная обладает некоторой специфической структурой», «инфинитезимально-лабиринтным характером», являющимся «имманентной чертой Всего Сущего». Однако, по мнению Лема, «принять это допущение как эвристический тезис, относящийся к бытию, довольно рискованно», поскольку «слишком уж ко-

³¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 549.

ротко историческое развитие человека, чтобы подобные тезисы можно было высказывать в качестве «абсолютных истин». «Быть может,— продолжает он,— познание очень большого числа фактов и связей между ними приведет к своеобразным „высям познания“, после чего число вопросов, не имеющих ответа, начнет уменьшаться... Постоянный и непрерывный приток вопросов не предопределяет решения всей проблемы»³².

Нетрудно видеть, что речь здесь идет о двух существенно различных вещах: о происхождении общефилософских положений и об определенном решении проблемы неисчерпаемости мира.

Не вызывает сомнений, что все философские положения, в том числе и вывод о неисчерпаемости материального мира, не априорны, а являются обобщением известного нам эмпирического материала, отражают определенный, исторически ограниченный этап развития наших знаний и в силу этого по мере развития науки будут уточняться и совершенствоваться: диалектический материализм изменяет свою форму с каждым новым открытием естествознания. В этом отношении с Лемом нельзя не согласиться. Что же касается предположения о существовании «высей познания», то это предположение абсолютно ни на чем не основано и представляет собой чисто логическую возможность в отличие от противоположного положения, основанного на всем известном нам опыте человечества. Хотя, как и любое другое общефилософское положение, последнее не может быть доказано, так сказать, на все сто процентов³³, остающаяся при этом неопределенность имеет совершенно иной характер, нежели та, которая допускается при умозрительном рассмотрении различных чисто логических альтернатив. И то, что Лем отодвигает достижение «высей познания» в «практическую бесконечность», во времена цивилизаций, «насчитывающих более чем, скажем, сто миллионов лет непрерывного развития», не имеет принципиального значения. Выводы Лема — типичный пример

³² Лем С. Сумма технологии. М., 1968, с. 514—515.

³³ «...Критерий практики,— указывал В. И. Ленин,— никогда не может по самой сути дела подтвердить или опровергнуть *полностью* какого бы то ни было человеческого представления» (Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 145—146).

формально-умозрительного решения философской проблемы.

Усложнение экспериментов как причина «конца науки». В упоминавшейся выше книге Р. Фейнмана «Характер физических законов» указана еще одна возможная причина предположительного прекращения фундаментальных исследований в недалеком будущем. Ею является дальнейшее усложнение и удорожание эксперимента, в результате чего, полагает Фейнман, процесс познания должен становиться все менее и менее интересным. Данная причина достаточно серьезна, поскольку в развитых странах физические исследования уже сейчас приобрели фактически «индустриальный характер» и связаны с материальными затратами, составляющими заметную часть национального дохода. К примеру, затраты стран Западной Европы на развитие только физики высоких энергий в 1966 г. составляли 127 млн. долл., в 1970 г. возросли до 200 млн., а в 1972 г. составили уже 282 млн. В США на развитие физики высоких энергий в 1973—1977 гг. было затрачено не менее миллиарда долларов.

Несмотря на то что благодаря новым идеям в технике эксперимента стоимость исследовательских установок время от времени резко снижается, в целом сейчас наблюдается отчетливая тенденция к удорожанию и возрастанию трудоемкости физических экспериментов. Стоимость среднего эксперимента по физике элементарных частиц составляет сегодня приблизительно миллион рублей и, по-видимому, станет еще большей в ближайшее время. Чем более мелкие пространственно-временные интервалы Δx и Δt хотим мы исследовать, тем большие энергии частиц надо использовать, так как в силу законов квантовой механики только в этом случае пространственное положение и время событий взаимодействия могут быть локализованы в заданных интервалах Δx и Δt (об информационном аспекте этой закономерности см. сноску 26). Именно это является причиной того, почему изучение явлений микромира связано со строительством дорогостоящих ускорителей и сложных детектирующих устройств, которые иногда достигают размеров трех-четырехэтажного дома. Положение усугубляется еще и тем, что увеличение энергии ускорителей в 10 раз приводит только приблизительно к трехкратному уменьшению доступных для наблюдения интервалов Δx и Δt , в результате

чего дальнейшее продвижение становится все более трудным и медленным. Кстати, аналогичная ситуация имеет место и на другом полюсе физических исследований — в астрофизике: чем более удаленными объектами мы интересуемся, тем более мощные регистрирующие приборы нам для этого требуются.

Тем не менее можно думать, что и эти обстоятельства не могут послужить причиной конца физической науки.

Во-первых, фундаментальные исследования с течением времени не могут стать «менее интересными», так как они представляют собой не просто количественное увеличение суммы наших знаний, когда, говоря словами Фейнмана, вместо 99,9% явлений, изученных в какой-то области, нам становятся известными 99,99% и т. д. Фундаментальные физические исследования всегда связаны с изменением самых глубоких мировоззренческих представлений об окружающем нас мире, не говоря уж о том, что эти исследования составляют основу арсенала техники, открывают пути к новой технологии и новым видам энергии, что всегда будет иметь первостепенное значение для человечества. Ведь цивилизация должна располагать значительными энергетическими ресурсами, чтобы иметь время для получения информации, которая откроет ей возможность использования новых видов энергий. Добывание такой информации следует рассматривать как главную задачу цивилизации, ибо в противном случае человечество рискует исчерпать все доступные ему запасы энергии раньше, чем научится эксплуатировать новые³⁴.

Именно поэтому физика всегда останется лидером естествознания, хотя в последнее время многие ученые, указывая на глобальные экологические трудности, которые становятся вполне реальной опасностью для самого существования человека на нашей планете, и принимая во внимание поистине фантастические возможности, открывающиеся нам в результате биологических исследований, приходят к выводу, что роль такого лидера должна перейти к биологии. Однако говорить о лидерстве биологии в естествознании можно только в узком смысле этого слова, имея в виду лишь величину материальных затрат и тот повышенный интерес, который общество будет, по-видимому, проявлять к биологическим исследованиям в обозримом будущем.

Еще одним направлением исследования, которое в определенные периоды, безусловно, будет играть лидирующую роль, являет-

Во-вторых, вопрос о величине материальных ресурсов, которые человечество сможет в будущем выделять на фундаментальные исследования, в частности вопрос о том, будут ли эти ресурсы возрастать в определенной пропорции, например, к общей энерговооруженности человечества или же в среднем оставаться на каком-то постоянном «разумном» уровне, однопорядков с вопросами об экспоненциальном росте потребностей в энергии, быстром истощении природных богатств и многими другими вопросами развивающейся цивилизации. Все они имеют социологический, а не естественнонаучный характер и касаются «глобальных» перспектив развития и (технического) времени жизни цивилизации. Как будут решены эти вопросы, сейчас сказать трудно³⁵. Во всяком случае для тех форм цивилизации, которые мы можем сейчас себе представить, прекращение фундаментальных исследований разнозначно прекращению поступательного развития; по упоминавшимся выше причинам такая «технически замороженная» цивилизация едва ли может существовать достаточно долгое время.

Более того, можно думать, что вообще основной функцией человечества является познание и тогда, если эта функция отомрет, как это предполагает Р. Фейнман, существование цивилизации станет бессмысленным. Еще 2500 лет тому назад Анаксагор отмечал, что «целью жизни является теоретическое познание и происходящая отсюда свобода».

Проблемы «информационного барьера». Итак, в настоящее время нет никаких оснований отказываться от положения о неисчерпаемости фундаментальных закономерностей окружающего нас мира. Однако нельзя не заметить, что это положение скрывает внутри себя диалектическое противоречие, которое, казалось бы, может стать существенным тормозом неограниченного прогресса науки. Действительно, бесконечное увеличение объема знаний должно привести к неограниченному возрастанию по-

ся изучение самоорганизующихся систем — область, в известном смысле пограничная между кибернетикой, биологией и социологией.

³⁵ Некоторые интересные догадки и прогнозы в этом направлении, имеющие, правда, значительный привкус научной фантастики, обсуждаются в книге И. С. Шкловского «Вселенная, жизнь, разум» (М., 1965) и в уже цитированной выше книге С. Лема.

тока информации, приходящейся на одного исследователя. Уже в настоящее время зачастую с трудом понимают друг друга даже те ученые, которые работают, казалось бы, в весьма близких областях одной и той же науки. Например, физику, занимающемуся исследованием структуры атомного ядра, могут быть плохо понятны не только идеи, но даже и терминология, используемая участниками какого-либо семинара по теории поля. Катастрофическое увеличение числа препринтов и журналов, трудность выделения действительно существенных сведений на фоне быстро возрастающего «информационного шума» — все это приводит к тому, что исследователь, желающий добиться успеха в своей области сегодня, как правило, просто не имеет времени для того, чтобы знакомиться, а тем более обдумывать проблемы, далеко отстоящие от того конкретного вопроса, которым он непосредственно занят. В результате возникает множество отдельных весьма слабо контактирующих между собой разделов исследований, которые иногда рассматриваются даже как некоторые новые науки. Создается впечатление, что продолжающееся быстрое увеличение потока информации и порождаемая этим тенденция ко все большей и большей специализации, отчетливо проявляющаяся в настоящее время, могут привести в конце концов к измельчению и, как следствие этого, застою науки. Возникает грозная опасность, которую сейчас принято образно называть «информационным барьером». Положение представляется настолько серьезным, что, по мнению некоторых авторов³⁶, дальнейшие судьбы и сам вид цивилизации определяются в существеннейшей степени тем, какой конкретный путь изберет человечество для преодоления этого барьера.

В последнее время появилось большое число философских и социологических исследований, посвященных этой действительно актуальной проблеме. Многие авторы видят ее возможное решение в более широком использовании различных запоминающих и селективирующих кибернетических устройств. Однако, как показывает опыт, потребности на этом пути, даже когда дело касается сравнительно простой по своему характеру информации от измерительных устройств, всегда обгоняют реальные

³⁶ См., например: *Лем С. Сумма технологии*, с. 16, 63.

возможности, так как параллельно с ростом последних не только быстро увеличивается объем требующих обработки сведений, но и существенно усложняются критерии их отбора. Удвоение мощности обрабатывающего центра практически никогда не означает удвоение объема перерабатываемой информации, не говоря уж о том, что создание программ обработки, возможность достаточно быстрого их усовершенствования и другие вопросы обслуживания кибернетических систем сами по себе представляют сложнейшую проблему. В какой-то мере положение могут, конечно, улучшить самообучающиеся системы, однако принципиального преодоления трудностей на этом пути получить невозможно.

Тем не менее «информационный барьер» не является столь непреодолимым, как это может показаться с первого взгляда, и отражает лишь одну сторону дела. Во-первых, нельзя не заметить, что наряду с процессом накопления информации идет интенсивный процесс *обобщения* и выработки существенно более информационно емких идей и понятий, включающих в себя в сжатом, лаконичном виде большие объемы ранее накопленной информации. Во-вторых, по мере развития науки все более интенсивным становится также процесс объединения отдельных областей знания, обусловленный общностью *методов* исследования. Сейчас все чаще случается так, что методы, разработанные, например, в ядерной физике, находят себе применение в химии, медицине или в биологии, а стандартные методы математического анализа проникают даже в такие «традиционно гуманитарные» науки, как психология и лингвистика. С этой точки зрения само разделение наук на чисто гуманитарные и естественные выглядит довольно условным и характеризует скорее определенный период развития науки, чем существо дела.

Поскольку именно методы, технология исследований главным образом и определяют уровень развития науки, ее способность ставить и решать задачи, постольку мы можем говорить о прогрессирующем процессе объединения отдельных отраслей знания; вместе с тем то, в чем сейчас видят неустранимый процесс дифференциации науки, представляет собой в сущности лишь расширение фронта исследований. Дифференциация и объединение отдельных отраслей знания — две стороны единого про-

цесса развития науки. Каждый исследователь, занятый решением конкретного круга задач, неминуемо является узким специалистом, так как в противном случае он просто не сможет переработать необходимый ему объем информации; в то же время общность методов позволяет ему достаточно быстро перейти к решению других задач — именно в этом проявляется единство науки.

Естественно, практически неограниченное расширение фронта исследований, даже при наличии общих методов, связано с распылением усилий и в конечном счете заводит в тупик, тем более что по мере углубления наших знаний научные исследования, как показывает опыт, становятся все более трудоемкими и требуют все больших материальных затрат. В связи с этим и возникает очень трудная проблема отбора наиболее важных и перспективных тем, изучение которых позволило бы сделать обобщения, затрагивающие и первоначально пропущенные близлежащие направления. Здесь особенно возрастает значение фундаментальных исследований, позволяющих делать наиболее широкие обобщения и определяющих пути дальнейшего развития, хотя планирование этих исследований представляет наибольшие трудности, поскольку они являются, как правило, поисковыми исследованиями и предвидеть их результат заранее почти никогда нельзя. Кроме того, когда речь идет о совершенно новом явлении, очень трудно оценить его значимость³⁷

Ограничение и все более строгий отбор научной проблематики являются одним из наиболее важных резуль-

³⁷ Одна из возможностей здесь заключается в том, чтобы поддерживать не столько какую-либо конкретную тему, сколько отдельных исследователей и коллективы, уже зарекомендовавшие себя предыдущими работами, рассчитывая на то, что их интеллект, опыт и интуиция являются лучшей гарантией выбора наиболее результативного направления. Понятно, что такой подход должен сопровождаться глубоким философским и социологическим анализом возможных результатов исследований.

В условиях большого потока информации, когда по-настоящему важные сведения зачастую теряются на фоне второстепенных фактов и заключений, чрезвычайно важным становится своевременное издание обзорных работ различного уровня, как предназначенных для людей, уже достаточно знакомых с обсуждаемой проблематикой, так и *весьма популярных*, излагающих лишь самые общие идеи, перспективы и трудности проблемы. Такие обзоры могут породить неожиданные плодотворные идеи, стимулировать обмен научными кадрами между различными разделами науки.

татов развивающейся научно-технической революции с далеко идущими социологическими последствиями ³⁸.

Моделирование явлений природы как основной способ ее познания. Предохраняя науку от застоя, процесс «свертывания» информации путем перехода к следующему уровню познания и развивающаяся универсализация методов исследования сами по себе еще недостаточны для радикального преодоления трудностей информационного барьера. Насколько далеко может идти такой процесс обобщения? Не наступит ли время, когда образы и понятия, используемые нами для описания явлений, станут настолько абстрактными и сложными, что для их понимания потребуются чрезвычайно обширные комментарии, через которые человек просто не сможет пробиться в силу ограниченности своей жизни? По мнению Е. Вигнера, определенно «существует предел, выше которого сжатость изложения, сколь бы возвышенной она ни была, как самоцель перестанет быть полезной для хранения информации... для понимания все расширяющегося круга явлений в физику необходимо вводить все более и более глубокие понятия, и этот процесс не завершается открытием окончательных, абсолютных понятий... пригодных для полного описания неодушевленной природы» ³⁹. Следствием такого процесса должно быть установление пределов нашей способности воспринимать окружающее, что будет знаменовать радикальный поворот в развитии науки, после которого развитие может происходить в основном лишь путем перехода в новые области исследования. А это опять-таки связано с неограниченным увеличением объема информации.

Какие конкретные пути выберет человечество для решения этой фундаментальной проблемы, сегодня сказать

³⁸ В частности, все более остро ощущается необходимость изменения системы образования. Обучение должно заключаться не столько в овладении конкретным материалом, который изменяется буквально на наших глазах, сколько в умении достаточно быстро перейти на новый профиль работы. Значительно повышается роль математики, физики и других наук, составляющих фундамент образования. Если современная университетская система образования в определенной степени удовлетворяет этим требованиям, то программы и методика обучения в технических вузах требуют существенной перестройки; образование, даваемое этими вузами, должно быть приближено к университетскому.

³⁹ Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., 1971, с. 174—175.

трудно — экстраполяция или какое-либо простое обобщение известных нам сейчас взглядов и представлений здесь едва ли приведет к успеху. Возможно, что выход из «информационного тупика» будет связан с изменением подхода к исследованию явлений и переосмыслением самого понятия «понимание». Сегодня «понять явление» означает все больше уметь построить достаточно точную модель этого явления, которая давала бы возможность предсказывать его изменения в зависимости от изменения окружающей обстановки. Можно думать, что переход от детального аналитического описания явлений природы к их *непосредственному* моделированию как основному способу познания означает качественно новую ступень в развитии науки.

При моделировании совершенно не обязательно знать все детали модели. Отдельные ее блоки могут выбираться непосредственно из опыта и представлять собой в сущности «черные ящики», подробное знание структуры которых в принципе вполне возможно, но не существенно для моделирования данного конкретного процесса или явления. Как весьма образно заметил С. Лем, «нейтронный эквивалент акта чихания — это том, переплет коего нужно раскрывать подъемным краном. На практике математический аппарат увязнет в создавшихся сложностях намного раньше, чем заполнится такой том»⁴⁰.

Конечно, было бы неправильным думать, что такой «модельно-имитационный подход» исключает математические методы. Сейчас уже не вызывает сомнений, что все разделы нашего знания доступны точному математическому анализу. Правда, методы такого анализа могут весьма отличаться от того, к чему мы привыкли в таких «классически точных науках», как механика или астрономия. В частности, даже в физике зачастую приходится иметь дело с явлениями, которые очень трудно описать на языке систем уровней. В настоящее время все большее распространение получают *вероятностные математические модели* исследуемого явления, которые реализуются внутри определенного кибернетического устройства в соответствии с законами вероятности, а строгие закономерности, присущие данному явлению, прослеживаются лишь при многократном его повторении. При этом отдель-

⁴⁰ Лем С. Сумма технологий, с. 236.

ные блоки («информационные узлы»), входящие в состав модели, берутся опять-таки непосредственно из эксперимента⁴¹. Что же касается уравнений и других привычных нам аналитических методов, то они, по-видимому, останутся важным средством анализа отдельных деталей исследуемых явлений и будут использоваться для лаконичного выражения некоторых общих концепций и представлений об окружающем нас мире.

Гносеологический аспект «проблемы неисчерпаемости». Есть еще одна очень важная сторона проблемы неисчерпаемости свойств материи: если, как это уже отмечалось в предыдущем разделе, способности нашего мозга как конечной физической системы проявляют «естественную ограниченность» в переходах ко все более информационно емким уровням познания, то по мере углубления в структуру материальных объектов мы неминуемо должны встретиться с образами и понятиями, которые по своей сложности будут превосходить наши способности восприятия. Можно подумать, что в этом случае проблема неисчерпаемости материи теряет всякий практический смысл. Как пишет Е. Вигнер, «нам не остается ничего другого, как молча признать, что наше мышление не позволяет нам прийти к удовлетворительной картине мира, которую тщетно мечтали построить с помощью чистых рассуждений еще древние греки»⁴². Другими словами, нам придется признать, что мы не способны полностью понять окружающий нас мир и должны допустить существование принципиально непознаваемых вещей и их свойств.

Не вызывает сомнений, что теории и модели явлений, реализующиеся внутри самообучающихся и самоорганизующихся кибернетических систем, действительно могут быть настолько сложными, что станут практически неисчерпаемыми и мы будем вынуждены рассматривать их «в сжатом виде», как некоторые «черные ящики». Но в то же время у нас нет абсолютно никаких данных, которые бы указывали на существование какого-либо предела в изучении и познании свойств окружающего мира. Не-

⁴¹ Примеры подобных вероятностных моделей можно найти, в частности, в монографии: Барашенков В. С., Тонеев В. Д. Взаимодействия высокоэнергетических частиц и ядер с ядрами. М., 1972.

⁴² Вигнер Е. Этюды о симметрии, с. 176.

возможность детального аналитического описания материальных явлений вовсе не означает, что такой предел действительно имеет место, ибо существуют и другие подходы к исследованию явлений природы, в частности упоминавшийся выше метод моделирования.

Предположение об ограниченности наших способностей познания природы является в настоящее время безосновательной, чисто логической возможностью. Неисчерпаемость материального мира и наши возможности его познания находятся в диалектическом противоречии и ни в коей мере не исключают друг друга.

Таким образом, анализ различных аспектов проблемы показывает, что нет оснований говорить о какой-либо ограниченности или конечности качественных или количественных свойств окружающего нас материального мира и соответственно о возможном конце фундаментальных исследований, хотя формы этих исследований, вид науки уже в ближайшие десятилетия могут претерпеть чрезвычайно значительные изменения. Мир как целое вполне познаваем, однако любую научную картину мироздания следует рассматривать как относительную истину, которая неминуемо будет уточняться и совершенствоваться в ходе дальнейшего исследования.

ЛОГИКА ПРИНЯТИЯ ГИПОТЕЗ В РАЗВИТИИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

...Наше знание может быть только конечным, в то время как наше незнание с необходимостью должно быть бесконечным.

К. Поппер. Предположения и опровержения
К. Popper. Conjectures and Refutations

Скорее следовало бы выставить принципом не стремление устанавливать бесспорные истины, а умение находить спорное и в том, что традиция считала бесспорным.

А. А. Любищев. Уроки истории познания

Введение. Философы сейчас очень большое внимание уделяют науке. Создается новое направление в гносеологии, построенное так же, как и естественные науки, на основании анализа реального опыта. Делается попытка оценить способности человека к познанию реального мира посредством исследования того, как устроена наука и как она развивается. История науки становится материалом для обоснования и построения высказываний о природе нашего знания. В зарубежной литературе примерами такого подхода могут служить работы Томаса Куна¹ и Имре Лакатоса².

В этой краткой работе я не буду пытаться отобразить все многообразие идей, связанных с анализом структуры науки. Ограничусь изложением своих взглядов на обсуждаемые проблемы. Я не философ и не историк науки. Мои взгляды основываются на опыте регулярного взаимодействия с представителями самых различных областей знаний, поскольку мне как статистику в течение многих лет приходится на профессиональном уровне участвовать в обсуждении очень многих научных разработок. И соот-

¹ Кун Т. С. Структура научных революций. М., 1975.

² Lakatos I. Falsification and the methodology of scientific research programmes.— In: Criticism and the growth of knowledge. Cambridge, 1970, p. 91—196.

ветственно мои примеры будут относиться не к истории науки, а к ее сегодняшнему состоянию.

Проблемы в науке. Если не бояться некоторой схематизации, то можно указать на три основные, явно видимые структурные составляющие в науке: *проблемы*, или вопросы, подлежащие решению; *гипотезы*, с помощью которых эти вопросы решаются; и, наконец, *средства*, с помощью которых эти гипотезы принимаются или отвергаются.

Мы, по-видимому, далеко не всегда отчетливо понимаем ту исключительно большую роль, которую играют в нашей интеллектуальной деятельности хорошо поставленные, признанные и разрешенные вопросы. С. Лангер³, развивая мысль, ранее высказанную Ф. Коуеном⁴, утверждает даже, что развитие каждой культуры можно охарактеризовать определенным набором вопросов, одни из которых разрешены и поставлены, а другие запрещены. Сама постановка вопросов предусматривает уже ограниченную возможность разумных ответов, или, как пишет Лангер, вопрос есть уже двусмысленное предположение, детерминантом которого является его ответ⁵.

Наука — каждый этап ее развития — задается определенным набором разрешенных вопросов. Легко привести примеры безусловно запрещенных, хотя логически правомерных вопросов. Скажем, в науке запрещены вопросы такого типа, как: «Откуда произошел закон Ома?»,

³ Langer S. K. Philosophy in a new key: a study in the symbolism of reason, rite and art. Cambridge (Mass.), 1951.

⁴ Coeyn F. What is question? — The Monist, 1954, vol. 39, N 3, p. 350—364.

⁵ Заметим, что различие в культурах — это прежде всего различие в разрешенных вопросах. Лучше всего такое утверждение можно проиллюстрировать приведенной в Евангелии от Иоанна версии разговора Христа с Понтием Пилатом. Христос на допросе у Пилата говорит: «...Я на то родился и на то пришел в мир, чтобы свидетельствовать об истине...» Тогда Пилат задает следующий вопрос: «...Что есть истина?» Этот вопрос остается без ответа. Но в другом месте Христос говорит, что он есть Истина.

Понтий Пилат — человек эллинской культуры — должен был начать разговор с обсуждения вопроса о том, что есть истина. Христос — представитель другой культуры, той, где этот вопрос запрещен. В христианстве, по крайней мере на раннем этапе его развития, были свои вопросы, скажем, вопросы об отношении к добру и злу, о возмездии и т. д. но все они получали право на существование, если был запрещен вопрос о том, что такое истина.

«Зачем существует этот закон?», или еще более сильные вопросы: «Как, почему и зачем произошли законы природы?», «Зачем существует мир?». «В чем смысл мира?»⁶.

Иногда наука как бы опережает сама себя и дает ответы на еще не поставленные вопросы, и ответы эти оказываются тогда ненужными. Г. Мендель дал ответ на не поставленный еще тогда вопрос, и потому его долго не признавали. И многие четко поставленные вопросы долго остаются непризнанными. Здесь можно привести пример с Т. Р. Мальтусом. Его позитивные утверждения оказались неверными — все беды, как теперь стало ясно, происходят именно потому, что продукция, предназначенная для употребления, растет экспоненциально — отсюда угроза истощения ресурсов Земли. Но Мальтус поставил вопрос, который слишком долго считался неправомерным.

Развитие науки можно рассматривать с ретроспективной точки зрения как последовательность ответов на ряд глубоких вопросов. Этот процесс, как всякий процесс развития, нуждается в ограничениях, которые создаются частотой запрещенных вопросов. Впрочем, то же относится, наверное, и к теологиям — они развиваются, пока в системе их представлений допускаются вопросы. И опять-таки ретроспективно можно сказать, что астрология перестала развиваться не просто в силу пренебрежения к проверке предсказаний, но прежде всего потому, что в ней не оказалось глубоких вопросов. Наличие глубоких вопросов, сформулированных или просто подразумеваемых, — это признак, характеризующий, видимо, всякую идейно развивающуюся систему. Но этот признак еще не есть разграничительная линия между наукой и ненаукой. Он

⁶ Все, кто много занимался преподавательской деятельностью, знают, как много неприятностей доставляют те студенты, которые задают не разрешенные наукой вопросы. Преподаватель обычно начинает раздражаться, и единственное, что он может сделать, — это осрамить студента, используя какой-нибудь недозволенный прием.

Помню, в студенческие годы у меня был один сокурсник, которого звали Василий Павлович Дурнев. Всем профессорам он задавал много, много недозволенных вопросов, Преподаватель, раздражаясь, спрашивал: «Как ваша фамилия?» Студент громко называл свое имя и отчество и тихо — фамилию, вопрос повторялся много раз. И когда, наконец, профессор улавливал фамилию, он с облегчением говорил: «А, так вы же Дурнев».

есть лишь необходимое, но не достаточное для этого условие.

Но вот что интересно. При анализе науки сегодняшнего дня не просто выделить те ее области, где есть хорошо поставленные вопросы. Начните просматривать монографии, обзоры и вы увидите, скорее, отчет о том, что достигнуто, нежели постановку вопросов. Потому так трудно отделить науку вчерашнего дня от науки дня завтрашнего.

Напомним здесь, что Д. Гильберт, крупнейший математик недалекого прошлого, в 1900 г. на Международном математическом конгрессе в Париже сформулировал свои знаменитые 23 проблемы математики. Среди них была и проблема, ответом на которую оказалась известная теорема К. Гёделя. Одно из самых блестящих достижений человеческого разума, она была опубликована только в 1931 г. Инициатива Д. Гильберта в формулировке центральных проблем в общем не была поддержана.

Так, одним из разделов математики является математическая статистика. В 1968 г. в Висконсинском университете (США) была проведена интересная конференция на тему о будущем статистики. Ее доклады опубликованы⁷ Однако никто из участников не смог сформулировать центральных проблем математической статистики. Будущее статистики — таков лейтмотив этой книги — лежит в коммуникации статистиков с исследователями в других областях знаний. Здесь честно признается, что статистика сегодня — наука чисто методическая, ее будущее будет зависеть от того, как будут сформулированы основные проблемы в других областях знаний, по отношению к которым она играет служебную роль.

Сейчас очень широко распространены анкетные опросы. Разные вопросы задаются и ученым. Но вот почему-то им никогда не задается один — решающий вопрос: в чем будущее их раздела знания? Мои коллеги попытались однажды задать такой вопрос специалистам по химической кинетике, но вразумительного ответа они так и не получили. Может быть, мы просто не умеем спрашивать?

Опираясь на свой опыт, я могу сказать, что на меня сильное впечатление производят те конференции, совещания, доклады или публикации, которые ставят новые

⁷ The future of statistics. N. Y.; L., 1968.

вопросы. Так оцениваю я теперь и свои работы. Но часто мне приходится участвовать во всевозможных научных форумах, где я слышу в докладах ответы на непоставленные вопросы. В одних случаях это просто уточнения или небольшие углубления чего-то уже раньше сделанного, в других — примеры, подтверждающие что-то уже известное, или даже просто комментарии к чему-то ранее сказанному.

Сейчас в связи с затуханием ранее существовавшего экспоненциального роста расходов на науку остро ставится вопрос о перераспределении средств между различными областями знаний. Здесь нужен критерий. Не заставит ли это ученых научиться в явной форме формулировать центральные проблемы своей области знаний? И не будет ли таким критерием возможность остро и содержательно формулировать проблемы?

Как выдвигаются гипотезы? Итак, успех всякого исследования зависит прежде всего от того, как поставлена задача, т. е. от того, как сформулирована исходная гипотеза. Но мы ничего не знаем о том, как происходит выдвижение плодотворных гипотез. Здесь нельзя предложить какой-либо, даже совсем слабой, модели. Это утверждение приобретает особую убедительность, если мы, следуя М. Кендаллу⁸, будем проводить сравнение возможностей человека с возможностями компьютера. Одно из кардинальных различий здесь состоит в том, что человек, наблюдая новые явления, умеет выдвигать новые плодотворные гипотезы: вычислительную же машину этому пока научить не удалось. Индуктивная логика оказывается *не алгоритмизируемой*. Что же это тогда такое? Здесь важно обратить внимание на то, что модели, к которым мы теперь так привыкли в науке, могут быть получены только из предпосылок, но не непосредственно из результатов наблюдений. Это хорошо известное положение элементарной логики обычно забывается, и в публикациях часто можно прочесть, что гипотеза (или математическая модель) выведена из результатов наблюдений. Новые наблюдения, конечно, могут послужить толчком к формулировке новых постулатов. Но механизм

⁸ Kendall M. Statistical inference in the light of the theory of the electronic computer.— Review of the International Statistical Institute, 1966, vol. 34, N 1, p. 1—12.

возникновения этого толчка неизвестен. Его нужно было бы описывать уже не в логических, а в психологических терминах. Но даже если мы перейдем к обсуждению вопроса в психологическом плане, то и здесь ничего определенного сказать нельзя. Опыт показывает, что широко эрудированные и критически мыслящие научные работники подчас проявляют полную беспомощность, когда речь заходит о выдвижении новых гипотез. И здесь, следуя Карлу Попперу⁹, мы должны признать первую особенность или, если хотите, *первый парадокс* в развитии науки: творческая составляющая науки — процесс выдвижения новых гипотез — не обладает какими-то особыми чертами, присущими только науке. Во всяком случае мы не можем отличить его от мифотворчества.

Отказ Поппера рассматривать вопрос о том, как выдвигаются гипотезы, придает его концепции ту серьезность, которая импонирует ученым. В науке, как мы уже говорили, есть никем не сформулированный, но всеми признаваемый запрет: не ставить те вопросы, на которые нельзя получить ответа в системе принятых для науки построений. Некоторые вопросы оказываются поставленными так, что ответ на них может быть дан только в построениях мифологического характера. Поппер начинает построение своей концепции с того, что снимает с рассмотрения тот вопрос эпистемологии (т. е. теории научного познания), ответ на который отвратил бы от него научно настроенных читателей. («О чем невозможно говорить, о том следует молчать», — сказано и в «Логико-философском трактате» Л. Витгенштейна).

Утверждение Поппера о том, что научные гипотезы — это только догадки, имеет и очень большую методологическую значимость. Ведь если это так, то в момент, когда гипотеза выдвигается, не очень нужно заботиться о ее обосновании. Важнее, говоря словами Бертрانا Рассела¹⁰, поверить в нее исходя из каких-то интуитивных, т. е. попросту необъяснимых побуждений. Только последующая теоретическая или экспериментальная разработка сможет дать серьезные аргументы для такого обоснования. И как плохо, когда на первом этапе — в момент

⁹ *Popper K. R. Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge.* N. Y.; L., 1963, p. 412.

¹⁰ *Рассел Б. Человеческое познание.* М., 1957.

выдвижения гипотезы — ученого заставляют что-то высказать в обоснование того, что он еще не может сколько-нибудь хорошо обосновать¹¹. Но право свободно выдвигать гипотезы, конечно, не должно быть направлено на то, чтобы открыть в науке дорогу шизофреническим построениям — они, кстати, легко выявляются.

Как принимаются гипотезы? Здесь мы должны признать *второй парадокс* Поппера¹² — научные гипотезы при широкой задаче (наша оговорка) могут быть только *фальсифицированы*, но отнюдь не *верифицированы*. Это утверждение, правда, в несколько иной форме сформулированное, можно найти в любом сколько-нибудь серьезном руководстве по математической статистике.

Действительно, если мы рассматриваем только одну гипотезу, скажем, гипотезу о том, что результаты наблюдений могут быть представлены прямой, то выводы из результатов экспериментального исследования об истинности этой гипотезы могут быть записаны лишь так: «...наша гипотеза не противоречит результатам наблюдений». Ведь наблюдаемые в эксперименте явления в равной степени могут не противоречить и другим, не сформулированным нами гипотезам. Ответ, записанный таким образом, выглядит очень бедно. Мы можем усилить его, если рассмотрим не одну, а несколько конкурирующих гипотез¹³. Тогда в результате хорошо поставленного экспериментального исследования мы сможем выбрать одну из конкурирующих гипотез. И здесь уже можно говорить о том, что одна из гипотез выдержала конкуренцию при проверке и, следовательно, оказалась верифицированной. Но это — верификация в узком смысле слова, так как гипотеза верифицирована только в отношении рассматриваемого множества четко сформулированных конкурирующих гипотез. О верификации в широком (абсолютном) смысле здесь говорить нельзя, так как наши специальным образом поставленные эксперименты могут не противоречить и каким-то другим, не включенным в исследуемое множество гипотезам.

¹¹ Соображения, изложенные в этом абзаце, были подсказаны мне Ю. А. Шрейдером при обсуждении моей работы.

¹² *Popper K. R. Conjectures and refutations*, p. 412.

¹³ Подробнее см. например: *Налимов В. В. Теория эксперимента*. М., 1971.

Таким образом, в отличие от позитивистов Поппер считает, что о верифицируемости гипотез нельзя говорить строго. Мы не можем утверждать, что гипотеза принята окончательно, как много бы фактов ее не подтверждало. Научная гипотеза всегда открыта для дальнейшей проверки, и одного нового факта, не согласующегося с гипотезой, достаточно, чтобы ее отбросить. Эта асимметрия в проверяемости гипотезы, когда сколь угодно много подтверждающих факторов недостаточно для ее принятия, а один отрицательный достаточен для опровержения, имеет очень большое методологическое значение.

Согласно утверждениям Поппера каждая действительно научная гипотеза должна быть сформулирована так, чтобы она могла быть поставлена в условия серьезного риска при испытании. Если гипотеза выдержит испытание — не фальсифицируется, не опровергается экспериментом, носящим для нее критический характер, то она принимается, оставаясь, однако, открытой для дальнейшей проверки. Расплывчато сформулированные гипотезы, в рамках которых оказывается возможным объяснить любой исход эксперимента, теряют с этих позиций научный характер.

Прогресс естественных наук, говорит Поппер, как раз и заключается в том, что их построения все время остаются открытыми для дальнейшей проверки. В отличие от позитивистов Поппер называет себя негативистом.

Попперовская концепция вызвала оживленное обсуждение на Западе. Особенно интересной оказалась уже упоминавшаяся выше работа И. Лакатоса, предостерегающая против наивного и догматического понимания фальсификационизма.

И действительно, несмотря на всю логическую четкость идеи фальсификационизма, следует признать, что реальная наука развивается отнюдь не по ее схеме. Если мы хотим проверить какую-то гипотезу, то нам нужно прежде всего договориться о том, что является решающим экспериментом в этом конкретном случае. Каждый эксперимент делается с ошибкой, и поэтому, если мы проверяем даже совсем элементарную гипотезу, скажем гипотезу о приближении результатов наблюдений прямой линией, мы должны ввести представление об уровнях значимости и формулировать наш ответ примерно так: «...для принятого нами уровня значимости расхождения

между выбранной нами моделью и результатами наблюдений статистически незначимы». Выбор уровня значимости — это уже введение системы соглашений в нашу систему суждений. Далее, мы должны убедить наших потенциальных оппонентов в том, что результаты нашего эксперимента свободны от систематических ошибок. Для этого используется процедура рандомизации, т. е. опыты ставятся так, чтобы их результаты были усреднены относительно тех переменных, которые могут меняться в течение эксперимента неконтролируемым образом. Выбор рандомизируемых переменных опять-таки определяется уровнем наших знаний и знаний наших потенциальных оппонентов. Выбирая ту или иную схему рандомизации, мы рассчитываем на то, что своей постановкой опыта сможем убедить оппонентов, т. е. достигнуть с ними договоренности. Здесь опять мы вынуждены признать, что опираемся на систему соглашений. Наконец, если результат какого-то эксперимента явно противоречит какой-то очень серьезной гипотезе, то отсюда еще не следует, что гипотеза немедленно будет отброшена. Ведь имеются и другие возможности — эксперименту можно дать особую интерпретацию, или гипотезу можно слегка модифицировать. Отрицательный эксперимент приобретает решающий характер только тогда, когда под его влиянием формируется новая сильная контргипотеза. Примером может служить история вывода М. Планком правильного закона излучения абсолютно черного тела.

Но в истории науки имеются интересные примеры и того, когда фальсифицированные результатами наблюдений гипотезы сохраняются. Ж. Моно, известный биолог, лауреат Нобелевской премии и директор Пастеровского института в Париже, обращает внимание на ту ловушку, в которую однажды попала теория Ч. Дарвина¹⁴. (С точки зрения Поппера, — это второсортная теория, поскольку для нее нельзя придумать критического эксперимента, т. е. такого эксперимента, который ставил бы ее в условия риска при проверке.) У Томсон, современник Ч. Дарвина, один из немногих тогда физиков, умевших считать, показал, что если принять, что Солнце состоит из кучи

¹⁴ *Monod J. L.* On the molecular theory of evolution.— In: *Problems of scientific revolution: progress and obstacles to progress.* Oxford, 1975, p. 11—24.

угля — одного из самых калорийных из известных тогда видов топлива, то оно может давать Земле энергию лишь совсем короткое время, явно недостаточное для эволюционного развития жизни. Эти расчеты казались чисто экспериментальным опровержением теории Дарвина. Ведь размеры Солнца, количество тепла, необходимое для развития жизни, — все это экспериментально определяемые величины. На Дарвина они произвели удручающее впечатление, и он сильно все испортил во втором издании своего основного труда. И все же теория Дарвина не была отброшена. Теперь, говорит Моно, мы знаем, что имплицитно ¹⁵ она содержит представление о ядерной энергии Солнца, но кто мог знать это тогда?

Теперь несколько слов о попперовском требовании формулировать гипотезы так, чтобы они могли быть подвергнуты фальсификации. В математической статистике мы также постоянно сталкиваемся с требованием ставить гипотезы при их сравнительной оценке в условия риска. Одна из задач планирования эксперимента как раз состоит в том, чтобы выбирать экспериментальные точки в той области значений независимых переменных, где можно ожидать наибольшего расхождения в оценках конкурирующих гипотез ¹⁶. Но все же указанное требование не универсально. Иногда сама логика суждений подводит к необходимости формулировать гипотезы, аморфные для фальсификации. Поясним это примером.

При изучении процесса развития науки сначала строились экспоненциальные кривые роста, легко поддающиеся фальсификации. Однако с логической точки зрения обосновать правомерность представления роста числа научных публикаций одной экспонентой достаточно трудно, если не невозможно. Разумнее полагать, что различные области знаний и разные страны вступают в научную «игру» в различные моменты времени и с разными константами роста. Но если это так, то кривые роста надо задавать суммой экспонент ¹⁷. А функцию, заданную сум-

¹⁵ Моно также обращает внимание на то, что теория Дарвина имплицитно содержала представление о дискретности наследственного кода, тогда как теория Ламарка предполагала непрерывность изменчивости.

¹⁶ См.: *Налимов В. В.* Теория эксперимента.

¹⁷ См.: *Налимов В. В., Мульченко Э. М.* Наукометрия. М., 1969.

мой экспонент, трудно поставить в условия риска при проверке — слишком широк класс кривых, которые могут быть представлены таким образом. Логически четко сформулированная гипотеза оказывается аморфной при проверке. Этого часто нельзя избежать и в этом следует отдавать себе отчет.

Концепция Поппера оказывается недостаточной и для того, чтобы объяснить, как поступают ученые, когда невозможно поставить критический эксперимент, позволяющий отдать предпочтение одной из конкурирующих гипотез. Ведь и в этом случае исходя из каких-то других соображений все же отдается предпочтение одной из них. Чтобы выяснить, как это делается, приведем несколько примеров.

Рассмотрим процесс роста числа научных работников или числа публикаций во времени. В нашей работе «Наукометрия», следуя Дерексу Прайсу, мы описывали этот процесс экспонентой, или логистической кривой, а на широкой шкале времени — суммой экспонент. Отклонение точек от кривых интерпретировалось просто как флуктуационное явление, поскольку оно обусловлено многими, трудно поддающимися учету факторами. Возможен, однако, и другой подход — описание роста публикаций моделями развития эпидемии (М. Новаковская). Имеющийся материал не дает оснований отдать предпочтение одному из этих подходов. Но мысленный эксперимент, экстраполяция в далекое будущее, говорит все же в пользу первого подхода. Ведь вряд ли с наукой может произойти то, что происходит с эпидемией, т. е. падение до нулевого значения. Возможен и третий подход. В одной из работ предлагалось разбить шкалу времени на ряд небольших участков, чтобы для каждого из них подобрать свой закон роста числа научных работников, описываемый тем или иным дифференциальным уравнением. Параметры уравнений могут быть выбраны так, что расхождение модели с опытом становится пренебрежимо малым. Дифференциальные уравнения удастся логически состыковать друг с другом, показав тем самым усложняющийся процесс роста. Внешне все выглядело отлично, и автор заявил даже, что он вывел свою модель... из результатов наблюдений! Но несостоятельность подхода здесь очевидна — легко показать, что локальные изменения хода кривой роста обусловлены чисто случайными явлениями,

такими, как недостаточная точность учета числа научных работников, изменение инструкций по учету, изменение ассигнований на научную работу в силу временных затруднений, скажем неурожая и пр.

Наконец, нужно отметить, что в современной науке наметилась совершенно новая тенденция — признание права на одновременное существование множества гипотез. В популярной форме об этом хорошо рассказывается в работе С. Смирнова¹⁸. В физике элементарных частиц за последние годы появилось около 200 моделей, причем некоторые из них концептуально противоречивы. Ни одну из этих моделей нельзя отбросить, так как каждая из них что-то объясняет, и ни одну нельзя принять как единственную, поскольку, взятые в отдельности, они не объясняют всего многообразия наблюдаемых явлений¹⁹. Мы сами столкнулись с проблемой множественности нелинейных моделей в химической кинетике. Здесь пришлось признать необходимость представления результатов эксперимента многими (равноправными в формально-статистическом смысле) моделями из-за сложностей, связанных с вычислительными процедурами²⁰. Если, в соответствии с известным определением Р. Фишера математическая статистика рассматривалась ранее как наука, занимающаяся сверткой данных, то теперь ее задачей становится их развертка. В этом проявляется, если хотите, диалектика построения знаний: отдельная модель — свертка данных, множество моделей — их развертка, углубление представлений об изучаемых явлениях²¹.

И все же гипотезы в науке о т б и р а ю т с я.

Парадигма — защитный механизм в науке. Заслугой Т. Куна является то, что он ввел в рассмотрение пред-

¹⁸ Смирнов С. От кроманьонца до Кеплера, от Кеплера до наших дней... Что же дальше? — Знание — Сила, 1977, № 5, с. 43—46; № 6, с. 39—41.

¹⁹ Moravcsik M. J. The crisis in particle physics.— Research Policy, 1972, vol. 6, p. 78—107.

²⁰ См.: Налимов В. В. Анализ трудностей, связанных с построением нелинейных по параметрам моделей в задачах химической кинетики.— Заводская лаборатория, 1978, т. 44, № 3, с. 325—331.

²¹ С проблемой развертки данных статистики столкнулись еще раньше в задачах многомерного статистического анализа. Сложившаяся здесь ситуация подробно рассмотрена в нашей книге «Теория эксперимента».

ставление о парадигме как о некотором интеллектуальном поле, задающем развитие того или иного раздела знаний в каком-то одном строго определенном направлении и охраняющем его от разрушительных влияний других возможных подходов. В нашу задачу не входит строгое определение парадигмы — этого, по-видимому, нельзя сделать²². Отметим, что концепция Куна вызвала оживленную дискуссию — ей в значительной степени посвящен сборник «Критицизм и рост знания», в котором содержатся, в частности, упоминавшиеся уже работы И. Лакатоса и М. Мастермана. Мы не будем здесь переизлагать эту дискуссию, а ограничимся лишь изложением своих взглядов по данному вопросу. Прежде всего подчеркнем, что в нашем понимании парадигма — это *стабилизирующий* отбор²³, т. е. некоторый *защитный механизм*, охраняющий на каком-то этапе развития определенное направление от засорения, от расползания в боковые и неплодотворные области, а на каком-то другом этапе — мешающий возникновению новых направлений.

Каждый крупный ученый начинает свою деятельность борьбой с какой-то старой парадигмой, создавая новую, свою собственную. Проиллюстрируем эту мысль несколькими примерами.

Хорошо известно утверждение Норберта Винера о том, что математика создается 5% математиков, а остальные 95% выполняют защитную роль, ограждая ее от засорения недостаточно строгими построениями. Но как это делается? Ведь само понятие «доказательства», как

²² М. Мастерман подсчитала, что Т. Кун употребляет термин «парадигма» не менее чем в 22 разных смыслах (*Masterman M. The nature of a paradigm.— In: Criticism and the growth of knowledge*, p. 59—99).

²³ Парадигмическое давление, естественно, проявляется прежде всего в рецензировании рукописей статей перед их публикацией. Недавно проведено первое исследование, сопоставляющее рецензирование рукописей с уровнем их цитирования после опубликования. Выводы, полученные в этой работе, таковы: «...экспертные оценки в значительной степени оказываются не согласованными с количеством ссылок, которые работа получает после публикации. Более того, результаты анализа наиболее цитируемых химических журналов оказываются совсем нелестными для рецензентов. Имеет место даже негативная корреляция экспертных оценок работ и количества полученных позднее на них ссылок» (*Gordon M. Evaluating the evaluators.— New Scientist*, 1977, vol. 73, p. 342—343).

это следует из теоремы Гёделя²⁴, не может быть строго формализовано. Кстати, некоторые серьезные авторы²⁵ утверждают, что из теоремы Гёделя следует невозможность построения искусственного интеллекта, поскольку он должен быть построен только на основании использования дедуктивной логики. Но вот почему-то никому не приходит в голову отрицать возможность построения математики как дедуктивной науки. И поэтому остается неясным, как справляются математики с неформализованной составляющей своей науки.

Один из относящихся сюда вопросов может быть сформулирован так: «Как возможно существование математической статистики в рамках математики?» Американские статистики хвалятся тем, что они добились «развода» с чистыми математиками. Это позволило им создать во многих университетах свои факультеты, независимые от факультетов математики. У них есть свои собственные журналы. Есть свое представление о престиже, которое заставляет ученых ориентироваться не столько на строгость построений, сколько на значимость тех результатов, которые были получены в эксперименте, в результате использования этих построений.

Статистика иногда все еще рассматривается или как придаток к экономической науке, или как часть чистой математики. В последнем случае от нее требуется вся та строгость, которая присуща математике. И в рамках этой строгости порой с пренебрежением относятся к экспериментальному исследованию.

Опыт статистиков обобщается еще недостаточно. У нас, к сожалению, нет журналов по биометрике и прикладной математической статистике, которую именуют технометрикой. Правда, выходит журнал «Теория вероятностей и ее приложения», но приложения бывают там редко.

Иногда у нас издаются переводы на русский язык книг по прикладной статистике²⁶⁻²⁷. Об одной из них —

²⁴ См.: Клини С. Введение в математику. М., 1957.

²⁵ См., например: Нагель Э., Ньюмен Д. Теорема Гёделя. М., 1970.

²⁶⁻²⁷ См., например: Дрейнер Н., Смир Г. Прикладной регрессионный анализ. М., 1973; Гренджер К., Хатанака М. Спектральный анализ временных рядов в экономике. М., 1972.

книге К. Гренджера и М. Хатанаки, посвященной спектральному анализу временных рядов в экономике, было высказано мнение, что издание ее является ошибкой. И действительно — как можно применять спектральную теорию к описанию реальных явлений экономики? Ведь все реально наблюдаемые временные ряды в экономике существенно нестационарны, все реализации слишком кратковременны — их всегда приходится несколько произвольно склеивать, разные месяцы года имеют разное число дней... Достаточно давно, еще в 1934 г., в русском переводе с французского вышла книга А. Виньерона «Обработка результатов физико-химических изменений». В ней говорилось о принципиальной невозможности применения математической статистики в измерительной технике. В самом деле, разве можно говорить, скажем, в аналитической химии о применении гауссового закона ошибок (называемого к тому же нормальным), если он допускает, хотя бы и с малой вероятностью, возможность сколь угодно большой ошибки? Ведь ясно, что при нагрузке в несколько килограммов коромысла аналитических весов просто сломаются! Подобная аргументация была распространена и у биологов. И книга Виньерона долгие годы служила настольным пособием во многих лабораториях. Правда, теперь, по-видимому, уже совсем эта аргументация кажется нелепой — хотя бы в этом отношении парадигма изменилась.

А реальные трудности в применении математической статистики действительно имеются. Статистик почти никогда не имеет возможности проверить предпосылки, на которых базируются используемые методы. Из этого затруднения иногда можно вывернуться, используя так называемые робастные (т. е. нечувствительные к исходным предпосылкам) приемы, но при этом приходится отказываться от какой бы то ни было теории, доверяясь в выборе процедур только модельным экспериментам на ЭВМ.

Далее. Часто приходится сталкиваться с тем, что для решения одной задачи можно предложить множество не согласующихся между собой критериев²⁸. Как выбрать

²⁸ Критерии можно рассматривать как аксиомы. Они не образуют математической структуры, того, что, по мнению Бурбаки, является самым существенным в математике как науке. Вместо

один из них? В некоторых случаях приходится прибегать к совсем некорректным с позиций математика приемам, например к использованию расходящихся рядов при построении алгоритма прогнозирования нестационарных случайных процессов. И наконец — самое главное. Язык математической статистики не является контекстно-свободным языком. Это значит, что правомерность сделанных в нем высказываний зависит не только от отношений между его символами, но и от контекста, т. е. от того, о чем и что говорит исследователь. Язык математики оказывается, таким образом, незамкнутым. Как же в этом случае должен действовать статистик, если он получил математическое образование? Ему приходится опираться на какую-то систему явно никем не сформулированных, но отчетливо понимаемых соглашений, образующих парадигму клана статистиков, парадигму, не признаваемую чистыми математиками.

У нас парадигма математической статистики не сложилась. Но вакуум всегда чем-то заполняется. Стали появляться работы, написанные неприемлемо с позиции тех, кто допускает возможность использования математики в исследованиях, направленных на решение нематематических проблем. В одних из них смешиваются условная и безусловная вероятности, оказывается, что производная от константы не равна нулю, причем все это вуалируется многими десятками страниц текста, где что-то то дифференцируется, то зачем-то опять интегрируется. Чаше, однако, происходит другое — допускается произвольность интерпретаций при переходе с языка математики на язык опытных наук. Так, в одном «исследовании» чисто математическими методами доказывается, что в мышлении человека не может быть более семи уровней абстракции, в другом — столь же серьезно утверждается возможность математического доказательства того, что в любой области знаний ровно половина публикаций относится к данной области, а остальные — к смежным. В одной из работ по прогнозированию утверждается, что

структуры из непротиворечивых аксиом мы имеем здесь дело с мозаикой высказываний. Подробнее см.: *Налимов В. В.* Логические основания прикладной математики. Препринт лаборатории статистических методов МГУ № 24. М., 1973; работа опубликована также в журнале: *Synthese*, 1974, vol. 23, p. 211—250.

каждая седьмая точка обладает особенным свойством — она всегда точно попадает на кривую. Подобных примеров можно привести сколь угодно много.

В зарубежной литературе остро обсуждается вопрос о том, как же оценивать науку — как структуру иррациональную или как рациональную? Принято считать, что Т. Кун — сторонник первого взгляда, К. Поппер — второго, П. Фейерабенд²⁹, отвечая на этот вопрос, говорит: «Да и нет». Да, поскольку не существует единого и неизменного набора правил для принятия решений о том, что есть научное суждение, и — нет, так как каждый шаг делается на основании логических суждений. Мы добавили бы к этому: люди, в том числе и ученые, не могут действовать, не ограничивая себя определенной системой постулатов, может быть, и не всегда четко сформулированных. Механизм возникновения этих постулатов неизвестен — здесь надо обращаться скорее к психологии, чем к логике. В то же время люди боятся серости: как только ситуация становится скучной, безысходной, возникает протест — борьба с прежней парадигмой, и это — психологический факт. В науке всему этому соответствует своеобразный путь борьбы с гёделевской трудностью. Представление о парадигме может быть использовано при решении вопросов, связанных с поиском оптимальных путей развития науки. Организационно наука должна быть устроена так, чтобы было какое-то подвижное равновесие между устойчивостью и изменчивостью.

Математизация знаний как один из примеров построения новой парадигмы. Математизацию знаний часто пытаются представить как процесс, направленный на превращение математизируемых знаний в исчисления. Но в этом случае мы должны были бы иметь дело, как на это обратил внимание Э. Хаттен³⁰, со: 1) строго определенными терминами; 2) внутренне непротиворечивой системой аксиом; 3) правилами вывода; 4) правилами интерпретации абстрактных символов в терминах эксперимента. Даже современная физика не удовлетворяет этим требованиям. Термины в физике, как правило, не

²⁹ *Feyerabend P. K. Consolations for specialist.*— In: *Criticism and the growth of knowledge*, p. 197—230.

³⁰ *Hatten E. H. The language of modern physics: an introduction to the philosophy of science.* L.; N. Y., 1956.

поддаются строгому определению; строго говоря, в физике аксиоматизированы только некоторые разделы термодинамики, причем четко сформулированных правил интерпретации вообще не существует.

По-видимому, разумнее говорить, что математизация знаний сводится просто к использованию математики как языка. Многим кажется, что мы принижаем роль математики, утверждая, что для нематематиков математизация знаний — это только обращение к новому языку. На самом деле все обстоит не так. Говоря о математике как о языке, мы придаем ей исключительно большую роль. Язык оказывает влияние на мышление людей, подчас меняя даже их мировоззрение. Это хорошо понимали некоторые лингвисты и логики. У Л. Витгенштейна в его «Трактате» мы можем прочесть: «Границы моего языка означают границы моего мира». Значительно раньше А. Гумбольдт, говоря о разных языках, утверждал, что их различие есть «не только различие звуков и знаков, но и различие самих мировоззрений». А. А. Потебня писал: «...Язык есть средство не выражать уже готовую мысль, а создавать ее... Он не отражение сложившегося мировоззрения, а слагающая его деятельность».

Эти высказывания блестяще подтверждаются тем, что происходит с экспериментатором, когда он воспринимает вероятностный язык математической статистики. Его мышление становится вероятностным, и он по-новому начинает видеть окружающий мир и по-новому принимает решение в своей деятельности. Прежде всего он начинает понимать, что случайности не надо бояться. Более того, он убеждается в том, что условия проведения эксперимента надо *рандомизировать*, т. е. надо сделать случайным поведение всех неконтролируемых переменных, иначе результаты эксперимента окажутся смещенными — искаженными систематическими ошибками. Такую рандомизированную схему осуществить совсем не просто, однако статистики знают, как проводить рандомизацию с наложенными ограничениями, когда в один день нельзя испытать все режимы. Но вот я встречаю сотрудничающего со мной биолога, и он говорит мне: «А мы опять делаем нерандомизированные эксперименты — так проще». «Ну, а как же с результатами?» — спрашиваю я. — «А в результатах я уверен». — «Но зачем же тогда нужны эксперименты?» — «Чтобы убедить других».

Для биолога, с которым состоялся такой разговор, вероятностный язык остался чуждым, и мировоззрение его не изменилось. Не изменилось оно и у тех, кого он собирается убеждать, — работа будет опубликована. Но биологам, находящимся под влиянием идей современной статистики, эта работа не покажется убедительной. Разные ученые, работающие в одной и той же области знаний, могут находиться под влиянием разных парадигм.

Рассмотрим теперь пример, показывающий, как под влиянием парадигмы, созданной вероятностным мышлением, изменяется постановка опытов в задачах со многими переменными.

Если раньше студента учили, что в хорошо поставленном многофакторном опыте каждым фактором надо варьировать в отдельности, то с позиций вероятностных суждений становится ясно, что это — самый плохой способ действия. В самом деле, допустим, что наша задача — построить полином первой степени, варьируя переменными только на двух уровнях. Если уровни варьирования закодировать числами $+1$ и -1 , то однофакторный эксперимент дает возможность оценить коэффициенты регрессии b_i с дисперсией $\sigma^2\{b_i\} = \sigma^2\{y\}/2$, где $\sigma^2\{y\}$ — дисперсия ошибки эксперимента. Иная постановка опытов, где все переменные будут варьироваться одновременно по некоторой специальной схеме — матрице Адамара, дает возможность оценить коэффициенты регрессии уже с дисперсией $\sigma^2\{b_i\} = \sigma^2\{y\}/(k+1)$, где k — число независимых переменных. Представьте себе, что вы имеете дело с пятнадцатью независимыми переменными. Тогда выигрыш будет в 8 раз больше, хотя общее число наблюдений N как для однофакторных, так и для многофакторных экспериментов будет одним и тем же: $N = k + 1$. И этот поразительный результат достигается совсем простыми средствами. Его возможность долго оставалась не замеченной только потому, что разговор велся не на вероятностном языке. Впрочем, не заметил ее даже такой ученый, как Э. Шредингер, который писал о биологическом эксперименте следующее: «Сравнительный консерватизм, являющийся результатом высокой устойчивости генов, имеет очень существенное значение. Аналогии этому можно усмотреть, например, в работе сложного оборудования на каком-нибудь заводе. Для улучшения его работы необходимо вводить различные новшества, даже

не проверенные раньше. Но чтобы выяснить, как они влияют на качество продукции, важно вводить их по одному, оставляя без изменения остальное оборудование»³¹. Как отчетливо проявляется здесь парадигматически заданная вера в необходимость однофакторного эксперимента! Но и сейчас далеко не все экспериментаторы понимают необходимость многофакторного эксперимента.

Можно расширить множество примеров, иллюстрирующих нашу мысль. Если исследователю надо оценить, скажем, число опытов в задачах контроля качества, то вероятностный язык немедленно заставляет его сформулировать концепцию об ошибках первого и второго рода, т. е. задать вероятность, принять негодную и забраковать годную продукции и заменить точечную границу между годным и негодным интервальной границей. Когда речь идет о принятии решения после результатов какого-то нового эксперимента, вероятностный язык принуждает исследователя учитывать предыдущий опыт, задаваемый также вероятностной априорной функцией распределения. Для принятия решения здесь будет использоваться бейсовская теорема. Решение будет выдаваться в терминах многозначной или, если хотите, даже непрерывной, а не традиционной — двузначной логики.

Все это, вместе взятое, показывает, что, начав разговаривать на вероятностном языке, мы начинаем иначе мыслить. То же можно сказать и о влиянии на мышление исследователей других разделов математики, и о математике в целом. Часто можно слышать, что достоинство математики состоит в том, что она позволяет перейти от качественных представлений к количественным. Но на самом деле язык математики при его применении к другим областям знаний делает нечто значительно большее — он повышает уровень абстрактности суждений. Эта идея отчетливо развита в книге Э. Хаттена. Он пишет: «Главное значение математики состоит не столько в том, что она является средством количественных суждений, сколько в создании универсальной системы символов... Употребление символов позволяет нам расширить горизонт знаний за пределы непосредственного опыта. Наука — это „абстрактное“ представление реальности.

³¹ Шредингер Э. Что такое жизнь? М., 1972, с. 46—47.

Мы строим науку, создавая все более абстрактные теории»³².

Повышение абстрактности научных теорий — это опять-таки изменение парадигмы в науке.

Выше мы говорили о высокой эффективности планирования эксперимента. Но эксперимент можно планировать только тогда, когда задана математическая модель изучаемого процесса³³. Математическую модель можно рассматривать как вопрос, задаваемый исследователем природе³⁴. Всякий вопрос, как это хорошо умеют разъяснять логики³⁵, состоит из двух частей: утверждающей, т. е. задающей те условия, при которых возможно найти ответ, и собственно вопрошающей. Аналитический вид математической модели — это ее утверждающая часть. Здесь в предельно компактной форме формулируются все априорные (полученные до данного опыта) знания об изучаемом явлении. Вопрошающая часть — это уже требование численной оценки параметров модели по результатам эксперимента, проверки гипотезы на адекватность модели и пр. Задать вопрос природе в виде математической модели — значит проявить очень высокий уровень абстрактности мышления. И, как это показал нам опыт общения с широким кругом исследователей, здесь все обстоит совсем не просто. Оказалось, что ученые, особенно из академических институтов, как правило, не склонны задавать вопросы природе в виде математических моделей. И, что очень важно, эти трудности связаны отнюдь не с уровнем их математической подготовки. Сопротивление носит скорее парадигматический характер. Мы должны констатировать, что богатые возможности планирования эксперимента используются еще крайне бедно.

Здесь правомерен такой вопрос: к чему может привести изменение мировоззрения ученого — к созданию но-

³² Hatten E. H. The language of modern physics: an introduction to the philosophy of science, p. 14.

³³ Эта мысль проходит красной нитью через нашу книгу: *Налимов В. В., Голикова Т. И.* Логические основания планирования эксперимента. М., 1976.

³⁴ *Налимов В. В., Голикова Т. И.* Теория планирования эксперимента: достигнутое и ожидаемое. — Заводская лаборатория, 1977, т. 43, № 10, с. 1247—1253.

³⁵ Хилтиikka Т. Вопрос о вопросах. — В кн.: *Философия в современном мире.* М., 1974.

вых программ исследования, обладающих большой эвристической силой, или только к построению локально-корректных моделей, что-то объясняющих и, может быть, что-то даже предсказывающих, но не открывающих новых путей развития науки? Ответить на него не просто. Широкое развитие математизации знаний началось недавно, но уже сейчас можно привести как примеры, так и контрпримеры для того или иного ответа на данный вопрос. В лингвистике заложенная Н. Хомским абстрактно-математическая концепция контекстно-свободных языков и особенно представление о трансформационных грамматиках создали новую программу исследований, подхваченную широким кругом лингвистов и позволившую уже сейчас делать даже интересные философские обобщения. Другой пример — плодотворное влияние математики на развитие генетики. Но можно привести и контрпримеры: широкое применение математики в экологии, физиологии, эпидемиологии, социологии, психологии привело пока к созданию, по-видимому, только локально-корректных моделей. Правда, здесь, может быть, кто-то и не захочет согласиться с нами. Но вопрос этот интересно обсудить.

Все сказанное выше говорит о том, что процесс фальсификации определяется принятой в данный момент парадигмой. Это утверждение лучше всего можно иллюстрировать тем, что происходит на наших глазах. Вероятностное мышление и вытекающие из него статистические методы планирования эксперимента и проверки гипотез создают климат для процедуры фальсификации, вводя такие представления, как рандомизация эксперимента, функции распределения и доверительные границы, адекватность модели (в статистическом смысле), ошибки первого и второго рода, использование априорной информации и выдача результатов исследования в виде апостериорной функции распределения. Но почему мы имеем право пользоваться всем этим арсеналом средств, когда правомерен тот или иной вероятностный подход — на все эти вопросы, строго говоря, ответа нет. Наша парадигма — это та парадигма, которую одна часть ученых признала, а другая — нет. И здесь мы должны сформулировать одно важное дополнение к концепции Т. Куна: в одно и то же время разные группы ученых могут работать и сосуществовать, находясь под влиянием разных парадигм.

Нужно обратить внимание на то, что в наше время, когда наука легко может создавать новые, сильнодействующие средства, вопрос о парадигме, задающей правила проверки гипотез, носит отнюдь не абстрактно-академический характер. Это хорошо подтверждается печально известной историей с талидомидом. Только в ФРГ применение этого лекарства привело к рождению 6000 детей с дефектами. В момент его выпуска было сформулировано утверждение о том, что препарат не токсичен. Ведь лежащая в основе этого утверждения гипотеза выдержала проверку: ни одна крыса не погибла даже от самой сильной дозы. Но потом гипотеза трансформировалась в утверждении о безопасности талидомида и для людей. Эта более сильная гипотеза не подвергалась проверке, в частности, не проверялось действие лекарства на эмбрион. (Правда, всегда, когда только начинают выпускаться новые лекарства или вакцины, нельзя гарантировать их достаточную проверку, ибо, как правило, в принципе нельзя заблаговременно проверить их последствия на длительный период времени.) Трагедия с талидомидом усугубилась тем, что когда стали поступать тревожные сигналы, фирма, выпускающая лекарство, отклоняла рекламации, ссылаясь на то, что противопоказания носят статистический характер, что не установлена причинная связь, что нет прямых доказательств и пр. История с талидомидом хорошо описана в статье Дж. Д. Бросса³⁶. Он считает, что в ней большую роль сыграл научный сленг, содержащий термины, подобные приведенным выше, оказывающие большое психологическое воздействие на людей науки, но не имеющие четкого смысла. Учение о гипотезах и их проверке, конечно, еще не дает возможность полностью избежать подобных случаев, но по крайней мере последние могут заставить относиться к нему с большей серьезностью и ответственностью.

Как происходит рост науки? Здесь мы должны признать *третий парадокс* Поппера³⁷: прогресс знаний —

³⁶ Bross J. D. Prisoners of jargon.— American journal of Public Health and the Nation's Health, 1964, vol. 54, N 6, p. 918—927.

³⁷ См.: Popper K. R. Conjectures and refutations, p. 412; *Idem*. Some comments on truth and the growth of knowledge.— In: Logic, methodology and philosophy of science. Proc. 1960 Intern. Congr. Stanford, 1962, p. 285—292.

это их революционное изменение, а не простое накопление. Знания человечества не суммируются с ростом науки так, как, скажем, суммируются книги в библиотеках или экспонаты в музеях. В процессе развития науки разрушается, изменяется и перестраивается самое существенное в науке, включая и ее язык. В науке, считает Поппер, в отличие от других сфер человеческой деятельности мы можем говорить не только об изменениях, но и о прогрессе, поскольку в ней имеется критерий для оценки прогресса. Им является фальсифицируемость — старые теории заменяются новыми, способными выдерживать все более суровые испытания. Правда, оговаривается Поппер, устойчивость по отношению к фальсификации не единственное достоинство научной теории; она должна обладать еще большой объяснительной силой, должна предсказывать новые явления. Последнее обстоятельство — предсказывание новых явлений — как раз и ставит теорию или гипотезу в условия большего риска. Ведь если предсказанное теорией явление не обнаружится экспериментально, то теория должна быть отброшена³⁸.

Концепцию Поппера можно интерпретировать как представление о перманентной революции в науке. Ей часто противопоставляют концепцию Т. Куна о существовании двух количественно различных стадий развития науки: длительных периодов *нормальной науки* и кратковременных вспышек — *научных революций*³⁹. На первой стадии наука развивается спокойно исходя из некоторых, общепринятых в рассматриваемый период времени фун-

³⁸ Концепция революционного изменения научных теорий — это отражение того, что произошло в XX в. в физике, области естественнонаучных знаний, наиболее богатой теоретическими построениями, отличающимися, как казалось в прошлом веке, удивительной устойчивостью, может быть, даже пезыблемостью, позволяющей возводить их в ранг законов природы. Еще на моей памяти в Большой физической аудитории старого здания МГУ торжественно были выписаны законы Ньютона как некоторые безусловные и фундаментальные основания физики — так, во всяком случае, это представлялось основателю этой аудитории физику П. Н. Лебелеву.

³⁹ См.: *Кун Т. С. Структура научных революций; Kuhn T. S. Logic of discovery or psychology of research.* — In: *Criticism and the growth of knowledge*, p. 1—24; *Idem. Reflection on may critics. Ibid.*, p. 231—278.

даментальных представлений и методологических установок.

Для обозначения интеллектуального климата этого периода Кун как раз и вводит представление о парадигме. Парадигма порождает научные коллективы, построенные по типу «закрытого общества», т. е. социального института, в котором действуют запреты на радикальное критическое переосмысление формирующих его отношений.

Нам кажется, что не имеет смысла говорить о какой-то очень глубокой противоположности между воззрениями Поппера и Куна. Они, как некие метафоры, описывают одно и то же явление. На большой шкале времени развитие науки воспринимается нами как непрерывное изменение, в малых шкалах — как создание отдельных «закрытых» коллективов, часто уходящих с большой дороги и вырождающихся в своей замкнутости. Но и в «закрытых» коллективах мы часто видим подспудную борьбу, а если ее нет, то нужно говорить об опасности нормальной науки, на что обратил внимание Поппер⁴⁰.

Но возможен и иной подход к описанию процесса развития науки — наукометрический, когда строятся простые кумулятивные кривые роста числа научных публикаций и пр.⁴¹ Наукометрический подход дополняет описанный выше, рассматривая исследуемое явление под иным углом зрения. Он позволяет понять и описать развитие науки как информационной системы. Кстати, представление о «незримых коллективах», выявленное в наукометрических исследованиях, — это и есть констатация того, что ученые разных стран объединяются под эгидой одной парадигмы. Оба указанных подхода сами по себе, взятые по отдельности, недостаточны. При наукометрическом подходе от внимания исследователя ускользает логика развития науки. С другой стороны, следуя подходу Поппера — Куна, очень трудно выразить количественно революционные изменения в развитии науки — из наших рук исчезает инструмент, с помощью которого можно было бы следить за развитием информационной системы. Интересно обратить внимание на то, что исторически су-

⁴⁰ См. статьи К. Поппера в сб.: *Criticism and the growth of knowledge*.

⁴¹ *Налимов В. В., Мульченко З. М. Наукометрия.*

ществовали революционно не изменявшиеся информационные системы, скажем, средневековая теология; одна из таких революционно не меняющихся систем сохранилась и до наших дней — это система йоги. И почему-то никто до сих пор не производил изучения развития подобных систем в сравнении с развитием науки. Нельзя уверенно ответить даже на такой вопрос — является ли экспоненциальный рост публикаций, столь характерный для науки, следствием революционных изменений в ее исходных концепциях?

Возможна ли вероятностная оценка гипотез? Следующий шаг в концепции Поппера — это борьба с широко распространенной в современной науке и идущей еще от Лапласа тенденцией говорить не об истинности теории, а о ее вероятности. Если, пишет Поппер, развитие науки рассматривать как появление теорий со все возрастающим эмпирическим содержанием, то отсюда непосредственно следует, что вероятность этих теорий падает. Для пояснения этой мысли он приводит следующий пример. Обозначим через *a* утверждение «В пятницу будет дождь», а через *b* утверждение «В воскресенье будет хорошая погода», тогда *ab* будет высказывание о том, что «В пятницу будет дождь, а в воскресенье — хорошая погода». Ясно, что содержание конъюнкции *ab* двух высказываний *a* и *b* всегда больше или хотя бы равно содержанию высказываний отдельных компонентов. Однако вероятность появления совместных событий всегда меньше или равна вероятности появления отдельных событий. Символически это запишем так: $ct(a) \leq ct(ab) \geq ct(b)$ и $p(a) \geq p(ab) \leq p(b)$, где запись $ct(a)$ обозначает «содержание утверждения *a*», а $p(a)$ — «вероятность события *a*». Отсюда следует, что увеличение содержания высказывания сопровождается одновременно уменьшением его вероятности.

Этот, *четвертый*, парадокс Поппера может быть подвергнут серьезной критике. Здесь, как нам представляется, важная мысль выражена недостаточно аккуратно, а отсюда и возможность ее превратного толкования. Дело в том, что о вероятности какого-либо события имеет смысл говорить только в том случае, когда достаточно четко задано пространство элементарных событий. Если это обстоятельство игнорируется, то немедленно возникают ложные (в действительности разрешимые) пара-

доксы. В качестве примера приведем парадокс Р. Мизеса в изложении В. Н. Тутубалина ⁴².

В классической теории вероятностей известно *определение*: «Два события называются несовместимыми, если они не могут произойти оба вместе», и теорема: «Вероятность суммы двух несовместимых событий равна сумме вероятностей». Пусть теперь некий теннисист может поехать на турнир либо в Москву, либо в Лондон, причем турниры происходят там одновременно. Вероятность того, что он займет первое место в Москве, равна 0,9 (если, конечно, он туда поедет), а в Лондоне — 0,6. Чему равна вероятность того, что он займет где-либо первое место? Решение: согласно классической теории события «выигрыш турнира в Москве» и «выигрыш турнира в Лондоне» несовместимы, поэтому искомая вероятность есть $0,9 + 0,6 = 1,5$. В действительности, этот парадокс есть просто результат недоразумения, поскольку вероятности 0,6 и 0,9 относятся к разным пространствам элементарных событий.

Вернемся теперь к парадоксу Поппера. Если речь идет о вероятности какой-либо серьезной научной гипотезы, то здесь нужно что-то сказать о пространстве тех высказываний, на котором эта вероятность может быть оценена, иначе все будет лишено смысла. Новая, революционная теория появляется в интеллектуальном поле, созданном существенно отличной от нее ранее существовавшей теорией. И если оценивать вероятность новой теории в пространстве высказываний, заданных прежней теорией, то ясно, что вероятность ее должна будет оказаться очень малой — тем меньше, чем революционнее выглядит новая теория. И если мы посмотрим на процесс развития науки, то увидим, что наиболее яркие и плодотворные научные гипотезы и теории в момент их появления вызывают в научной среде отчаянное сопротивление. Это значит, что они рассматриваются как маловероятные с позиций того интеллектуального поля, в котором они появляются ⁴³.

⁴² Тутубалин В. Н. Теория вероятностей, краткий курс и научно-методические замечания. М., 1972, с. 146.

⁴³ Сопротивление ученых новым научным идеям хорошо описано в работе Б. Барбера: *Barber B. Resistance of scientists to scientific discovery.*— *Science*, 1961, vol. 134, p. 596—602.

Если бы вновь появляющаяся теория была простым логическим следствием прежних высказываний, истинность которых вне сомнений, то мы смогли бы приписать ей вероятность, равную единице. (Впрочем, в этом случае вряд ли вообще уместно применять вероятностный язык.) Теперь допустим, что новая гипотеза предсказывает новые эффекты, не вытекающие из старой теории, и их реально удалось обнаружить. Вследствие этого авторитет теории начинает расти, она будет определять дальнейшее направление экспериментальных исследований, вокруг нее будет создаваться определенное интеллектуальное поле. В пространстве, образуемом ее высказываниями, ее вероятность будет сначала увеличиваться, но затем она снова может начать падать. Вероятность теории оказывается неустойчивой, поскольку неустойчиво само поле высказываний, на котором она определяется. Именно в этом смысле, как нам представляется, можно возражать против того, чтобы приписывать научным гипотезам некоторую вероятность.

В то же время хорошо известно, что одна из задач математической статистики заключается как раз в том, чтобы оценивать вероятности гипотез. Но здесь совсем иначе строится пространство элементарных событий. Пусть в задаче химической кинетики ставятся эксперименты, направленные на выбор одной из двух конкурирующих моделей (или, иначе, гипотез). Исследование заканчивается, скажем, тогда, когда одной из конкурирующих моделей можно будет приписать вероятность 0,99, а другой — 0,01. Высокая вероятность, приписываемая здесь одной из моделей, относится к множеству элементарных событий, связанных с проверкой именно двух исходных моделей. Может оказаться, что при другой постановке задачи, когда в рассмотрение включаются еще несколько новых конкурирующих моделей, вероятность ранее победившей модели скажется совсем малой.

Итак, если в понятие «вероятность гипотезы» вкладывать вполне определенный и достаточно узкий смысл, то оно имеет право на существование. И естественно, что в момент появления новой и смелой гипотезы ее вероятность, оцениваемая в пространстве всех предшествующих ей высказываний, должна быть низкой. Это утверждение просто синонимично утверждениям, что гипотеза неожиданна, революционна и т. п. Наша интерпретация пред-

ставляет собой, таким образом, определенную семантическую переформулировку четвертого парадокса Поппера. Действительно, чем неожиданнее новая гипотеза, тем она содержательнее и тем меньше ее вероятность в момент ее появления; вероятность же изживающей себя гипотезы на последнем этапе ее существования весьма высока, но этой гипотезе следует приписывать малое содержание, поскольку она теряет свою эвристическую силу.

Заканчивая раздел, обратим внимание на одно следствие, вытекающее из утверждения о том, что вероятность новой сильной гипотезы в момент ее появления должна быть низкой. Часто утверждают, что научный прогноз развития науки столь же естествен, сколь и предсказание с помощью научных гипотез новых явлений в мире физического эксперимента. На самом деле эта аналогия не правомерна, поскольку прогностика в процессе принятия решений не может опираться только на эксперимент. Прогнозист, высказывая прогностическое суждение, производит выбор из некоторого множества маловероятных гипотез, не опираясь на решающий эксперимент. Последний появляется только на стадии реализации прогноза.

Что есть наука? Всякая классификация условна и, конечно, ничего не отражает, кроме нашего взгляда на вещи. Она задает тот угол зрения, под которым мы смотрим на сложную систему. Каждый такой взгляд порождает свою концепцию — метафору, которая ведет себя в каком-то смысле так, как описываемая система, в другом — иначе. Но не классифицируя, мы не можем мыслить.

Исходя из концепции фальсифицируемости, Поппер легко проводит демаркационную линию между наукой и ненаучными, или, в его терминологии, метафизическими, высказываниями. Научными оказываются только те высказывания, которые могут быть поставлены в условия риска опровержения при проверке. Данный демаркационный критерий, конечно, не безусловен. Могут существовать хорошо испытываемые теории, слабо испытываемые и вовсе неиспытываемые, т. е. не представляющие интереса для эмпирических наук. Во всяком случае все философские построения, без исключения, попадают у Поппера в разряд ненаучных, хотя он и признает здесь возможность содержательных обсуждений.

С позиции ученого, работающего в области естественных наук, демаркационная линия, предложенная Поппером, на первый взгляд представляется вполне естественной. Ведь естествоиспытателя не интересуют гипотезы, сформулированные таким образом, что их нельзя подвергнуть экспериментальной проверке. На этой почве рождается и недоверие к любым высказываниям, не поддающимся опытному испытанию. Но, с другой стороны, если точке зрения Поппера следовать безоговорочно, в разряд метафизики попадет не только, скажем, астрология, но и концепция самого Поппера. Туда же, по-видимому, должны попасть и математика (кстати, известный физик Р. Фейнман не считает математику наукой⁴⁴), и логика, и общеметодологические дисциплины, а также и математическая статистика. Наконец, явно не поддаются непосредственной фальсификации и некоторые концепции естествознания, например, теоретические модели астрофизики или, скажем, такие построения, как теория происхождения генетического кода. Видимо, разумнее здесь проявлять определенную сдержанность и говорить, с одной стороны, о науке в *узком смысле* слова, отделенной от остальной интеллектуальной деятельности человека барьером Поппера, а с другой — о науке в *широком смысле*, включая сюда и чисто логические построения — математику и формальную логику с их специфическими представлениями об истинности суждений, — и построения типа астрофизических гипотез или гипотез биологической эволюции (все они в какой-то степени опираются на высказывания, поддающиеся фальсификации), и, наконец, концепции мировоззренческого характера. Последние не могут быть поставлены в условия фальсифицируемости и потом не относятся к науке в узком смысле. Однако в широком смысле их все же надо считать научными построениями, поскольку они в отличие от мифов возникают в определенном научно-интеллектуальном поле — том поле, которое создается наукой в узком смысле. И вот тогда, конечно, концепция Поппера не попадает в один ряд с астрологией и хиромантией. Правда, при таком подходе построения Поппера попадут в

⁴⁴ Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Ч. 1. Современные науки о природе: Законы механики. М., 1965.

дин ряд с экзистенциализмом — ведь, несмотря на все иконоборчество последнего, он все же возник в интеллектуальном поле, созданном современной наукой.

Смысл всякой классификации оправдывается только удобством ее применения при построении какой-либо системы высказываний. Если принять изложенную выше схему, то становится ясным, что, скажем, концепция Дрейда, хотя и относится к науке в широком смысле, не имеет того же статуса, как, скажем, специальная и общая теория относительности. И если вернуться к вопросу о возможности научного прогноза развития научно-технического прогресса или, еще шире, развития общества, культуры, то ответ на него следует дать отрицательный. Научный, в узком смысле этого слова, прогноз развития общественных явлений невозможен — нельзя сегодня поставить в условия проверки то, что должно произойти в отдаленном будущем. Однако, находясь в определенном интеллектуальном поле, созданном наукой в узком смысле, можно вести широкие рассуждения о будущем. Они будут иметь для нас больший смысл, чем предсказания астрологов, хотя бы в том отношении, что их интереснее обсуждать.

Признаком, отделяющим научные концепции от ненаучных, следует считать скорее способность первых к саморазвитию и, следовательно, к самоотрицанию, самоуничтожению. Если хотите, это и есть диалектический подход к определению науки. Но он задает только необходимое, но не достаточное условие полного определения — можно указать на религиозные системы, которые, эволюционируя, изменялись до неузнаваемости. Как сформулировать условия необходимые и достаточные? На этот вопрос ответа нет.

Как оценить гносеологическую роль открытий? Научные гипотезы или, по крайней мере некоторые из них могут предсказывать существенно новые, ранее неизвестные эффекты. В возможности такого предсказания, стимулирующего четко направленную деятельность экспериментатора, многие видят главную силу научных теорий, а иногда — и критерий их истинности. В самом деле, мы знаем, что очень многие эффекты в науке, особенно в физике, были открыты отнюдь не случайно, а в результате теоретически направленного поиска. И все же остается открытым вопрос — какое гносеологическое значение

можно приписывать открытиям в естественных науках? Ведь если гипотезы — это лишь последовательно сменяющиеся друг друга догадки, а не истинное знание о природе в каком-то безусловном и строгом смысле, то открытия, сделанные с помощью таких догадок, надо интерпретировать, возможно, не как звенья на пути познания, а как последовательное и все более глубокое овладение природой. История культуры дает много примеров серьезного овладения природой, достигнутого на основании весьма странных с современной точки зрения теоретических построений. Первый пример — глубокое овладение человеческим телом в системе йоги, хотя ее теоретические представления в области физиологии кажутся нам сегодня совсем бедными. Но можно ли утверждать, что достижения полов достаточны для того, чтобы признать большую познавательную силу за их теоретическими построениями? Их концепции обладали некоторой эвристической силой, давая толчок к открытию новых физиологических эффектов человеческого тела, и формулировались так, что могли быть поставлены в жесткие условия фальсификации, и выдерживали проверку. И все же современная наука не может признать, что эти концепции — шаг, приближающий нас к научному знанию. Второй пример — культура Древнего Египта. Ее поразительные технические достижения определялись уже и вовсе странными идейными построениями. Их трудно назвать теориями в современном смысле этого слова, но, во всяком случае, это были опять-таки некие догадки о мире и его устройстве, которые каким-то мало понятным для нас образом стимулировали технический прогресс.

Итак, не лучше ли быть осторожным и приписывать тому, что мы называем научными открытиями, лишь статус овладения природой? Теории могут стимулировать процесс овладения природой в большей или меньшей степени, и он может быть мерой эвристической силы теории. Но почему он должен быть одновременно и мерой познавательной силы? Кстати, совсем ведь не просто определить или хотя бы разъяснить, что есть истинное познание. Отказавшись от религиозных представлений, не приписываем ли мы человеку то, что раньше так естественно приписывалось демиургу — творцу миров? Если уже стоять на позициях эволюционного развития интеллекта, естественнее думать, что этот процесс происходил скорее

из стремления овладеть природой, нежели из стремления познавать ее истины. Но, может быть, овладение природой и следует называть познанием (поскольку мы не знаем, какой смысл надо вложить в представление об истинном познании), и тогда все споры прекратятся? Все же ученые уверены в познавательной силе науки, и эта уверенность — одна из составляющих нашей парадигмы. Вопрос — «Почему уверены?» — относится к числу запрещенных в рамках этой парадигмы. Философия науки Поппера попыталась нарушить правила поведения, поставив такой вопрос со всей его остротой, но убедительного ответа она дать не смогла.

Некоторые исторические параллели и основное следствие из попперовской концепции роста знаний. Если мы хотим придать какому-либо философскому учению особую контрастность, его анализ нужно проводить на фоне близких ему идей, созданных, однако, в ином интеллектуальном поле. Концепция Поппера — это последнее (на сегодня) звено в длинной цепи европейского рационализма, идущей еще от эллинского мира. И потому ее сопоставление естественнее делать не с европейскими, а с восточными традициями рационалистического критицизма.

Одна из ранних школ логического критицизма в Древней Индии — это джайнизм, возникновение которого относится к VI в. до н. э. П. Махаланопис⁴⁵ попытался показать близость идей этой школы к современным вероятностным представлениям. Современные авторы при описании джайнизма постоянно дают такие определения: философия неабсолютизма, плюрализма, релятивизма... В этой философской системе на основании логического анализа реальности утверждается, что истинность любого высказывания условна — противоположное и противоречащее ему высказывание всегда можно признать справедливым в том или ином смысле; реальность можно рассматривать с разных позиций. На современном языке мы, следуя Хаттену, выразили бы эту мысль так: теории в науке — это только метафоры, они создают модели, которые ведут себя *так и не так*, как описываемые ими явления.

⁴⁵ См.: *Mahalanobis P. C. The foundations of statistics.— Dialectica*, 1954, vol. 8, N 2.

Еще острее логический нигилизм выражен Нагарджуаной (жившим где-то в начале нашей эры), представителем философии мадхьямики (среднего пути), которая своими корнями восходит к учению Будды. Последовательной цепочкой четких логических суждений Нагарджуана приходит к следующим выводам: мысль не может познать ни себя, ни что-либо другое; истина невыразима; знание невозможно; нет различия между истиной и заблуждением; мир опыта иллюзорен. Таким образом, с помощью логического анализа он пытается доказать невозможность построения эмпирического знания. «Нагарджуана,— пишет С. Радхакришнан,— раскрывает условия, которые делают опыт возможным, показывает их непонятность и делает вывод о неокончательном характере опыта... Мир опыта связан отношениями субъекта и объекта, субстанции и атрибута, действующего и действия, существования и несуществования, порождения, продолжительности и разрушения, единства и множественности, целого и части, зависимости и освобождения, отношениями времени, отношениями пространства; Нагарджуана рассматривает каждое из этих отношений и вскрывает их противоречия. Если непротиворечивость служит критерием реальности, то мир опыта нереален».

И все же Нагарджуана находится на среднем пути. Он не отбрасывает истины ума, если даже они не являются окончательными. Знание практической истины у него оказывается путем к знанию трансцендентальному⁴⁶.

Остается теперь упомянуть еще постоянно повторяющийся рефрен философии Древней Индии о том, что наше знание — это только разрушение незнания. Освобождение от неведения — вот путь к нирване.

Посмотрим теперь, как будет выглядеть критический реализм Поппера на фоне рационалистического нигилизма культуры Древней Индии. И здесь и там осознаны логические трудности апостериорных синтетических суждений. Но разрешаются эти трудности различно. У Нагарджуаны — полный нигилизм, убежденность в невозможности построения опытного знания. У Поппера — не нигилизм, а критицизм, понимание того, что научные концепции суть только догадки, но отнюдь не построе-

⁴⁶ Радхакришн С. Индийская философия. М., 1956, т. I, с. 563, 598.

ния, логически выводимые из опыта; опыту отводится иная роль — фальсифицировать гипотезы, благодаря чему снимаются все неприятности, связанные с логикой построения знаний из опыта. Правда, самый важный вопрос — процесс творчества, формулировка новых гипотез — остается у Поппера необъясненным; этот процесс просто относится к догадкам — процедурам алогическим. По существу вся концепция Поппера есть фактографическое описание того, что происходит в европейской науке. Имея это в виду, можно высказать следующую, несколько парадоксальную мысль: индийские мыслители оказались чересчур последовательными, чтобы допустить тот непоследовательный путь развития науки, на который встала европейская мысль.

Но самое интересное — сопоставление концепции Поппера с представлением древнеиндийских философов о знании как разрушении незнания. Если попперовский рост науки не есть простое накопление знаний, а непрерывное созидание новых гипотез, опровергающих предыдущие, то тогда он представляет собой не что иное, как последовательный процесс разрушения ранее существовавшего незнания. Однако как раз здесь скрыто и самое значительное расхождение европейского и древнеиндийского рационализма: Нагарджуана ограничивает борьбу с незнанием развитием критицизма, отказывается от построения какой-либо утверждающей концепции, поскольку понимает, что при ее обосновании придется столкнуться с теми слабостями, которые он сам столь эффективно критикует; для Поппера борьба с незнанием — это цель построения все более и более сильного незнания, а оправданием этого петляющего пути служит сопровождающий его процесс овладения природой. Если процесс познания бесконечен, он превращается в ряд, который не обязан сходиться к истинному знанию. Хуже того, как нам представляется, он не может продолжаться достаточно долго. На каждом шагу старое незнание разрушается путем построения нового, более сильного, незнания, разрушить которое со временем становится все труднее и труднее. Не достигла ли такого состояния современная физика, особенно физика элементарных частиц? Старые физические концепции сегодня недостаточны ни для глубокого осмысления интенсивно накапливающегося экспериментального материала, ни для предсказания по-

вых эффектов. Но в то же время они достаточно сильны, чтобы противостоять своему революционному изменению, самоотрицанию. Недаром Л. А. Арцимович, правда, в популярной статье пишет следующее: «От самой опасной болезни, которая называется „кризисом жанра“ (она состоит в исчерпании плодотворной научной тематики. В научных институтах, пораженных этой болезнью, „кони сытые бьют копытами“, а директора не спят ночи, размышляя о том, куда же направить неиспользованную энергию большого коллектива), их (физиков — В. Н.) до сих пор спасают только все возрастающие по разнообразию и практической ценности технические применения»⁴⁷.

Во всяком случае затянувшийся кризис в теоретической физике — это явление признанное. Конечно, не во всех областях знаний происходит построение столь всеобъемлющих и потому неизбежно громоздких теорий, как это имеет место в физике. В других разделах знаний — биологии, психологии, социологии, лингвистике и частично даже в химии, если и используется математика, то только для построения локальных моделей, а не всеобъемлющих концепций типа квантовой механики или теории относительности. Локальные модели — это только взгляд на сложные явления в одном из возможных ракурсов. Мы уже говорили, что такие модели имеют статус метафоры — в одном отношении они ведут себя, как описываемое явление, в другом — иначе. Построение новой модели не должно обязательно сопровождаться отбрасыванием ранее предложенной. Несколько моделей могут существовать одновременно, образуя мозаичную структуру, отражающую различные аспекты изучаемого феномена. И вряд ли можно в этом случае представить развитие науки на большой шкале времени как безграничный рост мозаики, элементы которой не поддаются внутреннему упорядочению. По-видимому, и здесь следует ожидать революционного изменения, которое будет не отбрасыванием какой-то отдельной модели, а радикальным отказом от самого такого подхода и заменой его каким-то другим, сегодня нам неизвестным. И здесь опять-таки мы столкнемся с той же трудностью — чем лучше будет разработан метод пост-

⁴⁷ Арцимович Л. А. Физик нашего времени. — В кн.: Наука сегодня. М., 1969, с. 154.

роения локальных моделей, чем больше он даст позитивных результатов, тем труднее будет его преодолеть.

Но вернемся к концепции научного роста Поппера. Ее неизбежным следствием является определенный, хорошо замаскированный агностицизм, которого сам Поппер не замечает или не хочет замечать. Он не считает себя даже релятивистом, заявляя следующее: «...Я не релятивист, я верю в „абсолютную“ или „объективную“ истину в смысле Тарского (хотя я, конечно, не „абсолютист“ в том смысле, что я не думаю, будто я или кто-либо другой имеет истину в своем кармане).

Я допускаю, что в каждый момент мы являемся пленниками, захваченными каркасом наших теорий, нашим прежним опытом, нашим языком. Но мы пленники в пиквикском смысле. Если мы попытаемся, мы сможем сломать этот каркас в любое время. Нужно признать, что при этом мы вновь попадем в каркас, но новый каркас будет лучше и шире, и к тому же мы в любой момент сможем поломать его снова» ⁴⁸.

Этот оптимизм нам непонятен, он логически не следует из посылок Поппера. И поэтому невольно хочется задать вопрос: не было ли причиной некоторых культур, скажем египетской, и упадка некоторых крупных течений мысли, например древнеиндийской, то, что они достигли такого уровня незнания (выраженного, в частности, в крайнем логическом нигилизме древнеиндийских мыслителей), который уже не допускал возможность его разрушения? Кто знает, сколь консервативной окажется сила незнания в европейской науке?

Взгляд метанаблюдателя на науку как игру. Закончим статью мыслью, имеющей метафорическое звучание. Представим себе, что на Земле побывал метанаблюдатель, т. е. существо из другого мира. Вот как, наверно, выглядел бы его отчет перед собратьями по разуму о науке с точки зрения теории игр.

Наука — это особая разновидность игры. Игра ведется по особым правилам, которые известны и понятны всем играющим, хотя они и не были еще ни разу классифицированы и кодифицированы. Правила в своей основе остаются неизменными вот уже около 300 лет. В процессе на-

⁴⁸ *Popper K. P. Normal science and its dangers.— In: Criticism and the growth of knowledge, p. 56.*

учной игры создаются хитроумные, все усложняющиеся теоретические построения, которым сами игроки, кажется, не очень доверяют. Во всяком случае законченное знание они считают заблуждением, ибо только тот ученый считается по-настоящему талантливым, который сумел разрушить то, что было создано до него. Что является выигрышем в этой игре? Для одних ученых — возможность построить новую, еще более хитроумную теорию, для других, а также тех, кто наукой непосредственно не занимается, — возможность овладеть ранее неизвестными силами природы, что почему-то удается сделать исходя из их эфемеридных теорий, для третьих — извлечь из игры нечто материальное, прямо к игре уже не относящееся. Эти последние играют в ту же игру, но уже не по тем правилам, что остальные, и мешают им. Одно из главных, основных правил состоит, кажется, в том, чтобы игра никогда не становилась скучной. Как только она теряет свою остроту, начинают строиться еще более хитроумные догадки, правила игры несколько меняются и, что уж совсем удивительно, опять все получается хорошо, хотя играть становится все труднее и труднее.

И. КАНТ И ЭЙНШТЕЙНОВСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ

В работах, посвященных анализу философских аспектов научного творчества Эйнштейна, создатель теории относительности нередко характеризуется как противник философии Канта. Такая оценка отношения Эйнштейна к Канту представляется нам односторонней, хотя она и имеет под собой определенные основания.

Антикантианский настрой был характерен для мировоззрения Эйнштейна в начальный период его творчества, когда он испытал определенное влияние со стороны эмпиристских установок философии Маха. Критические замечания Маха в адрес ньютоновских понятий абсолютного пространства и времени побудили Эйнштейна дать эмпирико-физическую интерпретацию пространственно-временным понятиям. Это сыграло важную роль в создании им специальной теории относительности. В этот период Эйнштейн объективно выступал как противник кантовского учения об априорности пространства и времени. Но в дальнейшем он столкнулся с ограниченностью эмпиризма. Он осознал невозможность выведения из опыта содержания такой сложной и абстрактной физической теории, как общая теория относительности, и утвердился в мысли, что важную роль в построении физической теории играют конструкторы, которые однозначно не детерминированы опытными данными. В это время в глазах Эйнштейна особое значение приобретает рационализм Канта, его идея индуктивной невыводимости логических структур, самостоятельности и активности мышления.

Рационалистическое ядро философии Канта оказало сильное влияние не только на представления Эйнштейна о том, как формируются научные теории, как они соотносятся с опытом, но и на его концепцию физической реальности. В этой статье будет показано, что эйнштейново понимание физической реальности во многом навеяно философией Канта.

Понятие физической реальности является одним из центральных в методологии современной физики. Хотя сам по себе термин «физическая реальность» спародически употреблялся физиками очень давно, Эйнштейн был, по-видимому, первым, кто придал ему значение метанаучной категории. Этому в немалой степени способствовали размышления Эйнштейна о природе физического знания и его дискуссии с представителями копенгагенской школы по вопросу о предмете, с которым имеет дело квантовая механика.

Какое содержание Эйнштейн вкладывал в понятие физической реальности? Следует отметить, что эйнштейновская трактовка данного понятия не отличается однозначностью. Он употреблял понятие физической реальности в двух различных смыслах: во-первых, для характеристики объективного мира, существующего независимо от сознания человека; во-вторых, для рассмотрения теоретизированного мира — совокупности теоретических объектов, построенных на основе данной физической теории и репрезентирующих свойства объективно-реального мира.

В качестве примера первой версии физической реальности можно привести отрывок из статьи «Влияние Максвелла на развитие представлений о физической реальности», где Эйнштейн пишет: «Вера в существование внешнего мира, независимого от воспринимающего субъекта, лежит в основе всего естествознания. Но так как чувственное восприятие дает информацию об этом внешнем мире, или о „физической реальности“, опосредствованно, мы можем охватить последнюю только путем рассуждений»¹.

Все же надо отметить, что Эйнштейн больше тяготел ко второй интерпретации понятия физической реальности. Ее можно встретить в неявной форме даже там, где физическая реальность, казалось бы, приравнивается к объективной реальности. В этом отношении весьма показательна статья Эйнштейна «Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным?». Эйнштейн начинает статью следующими словами: «При анализе физической теории необходимо учитывать различие между объективной реальностью, которая не зависит ни от какой теории, и теми физическими понятиями-

¹ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М., 1967, т. IV, с. 136.

ми, с которыми оперирует теория. Эти понятия вводятся в качестве элементов, которые должны соответствовать объективной реальности, и с помощью этих понятий мы и представляем себе эту реальность»². Далее Эйнштейн формулирует условие полноты физической теории, используя при этом в явном виде термин «физическая реальность»: «...От всякой полной теории, как нам кажется, необходимо требовать следующее: *каждый элемент физической реальности должен иметь отражение в физической теории*»³.

Казалось бы, термин «физическая реальность» здесь употребляется для обозначения объективной реальности, т. е. внешнего мира, существующего независимо от человека и его сознания. Однако, если мы познакомимся с последующими рассуждениями Эйнштейна, то убедимся, что это не так. Под физической реальностью Эйнштейн в данном случае понимает частицы, наблюдаемые в условиях идеализированного эксперимента. Элементами физической реальности он называет операторы, связанные теоретическими зависимостями. Такого рода «реальность», разумеется, не совпадает с внешним миром. Она представляет собой совокупность теоретических конструктов. Характер этой «реальности» существенно зависит от содержания теории.

Приведем еще один пример. В «Автобиографических заметках» Эйнштейн пишет: «Физика есть стремление осознать сущее как нечто такое, что мыслится независимым от восприятия. В этом смысле говорят о «физически реальном»»⁴. Здесь так же, как и в вышеприведенном примере, Эйнштейн говорит об объективности физической реальности. Однако в другой работе — «Замечания к статьям», написанной и опубликованной в том же году, Эйнштейн утверждает: ««Сущее» всегда представляет собой некий продукт наших умозрительных построений и, следовательно, нечто произвольно (в логическом смысле) созданное нами. Обоснование таких построений состоит не в том, что их выводят из данных нашего чувственного опыта... Обоснование таких построений, представляющих для нас «реальность», заключается лишь в том, насколько

² Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М., 1966, т. III, с. 604.

³ Там же, с. 605.

⁴ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 289.

полно или неполно они позволяют нам понять данные чувственного опыта...»⁵.

Совершенно очевидно, что и здесь понятие «независимости от субъекта» Эйнштейн употребляет в смысле, отличном от того, который мы вкладываем в понятие объективной реальности, когда говорим о материальном внешнем мире. Здесь оно совпадает по содержанию с понятием объективированности, характеризует не материальный мир, а процедуру отчуждения теоретических конструктов, вынесения их за пределы субъекта и рассмотрения их как элементов теоретизированного мира.

Спрашивается, зачем Эйнштейну понадобилось использовать термин «физическая реальность» для обозначения объектов, которые сами по себе не принадлежат природе? Некоторые исследователи считают, что вышеизложенная трактовка данного термина неудачна и от нее следует отказаться. Оставляя пока в стороне вопрос, связанный с прагматическими аспектами применения данного термина, постараемся выяснить мотивы, которыми руководствовался Эйнштейн, вводя его в методологию физики.

Эйнштейн неоднократно указывал, что его концепция физической реальности сформировалась под влиянием Канта. Эту мысль он выразил в своих «Замечаниях к статьям» — работе, в которой дан критический анализ сборника, посвященного семидесятилетию Эйнштейна. Автор одной из статей этого сборника, Г. Маргенау, писал: «Воспитанный в кантианской традиции, Эйнштейн возможно, поддерживал *вещь в себе*, которая является внутренне непознаваемой. Однако более вероятно, что он считает неуместной любую характеристику реальности в терминах, отличных от тех, которые даются наукой, и рассматривает вопрос о метафизических атрибутах реальности как не представляющий интереса. При этих условиях содержание утверждения о том, что имеется внешний мир, независимый от воспринимающего субъекта, становится проблематичным. Подобно большинству ученых, Эйнштейн оставляет без ответа основную метафизическую проблему, лежащую в основе всех наук — вопрос о сущности внешнего мира»⁶. В ответ на это Эйнштейн заметил: «Идеи

⁵ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 298.

⁶ Margenau H. Einstein's conception of reality.— In: Albert Einstein: philosopher — scientist. L., 1970, p. 249.

Канта я воспринял не сразу. То действительно ценное, что наряду с совершенно очевидными ныне ошибками со-держится в его учении, стало мне понятно лишь очень поздно. Сущность идей Канта можно было бы сформулировать так: «Реальность не дана нам, а задана» (так же, как задают загадки). Очевидно, это означает следующее: понять то, что происходит вне нас, можно с помощью построения понятий, значимость которых целиком основана на их подтверждении. Такое построение понятий (по определению) точно соответствует «действительности», и любой дальнейший вопрос о «природе действительности» является бессмысленным»⁷.

Было бы несправедливо утверждать, что Эйнштейн целиком заимствует у Канта его концепцию реальности, как она была сформулирована последним, и является кантианцем. Для Эйнштейна характерно своеобразное прочтение и понимание философии Канта. Влияние кантовской философии на Эйнштейна проходило через призму этого понимания. Выделим те стороны кантовской философии, которые показались Эйнштейну интересными и ценными для формулировки концепции физической реальности.

Одна из центральных идей кантовской философии заключается в том, что логические категории играют роль формирующего фактора по отношению к объектам познания. Кант считал, что предмет может выступать в качестве объекта познания при наличии созерцания, посредством которого предмет дается, и понятия, посредством которого предмет, соответствующий этому созерцанию, мыслится. Если первое условие обеспечивается наличием у человека априорных форм чувственного созерцания — пространства и времени, то второе — наличием априорных категорий рассудка. Именно категории рассудка и формируют чувственные явления как объекты познания.

Основной замысел кантовского учения о соотношении категорий и чувственного созерцания сводится к следующему: логические категории необходимы для созерцания ввиду того, что только при их наличии созерцание становится объектом знания. С другой стороны, созерцание необходимо для логических категорий, ввиду того, что только в этом случае они приобретают характер содержательных понятий, имеющих познавательное значение. По-

⁷ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 307.

сколько не существует объекта знания вне чувственного созерцания, а категории рассудка, несмотря на свою априорность, применимы только к чувственно данным объектам (явлениям), постольку использование категорий для описания мира «самого по себе» вне его чувственного созерцания принципиально недопустимо. Основной порок традиционной метафизики, как полагал Кант, заключался в том, что она допускала возможность умозрительного постижения сущности мира самого по себе, т. е. сущности мира вне чувственно заданной его формы.

Можно ли считать утверждение Канта о влиянии категорий рассудка на объект познания полностью ошибочным? Нет. Существует различие между предметом как элементом объективной реальности и объектом познания. Объект познания в отличие от предметов природы всегда выступает в идеальной форме. Нет ничего идеалистического в мысли Канта, что идеальные конструкции формируются под определяющим воздействием логико-теоретического фактора. Более того, эта мысль не только не является идеалистической, но, наоборот, представляется весьма глубокой. Глубина ее в том, что реальность рассматривается не в качестве объекта пассивного созерцания, а как подвергающаяся активному воздействию со стороны субъекта. Кант был одним из первых, кто исследовал субъективно-деятельный, творческий элемент человеческого познания. В этом отношении его философия стоит намного выше гнешеологии домарковского материализма, страдающего созерцательностью.

Действительный, а не мнимый идеализм кантовской философии состоит не в утверждении влияния категорий рассудка на объекты познания, а в рассмотрении этих категорий как чисто априорных форм мыслительной деятельности. Эти категории, по Канту, не отражают структуру реального мира. Сформированные с их помощью чувственные объекты познания также не имеют ничего общего с предметами объективно-реального мира. Априористская трактовка категорий и связанное с ней противопоставление объектов познания предметам реального мира — а вовсе не указание на активное влияние логических категорий на формирование объекта познания — и составляют основу идеализма и агностицизма Канта.

Основным рациональным моментом кантовской концепции реальности Эйнштейн признал мысль о том, что для

человека мир есть не более чем совокупность вещей, выступающих объектами познания, т. е. чувственно воспринятых и рационально осмысленных. «Одна из больших заслуг Канта,— писал он,— состоит в том, что он показал бессмысленность утверждения о реальности внешнего мира без познаваемости»⁸. Такая интерпретация кантовского учения о реальности и привела Эйнштейна к необходимости введения в методологию науки понятия физической реальности. Физическая реальность означает для Эйнштейна не природу самую по себе, а природу в том ее виде, в каком она выступает в качестве объекта познания, т. е. в идеальной форме. Она представляет видение мира сквозь призму определенной физической теории.

Сопоставляя кантовское и эйнштейновское учения о реальности, следует отметить не только их общие черты, но и их отличительные особенности. В данном случае нам хотелось бы обратить внимание лишь на одну из них: кантовская реальность является неизменной, в то время как физическая реальность Эйнштейна динамична. Это различие в трактовке природы реальности обусловлено разным пониманием Кантом и Эйнштейном природы теоретических понятий.

Система категорий рассудка в кантовской философии не только априорна в смысле ее индуктивной невыводимости из опыта, но и вместе с тем универсальна и неизменна. Причина такого ее понимания заключается в том, что Кант знал лишь единственную теоретическую систему — систему ньютоновской физики, которая казалась ему интуитивно ясной и единственно возможной. Именно ее понятиям он придавал значение априорных и неизменных категорий. Следует согласиться с Г. Рейхенбахом, который писал о Канте, что тот «рассматривал физику Ньютона как окончательную ступень познания природы и возвел ее в ранг философской системы»⁹.

Для Эйнштейна, напротив, понятия и вся теоретическая схема мышления являются продуктами «свободного творения» человеческого ума. Термин «свобода» в данном случае фиксирует не только момент индуктивной невыво-

⁸ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 201.

⁹ Reichenbach H. The rise of scientific philosophy. Berkeley; Los Angeles, 1951, p. 42—43.

димости теоретических понятий и схем, их относительной независимости от опыта, но и известную неоднозначность в способах их введения. Эту трактовку понятий и теоретических схем Эйнштейну навеяла практика развития современной физики, и в особенности создание такой абстрактной физической теории, какой является его общая теория относительности.

Разумеется, свобода в смысле выбора вариантов теоретических схем, призванных описать природу, данную нам в опыте, весьма условна и ограничена. Прежде всего, теоретическая система должна согласовываться с опытными данными. Кроме того, она должна удовлетворять целому ряду «внеэмпирических» требований: внутренней непротиворечивости, согласованности с другими теориями, истинность которых установлена, принципам наблюдаемости и простоты и т. п. Очень хорошо выразил мысль об ограниченности этой свободы сам Эйнштейн. Он писал: «Но свобода выбора здесь — все-таки особого рода. Она не похожа на свободу пишущего роман, а скорее похожа на свободу человека, обязанного решать хорошо составленный кроссворд. Он, собственно говоря, может предложить любое слово в качестве решения, но только *одно* слово действительно решает кроссворд во всех его частях»¹⁰.

Теоретическая система, будучи «наложенной» на эмпирический материал, формирует систему объектов научного знания, образующую физическую реальность. Такого рода генезис физической реальности обуславливает ее неоднозначность. Содержание физической реальности зависит от выбора физической теории, а также ее формы, от способа введения в нее теоретических конструктов. Понятие физической реальности отражает, таким образом, активное вмешательство теоретического мышления в обобщение и упорядочение эмпирического материала. Видимо, этот момент стремился подчеркнуть Эйнштейн, называя физическую реальность своего рода программой. Эта программа определяет границы тех предметов и свойств, которые выступают в качестве объектов знания и репрезентируют объективно-реальную природу. Эйнштейн писал: «До тех пор, пока наше мышление не выходит за пределы сферы, ограниченной намеченной только что програм-

¹⁰ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 204.

мой, мы мыслим физически. До тех пор, пока физическое мышление доказывает свою обоснованность в указанном выше смысле, позволяя мысленно охватить все данные чувственного опыта, мы считаем его «познанием реальности»¹¹.

Из эйнштейновской концепции физической реальности вытекает, что физическая реальность является не абсолютной, а относительной в следующем смысле. Разные физические теории вводят разные системы объектов, которые постулируются в качестве «реальных». Разным теориям соответствуют поэтому свои «миры». Каждый из этих «миров» служит программой научного исследования в рамках данной физической теории. Ни от одного из них нельзя отказаться а priori. Вопрос же о том, какова «истинная» природа объективно-реального мира, может быть решен только на основе всей практики развития физики.

В этой статье мы не рассматриваем проблему физической реальности во всех ее аспектах. Нас интересует только эйнштейновская концепция физической реальности. Но поскольку Эйнштейн является своего рода основоположником категории физической реальности, уместно поставить вопрос: насколько эта категория эффективна?

Некоторые физики и философы считают термин «физическая реальность» неудачным из-за его двухсмысленности. По их мнению, он ведет к смешению объективно-реального мира, который изучается физикой, и тех теоретических построений, которыми физика пользуется в познании материального мира. Ввиду этого термин «физическая реальность» предлагается заменить другим термином, например, «моделью». Так, Б. И. Спасский считает: «Если же предположить, что «физическая реальность» является лишь образом объекта, то ее можно рассматривать как модель его. И этот термин — «модель», с нашей точки зрения, гораздо более удачный, нежели двусмысленный термин „физическая реальность“»¹².

Физическая реальность, как она понималась Эйнштейном, действительно имеет модельный характер. Она пред-

¹¹ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 302.

¹² Спасский Б. И. Существует ли необходимость в использовании понятия «физическая реальность»? — В кн.: Философские вопросы квантовой физики. М., 1970, с. 79.

ставляет собой совокупность конструкторов, которые моделируют структуру существующего вне и независимо от человеческого сознания реального мира. Спрашивается, чем в таком случае определяется необходимость введения особого понятия физической реальности? Не лучше ли было бы описать физическое познание в терминах «модель» и «объективная реальность», исключив из рассмотрения вопрос о физической реальности?

Мы могли бы поступить подобным образом, если бы у нас была возможность проведения демаркационной линии между моделью и ее оригиналом. Однако в физическом познании эта возможность не всегда осуществима. Теоретическая физика имеет дело не с конкретными явлениями и процессами, а с их сущностными аспектами. Сущность же явлений не дана нам непосредственно. Она «схватывается» мышлением посредством теоретических конструкций. Именно через эти конструкции и только через них мы можем говорить о реальности сущностных аспектов явлений природы.

Конечно, теоретические конструкторы в любом случае носят модельный характер. Но все же это модели особого рода. Когда мы создаем макет построенного здания, мы всегда можем сопоставить его с оригиналом. Иное дело, если речь идет о теоретическом моделировании сущности. Здесь этого сделать нельзя, так как мы не можем выразить сущность объективных явлений вне контекста какой-либо теоретической модели. Это обстоятельство и обуславливает необходимость введения особого понятия физической реальности.

Понятие физической реальности не эквивалентно понятию объективной реальности. Оно имеет свой специфический оттенок, ибо характеризует объективно-реальный мир не сам по себе, а в том его виде, как он просматривается сквозь призму данной физической теории. Термин «физическая» в контексте «физическая реальность» указывает на зависимость представления структуры объективной реальности от некоторой физической теории.

Попытки исключить понятие физической реальности обычно приводят к тому, что содержание этого понятия — экзистенциальный аспект теоретических конструкторов — целиком приписывается объективно-реальному миру. Это означает, что свойством объективной реальности наделяются теоретические конструкции, созданные человеком.

Подобное их рассмотрение равнозначно платонизму, объективному идеализму.

Методологические ошибки подобного рода можно встретить и в некоторых работах Эйнштейна, в том числе тех, которые цитировались выше. отождествляя физическую реальность с объективным миром, Эйнштейн по существу объективирует теоретические конструкции, созданные в рамках современной физики. Однако в конечном счете он понял неудовлетворительность такого подхода к проблеме реальности. Итогом философского переосмысливания этой проблемы было понятие физической реальности, имеющее специфическое содержание, отличное от понятия объективной реальности.

Итак, понятие физической реальности является важной категорией философских оснований физики. Без него нельзя дать удовлетворительного описания процесса физического познания природы. Но если это так, правомерен следующий вопрос: если мы можем обсуждать существенные аспекты объективно-реального мира только через призму определенной физической теории, то не приводит ли это к полной замене понятия объективной реальности понятием физической реальности? Именно к такой точке зрения склоняется Г. Маргенау в цитированной нами статье. На наш взгляд, аннулирование понятия объективной реальности ошибочно не в меньшей мере, чем элиминация понятия физической реальности. Только понятие объективной реальности дает возможность материалистического истолкования процесса физического познания, включая интерпретацию такой гносеологической категории, как физическая реальность. Отказ от этого понятия, его полное растворение в понятии физической реальности приводит в конечном счете к субъективному идеализму.

В заключение нам еще раз хотелось бы подчеркнуть плодотворность вклада Эйнштейна в методологию физики, выразившегося в разработке нового понятия — понятия физической реальности. Философу будет приятно констатировать тот факт, что это развитие методологии физики произошло под влиянием рациональных идей философии Канта — философии, являющейся одним из важных теоретических источников диалектического материализма.

К ВОПРОСУ О СТРУКТУРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ (логико-алгебраические аспекты)

Одной из специфических тенденций развития современной науки является интенсивная математизация самых различных областей научного знания. В физике эта тенденция имеет давнюю, восходящую к Г. Галилею, традицию. В результате развития данной тенденции современные физические теории достигли высокой степени общности и абстрактности. Поэтому характерной чертой прогресса теоретико-физического знания становится обращение к его метатеоретическому анализу. Метатеоретические исследования позволяют взглянуть на предметную область как бы «со стороны», «с высоты птичьего полета», с точки зрения весьма общих модельных представлений.

В последнее время среди различных направлений метатеоретических исследований физического знания широкое распространение получил так называемый логико-алгебраический подход¹. В рамках этого подхода эксплицируются общие математические структуры физических теорий, исследуются их логические характеристики, создаются предпосылки для преодоления трудностей на пути к более глубокому проникновению в сущность физических явлений. В частности, логико-алгебраический подход доказал свою силу в применении к проблемам квантовой механики. Как известно, эта теория достигла больших успехов в исследовании систем с конечным числом степеней свободы (хотя строгой количественной теорией она может считаться только по отношению к атому водорода, гелию и ряду других простых конфигураций). Попытки же распространить методы квантовой механики на системы с бесконечным числом степеней свободы привели к возникновению определенных трудностей, которые за неимением лучшей альтернативы приходится преодо-

¹ Предметом изучения логико-алгебраического направления метатеоретических исследований являются логики высказываний и алгебры наблюдаемых величин физических теорий.

ловать зачастую искусственным путем. Примером здесь может служить процедура перенормировки в квантовой электродинамике, устраняющая расходимости физических величин. Логико-алгебраический же подход, будучи качественно новым шагом в изучении закономерностей физической реальности, в силу общности и абстрактности работающих в нем представлений предоставил возможность единообразного рассмотрения, казалось бы, далеко отстоящих друг от друга явлений и позволил осмыслить некоторые «недостатки», которыми «страдали» не подвергнутые метатеоретическому анализу теории.

Так, логико-алгебраические методы оказались весьма эффективными при изучении широкого круга задач классической и квантовой статистической механики, причем диапазон их действия простирается здесь от исследования механизмов фазовых переходов до решения задач квантовой теории магнетизма и конденсации Бозе — Эйнштейна². В то же время, логико-алгебраический подход весьма чувствителен к возможным в теоретических моделях противоречиям, может служить для них отличным индикатором и вместе с тем средством их устранения. Можно сказать, что в нем заложены физические основы математически непротиворечивого формализма. Это значит, что метатеоретические исследования эмпирических наук (в нашем случае — физики) допускают строгую проверку теории на непротиворечивость. (Как известно, в большинстве случаев даже для математических теорий вопрос о том, обладают они этим свойством или нет, представляет собой загадку.) Наконец, важно отметить, что развитие и распространение логико-алгебраического подхода «послужило эффективным катализатором установления диалога между физиками и математиками», что присущие ему методы «по праву можно назвать областью, в которой тесно переплелись интересы и физики, и математики»³.

Как нам представляется, результаты логико-алгебраических исследований структуры физических теорий могут пролить свет на понимание одного из стержневых поня-

² См.: *Зайцев Г. А.* Алгебраические проблемы математической и теоретической физики. М., 1974; *Эмх Ж.* Алгебраические методы в статистической механике и квантовой теории поля. М., 1976.

³ *Эмх Ж.* Указ. соч., с. 8.

тий оснований физики — физической реальности. Если теории, не подвергнутые логико-алгебраическому анализу, генерируют модели, которые «отражают физическую реальность в чересчур упрощенном виде»⁴, то подобный анализ подразумевает наличие определенной структуры физической реальности, которая трансформируется и модифицируется вместе с прогрессом теоретико-физического знания.

Роль понятия физической реальности в движении физического знания неоднократно являлась предметом философского рассмотрения в советской литературе⁵. Тем не менее вопрос о логической структуре физической реальности еще нельзя считать разработанным достаточно полно. В настоящей статье на основе диалектического обобщения ряда аспектов метатеоретических исследований структуры физических теорий мы и хотели бы предложить один из возможных подходов к решению этого вопроса. Учитывая, что предлагаемая концепция структуры физической реальности нуждается в дальнейшей разработке и детализации, мы рассматриваем настоящую статью в качестве возможной отправной точки исследований в этом направлении.

Как отмечается в предыдущей статье (Э. М. Чудинова), А. Эйнштейн, по-видимому, первым придал понятию физической реальности статус метанаучной категории. Подчеркивая отличие этого понятия от понятия объективной реальности, А. Эйнштейн писал: «При анализе физической теории необходимо учитывать различие между объективной реальностью, которая не зависит ни от какой теории, и теми физическими понятиями, с которыми оперирует теория. Эти понятия вводятся в качестве элементов, которые должны соответствовать объективной реальности, и с помощью этих понятий мы и представляем себе эту реальность»⁶. Развивая эту точку зрения, Э. М. Чудинов (концепция которого близка пониманию физической реальности В. С. Готтом, М. Э. Омелянов-

⁴ Эмх Ж. Указ. соч., с. 48.

⁵ См., например: Антипенко Л. Г. Проблема физической реальности. М., 1973; Бажан В. В., Дышлевый П. С., Лукьянец В. С. Диалектический материализм и проблема реальности в современной физике. Киев, 1974; Чудинов Э. М. Природа научной истины. М., 1977.

⁶ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М., 1966, т. III, с. 604.

ским и рядом других авторов) отмечает, что понятие физической реальности «характеризует объективно-реальный мир не сам по себе, а в том его виде, как он просматривается через призму данной физической теории. Термин «физическая» в контексте «физическая реальность» указывает на зависимость представления структуры объективной реальности от некоторой физической теории»⁷ Физическая реальность представляет собой совокупность «конструктов, которые моделируют структуру существующего вне и независимо от человеческого сознания реального мира»⁸.

Таким образом, понятие физической реальности отражает объективный мир сквозь призму конкретной физической теории, и его содержание раскрывается в контексте последней, на уровне «теоретизированного мира» физики. Этот «мир» порождается в процессе абстрагирования, отождествления тех или иных свойств предметной области — сферы «действия» теории. В итоге «теоретизированный мир» физики, отражающий реальный мир, позволяет выяснить то, что понимается под физической реальностью.

Однако, как нам представляется, физическая реальность не тождественна «теоретизированному миру» той или иной отдельной физической теории. Понятие физической реальности шире понятия теоретизированного мира отдельной теории, возникает как обобщение практики построения и развития различных физических теорий, включает в себя парадигмальные элементы метода теоретической физики. В пользу этого представления свидетельствуют как сама исследовательская деятельность А. Эйнштейна, в основе которой лежала теоретико-полевая программа реконструкции всей физики, так и мета-теоретический анализ структуры различных физических теорий, выявляющий в них общие структурные черты. Конечно, специфика той или иной концепции физической реальности определяется в конечном счете не только методологической программой того или иного ученого, сложившейся в практике его исследовательской деятельности, но и фундаментальными онтологическими характеристиками того фрагмента объективной реальности, ко-

⁷ См. настоящую книгу, с. 186.

⁸ Чудинов Э. М. Природа научной истины, с. 228.

торому та или иная концепция физической реальности должна соответствовать. Но этот вопрос достаточно тонкий и сложный, и на него не может быть получен сиюминутный ответ. Недаром же проблема физической реальности в квантовой теории послужила предметом известной дискуссии между А. Эйнштейном и Н. Бором. И хотя основных участников дискуссии уже нет в живых, спор между сторонниками Эйнштейна, с одной стороны, и Бора — с другой, еще далек от завершения. Завершением его будет не только построение концепции физической реальности, адекватной миру квантовых объектов, но и доказательство объективного статуса и эмпирического содержания весьма общих методологических программ.

Если физическую реальность осмысливать в рамках «теоретизированного мира», как содержательную модельную интерпретацию логико-математического аппарата теории, то в ней можно выделить ряд фактор-областей, или, иными словами, ряд классов эквивалентности элементов теории по тем или иным признакам, свойствам и отношениям. Эти классы эквивалентности возникают как результат абстрагирования от несущественных для теории (или более широко — методологической программы) признаков элементов предметной области и отождествления между собой по существенным признакам тех элементов, которые непосредственным образом вовлекаются в «работу» теории. Здесь происходит как бы гипертрофирование, укрупнение, перевод в первостепенные необходимых для плодотворного исследования деталей предметной области за счет отбрасывания, игнорирования ряда других деталей, имеющих в контексте теории или программы второстепенное значение. В итоге такого процесса предметная область приобретает зернистую, ячеистую, или клетчатую, структуру, которая и называется фактор-структурой. В каждой отдельно взятой ячейке фактор-области содержится один тип объектов физической реальности, а любой представитель определенного типа считается полностью совпадающим по своим внутренним, имманентным свойствам со всеми другими представителями данного типа, конечно, в рамках принятых абстракций, отождествлений и соглашений. Он оказывается как бы стандартной деталью, производимой «на конвейере» принятых абстракций теории или целой про-

граммы, или, другими словами, тем, что называют элементарным объектом теории⁹. Что же касается абстракций теории, то они, в свою очередь, определяют отношение, по которому образуется фактор-структура физической реальности. В указанном отношении в пределах фактор-областей физические объекты рассматриваются обычно как неразличимые, тождественные.

Совокупность абстракций, вычленяющих и формирующих фактор-структуру, осуществляет «шлифовку» объектов теории. «Размеры» и природа фактор-областей накладывают отпечаток как на структуру, строение и мета-теоретические свойства теории, так соответственно и на само содержание понятия физической реальности. Фактор-структуру можно сравнить, образно говоря, с «сетью», которая в процессе исследования «набрасывается» на объективный мир и «вылавливает» в нем все, что крупнее ее ячеек (клеток). Общим основанием такой факторизации является уже лингвистическая обусловленность наших познавательных способностей. По убеждению Н. Бора, «речь, а тем самым непосредственно и мышление есть способность, которая — в противоположность другим телесным способностям — развивается не в отдельном индивидуе, а между индивидами. Мы учимся говорить только от других людей. Язык — это в известной степени сетка, натянутая между людьми, и мы висим в ней со своим мышлением, со своей способностью познания»¹⁰. Признавая определенную справедливость подобного утверждения, уместно заметить, что как сознание, так и такая его характеристика, как речь, сформировались в процессе труда, в ходе становления общественной практики. Это значит, что наши понятия, и понятия физики в том числе, имеют под собой определенные операциональные основания. (Последнее подтверждают эксперименты Ж. Пиаже и его сотрудников, исследовавших формирование понятийного мышления у детей младшего возраста. Об этом, естественно, говорит и само существование экспериментальной физики.)

Поскольку физическая теория является идеальным образом фрагмента объективной реальности, ее формиро-

⁹ См. в связи с этим работы Б. Я. Пахомова, Н. И. Степанова и др.

¹⁰ Цит. по: *Heisenberg W. Der Teil und das Ganze. München, 1969, S. 192.*

вание и развитие обусловлено концептуальными и лингвистическими традициями, операциональными процедурами, субъективными склонностями исследователя, постольку не всем ее элементам соответствуют в реальном мире объективные прообразы. Относительно ячеек концептуальной «сети» теории имеет поэтому смысл разделение элементов теории на реальные и идеальные. Детальное обсуждение критериев идеальности и реальности не входит в нашу задачу. Однако в краткой форме можно отметить, что к реальным элементам теории относятся те ее элементы, проекция которых из физической реальности в объективную реальность «высвечивает» в последней объективные прообразы. Для идеальных же элементов такая проекция осуществима с большими «оговорками», косвенно или даже вообще невозможна. Примерами здесь могут служить понятия теплорода, флогистона, эфира или мнимой единицы.

Соотношение идеальных и реальных элементов теории нестатично, относительно к последней. В процессе развития теории реальные элементы способны приобретать некоторые черты идеальных или даже в конце концов преобразовываться в них. В особенности это характерно для процесса смены одной теории другой теорией, генерирующей новое понимание физической реальности.

Процесс функционирования теории или процесс смены теорий отражается на фактор-структуре физической реальности. Поскольку же последнее понятие (фактор-структуры) допускает экспликацию посредством логико-математических, в частности логико-алгебраических, средств, привлечение их к исследованию динамики фактор-структуры должно помочь выявлению ранее скрытых закономерностей эволюции физического знания.

Прежде всего понятие фактор-структуры помогает посмотреть в новом свете на метатеоретические свойства формализованных, а в идеале — аксиоматически представленных физических теорий. (Естественно, это относится и к логико-математическим теориям.) Возьмем здесь, к примеру, свойство синтаксической полноты, т. е. выводимости в рамках теоретической системы некоторого утверждения или его отрицания¹¹. Указанное метатеорети-

¹¹ См. в связи с этим: *Новиков П. С.* Элементы математической логики. М., 1973.

ческое свойство присуще некоторым весьма бедным дедуктивными и выразительными средствами теориям. Им обладают, в частности, ряд систем квантовой логики, представленных в исчислении предикатов первого порядка¹². Здесь фактор-области максимально «укрупнены», классы эквивалентности составлены из элементов, наиболее далеко отстоящих от своих прообразов в объективной действительности, «рафинированных» до такой степени, что они оказываются отождествленными между собой лишь по одному самому существенному признаку. Вследствие этого фактор-области синтаксически полных теорий обычно скомпонованы из значительного числа элементов, тогда как у достаточно богатых дедуктивными и выразительными средствами теорий они могут насчитывать всего лишь один элемент (объект)¹³.

Проиллюстрируем все высказанные выше общие положения на конкретных физических примерах.

Известно, что все элементарные частицы подразделяются по типу статистики на фермионы и бозоны, рассматриваемые в рамках своей принадлежности как абсолютно тождественные друг другу, неразличимые. В классической физике все частицы одного типа тоже рассматривались как тождественные, однако тождественность, являясь обычной физической идеализацией, вводилась там только для того, «чтобы можно было абстрагироваться от заведомо возможных, но несущественных различий... Тождественными считались не сами реальные объекты, а только отражающие их идеальные элементы теории»¹⁴. Другое дело, казалось, бы, квантовая физика, где тождественность приписывается уже не «отражени-

¹² См., например: *Dishkant H. The first order predicate calculus based on the logic of quantum mechanics.— Reports of mathematical logic, 1974, vol. 3, N 1.*

¹³ Характеризуя системы квантовой логики, американский математик С. Гаддер подчеркивает: «Известные физические системы всегда содержат в себе больше, нежели одну только квантовую логику. Существуют еще пространство системы, некоторые типы симметрии, некоторые характерные наблюдаемые величины, например положение» (*Gudder S. Four approaches to axiomatic quantum mechanics.— In: Uncertainty principle and foundations of quantum mechanics. L., 1977, p. 265*).

¹⁴ Гельфер Я. М., Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. Парадокс Гиббса и тождественность частиц в квантовой механике. М., 1975, с. 133.

ям» в физической реальности частиц, существующих в объективной действительности, а им самим. Однако вопреки некритически воспринимаемому принципу неразличимости представление о тождественности квантовых объектов также оказывается идеализацией. В квантовой механике не существует никаких абсолютно тождественных объектов. Предположительно тождественные объекты становятся таковыми лишь в качестве идеализированных элементов теории ¹⁵.

Но для нас более важно другое. Как в классической, так и в квантовой физике объекты группируются в конечном счете по фактор-областям по признаку их тождественности, неразличимости в том или ином отношении и в соответствии с достигнутым уровнем развития физического знания. При этом в формировании фактор-структуры физической теории (или ряда физических теорий) большую роль играет абстракция фактической осуществимости — абстракция, сквозь призму которой различные аспекты физической реальности проецируются на экспериментально-измерительную плоскость и которая благодаря этому обстоятельству вносит свои коррективы в теоретическое разбиение физической реальности на фактор-области. Это лишний раз доказывает, что познающий субъект на любой стадии познания не может видеть мир иным, нежели в том виде, в котором он представлен в его общественной практике, что «...человек идет к объективной истине *через* „практику“ (и технику)» ¹⁶. В квантовой физике, как отмечают Я. М. Гельфер, В. Л. Любошиц и М. И. Подгорецкий, «возникновение традиционной точки зрения на квантовомеханическую тождественность связано с абсолютизацией важного предельного случая, когда из-за большой разности масс базисных стационарных состояний эксперимент имеет дело только с результатами, усредненными по многим периодам интерференционных «биений» ¹⁷.

¹⁵ Степень близости (или различия) реальных частиц характеризуется в квантовой теории коэффициентами ортогональности (см.: Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. Проблема тождественности в квантовой механике. — В кн.: Современный детерминизм. М., 1975, т. 2, с. 192).

¹⁶ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 183.

¹⁷ Гельфер Я. М., Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. Указ. соч., с. 244—245.

Перейдем теперь к логико-алгебраическому анализу квантовой механики. Здесь разбиение физической реальности на фактор-области реализуется в выделении в общей алгебре квантовомеханических наблюдаемых величин некоторой физической системы совокупности максимальных булевых (коммутативных) подалгебр, из которых как бы «склеена» общая алгебра¹⁸. Каждое множество высказываний о квантовомеханических наблюдаемых, отвечающее максимальной булевой подалгебре и относящееся к определенной совокупности совместных (т. е. коммутирующих) квантовомеханических величин, представляет собой фактор-область, к которой применима булева алгебра и булева логика и которая представляет собой как бы проекцию структуры физической реальности классической теории (скажем, механики) на одну из осей (или поверхностей) соответствующего фазового пространства. Каждая из таких проекций представляет собой, иными словами, одно из дополнительных описаний в смысле Бора.

Совокупная же фактор-структура физической реальности квантовомеханических объектов описывается небулевой алгеброй и соответственно небулевой логикой. Алгебра Линденбаума логики квантовомеханических высказываний, будучи фактор-алгеброй, является адекватным средством описания структуры квантовомеханических закономерностей, поскольку она изоморфна частичной булевой алгебре подпространств гильбертова пространства. Одинаковые структурные характеристики эмпирического языка, в котором формулируются высказывания о квантовомеханических наблюдаемых величинах, и теоретического языка квантовой механики, в основе которого лежит теория операторов, действующих в гильбертовом пространстве, свидетельствуют об определенном единстве квантовой теории и квантового эксперимента, а также и о полноте квантовой механики. Эти сходства и единство говорят также в пользу тезиса об эмпирических (практических) основаниях логики, который в зарубежной литературе иногда неверно интерпретируется.

Так, исследуя эмпирический статус логики в свете

¹⁸ См.: *Bub J.* On the completeness of quantum theory.— In: *Contemporary research in the foundations and philosophy of quantum theory.* Dordrecht; Boston, 1973, p. 1—65.

особенностей языка квантовой механики, некоторые зарубежные философы и ученые склонны оценивать основной гносеологический урок развития квантовой физики как доказательство непосредственного эмпирического содержания логических систем (подобную оценку можно встретить в работах Х. Патнема, П. Хилена, Дж. Баба и др.). При этом обычно ссылаются на аналогию с теорией относительности, которая обосновала тезис об эмпирическом содержании геометрических концепций. Нам представляется, однако, что данная аналогия не проведена до конца. Более тщательное ее исследование показывает, что об эмпирическом статусе геометрии, с одной стороны, можно говорить лишь применительно к геометрии физической, а об эмпирическом статусе логики, с другой — лишь в системе «логика + физика». Сами по себе математические пространства еще не обладают непосредственным эмпирическим содержанием, получая его только после «навешивания» на них определенной физической семантики (скажем, путем отождествления геодезических линий с траекториями световых пучков). Точно так же и сама квантовая логика, будучи достаточно общей пропозициональной системой, не позволяет еще отличить структурные характеристики физической реальности объектов макромира от соответствующих характеристик квантовомеханической реальности (см. в связи с этим цитированное выше замечание С. Гаддера)¹⁹.

В построении математических структур физических теорий идея факторизации, основанная на различных сторонах процессов абстрагирования (в первую очередь на отождествлении), укоренилась глубоко. Это связано прежде всего с успехами применения теоретико-групповых методов в самых различных областях физических наук — физике твердого тела, квантовой механике, теории элементарных частиц и др. Эти успехи можно объяснить тем, что группы симметрии и их преобразования наиболее адекватно приспособлены для выражения и приложения на уровне специального физического знания идеи факторизации.

¹⁹ В свете сказанного выше имеет смысл различать квантовую логику в широком смысле, как обобщение булева пропозиционального исчисления и квантовую логику в узком смысле, как пропозициональное исчисление, соответствующее квантовой теории.

Эвристическое содержание принципов симметрии обогащается за счет введения идеальных элементов в фактор-структуру физических теорий, которое обуславливается назревшими внутритеоретическими запросами. Совокупность введенных идеальных элементов (конструктов) образует фактор-области. Например, конструкты физики твердого тела — фононы, магноны, ротоны и пр., внося в нее новые структурные образования, стимулировали значительный прогресс этой науки. При этом фактор-область, скажем, фононов, в свою очередь может расщепляться на ряд неоднородных по своим свойствам областей в зависимости от их «температуры», «теплоемкости», взаимодействий с элементами других фактор-областей и т. п. Вообще модели, используемые в физике твердого тела, и не только в ней, основаны на представлениях о «резурвуарах» систем частиц (и присущих им характеристик), или, говоря языком алгебры, о все тех же фактор-областях. Основа, служащая для введения подобных образований, состоит в том, что последние выступают понятиями наблюдаемых на опыте свойств. При этом взаимодействия между отдельными фактор-областями или элементами различных фактор-областей способны перестраивать первоначальную фактор-структуру, в результате чего она проявляет тенденцию к укрупнению.

Например, в системе сильно взаимодействующих частиц лишено смысла понятие индивидуальной частицы; вся система выступает как нечто целое. Это говорит о том, что с развитием физики не просто меняется концепция физической реальности, но происходит изменение представлений об элементарном физическом объекте, которое и должно повлечь за собой смену представлений о фундаментальных структурных характеристиках этой реальности. В концепцию физической реальности все более проникают принципы симметрии и инвариантности, которые уже сами определяют характеристики и природу более мелких физических деталей той или иной такой концепции. Физический объект предстает уже не как заданный механистическими традициями атомизма (в рамках которых он понимается как некая материальная и непротяженная точка), а как определенный номологически, т. е. общими законами физики и принципами симметрии. (Здесь уместно напомнить о дираковском предсказании позитрона исходя из соображений симметрии.)

С точки зрения современных физических представлений можно сказать, что «размеры» фактор-областей определяются типами физических взаимодействий. Учет в гамильтонианах взаимодействий все более высоких порядков малости сказывается как на отношениях эквивалентности, по которым скомпонованы фактор-области, так и в выявлении более тонких эффектов, нежели те, которые предсказывались без такого учета. Так, в процессах, связанных с колебаниями кристаллической решетки, новые явления открываются по мере учета членов высшего порядка малости в теории возмущений. Разложение в ряд функции смещения атома из положения равновесия вводит в рассмотрение многофононные процессы, и, скажем, квадратичный член разложения, называемый фактором Дебая—Валлера, отвечает за неупругое рассеяние частиц на узлах кристаллической решетки. Члены третьего порядка малости в разложении потенциальной энергии кристалла по смещениям решетки ответственны за ангармонические эффекты, например, тепловое расширение твердых тел. С формальной точки зрения математическая модель, в которой присутствуют ангармонические величины, обогащается констатацией динамической зависимости различных колебательных мод решетки.

Сказанное выше позволяет заключить, что физическая реальность — это достаточно сложная иерархическая структура, с одной стороны, наделяемая онтологическими характеристиками, а с другой — воплощающая в себе методологические интенции ученого и традиции предыдущего развития физики. Взятая в аспекте общих методологических программ (таких, как теоретико-полевая программа А. Эйнштейна) и общих структурных черт математического и логического аппарата различных физических теорий, она выходит за пределы «теоретизированного мира» той или иной отдельной физической теории. Рассмотренная в контексте физических принципов симметрии, она выделяет уже иерархию физических взаимодействий и качественно различные классы физических объектов. Наконец, еще более мелкие ее детали вскрываются на уровне конкретных физических теорий.

В заключение затронем коротко вопрос о сущности принципа неопределенности В. Гейзенберга в свете рассмотренной выше структурной концепции физической реальности. Отметим, что указанный принцип допустимо

интерпретировать как принцип, запрещающий рассматривать ту сферу объективной реальности, которая не находит отражения в структуре фактор-разбиения физической реальности и не выражается с помощью принятых в описывающем ее теоретическом аппарате дедуктивных и выразительных средств. В свете приведенной трактовки принципа неопределенности так называемые скрытые параметры в квантовой механике символизируют как бы приближение к тем точкам, которые «выпадают» из существующей, «стабильной» фактор-структуры физической реальности и в рамках иерархии ее преобразований и детализаций принадлежат более глубокому уровню, не достигнутому еще физической наукой. Они инициируют мысль о еще не раскрытой объективно-реальной связи, которая не может найти отражение средствами данной теории. При этом, конечно, вовсе не обязательно, что детализация структуры физической реальности должна направляться механическим идеалом классической физики, основным компонентом которого служит представление о предельной анализируемости физических явлений посредством их бесконечного разложения на части.

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКЕ

Для развития физики XX в. характерно выявление принципиальных границ применимости многих классических представлений — в этом смысле создание релятивистской и квантовой теорий ознаменовало рождение неклассической физики. Например, для микромира малосодержательным оказалось классическое понятие причинной пространственно-временной траектории частицы, которая (траектория) понималась в образе гладкого дифференцируемого многообразия, линейного континуума. Именно поэтому создатели квантовой механики делали упор на вскрытие того факта, что она не имеет дела с описанием движения атомных частиц в пространстве и времени, содержит в себе отказ от причинного пространственно-временного описания. Соответственно встал вопрос о пересмотре ограниченных пространственно-временных представлений и лапласовского детерминизма классической физики. Исследование микромира потребовало иных форм упорядочения событий, более емких структур отношений, учитывающих принципиальную неопределенность в состоянии объекта, черты целостности и индивидуальности, что, в частности, сублимировалось в понятиях универсального кванта действия, спина, в соотношениях неопределенностей и т. д.

Отличительной особенностью квантовой механики является наличие в ее структуре двух ингредиентов: квантового и классического. Подобная специфика характерна, вообще говоря, для любых неклассических физических теорий — наряду со специфическим неклассическим ингредиентом они неизбежно будут содержать и классическую составляющую. Но в физике микромира неизбежность подобной «двуликости» и ее специфичность прояв-

ляется наиболее рельефно, поэтому в дальнейшем мы ограничимся именно ее исследованием.

Как отмечают Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц¹, для системы из одних только квантовых объектов, лишенных каких-либо динамических характеристик, вообще нельзя было бы построить никакой логически замкнутой механики. Возможность количественного описания движения электрона требует наличия также и физических объектов, которые с достаточной точностью подчиняются классической механике (приборов). В результате возникает известный парадокс: с одной стороны, квантовая механика «превзошла» механику классическую, показала принципиальную ограниченность последней, с другой же — она является экспериментально верифицируемой теорией, а эксперимент должен быть описан в понятиях классической физики. Поскольку же язык наблюдений, эмпирическая интерпретация и т. д. существенно опираются на концепции классического пространственно-временного континуума, постольку вышеприведенный парадокс оказывается органично связан с представлением о макроскопической природе пространства и времени, которое выдвигается некоторыми исследователями.

В современной физике микромира происходит весьма радикальный пересмотр концепции классического континуума. Начало этому процессу положило введение в физику кванта действия. Дальнейшими шагами в этом направлении послужили развитие теории S-матрицы, разработка нелокальных и нелинейных теорий поля, теорий квантованного пространства-времени и т. д. «В последнее время,— писал И. Е. Тамм,— развитие квантовой физики поставило по-новому вопрос о пространстве и времени в микрокосме. Пока можно, конечно, только гадать о том, как разрешится этот вопрос, но мне представляется весьма вероятным, что в микроскопических масштабах пространство дискретно»². Подобные взгляды широко представлены в современной физике и философии. Здесь, однако, встает вопрос: можно ли говорить о пространстве и времени в интерьере «атома» пространст-

¹ Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. М., 1963, с. 15.

² Тамм И. Е. Эйнштейн и современная физика.— Успехи физических наук, 1956, т. 59, вып. I, с. 9.

ва-времени? Одни исследователи считают, что да, что такая универсальность пространства и времени необходима. Но высказываются и противоположные мнения, не допускающие распространения иерархии пространственно-временных структур неограниченно далеко в микромир и признающие пространство и время лишь в качестве макроскопических форм существования материи. Соответственно некоторые физики отказываются гадать о сущности пространства и времени в микромире, пойдя по линии их упразднения. Так, Э. Циммерман³ не считает, что понятия пространства и времени применимы к отдельным микросистемам. Подобные системы должны описываться с помощью абстрактных понятий (спина, квантовых чисел и т. д.), которые не имеют отношения к пространству и времени. Эти микросистемы и взаимодействуют таким образом, который должен описываться столь же абстрактно, без обращения к концепции пространства и времени. В случае же взаимодействия большого числа подобных микросистем мы получаем конструкции пространства и времени, которые функционируют лишь на макроскопическом уровне.

Следует отметить, что представления о макроскопической природе пространства и времени имеют реальную основу в современной физике микромира, в релятивистской космологии и т. д. Естественно, следует отдавать себе отчет в том, что речь идет о пространстве и времени как о физических категориях, которые выступают специфическими метрическими структурами сосуществования конкретных явлений и смены конкретных состояний, что предполагает, как отмечает В. С. Барашенков⁴, возможность различения (на данном уровне) двух соседних точек (объектов) и двух последующих моментов (состояний). Эти свойства «соседства» и «следования» суть конкретные и весьма специфические структурные свойства и, естественно, не могут претендовать на статус универсальности. С этой точки зрения можно говорить о «внепространственных» и «вневременных» формах существования материи. Но одновременно такое утверждение есть утвер-

³ Zimmerman E. J. The macroscopic nature of space-time.— American Journal of physics, 1962, vol. 30, N 2, p. 101.

⁴ См.: Философские вопросы квантовой механики. М., 1970, с. 249.

ждение качественного различия мегаскопических, макроскопических и микроскопических форм существования материи.

Конечно, пространство-время можно рассматривать как фундаментальную и универсальную структуру, которая на различных уровнях организации материи обладает различными определяющими свойствами, как-то: метрическими, групповыми, топологическими т. д. Подобное представление созвучно философскому пониманию пространства и времени как всеобщих форм существования движущейся материи (а также исключает возможность неконструктивной, поверхностной критики, которая зачастую раздается в адрес гипотезы о макроскопической природе пространства и времени). В пользу подобного представления можно привести и соображения об экстраполябельности фундаментальных понятий. Л. Б. Бажен⁵ справедливо пишет, что, как правило, когда достаточно фундаментальное понятие оказывается слишком узким в новой области, это не значит, что необходимо выработать новое понятие; необходимо лишь некоторое разумное обобщение старого понятия, чтобы оно «работало» в новой области. Здесь, правда, встает вопрос: что понимать под «разумным обобщением»? Экстраполябельность, естественно, не безгранична. По всей видимости, переход от евклидова трехмерного пространства и одномерного времени классической механики к неевклидову четырехмерному геометрическому многообразию теории относительности Эйнштейна мы можем рассматривать в русле представлений об экстраполябельности фундаментальных понятий и использовать обобщенное понятие пространства-времени. Но сколь разумно обобщение понятий пространства и времени на негеометрические структуры, которые все решительнее проникают в современную физику?

Далее. Необходимо учитывать и ту возможность, что наряду с обобщенными структурами продолжают весьма эффективно работать первоначальные, «узкие» понятия. Пространство и время относятся именно к таким не теряющим эффективности «узким» понятиям. Любая физическая теория, сколь далеко бы она не ушла от классической физики, содержит требование операционального оп-

⁵ Бажен Л. Б. Причинность и законы сохранения.— Вопросы философии, 1971, № 4, с. 94.

ределения своих концепций с помощью классических понятий, в рамках классических пространственно-временных представлений. В соответствии с этим в современной физике функционирует фундаментальный гносеологический принцип, сформулированный Нильсом Бором: «Как бы далеко ни выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные (evidence) должны описываться с помощью классических понятий»⁶. Из подобных представлений в известной степени следует гносеологическая универсальность пространства и времени как базовой структуры экспериментальной верификации⁷.

Здесь нам хотелось бы отметить, что любая физическая теория содержит в себе, вообще говоря, две структуры отношений. Во-первых, пространственно-временную структуру — как структуру эмпирической верификации теории. Она обладает гносеологической универсальностью — какие бы глубинные уровни строения материи мы ни исследовали, какие бы «сумасшедшие» теории ни строили, мы никогда не сумеем обойтись без проверки предсказаний теории, без соответствующих измерений, без эмпирической верификации. На этом уровне используется язык наблюдений, в основе которого лежит концепция пространства и времени классической физики (эмпирическая структура отношений физической теории). В этом смысле длина и временная продолжительность рассматриваются в физике как первичные, основные величины, а пространственно-временная система выступает базисной структурой современной физики. Во-вторых, исследуя не-

⁶ Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., 1962, с. 60.

⁷ Следует учитывать, что вывод о гносеологической универсальности классических пространства и времени не вытекает из принципа Бора с неизбежностью. Этот принцип безразличен к виду структуры и требует лишь, чтобы она имела классический, а не квантовый (или еще какой-нибудь иной) характер. Он требует, чтобы эмпирическая структура физической теории была обязательно макроскопической (и в этом смысле классической), но не настаивает на том, чтобы эта структура обязательно была пространством и временем классической механики. В этой связи можно сформулировать следующие два положения: 1) мир классической механики макроскопичен, но макромир необязательно классичен; 2) если классические пространство и время обладают макроскопической природой, то макромир необязательно должен быть теоретически представлен в пространственно-временной форме.

классические объекты, мы прибегаем к помощи абстрактных математических структур (пространств), развиваем физические теории в рамках топологических, групповых, гомологических и т. д. структур отношений (теоретическая структура отношений физической теории).

Структура эмпирической верификации возникла на основе абстракций от окружающих нас макрообъектов и их макроизмерений. Ею является евклидова геометрия, т. е. геометрия пространства и времени макромира. В рамках понятий последней и была позднее развита классическая физика. Мы стали изучать макромир в теоретической структуре отношений, которую «выпарили» из самого макромира, и он, естественно, органично соответствует первой структуре. Таким образом, в классической физике эмпирическая и теоретическая структуры отношений, вообще говоря, совпадают, ибо сам макромир и является здесь миром эмпирической верификации⁸. В неклассических же физических теориях (мегамира и микромира) эти структуры расщепляются. Каждому уровню строения материи присущи свои специфические структуры отношений, которые в абстрактной форме проявляются как теоретические структуры физической теории, описывающей этот уровень. Так что, когда заходит речь о макроскопичности пространства и времени, нужно четко отдавать себе отчет в том, какая структура отношений физической теории имеется в виду.

Структуры отношений физики макромира не являются застывшими. Евклидово пространство претерпевает в структуре физических теорий определенную конкретизацию. Из математического многообразия оно трансформируется в физическое пространство, которое обладает, например, дополнительной геометрической структурой, отражающей характерный аспект динамики теории. В этом отношении большой интерес представляет исследование Р. Пенроуза⁹, который дает сравнительный анализ кон-

⁸ Если мы будем связывать процесс эмпирической верификации только с измерениями, то следует учесть, что последние дают значения, выражаемые исключительно рациональными числами. Если же мы формулируем законы и делаем вычисления с их помощью, то сталкиваемся уже и с иррациональными числами. Они вводятся не в процессе измерения, а лишь в теоретическом контексте. Подробнее см.: Карнап Р. Философские основания физики. М., 1974, с. 139.

⁹ Пенроуз Р. Структура пространства-времени. М., 1972.

струкции пространства-времени, функционирующих в динамиках Аристотеля, Галилея, Ньютона и т. д.

В каждой из этих динамик мы имеем дело с гладким четырехмерным многообразием, но пространство-время Аристотеля существенно отличается от пространства-времени Галилея или Ньютона. Пространство-время Аристотеля является просто произведением пространств $E^3 \times E^1$, причем метрика E^3 описывает пространственные расстояния, а метрика E^1 — отрезки времени. В динамике Аристотеля мы можем говорить об абсолютном расстоянии между двумя событиями в пространстве даже в том случае, когда разность времен между ними не равна нулю. Подобная возможность не реализуется в пространстве-времени Галилея или Ньютона, в которых расстояние между двумя точками в пространстве определено лишь при обращении в нуль разности времен для этих точек. Что же касается разности времен, то она определяется здесь всегда однозначно. Структуру геометрии пространства-времени Галилея или Ньютона можно сравнить с расслоенным по E^1 пространством со слоями E^3 , так что «время» E^1 можно представить в качестве фактор-пространства полного пространства относительно слоев E^3 . В этом случае мы сталкиваемся с той же топологией, что и для пространства-времени Аристотеля, хотя структура объединения слоев уже иная.

В ходе дальнейшего исследования Р. Пенроуз вскрывает различия во внутренних структурах пространства-времени Галилея и пространства-времени Ньютона. Мы не будем останавливаться на этих различиях, но подчеркнем нетривиальность структур отношений самой физики макромира — эти структуры не являются застывшими. Соответственно и категориальный аппарат классической физики, набор классических понятий не является застывшим множеством застывших понятий. Развитие современной физики, безусловно, будет способствовать и дальнейшему уточнению структуры отношений физики макромира, которые выступают базовыми структурами физики вообще. В этом смысле не исключена возможность такой ситуации, что различные неклассические физические теории будут верифицированы в различных эмпирических структурах. Подобная ситуация может оказаться еще более актуальной для современной теоретической биологии, которая мечется в поисках не только принципиально но-

ых теоретических структур (возможно, тут ее удовлетворяют структуры Гротендика), но и специфической эмпирической структуры.

Интересно отметить еще один аспект исследуемой проблемы. То, что базовой, эталонной структурой эмпирической интерпретации неклассических физических теорий выступает пространство-время классической физики, структура отношений макромира, во многом обусловлено и спецификой познающего субъекта, в частности, тем фактом, что сам исследователь является объектом макромира. Это очень естественно: когда женщина рождает, она кричит на своем родном языке; исследователь тоже рождает, он рождает новое знание и излагает его на своем родном «макроскопическом» языке. Так что, какие бы структуры отношений или понятийных сетей мы ни использовали для анализа реальности, необходимо отдавать себе отчет в том, что в эти сети вплетены и мы сами. Как отмечал Гейяр де Шарден: «Центр перспективы — человек, одновременно центр конструирования универсума»¹⁰ Мы конструируем универсум в рамках гладкого четырехмерного многообразия, в пространственно-временном континууме. Но всегда ли мы помним о том, что подобная структура все же смонтирована нами, что в ней воплотилась не только специфика макромира, но и специфика человека? (Как, кстати, и в многочисленных других континуумах — в интуиционистском континууме Брауэра, в атомистическом континууме Вейля, в толерантном пространстве Зимана и др.¹¹)

В этом смысле мы можем сказать, что пространственно-временной континуум гомоцентричен и геоцентричен. Он возник в процессе определенного предельного перехода, необходимость которого связана со спецификой нашего восприятия (пороговость) и мышления (оперирование с дискретностью выступает как наиболее простое и естественное). «Это связано с тем, — отмечает Д. П. Горский, — что организм получает через органы чувств дискретную

¹⁰ Тейяр де Шарден П. Феномен человека. М., 1965, с. 35.

¹¹ Представители сигнифики вообще считают, что эмоциональные и психологические факторы объясняют как выбор принципов и аксиом, которые кладутся в основу математики, так и специфику математических моделей реального мира, конструируемого в теоретической физике. См.: Mannoury G. Die signifischen Grundlagen der Mathematik. — Erkenntnis, 1934, N 4, S. 288—309.

информацию от окружающей среды, что процесс мышления в каждом его элементарном акте осуществляется в форме дискретных образов, отражающих окружающий нас мир»¹². Подобный приоритет прерывности обусловил широкое развитие дискретных методов исследования и атомистического мировоззрения в древних натурфилософских системах: «кирпичная» арифметика вавилонян, арифмо-геометрия пифагорейцев, концепция атомов, амеров и какуменов у Левкиппа, Демокрита, Эпикура и Лукреция. Подобные представления имели широкое распространение и в новое время (Бруно, Кавальери и др.). Тем не менее континуальный подход все же завоевал доминирующее положение, и это обусловлено в основном построением дифференциального и интегрального исчислений, в рамках которых и была развита классическая физика. Следует, однако, помнить, что на практике мы всегда имеем дело с дискретным множеством событий, которое лишь в процессе определенной интерполяции трансформируется в образ плотного множества. Континуум возник как результат предельных переходов.

Хотя структура континуума оказалась очень емкой и в ее лоне классическая физика достигла всемерного развития, мы все же не должны забывать, что наука может быть развита и в иных структурах. Например, Ч. Мизнер и Дж. Уилер¹³ показали, что классическая физика может быть развита в геометродинамическом варианте, в многосвязном пространстве с неевклидовой топологией. От подобной классической физики очень естественно удастся перейти к квантовой геометродинамике, к концепции суперпространства, которая привлекает пристальное внимание исследователей. Показательна и история классической электродинамики. Ее можно развить в чисто геометрическом формализме, как это сделал Райнич (уравнения Максвелла оказываются здесь простыми геометрическими соотношениями, связывающими кривизну Риччи и скорость ее изменения), или в деситтеровском импульсном пространстве, или же в рамках теории кохомологий де Рама. Важно иметь в виду, что все подобные попытки

¹² Горский Д. П. Вопросы абстракции и образование понятий. М., 1961, с. 283.

¹³ См.: Уилер Дж. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М., 1962, с. 218.

построения классической электродинамики в разнообразных теоретических структурах не есть просто каприз исследователей, ибо все они открывают различные пути дальнейшего развития физики. Так, подход Райнича оказался плодотворным в разработках геометризованной единой теории поля, направление, использующее импульсное пространство постоянной кривизны, естественно связано с концепцией дискретного пространства-времени, а использование теории кохомологий де Рама внушает надежды, что удастся построить квантовую теорию, которая органично содержит в себе дискретность.

Возвращаясь к концепции классического континуума, следует отметить, что она вызывает у многих исследователей острое чувство неудовлетворенности. Примерами здесь могут служить представления французских эмпириков, интуицинистская доктрина, конструктивное направление, соображения о толерантности и др. Но если попытки ревизии концепции классического континуума первоначально были предприняты для наведения порядка в основаниях математики, для преодоления антиномий теории множеств, то в наше время с ними связываются надежды на преодоление кризиса в основаниях физики.

В свое время Б. Риман поднял в своих работах проблему макроскопичности евклидовых пространства и времени, которыми оперирует классическая физика. Дело в том, что установление конгруэнтности непересекающихся интервалов основывается на понятии твердого тела, эмпирический статус которого неопределен в микромире; это понятие просто теряет смысл в бесконечно малом. В качестве основы операциональных процедур в классической физике используются твердые линейки и синхронизованные часы, которые одинаково «тикают» независимо от состояния движения. Измерения с помощью таких приборов долгое время представлялись универсальными — здесь сказался абсолютизм механицизма и априоризм Канта. Но в XX в. все эти представления были подвергнуты решительной ревизии, причем здесь не пришлось погружаться в пучины микромира или «нырять» в черные дыры, в космологические сингулярности. Решительная ревизия вышеуказанных операциональных процедур произошла в рамках самого макромира, при переходе к большим скоростям. Эйнштейн дал новое определение одновременности, используя совершенно иную операциональную процедуру

ру — основанную на применении электромагнитных сигналов. В результате была развита совершенно иная концепция пространства и времени. Что же касается операциональных процедур, с помощью которых протекала физикализация евклидового пространства в классической физике, то они в области околосветовых скоростей просто неприменимы. И совершенно верно подчеркивает И. А. Акчурин¹⁴, что построение всякой новой фундаментальной теории некоторой новой области действительности всегда связано с некоторым новым способом операционального сопоставления определенного абстрактного математического пространства всей совокупности элементарных событий этой области действительности.

Выяснение неприменимости понятий твердого тела и светового луча в микромире поставили вопрос не только об изменениях операциональных процедур в теории микрокосма, но и о пересмотре самой концепции континуума. Сегодня мы являемся свидетелями все большего проникновения в тайны природы именно на пути отхода от тривиальных структур евклидовой геометрии, концепции классического континуума и т. д. Путь к более полному, конкретному познанию природы лежит через использование все более абстрактных математических структур и объектов с возрастающей информационной емкостью. Но развитие физики микромира в рамках абстрактных структур отношений ставит перед исследователями очень важную задачу: мало провозгласить негативное отрицание пространства и времени в микромире, необходимо вскрыть то позитивное, конструктивно новое, что пришло на смену, необходимо доказать естественность используемой структуры, ее физическую привилегированность, попытаться вскрыть взаимосвязь и соответствие старой и новой структур отношений, определить операциональные процедуры и т. д. В этом смысле работы Л. Мишеля по расширенным группам Лоренца, исследования Дж. Уилера по структуре суперпространства, анализ гомологий диаграмм Р. Фейнмана и т. д. делают обоснованным мнение, что в построении будущей общей теории элементарных частиц большую роль сыграет алгебраическая топология.

¹⁴ Акчурин И. А. Некоторые закономерности развития знания и проблемы его синтеза. — В кн.: Синтез современного научного знания. М., 1973, с. 241.

Развитие гипотезы о макроскопической природе пространства и времени поставило на повестку дня вопрос о статусе пространства и времени в квантовой физике. Если брать обычную квантовую механику Гейзенберга—Шредингера, то в ней пространство и время просто заимствованы из классической механики (или в лучшем случае из специальной теории относительности). Поэтому можно говорить, что в квантовую теорию континуум проникает через структуру пространства-времени (и с принципом суперпозиции состояний). Фактически мы берем геометрическую и динамическую структуры классической физики, которая в определенных пределах очень хорошо описывала макромир, и улучшаем ее путем квантования для того, чтобы она стала описывать и чуждый ей микромир. Этот путь развития теории связан в определенном смысле с квантованием геометрии. Однако, как указывает Д. Финкельштейн, есть и другая возможность,— мы можем попытаться геометризовать кванты¹⁵.

Дело в том, что в квантовой теории мы имеем целый ряд величин и понятий, которые носят существенно квантовый, неклассический характер. В частности, такой величиной является спин, угловой момент частицы. В последнее время были предприняты интересные попытки развить квантовую теорию исходя только из неклассических величин. Такая теория в соответствии с пересмотром концепции классического континуума вообще не использует понятий частицы и поля, ибо они содержат в себе идею потенциальной изолируемости объекта, несовместимую с фундаментальной идеей целостности в квантовой физике. Данное направление развития квантовой теории созвучно идеям Э. Циммермана, Дж. Чью, но есть в нем и одно существенное отличие: оно не просто элиминирует пространство и время из структуры теории, а конструирует их на основе неклассических, квантовых порождающих элементов. Построенное подобным образом пространство-

¹⁵ *Finkelstein D. Space-time structure in high energy interactions.— In: Coral Gables conference on fundamental interactions at high energy. Center of theoretical studies. Jan. 22—24, 1969.— University of Miami, 1969, p. 325.* Интересно отметить, что Дж. Уилер формулирует программу развития квантовой геометродинамики в этом же направлении: не геометрия, а затем квантовый принцип, но наоборот, сначала квантовый принцип, а уже затем геометрия (*Уилер Дж. А. Предвидение Эйнштейна. М., 1970, с. 95*).

время обладает целым рядом нетривиальных свойств: оно оказывается дискретным, комбинаторным, имеет спинорную структуру и т. д. Такое неклассическое пространство-время является элементом квантовой теории, органично входящим в ее структуру, а не привносится извне. На этом пути квантовая теория может приобрести большую стройность, можно надеяться, в частности, на согласование формального и неформального ее языков (необходимость чего часто недооценивается).

Другое направление развития физики микромира связано с пересмотром концепции локальности. Эта тенденция вполне закономерна, ибо, если для квантовой электродинамики еще возможен сравнительно непротиворечивый локальный метод описания, то в физике частиц, например в теории адронов, представления о локальности наталкиваются на существенные трудности. Хочется подчеркнуть, что и в этом случае мы имеем дело с пересмотром классической концепции континуума. Исследуя это направление развития современной физики микромира, Д. А. Киржниц¹⁶ отмечает, что отказ от точечности взаимодействия микрообъектов может осуществляться, вообще говоря, двумя основными методами. Первый метод лишает смысла понятие локального взаимодействия. Этим путем строятся нелокальные и нелинейные теории поля. Вторым методом основан на отрицании понятия точечной координаты пространства-времени (некоммутативность компонент оператора координат и т. д.), что приводит к теории квантованного пространства-времени.

Вышеуказанные два направления развития физики микромира являются весьма актуальными тем более, что в последнее время получены веские подтверждения обоснованности концепции точечных частиц. Затрагивая вопрос о внутренней структуре протяженной частицы, необходимо подчеркнуть ее динамический характер и то, что она по-разному проявляется относительно различных взаимодействий, отчего собственно и зависит пространственная протяженность частицы. Обнаружение сложной, многоуровневой структурности микрообъектов ставит под сомнение их элементарность — они оказываются весьма

¹⁶ Киржниц Д. А. Нелокальная квантовая теория поля. — Успехи физических наук, 1966, т. 90, вып. 1, с. 131.

«демократичными» образованиями, существующими под лозунгом «все во всем».

Здесь, таким образом, намечается пересмотр самой диалектики элементарного и сложного в микромире. В классическом естествознании выяснение неэлементарности того или иного объекта влекло принятие в качестве элементарного другого, более мелкого (некой части исходного) объекта: ведь классический континуум всегда допускает возможность деления на все более мелкие части при точечной элементарности. Иная специфика взаимоотношения этих понятий выявилась в микромире¹⁷. В применении к элементарным частицам теряют свою корректность наши обыденные геометрические представления о структуре. Механическое соотношение части и целого неприменимо к элементарной частице в силу его статичности. Это статическое соотношение характеризуется, в частности, тем, что часть всегда меньше целого. В этом плане весьма симптоматично введение в неформальный язык физики для характеристики элементарных частиц понятий «образован» и «составим», в которых пытаются отобразить динамическую неклассическую структурность микрообъектов¹⁸. Так, нуклон «составим» из пионов, нуклон-антинуклонных пар и т. д. Здесь все части, входящие в динамическую структуру нуклона, заведомо больше или равны целому. Эта специфика и отражается понятиями «составим» или «образован», используемыми вместо классического понятия «состоит». Что касается формального языка, то в нем сложившуюся ситуацию пытаются представить как переход от обычной топологии вырезания к топологии отображений Гротендика. В этом направлении делаются лишь первые шаги, но можно указать и на более разработанные пути пересмотра концепции точечности. Так, мы можем изменить функцию действия путем введения Д-функций, характеризующих определенную «размытость» взаимодействия. Нелокальность взаимодействия можно учесть и при помощи высших производных, которые по смыслу приравниваются к эффективному размазы-

¹⁷ Подробнее см.: *Омельяновский М. Э.* Диалектика в современной физике. М., 1973, с. 172—200.

¹⁸ См.: *Берестецкий В. Б.* Динамическая симметрия сильно взаимодействующих частиц.— *Успехи физических наук*, 1965, т. 85, вып. 3, с. 386.

ванию заряда. Интересна попытка, предпринятая Д. И. Блохинцевым, Мак-Манусом, Пайерлсом и другими, развить теорию поля, в которой свободное поле локально, а нелокальность вводится только во взаимодействия¹⁹. Методологически привлекательным в этом подходе является то, что структура пространства-времени микромира не задается строго фиксированной, а выступает как функция физических взаимодействий; это напоминает плодотворный подход Эйнштейна к построению общей теории относительности.

Общей чертой всех перечисленных и многих других модификаций нелокальной теории поля является их органическая связь с существенным изменением наших представлений о структуре пространства-времени и причинности, которые тесно взаимосвязаны. Представление об упорядочении событий включает в себя концепцию причинности, основанную на хроногеометрическом разделении множества событий на времениподобные и пространственноподобные. Это дает право Д. И. Блохинцеву²⁰ рассматривать причинность как геометрическую категорию и считать, что исследование вопросов причинности есть лишь один из важнейших аспектов анализа геометрии.

В квантовой теории поля условие микропричинности фактически эквивалентно условию локальной коммутативности соответствующих операторов. Именно последнее и пересматривается в нелокальных теориях, где вводится предел применимости традиционного причинного описания, которое выступает лишь как макроскопическая аппроксимация. Что же касается микромира, то там, по мнению многих физиков, теряют смысл обычные временные отношения «раньше» и «позже». В областях больших полей и больших градиентов полей мы имеем дело со связным «комком» событий, которые взаимно обуславливают друг друга, но не следуют одно за другим.

Таково принципиальное положение дел, сложившееся в развитии квантовой теории поля, начиная с ранних работ Гейзенберга, который надеялся, что «удастся пост-

¹⁹ См.: Блохинцев Д. И. Нелокальные и нелинейные теории поля.— Успехи физических наук, 1957, т. 61, вып. 2, с. 138.

²⁰ Блохинцев Д. И. Пространство и время в микромире. М., 1970, с. 141.

роить теорию, в которой причинность нарушается только внутри очень малой области, например порядка 10^{-13} см»²¹, и до современных нелокальных и нелинейных теорий, где нарушение причинности в микромире провозглашается в качестве принципа и отмечается, что «разграничение пространства-времени на области «малые», где причинность нарушена, и «большие», где она выполнена, невозможно без появления в нелокальной теории новой константы размерности длины — элементарной длины»²². С этой величиной естественно связан элементарный момент времени (хронон), и именно в соответствующей им пространственно-временной области протекает сам процесс взаимодействия частиц. Весьма симптоматично, что область самого взаимодействия и процессы в ее границах современные теории не описывают. Так, в формализме S-матрицы «кухня» элементарных событий совсем не рассматривается, область взаимодействия выступает как «черный ящик», и мы приводим в соответствие характеристики частиц на входе и выходе²³.

При анализе причинной связи в микромире разбор должен вестись на уровне «атома» причинной связи, на уровне ее элементарного звена, которое является элементом в структуре этой связи. И если в классической физике, признающей бесконечную делимость, непрерывность (дифференцируемость) причинной связи, этот элемент выступал точечным и бесструктурным, то в квантовой физике обнаруживается выход за рамки макроструктуры самой причинной связи. И здесь мы сталкиваемся с пересмотром концепции точечности, абсолютной пространственно-временной непрерывности. Определенные затруднения современной физики микромира, связанные с нарушением локальной причинности, проистекают, на наш взгляд, по существу из неоправданных попыток «втиснуть» закономерности структуры причинной связи в ее элемент²⁴.

²¹ *Heisenberg W.* Doubts and hopes in quantum electrodynamics.— *Physics*, 1953, vol. 19, p. 897.

²² *Киржниц Д. А.* Нелокальная квантовая теория поля.— *Успехи физических наук*, 1966, т. 90, вып. 1, с. 133.

²³ См.: *Чью Дж.* Аналитическая теория S-матрицы. М., 1968, с. 33.

²⁴ Подробнее см.: *Ахундов М. Д., Оруджев З. М.* Прерывность и непрерывность причинной связи.— В кн.: *Современный детерминизм: Законы природы*. М., 1973.

Итак, путей построения нелокальных и нелинейных теорий поля довольно много, однако на любом из них встают большие трудности математического и логического характера. Мы не можем пока назвать фактически ни одной нелокальной или нелинейной теории, которая была бы замкнутой, непротиворечивой, согласовывалась с экспериментом и т. д. Правда, эта ситуация может объясняться, как пишет М. Бунге²⁵, не особенностью природы, а младенчеством нашей науки. Многочисленные эксперименты по проверке дисперсионных соотношений (которые являются хорошим методом проверки принципа причинности) в области малых пространственно-временных масштабов подтверждают их справедливость вплоть до интервалов $\sim 10^{-15}$ см. Вместе с тем есть веские основания ожидать нарушения принципа причинности в меньших пространственно-временных масштабах ($\sim 10^{-17}$ см) и, если это подтвердится, мы не окажемся застигнутыми врасплох.

Мы уже писали о том, что с развитием нелокальных и нелинейных теорий поля в физику входит новая константа размерности длины — элементарная длина. Она связана также с развитием другого весьма перспективного направления исследований в физике микромира — теории квантованного пространства-времени. Первые теории квантованного пространства-времени (В. А. Амбарцумян и Д. Д. Иваненко, Марх и др.) оказались неудовлетворительными, в них, в частности, не выполнялось условие релятивистской инвариантности. Однако в 1947 г. появилась работа Снайдера²⁶, в которой была развита теория дискретного пространства-времени, удовлетворяющая лоренцевской инвариантности. В этой работе было показано, что континуальность пространства-времени не вытекает из лоренцевской инвариантности, что возможно существование релятивистско-инвариантного пространства-времени, в котором содержится естественная единица длины a . В теории Снайдера выводятся очень интересные коммутационные соотношения, которые помогают выяснить область обобщения обычной квантовой теории, приведя ее в соответствие с теорией квантованного пространства-време-

²⁵ Бунге М. Причинность. М., 1962, с. 196.

²⁶ Snyder H. Quantized space-time.— Physical review, 1947, vol. 71, p. 38—41.

ни. Если все компоненты импульса малы по сравнению с $\frac{h}{a}$ и энергия мала по сравнению с величиной $\frac{hc}{a}$, то соответствующие коммутаторы приближаются к тем, которые функционируют в обычной квантовой механике. Если же мы возьмем предел $a \rightarrow 0$, то коммутаторы достигают своих стандартных значений. Таким образом, теория квантованного пространства-времени становится существенной и необходимой лишь в области $p > \frac{h}{a}$. Следует отметить, что теория Снайдера была построена фактически в рамках импульсного пространства постоянной кривизны, которому соответствует сопряженное дискретное пространство-время.

Трудности современной локальной теории поля как раз связаны с тем, что закон взаимодействия частиц перестает работать при больших импульсах. Необходимо изменить сам закон взаимодействия. И поскольку в каждом акте элементарного взаимодействия происходит сложение импульсов взаимодействующих частиц, постольку в первую очередь должен быть изменен закон сложения импульсов. Для обобщения закона сложения импульсов, как указывает Ю. А. Гольфанд²⁷, необходим руководящий геометрический принцип. Этим принципом является переход от псевдоевклидова импульсного пространства к соответствующему пространству постоянной кривизны. Развитие снайдеровской концепции связано с модификацией импульсного пространства «в большом» вместо того, чтобы рассматривать модификацию пространства-времени «в малом». Здесь проявляется довольно общая тенденция в современной физике, которая стремится сформировать образ пространства-времени исходя из специфических квантовых порождающих элементов, а не наоборот.

Теория Снайдера возродила интерес физиков к идеям дискретного пространства-времени. Это направление получило значительное развитие в разработках советских физиков. Интересные обобщения и дальнейшее развитие теории Снайдера содержится в работах В. Л. Авербаха и Б. В. Медведева, Ю. А. Гольфанда, В. Г. Кадышевского,

²⁷ Гольфанд Ю. А. О введении «элементарной длины» в релятивистскую теорию элементарных частиц.— Журнал экспериментальной и теоретической физики, 1959, т. 37, вып. 2(8), с. 504.

Р. М. Мир-Касимова и др. Очень интересен с методологической точки зрения подход В. Г. Кадышевского к построению теории дискретного пространства-времени. В. Г. Кадышевский²⁸ анализирует некоторые принципиальные и общие черты двух современных неклассических теорий — квантовой механики и теории относительности. Он приходит к выводу, что константы c и \hbar , фигурирующие в этих теориях, появляются как «компенсация» за ту информацию, которая теряется при отходе от классической физики. Скорость света «компенсирует» утрату инвариантности расстояний и интервалов времени относительно преобразований координат, а квант действия — отсутствие возможности одновременно измерить координату и импульс частицы. Но должны возникать новые, неклассические эффекты; которые исчезают при $c \rightarrow \infty$ и $\hbar \rightarrow 0$ соответственно. Эти константы универсальны, а потому, высказывает предположение В. Г. Кадышевский, они играют роль масштабов природы. Исходя из этого, он исследует на универсальность константы современной квантовой теории поля. Далее он показывает неуниверсальность таких констант, как электрический заряд, постоянная сильного взаимодействия, массы частиц и т. д., и останавливается на константе Ферми для слабого взаимодействия $G = 1,4 \cdot 10^{-49}$ эрг·см³, которая определяет универсальную константу длины $l_G = 7 \cdot 10^{-17}$ см, которая и накладывает ограничения на измерения пространственно-временных расстояний. Элементарная длина, будучи универсальной константой, «компенсирует» потерю информации, которая в данном случае выступает в форме несохранения четности в слабых взаимодействиях.

В 1959—1960 гг. в работах Коиши и И. С. Шапиро была развита теория конечного пространства-времени, которую можно рассматривать как следующий шаг в процессе использования богатейших структур современной математики для исследования эмпирических и теоретических структур отношений физических теорий. Авторы основывались на математической теории конечной геометрии, которая была развита в 50-х годах финскими математиками Ярнефельтом и Кустангеймо на базе полей

²⁸ Кадышевский В. Г. К теории дискретного пространства-времени. — Доклады Академии наук СССР, 1961, т. 136, № 1, с. 70—72.

Галуа $GF(p^n)$. В частности, Ярнефельт²⁹ показал, что физическая геометрия может быть конечной — координаты задаются на конечном поле простых чисел порядка p : $x_\mu \in GF(p)$. Если p очень большое, то точек в подобной геометрии становится очень много, и они столь близки друг к другу, что экспериментально их множество неотличимо от континуума. Правда, одного этого еще недостаточно для того, чтобы гарантировать приближение к геометрии Евклида с возрастанием p , ибо элементы конечного поля не упорядочены. Но эта трудность была преодолена Кустангеймо, доказавшим возможность частичной упорядоченности, транзитивной, хотя и не по всему полю, но в рамках обширного подмножества. Ярнефельт произвел приблизительную оценку области применимости обычной геометрии. Оказалось, что она простирается от 10^{-13} см до 10^9 световых лет, а p имеет порядок соответственно 10^{1081} .

Использование конечных многообразий естественно снимает все трудности, связанные с расходимостями и бесконечностями; они просто отсутствуют в теории, ибо интегралы превращаются в конечные суммы. В подобном контексте развивается теория элементарных частиц в рамках неметрической структуры отношений. Как отмечает И. С. Шапиро³⁰, факт конечности числа точек обуславливает появление целого ряда новых свойств симметрии пространства-времени. Находят свое объяснение многочисленные свойства симметрии и законы сохранения, которые были вне компетенции теорий, основанных на концепции пространственно-временного континуума: квантованность электрического заряда, существование и сохранение барионного заряда, закон комбинированной инверсии Ландау, универсальность слабых взаимодействий и т. д. Однако, как указывают сами создатели концепции конечного пространства-времени, дальнейшие перспективы не совсем ясны, не удалось пока сформулировать динамические принципы и т. д.

²⁹ Järnefelt G. Reflections on a finite approximation to euclidean geometry. Physical and astronomical prospect.— *Annalen Academiæ scientiarum fennicae*, 1951, N 96, p. 1—43.

³⁰ Шапиро И. С. О квантовании пространства и времени в теории элементарных частиц.— В кн.: Философские проблемы физики элементарных частиц. М., 1963, с. 163—164.

Касаясь концепции прерывного пространства-времени в общем плане, надо отметить, что предельные величины, которые устанавливают сторонники абсолютного квантования пространства и времени, безусловно, имеют фундаментальное значение для понимания сущности качественно различных физических процессов, происходящих в микромире, но вряд ли они являются «первокирпичиками» пространства и времени. «Квантование геометрии» — это лишь первый этап в построении теории пространства-времени микромира. Последние разработки в физике элементарных частиц все более акцентируют внимание на «геометризации квантов», когда пространство-время формируется из квантовых порождающих элементов. Но эти два пути развития физики микромира не выступают в каком-либо антагонизме, они лишь различные аспекты единой концепции.

Мы разобрали некоторые направления развития физики микромира, в которых так или иначе реконструируется макроскопическая концепция пространства-времени. При этом мы столкнулись с существенной ревизией классической концепции континуума, пересмотр которой происходит в самых разнообразных аспектах, — в рамках гомологических структур, в формализме конечной геометрии, в конструктивном направлении, в неклассических топологиях и пр. Исходя из этой специфики познания микромира, К. Ф. фон Вейцзеккер сформулировал следующее положение: «Не следует ожидать, что понять атом легче, чем например, число, но в то же время баталии между логичистами, формалистами и интуиционистами о значении числа до сих пор не привели к разрешению проблемы»³¹.

В физике соответствующие баталии еще впереди. Ситуация здесь напоминает состояние математики начала XX в., когда после развития теории множеств Кантора были вскрыты многочисленные логические и семантические антиномии, что и обусловило третий великий кризис в основаниях математики (первый кризис разразился в античной математике и был связан с открытием несоизмеримости отрезков, второй — в новое время в связи с теорией бесконечно малых; характерно, что все три вели-

³¹ *Weizsäcker C. F. von. The Copenhagen interpretation.*— In: *Quantum theory and beyond.* Cambridge, 1971, p. 25.

ких кризиса были непосредственно связаны с концепцией континуума). Из попыток преодоления этих антиномий, в поисках выхода из кризиса оснований возникли совершенно новые математические направления, была преобразована сама математика, получила существенное развитие логика и т. д. В этом смысле развитие релятивистской и квантовой теорий можно уподобить развитию канторовской теории множеств, а многочисленные расходимости, сингулярности, бесконечности и парадоксы — теоретико-множественным антиномиям. Что же касается самого состояния оснований физики, то его можно охарактеризовать как кризисное. Но это не беда. Кризис тривиально плох лишь в экономике, а в естествознании он желателен. Здесь он как боевая тревога, поднимающая нас в бой за расширение научной ойкумены, и самое время запеть мудрую походную песню Айболита: «Это очень хорошо, что пока нам плохо».

ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ НАУЧНЫХ ТЕОРИЙ И ПРИНЦИП СООТВЕТСТВИЯ

Характерная черта последних лет — возрастание роли науки в жизни и развитии общества, ее проникновение во все сферы человеческой деятельности. Современная эпоха является эпохой научно-технической революции, которая соединяет в себе небывалое в прошлом развитие как фундаментальных, так и прикладных исследований и одновременно перестройку промышленного производства на основе научных и технических достижений.

Необходимость планирования и управления наукой, которые осуществляются на разных уровнях, вызвала к жизни интенсивное изучение основных характеристик научного знания, его состояния и тенденций развития. Особенно актуальными становятся исследования происхождения и строения научных теорий, форм их генезиса и смены, внутренних закономерностей развития. Одной из таких закономерностей является историческая преемственность между теоретическими принципами и законами, заключающаяся в наличии объективной связи между различными этапами или ступенями развития научного знания. В статье мы рассмотрим значение преемственности научных теорий на примере физического знания.

Сформулированная более полутора веков назад в философии Гегеля¹, идея о преемственности знаний была наиболее полно раскрыта диалектическим материализмом в учении о движении познания к абсолютной истине через истины относительные. Как отмечал И. В. Кузнецов, «идея необходимости глубокой преемственной взаимосвязи новых теорий со старыми, сколь бы революционными ни были первые, господствует в современной науке. Эта

¹ Для справедливости надо сказать, что идея преемственности встречается еще в античной философии. «Уже Аристотель,— писал К. Маркс,— глубокомысленно указывал на поверхностность метода, принимающего за исходный пункт какой-либо абстрактный принцип, но недопускающего самоотрицания этого принципа в высших формах» (*Маркс К., Энгельс Ф. Соч., Изд. 2-е, т. 40, с. 47*).

идея... не просто фиксирует окончательный результат поступательного развития знания, но направляет сам ход научного исследования»². И так дело обстоит в любой отрасли современной науки.

Действительно, рассмотрим близкий нам пример. Современная физика выросла в рамках двух фундаментальных теорий — теории относительности и квантовой механики, которые вызвали целую революцию в научном мышлении и в мировоззрении. Обе теории используют новые, непривычные для классической физики категории и понятия. Среди них: относительность одновременности, зависимость длин и длительностей от скорости движения тел, кривизна пространства и времени, постоянство и предельность скорости света, четырехмерная геометрия, волновая функция, квантование физического действия и энергии, спин и т. д. и т. п. И тем не менее, скажем, теория относительности представляет собой, по словам известного физика В. Ф. Вайскопфа, «совокупность идей, в каком-то смысле являющуюся вершиной и синтезом физики XIX века. Они органически связаны с классическими традициями»³. В этом, казалось бы, радикально новом наборе концепций находят объединение механика, электродинамика и теория гравитации.

Одной из причин, облегчающих ученому создание новой теории, является то, что ему для этого нет необходимости проходить весь многолетний путь своих предшественников. «Создание новой теории,— писали А. Эйнштейн и Л. Инфельд,— не похоже на разрушение старого амбара и возведение на его месте небоскреба. Оно скорее похоже на восхождение на гору, которая открывает новые и широкие виды, показывающие неожиданные связи между нашей отправочной точкой и ее богатым окружением»⁴. А Л. де Бройль отмечал: «Всякий раз, когда с определенной степенью подтверждается какой-либо закон... можно утверждать, что этот результат в основном является окончательным и никакие последующие теории его не смогут опровергнуть. Если бы это было не так, то

² Кузнецов И. В. Избранные труды по методологии физики. М., 1975, с. 177.

³ Вайскопф В. Ф. Физика в XX веке.— Успехи физических наук, 1970, т. 101, вып. 4, с. 729.

⁴ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М., 1967, т. IV, с. 357.

никакая наука вообще не могла бы развиваться... Именно таким путем последовательных приближений, устраняя внутренние противоречия, и может развиваться наука. Созданные в процессе ее развития теории не будут полностью опровергнуты и уничтожены последующим развитием науки, а войдут в качестве составных частей в новые, более общие теории»⁵.

Преемственность, рассмотренная в гносеологическом аспекте, обнаруживает два основных компонента: 1) иерархию сохраняющихся в неприкосновенности понятий, формулировок, методологических приемов и логических форм; 2) предельный переход формулировок, в которых участвуют новые понятия, в формулировки старой теоретической системы. Развитие физического знания происходит через второй компонент⁶.

Однако не все ученые сразу уяснили гносеологическое значение идеи преемственности знаний. Например, известный физик Е. Вигнер в статье несколько умозрительного характера «Пределы науки» высказывает идею, что переход к более общим физическим теориям приводит предыдущие теории на степень ложных⁷. Специалист по истории науки Т. Кун утверждает, что последовательный переход от одной парадигмы к другой через научную революцию является обычным способом развития науки: от старой парадигмы после создания новой отказываются. Мнение, что старая парадигма включает в себя новую в качестве частного случая, Кун считает ошибочным. Справедливо полагая, что решающий критерий выбора парадигмы — это «количество и важность проблем, которые можно решить на ее основе». Он приходит к выводу, что критерий этот лежит вне науки; в «Дополнении 1969 г.» к своей известной книге он указывает, что в последовательной смене аристотелевской механики ньютоновской, а последней — эйнштейновской он не видит «связного и направленного онтологического развития»⁸.

Насыщенность экспериментальных данных теоретическим материалом, невозможность выделить в знании эле-

⁵ Бройль Л. де. Революции в физике. М., 1963, с. 13—14.

⁶ См.: Проблемы истории и методологии научного познания. М., 1974, с. 127.

⁷ Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., 1971, с. 174—176.

⁸ Кун Т. Структура научных революций. М., 1975, с. 259.

менты чисто опытного характера приводит многих исследователей к выводу о том, что последовательно сменяющиеся друг друга фундаментальные научные теории являются несоизмеримыми (это утверждает, например, П. Фейерабенд). В подобных суждениях наука предстает как разорванная последовательность несоизмеримых теоретических концепций, лишенных преемственности. Материалистическая же философия признает, что подтвержденные опытом научные теории не просто отбрасываются, а, будучи внутренне связанными между собой, переходят одна в другую, предполагают друг друга.

Преемственность знаний предполагает и преемственность материалистических установок, всегда характеризовавших подлинную науку. Поэтому осознание и защита научной преемственности — это прежде всего защита и углубление материалистического мировоззрения.

История общественного развития создала определенную логику научного мышления. Последняя, в свою очередь, становится важным фактором развития культуры. Не случайно поэтому, новейшая философия начиная с Ф. Бэкона была в той или иной мере философией науки. Это проявилось, во-первых, в попытках обосновать философские доктрины «с естественнонаучной точностью», а во-вторых — в исследовании философского познания как научного.

В литературе исследуются различные формы внутренней взаимосвязи, преемственности физических теорий, относящихся к качественно различным этапам развития физической науки (перенос понятий, отражающих наличие общих физических свойств у объектов, изучаемых разными теориями; общность законов либо для всех теорий вообще, либо для группы близких теорий, либо только для смежных теорий; внутренняя связь теорий через вариационные принципы). Мы намереваемся рассмотреть одну из форм концептуальной связи физических теорий, а именно принцип соответствия.

Актуальность анализа принципа соответствия становится очевидной, если учесть, что вопрос о месте этого принципа в науке, о его роли в развитии научного знания непосредственно связан со значительно более широкой методологической проблемой, которая состоит в выяснении взаимоотношения между моментом преемственности в развитии научного знания и моментом его радикальных

перестроен, с далеко не тривиальным и малоисследованным вопросом о том, в какой мере можно говорить о кумулятивном характере развития научного знания⁹. Процесс научного развития идет так, что к старому, наличному знанию непрерывно прибавляется новое, только что полученное знание. Этот процесс, однако, не является целиком непрерывным. Существуют, конечно, периоды, когда наука развивается в рамках одной и той же теоретической основы, непрерывно накапливает факты. Но затем старая теория исчерпывает себя и становятся необходимыми новые обобщения, которые нарушают непрерывность накопления знания. Такая тенденция развития наблюдается в различных областях науки. Познание есть вечное, бесконечное приближение мышления к объекту, в котором сущность вещей выступает не как конечная субстанция, а как веха на пути познания природы. Переход от наивной античной картины мира к ньютоновой картине, переход от классической физики к физике элементарных частиц — все это прекрасные иллюстрации мысли В. И. Ленина об относительности категории сущности. Принцип соответствия можно понять только в свете этой идеи о сущностях разных порядков (подобно тому как связаны между собой все области явлений и все уровни сущности, должны быть связаны и научные теории, являющиеся их мысленным отражением).

Понимание принципа соответствия как общеметодологического принципа развития научного знания стало возможным благодаря анализу и обобщению конкретной истории науки, в особенности формирования современных физических теорий, в первую очередь теории относительности и квантовой механики, на основе теории познания диалектического материализма, раскрывающей диалектику абсолютной, относительной и объективной истины. Проанализировав развитие новых теорий и установив формы преемственности, взаимосвязи теорий, И. В. Кузнецов дал определение принципа соответствия в следую-

⁹ Э. Г. Лейкин в статье «К критике кумулятивистских концепций развития науки» справедливо различает свойство кумулятивности, присущее историческому процессу образования фонда фактических знаний о мире, добываемых и систематизируемых наукой, и специальную методологическую концепцию, отождествляющую закон прогресса науки с указанным свойством (Очерки истории и теории развития науки. М., 1969, с. 261).

щем общем виде: «Теории, справедливость которых установлена для той или иной предметной области, с появлением новых более общих теорий не устраниаются как нечто ложное, но сохраняют все значение для прежней области *как предельная форма и частный случай* новых теорий. Выводы новых теорий в той области, где была справедлива старая «классическая» теория, переходят в выводы классической теории; математический аппарат (фундаментальные уравнения и их следствия) новой теории, содержащей некий характеристический параметр, значения которого различны в старой и новой предметных областях, при надлежащем значении характеристического параметра асимптотически переходит в математический аппарат старой теории»¹⁰.

На наш взгляд, принцип соответствия может быть определен также следующим образом. Пусть в ходе развития физики теория T , имеющая область применимости множество объектов M , сменилась новой теорией T^1 , справедливой в более широкой области объектов M^1 , включающей M в качестве своего истинного подмножества. В таком случае T^1 не исключает T , но переходит в T для множества M . Иными словами, теоретический синтез охватывает не только вновь накопленный материал науки, но и все положительное содержание прежних представлений, теорий и понятий, которые были подвергнуты ломке в результате новых открытий.

Существует тесная связь между теоретическим моделированием и принципом соответствия. В последние годы среди западных философов усилилась «неокельвинистская» тенденция, согласно которой модели (в том числе наглядные) играют в науке фундаментальную роль. Э. Хаттен в статье «Научные модели», касаясь роли моделей в развитии науки (физики) и оценки моделей в терминах теории информации, считает, что модель — «это объект, позволяющий делать наши теории абстрактными, т. е. более удаленными от описания микроопыта»¹¹. Связывая использование моделей с принципом соответствия, он отмечает, что модель атома Бора — Резерфорда

¹⁰ Кузнецов И. В. Избранные труды по методологии физики, с. 170.

¹¹ Contemporary philosophy. Vol. II. Philosophy of science. Firenze, 1968, p. 122.

вместе с принципом соответствия позволила преодолеть видимое логическое противоречие между классической и новой теорией. Принцип соответствия подчеркивает, таким образом, ту роль, которую играет модель в создании теории. Более высокий уровень теоретизирования обеспечивается только тогда, когда мы имеем модель, с помощью которой можем представить проблематичную ситуацию и сформулировать гипотезу для нее. Асимптотический характер соотношения соответствия показывает, что новая теория логически шире той сферы явлений, которые она моделирует. По этой причине модель должна быть частичной и неполной (она создается на более узкой базе, чем сама теория).

Преемственная связь при становлении и развитии различных теорий выражается в том, что физические принципы, понятия, законы, представления, сформировавшиеся в рамках одних теорий, переходят в новые теории и используются там в более или менее измененном виде. Часто элементы одной теории непосредственно включаются в содержание другой, смежной, теории, хронологически следующей за первой. Эту ситуацию отражает и принцип соответствия. Отличительная особенность заключается здесь в том, что связи между уравнениями становятся очевидными лишь при наложении ограничительных требований, при стремлении определенных констант к их предельным значениям и раскрываются как совпадение уравнений.

Рассмотренная под углом зрения принципа соответствия история физики — это не простая последовательность сменяющих друг друга теорий, а «единый закономерный процесс движения познания во все более глубокую сущность вещей, ко все более широким обобщениям»¹². Вместе с тем этот принцип подчеркивает ограниченность и относительность каждой из теорий, ибо они являются ступенями по пути приближения к абсолютной истине.

Если считать, что наука складывается из трех органических подсистем — запаса фактических знаний о мире, методологических и теоретических построений разной степени общности и мировоззренческих обобщений, то придется сказать, что принцип соответствия действует в

¹² Кузнецов И. В. Принцип соответствия в современной физике и его философское значение. М., 1948, с. 56.

первых двух элементах. (Преемственность в мировоззрении имеет свою специфику.) Развитие физических теорий идет по пути их преемственности, возрастания информационной емкости и последовательного функционального обобщения их законов.

Важным философским уроком развития современного естествознания является то, что фундаментально новые идеи выступают прежде всего как более общие¹³. В таком соотношении находятся уравнения квантовой механики и теории относительности, с одной стороны, и классической механики — с другой, уравнения эйнштейновой теории тяготения (ОТО) и ньютоновской теории тяготения. Принцип соответствия выявляет не только преемственную связь между старыми и новыми теориями и их концептуальным строением. Он утверждает также наличие объективных связей между явлениями.

Известно, что выполнение законов сохранения и принципа причинности является внутренним требованием физических теорий. Ведь для того чтобы убедиться в их выполнимости, нет надобности выходить за рамки данной теории, обращаться к предшествующим теориям. Напротив, соблюдение принципа соответствия, казалось бы, можно понимать как внешнее требование по отношению к теориям, поскольку в предельном случае одна теория должна переходить в другую, непосредственно ей предшествующую. Однако вопрос здесь гораздо сложнее. По словам М. Штрауса, «существование предельных соотношений является ядром боровского принципа соответствия», но если этот принцип анализировать в его собственном контексте, в нем можно обнаружить некоторые новые компоненты¹⁴. И действительно, принцип соответствия Бора — это эвристический принцип, который используется для нахождения нового математического формализма, а также и для его правильной физической интерпретации. Но, кроме того, исторически он есть внутренняя часть квантовой теории, как она понимается в наше время. В этом заключается отличие принципа соответствия

¹³ См.: Сачков Ю. В. Введение в вероятностный мир. М., 1971, с. 34—35.

¹⁴ Strauss M. Intertheory relation.— In: Induction, physics and ethics. Dordrecht, 1970, p. 230.

от других эвристических принципов, которые обычно не сохраняются в созданных с их помощью теориях.

Вначале установленный для частичного физического случая излучения атома водорода принцип соответствия стал сейчас общетеоретическим и философским принципом. В частности, Ж. Пиаже приходит даже к выводу, что с помощью принципа соответствия можно создать биологическую физико-химию, которая обобщит физику, химию и биологию и даст много нового для этих наук, в том числе и для квантовой физики. К подобным выводам приходит также Е. Вигнер, рассматривая вопросы взаимоотношения физики и наук о жизни. Говоря о возможности их слияния в новой науке, он отмечает, что конкретные науки, например квантовая механика и микробиология, могут быть получены из нее путем предельных переходов¹⁵. «Для понимания процессов жизни,— указывал также В. Гейзенберг,— вероятно, будет необходимо выйти за рамки квантовой теории и построить новую замкнутую систему понятий, предельными случаями которой позднее могут оказаться и физика и химия»¹⁶. Следует отметить, что гносеологической предпосылкой расширения сферы действия принципа соответствия является интенсивная математизация современного научного знания.

Принцип соответствия не универсален. Во-первых, он не может действовать на всех структурных уровнях материи, что проявляется в существовании пределов функционального обобщения законов. Во-вторых, он справедлив только для тех законов, ядро которых имеет инвариантную основу. Кроме того, принцип соответствия действует лишь в том случае, если теории, переход между которыми он отражает, описывают качественно различные, специфические структурные уровни количественных отношений и пространственных форм объективного мира.

Физические и философские противоречия, которые предстояло разрешить А. Эйнштейну в его теориях, были одними из самых сложных в истории науки. Несколько обостряя ситуацию, их можно классифицировать следующим образом: 1) неудовлетворительные методологические

¹⁵ *Wigner E. P. Physics and the explanation of life.— Foundations of physics, 1970, vol. 1, N 1, p. 45.*

¹⁶ *Гейзенберг В. Физика и философия. М., 1963, с. 78.*

основания классической физики, проявляющиеся, в частности, в несоответствии классической механики некоторым требованиям теоретико-познавательного характера, выдвинутым еще современниками Ньютона; 2) связанные с первыми и часто даже вытекающие из них противоречия классической механики, а также недостаточность ее собственно физического обоснования; 3) противоречия между классической механикой и другими областями физики, такими, как термодинамика, теория излучения, и в особенности электродинамика, включая оптику; 4) противоречия между экспериментальными данными, которые пыталась объяснить классическая физика. Теория относительности возникла в процессе преодоления всех этих противоречий, причем здесь определенную роль сыграл и принцип соответствия.

Эйнштейн понимал принцип соответствия как один из критериев установления истинности новых теорий. Он требовал выяснения того, насколько в них, кроме объяснения новых опытных данных, правильно осуществлен теоретический синтез, объединяющий новые данные с ранее известными. Окончательный вид своих уравнений тяготения Эйнштейн установил благодаря явному использованию принципа соответствия. Уравнения тяготения выводились им таким образом, чтобы по правилам этого принципа для слабых гравитационных полей они переходили в уравнение Пуассона, а ОТО — в гравитационную теорию Ньютона.

В СТО же принцип соответствия использовался неявно. Указывая на внутреннюю связь между СТО и классической механикой, Эйнштейн специально обращает внимание на то, что СТО представляет собой результат приспособления основ физики к электродинамике Максвелла—Лоренца.

При построении СТО Эйнштейн стремился к установлению логической связи между экспериментом и теорией. Эта связь была установлена в результате отыскания и формулировки условий логической совместимости противоречивых (с точки зрения существовавших представлений) экспериментальных результатов. Эйнштейн поставил задачу выяснить, при каких условиях уравнения электродинамики остаются ковариантными для всех инерциальных систем. Эта задача была разрешена совместным преобразованием координат, времени, напряжен-

ностей поля. Система преобразований и следствия, вытекающие из нее, и есть СТО. Созданная таким методом теория объяснила казавшиеся ранее противоречивыми эксперименты (аберрацию, опыт Майкельсона и др.), открыла явления, ранее неизвестные (например, поперечный эффект Доплера). Взаимосвязи, обнаруженные СТО, легли в основу расчетов современной ядерной физики. В логическом аспекте главное здесь то, что новый метод построения дал новую систему понятий. В этом и причина предпочтительности теории Эйнштейна перед теорией Лоренца ¹⁷.

Каждому из этапов исторического развития научного знания соответствует определенная система понятий и законов, причем эти системы считаются замкнутыми и логически непротиворечивыми. Так, В. Гейзенберг указывал на существование в физике «четырех больших систем, уже нашедших свою окончательную форму»: 1) механику Ньютона; 2) теорию теплоты; 3) электродинамику и СТО, оптику, магнетизм, дебройлевскую теорию волн материи; 4) квантовую теорию ¹⁸. Он следующим образом обрисовывал соотношения между ними: первая система содержится в третьей и четвертой системах как их предельный случай; первая и отчасти третья системы необходимы для четвертой как априорное основание экспериментов; вторая система может быть связана с каждой из трех других и особенно важна в соединении с четвертой. Гейзенберг не ставит ОТО в ряд с остальными системами, полагая, что она «еще не нашла, пожалуй, своей окончательной формы» ¹⁹. С этим вряд ли можно согласиться. Скорее всего, придерживаясь систематики Гейзенберга, можно утверждать, что первая и отчасти третья системы содержатся в ОТО. В слабых гравитационных полях уравнения тяготения ОТО переходят в уравнение Пуассона, а метрика становится эвклидовой.

¹⁷ Ю. И. Кобзарев отмечает в связи с этим, что ни Лоренц, ни Пуанкаре не поняли относительности релятивистских эффектов сокращения масштабов и замедления времени, вытекающих из преобразований Лоренца, считали их абсолютными. Только Эйнштейн понял это (*Кобзарев Ю. И. Доклад А. Пуанкаре и теоретическая физика накануне создания теории относительности. — Успехи физических наук, 1974, т. 113, вып. 4, с. 679*).

¹⁸ Гейзенберг В. Физика и философия, с. 73.

¹⁹ Там же, с. 75.

Говоря о гносеологических особенностях возникновения ОТО, Л. Б. Баженов отмечает, что в нашей литературе часто можно встретиться с тенденцией рассматривать противоречие между существующей теорией и новыми опытными данными в качестве единственного источника новых теоретических построений. Это односторонняя точка зрения: «В прогрессе науки важнейшую роль играет внутренняя логика развития теории, стремление к максимально возможной общности, логической стройности, принципиальной простоте»²⁰. Даже в тех случаях, когда стимулом к созданию новой теории служит противоречие между старой теорией и новыми фактами, решающим фактором здесь оказывается умение ученого выявить в массе опытных данных наиболее узловые факты и подвергнуть их глубокому логическому анализу. Методологическая функция теории состоит в том, что она предсказывает не только новые экспериментальные факты, но и пути последующего развития теоретических концепций. Как писал А. Эйнштейн, «лучший удел физической теории состоит в том, чтобы указывать путь создания новой, более общей теории, в рамках которой она сама остается предельным случаем»²¹.

Третьей стадией генезиса теории относительности является единая теория поля. Она, по замыслу Эйнштейна, должна осуществить объединение и геометризацию гравитационного и электромагнитного полей. В более широком смысле единая теория поля объединяет в форме единого уравнения все существующие материальные поля (электромагнитное, электронно-позитронное, мезонное и т. д.). В этом плане большой интерес представляют попытки построения квантово-полевых теорий. Одной из них является квантовая электродинамика С. Томонаги, Ю. Швингера, Р. Фейнмана, за разработку которой эти ученые получили Нобелевскую премию по физике за 1965 г. В этой теории целиком сохранились физические основы, заложенные еще в 1920 г., ибо в последних заключались «зерна относительной истины», но согласно требованиям принципа соответствия был усовершенствован математический аппарат. Суть теории состоит в непосредственном применении методов квантовой механики

²⁰ Философия естествознания. М., 1966, с. 178.

²¹ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. I, с. 568.

к уравнениям Максвелла; она объясняет теорию атома, квантовую теорию излучения, рождение и аннигиляцию частиц, физику плазмы, мазеров, лазеров и т. д. Однако вне ее компетенции остаются гравитация и теория ядерных сил.

В настоящее время пока не существует такой единой теории пространства и времени, которая бы имела законченный характер и не противоречила твердо установленным физическим принципам и законам. Но если проследить в историческом плане различные попытки пересмотра пространственно-временных отношений в области микромира, то мы со всей отчетливостью обнаружим, что все они были самым тесным образом связаны с требованием выполнимости принципа соответствия.

Создание единой теории поля требует радикального изменения наших представлений о картине мира. Здесь необходим новый подход к пониманию современного состояния физической науки, ее структуры. И поэтому сразу можно сказать, что попытки создать универсальную теорию, основываясь на единой субстанции, лежащей в основе всех явлений, вряд ли плодотворны. Одна из таких попыток предпринимается Р. Б. Линдсеем²², который полагает, что «объединяющим началом достижения единства научного знания» служит понятие энергии, роль которого возрастает по мере специализации знаний о природе.

В современной физике немало трудностей. По-видимому, эти трудности связаны с такими явлениями, которые не поддаются осмыслению в рамках современных теорий. Вполне возможно, что мы находимся сегодня на границе между разными уровнями строения материи, и характер пограничных явлений выяснится лишь тогда, когда будет создана теория более глубокого уровня. Теоретическая ретроспекция, исходящая из такой теории, позволит окончательно установить, на что могли претендовать существующие теории, а на что — нет. Сознательное применение принципа соответствия как одного из важнейших методологических и регулятивных принципов обеспечивает нам один из путей, которые наиболее успешно приводят в сложном и противоречивом процессе по-

²² *Lindsay R. B.* The concept of energy and its early historical development.— *Foundations of physics*, 1971, vol. 1, N 4, p. 383—394.

знания к адекватной картине свойств физических объектов и их пространственно-временных отношений.

Преемственность в развитии научного знания характерна не только для физики. Она есть существенный признак всей науки как определенной формы общественного сознания. Конечно, науку можно рассматривать с различных сторон — с точек зрения деятельности отдельного ученого, его творческой лаборатории, структуры научных коллективов, взаимоотношения внутри этих коллективов и пр. Все эти стороны имеют важное значение для понимания науки, интенсивно исследуются в науковедении, социологии науки, психологии и т. д. Но исследуя эти моменты, мы не можем забывать об определяющей черте науки, о том, что наука представляет собой такой специфический вид духовного производства, общественного сознания, который связан с производством знаний о внешнем мире, носящих характер объективной истины. Необходимо помнить основной диалектико-материалистический принцип, что истина сама является процессом. Прогресс в научном познании, хотя он предполагает новизну, всегда включает в качестве необходимой предпосылки использование того познавательного опыта, который уже накоплен наукой в данное время.

На новых этапах развития научного знания, обеспечивающих более глубокое и полное проникновение в реальность, сохраняются в *снятом*, преобразованном виде зерна истины, которые были установлены предыдущим развитием науки. Конечно, пост фактум этот принцип очевиден. Его подтверждают ставшие уже каноническими примеры из истории науки. Однако очень важно применять его в новых ситуациях, где зависимость между старым и новым знанием вовсе не очевидна хотя бы потому, что старое знание еще не стало «устаревшим знанием», пройденным этапом науки, а новое — еще не выкристаллизовалось в какие-то четкие и достаточно понятные формы.

ФИЛОСОФИЯ ЭМПИРИЗМА И ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Современные физические теории можно понять во всей их полноте только ознакомившись с историей их возникновения и становления, а также с учетом того влияния, которое оказали различные историко-философские школы на постановку и решение собственно физических задач и получение фундаментальных результатов.

В данной статье анализируется проблема соотношения эмпирических традиций в философии и теории относительности. При этом преимущественное внимание уделяется проблеме «Э. Мах — А. Эйнштейн».

Физики всегда интересовались философскими основаниями своей области знания. Однако вплоть до конца XIX в. интерес этот был преимущественно эпизодическим, зависел от вкуса ученого. Между физическими и философскими исследованиями не было явной и непосредственной связи. В конце XIX — начале XX в. положение существенно изменилось. Сложилась устойчивая познавательная ситуация, в которой гносеологический анализ основных системообразующих понятий физического знания стал частью научной деятельности ученого.

Разработка философских проблем требовала навыка, знаний, знакомства с особенностями философии как науки. Поскольку же гносеологическая проблематика имеет солидную историческую традицию, ученые стали анализировать также вопрос о том, какие философские идеи способствовали возникновению новой теории, как относится новая концепция к традиционным философским направлениям. Последнее не означает, что философские интерпретации возникали только *post faktum*, когда сама физическая теория уже была создана. Споры о роли философских идей в развитии научного знания происходили и раньше. Но в конце XIX — начале XX в. эти споры обострились ввиду кризиса методологических основ физики.

Тот факт, что господствующая среди естествоиспытателей механико-метафизическая методология не могла помочь в решении новых гносеологических проблем нау-

ки, был понят в XIX в. Из этого можно было сделать вывод о том, что механистический материализм является узким, ограниченным и требуется более развитая форма материализма, которая не абсолютизирует механические законы, а развивает материализм на основе диалектики. По такому пути пошли основоположники диалектического материализма.

Но кроме этого, научного, пути преодоления трудностей, вставших перед натурфилософией, возникло другое, субъективно-идеалистическое философское направление, связанное с именем О. Конта. Конт и его последователи объявили войну философии вообще, заняв строго феноменологическую позицию по отношению к наличному знанию.

В годы, предшествовавшие созданию теории относительности, большое распространение получили философские идеи Э. Маха, В. Оствальда и их последователей, которые по существу продолжали линию Дж. Беркли и О. Конта. При этом эмпиризм Э. Маха в отличие от материалистического эмпиризма Ф. Бэкона носил узкий, ограниченный, субъективно-идеалистический характер.

Характеризуя влияние идей Маха на умы современников, главным образом естествоиспытателей, американский историк науки Дж. Холтон пишет: «Влияние Маха было огромно. Его философские идеи настолько прочно вошли в интеллектуальный обиход периода 1890—1910 гг., что Эйнштейн был вполне прав, когда много позже заявил, что даже противники Маха не подозревали, насколько они сами пропитаны его идеями, «всосав их с молоком матери»¹. Приведем также выдержку из статьи А. Эйнштейна «Эрнст Мах», где он отмечал: «Что же касается меня, то я должен признать, что мне прямо или косвенно помогли работы Юма и Маха»².

Почему так произошло? Что могло импонировать Эйнштейну в философии чистого описания Э. Маха? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо иметь в виду несколько важных взаимосвязанных обстоятельств.

Во-первых, основные положения диалектического материализма, который преодолевает догматизм метафизического материализма, кантовский априоризм и философ-

¹ Холтон Дж. Эйнштейн о физической реальности.— В кн.: Эйнштейновский сборник. 1969—1970. М., 1970, с. 209.

² Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М., 1967, т. IV, с. 29.

ский релятивизм, не стали к этому времени по различным причинам достоянием широкого круга естествоиспытателей.

Во-вторых, в науке существовала необходимость в критическом отношении к основным принципам классической механики, исходные положения которой приобрели характер философских установок. Ученые нуждались в определенной теоретико-познавательной опоре, используя которую, можно было критически переосмыслить существующие физические представления. В подобной ситуации работа Э. Маха «Механика. Историко-критический очерк ее развития» приобрела широкую известность, а имя ее автора ассоциировалось с критикой основ ньютоновской механики.

В-третьих, философы и ученые, разделявшие основные положения махистской теории познания (П. Дюгем, В. Оствальд, А. Пуанкаре и др.), смогли подметить некоторые действительные слабости в обосновании классической механики. В частности, они справедливо доказывали неабсолютность классических представлений, неосуществимость механистической философской программы, ошибочность попыток полного механистического объяснения всех явлений природы. Этим они приобрели авторитет в научных и философских кругах.

Но все это не помешало им пойти по принципиально ошибочному пути. Пытаясь найти новые методы исследования объективной реальности, сформулировать неклассические требования к структуре научного знания, указанные ученые и философы стали на путь отрицания объективного характера законов физики. П. Дюгем писал: «Когда тщетность этих усилий (механического объяснения всех явлений природы.— *К. Д.*) была доказана с очевидностью, когда убедились, что подобное объяснение есть химера, физики, придя к убеждению, что невозможно одновременно удовлетворить и требованиям разума и потребности воображения, вынуждены были сделать выбор. Умы сильные и последовательные, считаясь прежде всего с требованиями разума, отказываются требовать от физической теории объяснения законов природы, чтобы за то спасти цельность и последовательность теории»³.

³ Дюгем П. Физическая теория: Ее цель и строение. СПб., 1910, с. 120.

Таким образом, за сохранение формальной цельности и последовательности было заплачено слишком большой ценой — отказом от объяснения природы, который по существу означал отказ от самой науки. Как заметил один из известных оппонентов венского философа — М. Планк, Э. Мах «пошел дальше своей цели, ниспровергая вместе с механистическим мирозерцанием всякое физическое мирозерцание»⁴.

А. Эйнштейн, выступая в дискуссии по теории относительности, организованной французским философским обществом в Париже, на вопрос о его отношении к Э. Маху, заданный известным философом Мейерсоном, ответил: «Система Маха изучает отношения, которые существуют между данными эксперимента; совокупность этих отношений есть для Маха точная наука о природе. Это — плохая точка зрения; в общем то, что сделано Махом, — это каталог, а не система. Насколько Мах был хорошим механиком, настолько он был жалким философом»⁵. Это отрицательная оценка философии Маха Эйнштейном полностью и почти буквально совпадает, как справедливо отметил немецкий историк науки Ф. Гернек, с высказываниями Ленина в его сочинении «Материализм и эмпириокритицизм», направленном против Маха и махизма⁶.

Такое совпадение нам кажется не случайным. Критика Эйнштейна была направлена по существу против абсолютизации роли чувственно данного, ведущего к субъективному идеализму. Вот почему нельзя объяснять оценку Эйнштейна только настроением, как это делает Ф. Гернек в вышеприведенной заметке⁷. Позиция Эйнштейна вытекает из всей его научной программы.

Но, несмотря на однозначные высказывания Эйнштейна и — главное — антиэмпиристскую линию, проходящую через его работы, сторонники философии Маха стали пропагандировать идею о том, что новая теория пространства и времени вызвана к жизни радикальной эмпирист-

Планк М. Единство физической картины мира. М., 1966, с. 48.

⁵ Bulletin de la Société française de philosophie, 1922, t. 22, p. 111.

⁶ *Гернек Ф.* К письму Альберта Эйнштейна Эрнсту Маху. — Вопросы философии, 1960, № 6, с. 105.

⁷ *Гернек Ф.* К письму Альберта Эйнштейна Эрнсту Маху. — Вопросы философии, 1960, № 6, с. 105.

ской гносеологией венского философа. Эту идею последователи Маха отстаивали еще в 20-х годах вопреки скептическому отношению самого Э. Маха к теории относительности. Например, философ И. Петцольд, в статье «Отношение мыслей Маха и теории относительности», приложенной к седьмому изданию «Механики» Маха, писал: «Теория относительности не находится ни в одном из своих существенных утверждений в противоречии со взглядами Маха. Она есть плод его мыслей, пустивших глубокие корни и широко разветвившихся в могучее дерево»⁸. В таком же духе высказывался математик А. А. Васильев. Он отстаивал мысль, согласно которой «на гносеологических предпосылках, совпадающих с идеями Маха, построена общая теория относительности Эйнштейна; но для того чтобы она могла быть построена и принята с сочувствием большинством выдающихся ученых и мыслителей нашего времени, нужно было, чтобы, *во-первых*, эволюция идей о пространстве изменила господствующий взгляд на отношение между геометрией и физикой, между пространством и происходящими в нем явлениями, взгляд на пространство, по остроумному выражению Вейля, как на наемную казарму; *во-вторых*, чтобы вместо двух отдельных понятий о пространстве трех измерений и о времени, многообразии одного измерения, выработалось общее понятие о мире, совокупности событий, многообразии четырех измерений. Первое стало возможным благодаря успехам неевклидовой геометрии, второе — благодаря развитию нашего физического опыта»⁹. При этом А. А. Васильев одним из первых стал доказывать тезис о том, что идейным, философским предшественником теории относительности является по существу английский философ Дж. Беркли. По мнению А. А. Васильева, «бессмертная заслуга Беркли заключается в том, что он решительно отверг внешнюю реальность пространства и признал его исключительно субъективным результатом ассоциации зрительных, осязательных и двигательных ощущений»¹⁰.

Подобного рода суждения о взаимоотношении теории относительности и философского учения Э. Маха широко

⁸ Цит. по: Васильев А. А. Пространство, время, движение. Берлин, 1922, с. 147.

⁹ Там же, с. 63.

¹⁰ Васильев А. А. Пространство, время, движение, с. 55.

распространены и в современной западной философии науки. Так, один из наиболее влиятельных представителей неопозитивизма — Г. Рейхенбах писал: «Теория относительности Эйнштейна принадлежит к философии эмпиризма... Несмотря на сложный математический аппарат теория пространства и времени Эйнштейна является триумфом радикального эмпиризма в области, всегда считавшейся заповедной для открытий чистого разума»¹¹. Встречаются они и в физической литературе. Английский физик Д. Сиамма в работе «Физические принципы общей теории относительности» специально рассматривает взгляды Беркли и Маха на проблему тяготения, природу сил инерции и доказывает, что именно эти взгляды оказали решающее влияние на создание общей теории относительности.

Действительно, основные принципы критики абсолютного пространства одинаковы у Дж. Беркли и Э. Маха. Это связано с общностью их философских позиций, которую так хорошо показал В. И. Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме». Д. Сиамма прав, когда он далее доказывает, что «Беркли отвергал представления об абсолютном пространстве, поскольку оно ненаблюдаемо»¹². Но продолжая анализ философских предпосылок новой теории тяготения, он пишет: «Мах подошел к проблеме инерции почти так же, как и Беркли. Заметим, что поднять вновь вопрос о силах инерции в такое время, когда авторитет Ньютона был почти непререкаем, было непростым делом. Критика законов Ньютона со стороны Маха была более глубокой, чем критика Беркли, но в отношении сил инерции точки зрения Маха и Беркли совпадали»¹³.

Что же питает подобные утверждения? Каковы действительные исторические и концептуальные основания для высказываний подобного рода?

Д. Сиамма прав, что критика Э. Махом основных положений теории тяготения Ньютона в тот период, когда его

¹¹ *Reichenbach H.* The philosophical significance of theory of relativity.— In: *Albert Einstein: philosopher — scientist*. Evanston, 1949, p. 309—310.

¹² *Сиамма Д.* Физические принципы общей теории относительности. М., 1971, с. 25.

¹³ *Сиамма Д.* Физические принципы общей теории относительности, с. 25.

авторитет был непререкаем, была непростым делом. Прав он и в том, что критика Маха была более глубокой, чем критика Беркли. Но глубина эта прежде всего была связана с физическими аргументами Маха, а не с его философскими доводами. В этом плане очевидно, что нельзя отождествлять принцип Маха как физический принцип, сыгравший определенную роль в создании общей теории относительности, с его философскими утверждениями. И тогда нельзя согласиться с логикой рассуждений Сиама, согласно которой, поскольку Беркли и Мах с одних и тех же гносеологических позиций критиковали принципы классической механики, а они в будущем подверглись существенному пересмотру, любая гносеологическая концепция, направленная против классической физики, должна быть обязательно истинной. Такая логика упрощает и искажает реальную картину, снимая полностью вопросы о том, с каких позиций критиковались основы классической механики и были ли философские установки махизма реализованы в новой теории. В целом она упускает из виду сложность взаимоотношений философии и физики вообще и субъективно-идеалистической теории познания Д. Беркли и Э. Маха и теории относительности в частности. А суть этого взаимоотношения сводится к тому, что в сложившейся теоретико-познавательной ситуации элементы махистской теории познания были использованы для выработки новых идей о пространстве и времени не в силу их положительного философского содержания, а прежде всего в виду их критической направленности и незнания учеными других философских концепций, более тесно связанных по проблематике и духу с потребностями развивающегося физического знания. Логика махистской философии, будучи последовательно эмпиристско-феноменологической, не могла по самой своей сути оказать реальную пользу в строительстве нового здания физической теории. Как справедливо отмечает М. Э. Омеляновский, «Эйнштейна в Махе привлекает скорее всего критическая сторона его разбора механики Ньютона, те соображения Маха, которые казались Эйнштейну направленными против механического догматизма физиков»¹⁴.

¹⁴ Омеляновский М. Э. О заметке Ф. Гернека «К письму Альберта Эйнштейна Эрнсту Маху». — Вопросы философии, 1960, № 6, с. 106.

Вместе с тем Ф. Гернек прав, когда, анализируя данную проблему, отмечает, что «значение маховской критики для истории науки не умаляется тем, что в философии Маха совершил принципиальные и пагубные ошибки и вместе с механистической картиной мира и покоящейся на ней механистически-материалистической догматикой оторосил и философский материализм в целом»¹⁵. На эту сторону дела обращал внимание также П. В. Копнин. Он указывал, что «нельзя отрицать факта влияния идей Э. Маха на естествоиспытателей своего времени. Такие физики, как Эйнштейн, М. Планк, мировоззрение и строй мышления которых, несомненно, отличались от махистского, неоднократно указывали на свою связь с Э. Махом»¹⁶. П. В. Копнин объясняет это тем, что «оппозиция к механицизму создала Маху славу поборника новой физики», и естествоиспытатели прежде всего «видели в Э. Махе критика механистической картины мира»¹⁷. Наконец, приведем точку зрения М. Борна, который, подвергая обстоятельной критике позитивистскую концепцию научного знания за антирационализм и догматичность, тем не менее считает, что «она побуждала физиков занять критическую позицию по отношению к традиционным взглядам и содействовала им в создании теории относительности и квантовой теории»¹⁸.

Философия Э. Маха, будучи сугубо феноменологической и эмпиристской, конечно, не могла служить методологическим инструментом при разработке основ новой концепции пространства и времени. Однако, будучи критической по отношению к существующему знанию, она способствовала осознанию необходимости разрушения догматических натурфилософских построений, основанных на классической механике¹⁹. Далее, чтобы понять и объяснить положительное отношение отдельных естествоиспытателей к философским идеям Э. Маха, нужно, кроме отмеченных выше факторов, иметь в виду, что ученые,

¹⁵ Гернек Ф. Альберт Эйнштейн: Жизнь во имя истины, гуманизма и мира. М., 1966, с. 55.

¹⁶ Копнин П. В. Логические основы науки. Киев, 1968, с. 131.

¹⁷ Там же.

¹⁸ Борн М. Физика в жизни моего поколения. М., 1963, с. 98.

¹⁹ См. также раздел «Споры о философских предпосылках теории относительности. Проблема Э. Маха — А. Эйнштейн» нашей работы «Философские проблемы теории относительности» (М., 1973).

творцы новой физики, чаще всего не занимались систематическим концептуальным анализом махистской теории познания и критикой субъективно-идеалистической сути его философии, а принимали Маха как антидогматика, критика основ классического естествознания. Более того, можно согласиться с В. С. Уколовым, который в статье, посвященной эволюции мировоззрения А. Эйнштейна, пишет следующее: «Как это ни покажется парадоксальным, в философии Юма и Маха Эйнштейн выделил элементы диалектики, не придавая значения тому философскому контексту, в котором они стоят»²⁰. Несомненно, некоторые положения учения Э. Маха можно было истолковать диалектически, хотя они, как будет показано ниже, не выражали сути его философии. Естествоиспытателей привлекала в философии Э. Маха еще и та особенность, что он широко использовал естественнонаучный материал при построении своей системы и подметил некоторые действительные проблемы, стоящие перед физической наукой.

Так, введение в научное познание Ньютоном понятий абсолютного времени и абсолютного пространства вызвало недовольство Э. Маха, потому что эти понятия принципиально нельзя сравнить с данными опыта, с экспериментом. Отмечая опытный характер пространственно-временных характеристик, Мах справедливо подчеркивал, что «движение может быть равномерным относительно другого движения. Вопрос, равномерно ли движение само по себе, не имеет никакого смысла»²¹. «Мы не должны забывать того, — писал он в другом месте, — что все вещи неразрывно связаны между собою и сами мы со всеми нашими мыслями составляем лишь часть природы»²². Естественно, что подобные диалектические мотивы (которых немало в работах Э. Маха) воспринимались естествоиспытателями не в связи с его исходными идеалистическими утверждениями. Однако для самого Маха эти правильные сами по себе мысли не играли решающей роли. Главную суть своих

²⁰ Уколов В. С. К вопросу об эволюции мировоззрения Эйнштейна (1905—1936). — Учен. зап. Костромского пед. ин-та, 1971, вып. 25, с. 18.

²¹ Мах Э. Механика: Историко-критический очерк ее развития. СПб., 1909, с. 187.

²² Мах Э. Анализ ощущений и отношение физического к психическому. М., 1908, с. 257.

воззрений он выражал следующим образом: «Беспристрастное и непредубежденное размышление учит нас, что всякая практическая и интеллектуальная потребность удовлетворена, раз наши идеи вполне воспроизводят факты чувственного мира. Это воспроизведение и есть задача и цель физики, а атомы, силы и законы суть лишь средства, облегчающие нам это воспроизведение. Эти средства ценны постольку, поскольку они оказывают эту помощь»²³. «Моя точка зрения, — разъяснял он, — совершенно исключает все метафизические (т. е. философские. — *К. Д.*) вопросы, как те, которые признаются неразрешимыми лишь для настоящего времени, так и те, которые признаны неразрешимыми вообще и навсегда»²⁴.

Приведенные субъективно-идеалистические положения, вероятно, не воспринимались большинством естествоиспытателей как органически связанные с критической стороной философии Маха. Характерно в этой связи, что четко сформулированные Махом субъективно-идеалистические взгляды об «элементах мира», о том, что мир состоит «из комплексов ощущений» и т. п., не привлекли большого внимания со стороны естествоиспытателей. Только позже (после 1910 г.), когда стал широко обсуждаться вопрос о философских предпосылках теории относительности и начали появляться работы, непосредственно посвященные теоретико-познавательным аспектам новой теории, физики вынуждены были познакомиться с философскими интерпретациями нового этапа в развитии физической науки. В результате большинство естествоиспытателей высказались против тезиса о генетической связи между теорией относительности и различными идеалистическими философскими школами, в том числе и махизмом.

В частности, Эйнштейн подверг критике Маха за то, что он «недостаточно подчеркнул конструктивный и спекулятивный характер всякого мышления, в особенности научного мышления»²⁵. Эта критика указывала на самую существенную слабость гносеологической позиции Маха как сторонника эмпирической платформы в философии — недооценку роли теоретического, рационального, творче-

²³ Там же, с. 298.

²⁴ Там же, с. 254.

²⁵ *Эйнштейн А. Физика и реальность. М., 1965, с. 139.*

ского момента в процессе познания. Кстати, этот факт вынуждены были признать и ученики Маха, что привело их к попыткам модернизации махизма.

Появление теории относительности было связано, таким образом, не только с тем, что ученые столкнулись с экспериментальными фактами, которые не укладывались в рамки старой концептуальной схемы. Создание этой теории было неотделимо от предварительного философско-критического анализа многих очевидных и вместе с тем фундаментальных понятий классической механики.

Распространение позитивистских устремлений, в том числе идей Маха, среди естествоиспытателей отчасти объясняется тем, что многие другие философские школы и школы на Западе носили в то время (как, впрочем, и сейчас) иррационалистический, априористский и явно выраженный субъективистский характер и в своих построениях почти игнорировали достижения естественных наук, занимали скептическую позицию по отношению к прогрессу научного знания.

Говоря о влиянии той или иной философской системы на мировоззрение естествоиспытателя, необходимо иметь в виду, что те или иные философские системы воспринимаются им иначе, чем, скажем, социологом. Более того, существует определенное различие в восприятии теоретико-познавательных идей физиками-теоретиками и физиками-экспериментаторами. Процесс осмысления философских идей естествоиспытателями (как и учеными других областей знания) находится в прямой зависимости от задач, решаемых ими в данный момент, от категориальной схемы, которой они пользуются, и т. д. Эйнштейн, ознакомившись с различными философскими толкованиями своей теории, так характеризовал указанную ситуацию: «Как человек, пытающийся описать мир, не зависящий от актов восприятия, он (ученый) кажется *реалистом*. Как человек, считающий понятия и теории свободными (невыводимыми логическим путем из эмпирических данных) творениями человеческого разума, он кажется *идеалистом*. Как человек, считающий свои понятия и теории обоснованными лишь в той степени, в которой они позволяют логически интерпретировать соотношения между чувственными восприятиями, он является *позитивистом*. Он может показаться точно также и *платоником*, и *пифагорейцем*, ибо он считает логическую простоту непрелож-

ным и эффективным средством своих исследований»²⁶. Существование определенной специфики восприятия философских идей — одна из причин того, что одни и те же положения, например Канта или Гегеля, интерпретируются по-разному.

В связи с этим можно привести такой факт из истории науки. Известно, что Эйнштейн анализировал вопрос об отношении различных философских учений к теории пространства и времени. В частности, он резко отрицательно высказался о научности кантовского решения проблемы соотношения пространства, времени и движущейся материи: «Попытку же Канта устранить это затруднение (имеются в виду трудности подхода классической механики к проблеме соотношения пространства и материи.— *К. Д.*) путем отрицания объективности пространства трудно считать серьезной»²⁷. Между тем некоторые физики (не говоря уж о неокантианцах типа Э. Кассирера) придерживаются на этот счет иных взглядов. Например, М. Лауэ пишет: «К удовлетворяющему меня пониманию теории относительности я пришел лишь тогда, когда мне удалось установить ее связь с кантовской теорией пространства и времени»²⁸. На наш взгляд, это расхождение оценок возможностей философии Канта в интерпретации теории относительности свидетельствуют в пользу правомерности тезиса о том, что существует определенная специфика в восприятии естествоиспытателями, социологами, литераторами и т. д. той или иной философской системы, ее основных принципов, методологических установок. Эта специфика существенно определяется культурой ученого, его социальной позицией, характером решаемых им задач.

Сказанное выше вскрывает причины влияния Э. Маха на мировоззрение ученых, помогает понять то, что они могли искать в его гносеологических построениях для решения собственных проблем.

Слабость философской позиции Э. Маха, В. Оствальда, П. Дюгема и их последователей состояла не в том, что они подвергли критике метафизические, по существу

²⁶ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 311.

²⁷ Там же, т. II, с. 745.

²⁸ Лауэ М. Теория познания и теория относительности.— В кн.: Лауэ М. Статьи и речи. М., 1969, с. 241.

антропоморфные элементы в системе ньютоновской физики, а тем самым и определенные принципы метафизического метода мышления. Ее несостоятельность заключалась в том, что они вели эту критику, как показал В. И. Ленин, с позиций субъективно-идеалистической философии грубого эмпиризма. Ведь, как отметил К. Маркс, «грубый эмпиризм превращается в ложную метафизику, в схоластику, которая делает мучительные усилия, чтобы вывести неопровержимые эмпирические явления непосредственно, путем простой формальной абстракции, из общего закона или же чтобы хитроумно подогнать их под этот закон»²⁹. Поэтому-то релятивизация понятий пространства, времени, движения вылилась у махистов в отрицание их объективного статуса. Махизм просто не справился с поставленной задачей — необходимостью философско-критического анализа основ физики Ньютона. Гносеологический субъективизм привел его сторонников к идеализму берклианского типа.

Слабость теоретико-познавательной позиции узкого эмпиризма состоит не только в том, что он ограничивает научное познание лишь систематизацией непосредственно чувственно данного, но и в том, что он не способен ответить на вопрос, как перейти от одной категориальной системы к другой. Более того, последовательная эмпиристская платформа, лежащая в основе его логики научного исследования, исключает саму возможность постановки этого вопроса. В лучшем случае допускается возможность уточнения существующей системы знания, исключения из нее гипотетических элементов, непосредственно не наблюдаемых величин и вообще всего того, что непосредственно чувственно не дано. Такая, сугубо феноменологическая, установка не может помочь в решении задач, стоящих перед наукой. И действительно, проблема, которая волновала ученых на рубеже XIX и XX вв., не была снята до тех пор, пока не были выработаны новые требования к категориальному аппарату физики. Для этого пришлось изменить содержание одних фундаментальных категорий механики Ньютона, ограничить область малых скоростей и больших масс действие других, наконец, ввести новые категории для отображения вновь открытых связей и отношений, не имевших механических аналогов.

²⁹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 26, ч. I, с. 64.

Таким образом, новая теория пространства, времени и тяготения связана с различного рода вариантами гносеологической концепции Э. Маха, преимущественно исторически, а не концептуально-генетически. Теория относительности принципиально не могла последовательно реализовать философские установки махизма и потому получать от него сколь-нибудь существенный методологический импульс. Этим, вероятно, объясняется и тот факт, что сам основоположник новой теории пространства и времени в 1922 г. (после того как стал уделять больше внимания философским проблемам физической науки) высказался очень резко против Э. Маха как философа. А. Эйнштейн не только отрицательно отнесся к гносеологическим воззрениям Маха, но и указал на их самые уязвимые моменты — абсолютизацию чувственно данного, недооценку активной, творческой роли субъекта в процессе познания. Вероятно, с этим связан и тот факт, что в дальнейшем Эйнштейн стал высоко оценивать философию Канта, к которому он в первое время после создания своей теории относился отрицательно³⁰. При всей своей спорности утверждения А. Эйнштейна о том, что теории суть свободные изобретения человеческого ума, что нет пути от опыта к теории и т. п.³¹, направлены по существу против махистской и вообще позитивистской линии в философии.

Абсолютизация эмпиризма привела Маха не только к неверию в истинность теории относительности, но и к решительному выступлению против атомистики. Защищаясь против материалистической критики М. Планка, Эрнст Мах писал: «Главное, пока проявившееся разногласие (с современной физикой. — К. Д.) состоит в вере в реальность атомов... Как видно, у физиков уже налицо все данные для основания церкви; они уже начинают усваивать и обычные для последней приемы. В таком случае я просто-напросто заявляю: если для вас столь существенна вера в реальность атомов, то я отрекаюсь от образа мышления физика, не хочу быть настоящим физиком, отказываюсь от какой бы то ни было претензии на звание

³⁰ См.: Чудинов Э. М. Теория относительности и философия. М., 1974, с. 50—51.

³¹ Возможность различных интерпретаций подобных утверждений, их спорный характер вытекает из их, если угодно, философского характера, с присущей им неопределенностью.

ученого. Коротко говоря, я покорно благодарю за честь принадлежать к общине верующих, ибо свобода мысли мне дороже»³².

Как говорится, комментарии излишни. Ошибочная философская позиция восстановила Э. Маха против ведущих физических теорий XX в. Поэтому заявлять, как это делает П. Бергманн, что «попытка Маха анализировать физическую теорию не в рамках ее метафизической суперструктуры, а в ее отношении к наблюдению оказалась триумфальной»³³, по меньшей мере, странно. Характерно, что Бергманн в своей статье не может привести ни одного факта, свидетельствующего о положительном воздействии философских идей Маха на современные методологические поиски в физике. И это не случайно. Причина — в принципиальном, коренном расхождении между тем, как развивается естественнонаучное знание в XX в., и основными методологическими установками Э. Маха и его последователей.

³² *Mach E.* Die Seitgedanken meiner naturwissenschaftlichen Erkenntnislehre und ihre Aufnahme durch die Zeitgenossen.—Scienta, 1910, Bd. 7, N 14.

³³ *Bergmann P. G.* Ernst Mach and contemporary physics.—In: Boston studies in the philosophy of science. Dordrecht; Boston, 1969, vol. 6., p. 70.

Е. А. МАМЧУР

ОБ «ИДЕАЛЕ» НАУЧНОЙ ТЕОРИИ

В последнее время методология науки все чаще обращается к проблеме эволюции научного знания, к поискам закономерностей его «роста», развития. Усиленное внимание к этим проблемам порождается двоякого рода обстоятельствами. С одной стороны, внутренними потребностями самой методологии: обращение к проблемам развития предстает здесь как реакция на длительное самоограничение методологии задачами исследования сложившегося, готового знания¹. С другой стороны, оно продиктовано ориентацией на выполнение определенного социального заказа: эпоха научно-технической революции порождает потребность в теории развития науки, отсутствие которой затрудняет планирование в этой сфере общественной деятельности.

Интерес к вопросам развития знания делает актуальным методологический анализ переходных периодов в науке: именно в эти периоды происходит смена фундаментальных научных теорий. При этом задача методологии в отличие, например, от истории науки состоит не в том, чтобы возможно более подробно описать все особенности той или иной ситуации перехода, а в том, чтобы воспроизвести такие ситуации *теоретически*, т. е. найти их закономерности. Какие из факторов, влияющих на переход от одной фундаментальной теории к другой в той

¹ Здесь имеется в виду позитивистская методология науки, из сферы исследования которой исключались вопросы, так или иначе связанные с субъективными моментами познания, — проблемы генезиса теорий, изменения исследовательских программ в науке, и т. п. Методология, сложившаяся в рамках диалектико-материалистической традиции, напротив, предполагает исследование всех этих вопросов, поскольку она настаивает на практической природе познания.

или иной области знания, являются существенно важными и необходимыми, а не случайными и преходящими?

Модель переходных периодов и идеал теоретического знания. Несомненно, что в переходе к новой теории важную роль играют новые экспериментальные результаты, «не укладывающиеся» в существующую теоретическую систему. Представления о том, что экспериментальные данные являются единственным фактором, детерминирующим этот переход, легли в основу широко распространенной в методологических исследованиях модели смены теорий. Символически эту модель можно представить следующим образом:

$$(T_1 \rightarrow T_2) \sim \Delta E, \quad (1)$$

где T_1 — предыдущая теория; T_2 — последующая теория, ΔE — изменения в сфере эмпирических данных, \sim — знак функциональной зависимости.

Однако обращение к истории научного познания показывает, что такая модель упрощает действительную картину развития научного знания и «работает» далеко не всегда. Нередко принятие и распространение новой теории происходит до того, как старая теоретическая система выявит свою неспособность объяснять накапливающуюся экспериментальную информацию. Складывается следующая ситуация: старая теория еще вполне «справляется» с объяснением эмпирических данных, а между тем не только идут интенсивные поиски новых путей объяснения, но и совершается переход к новой теории, еще не успевшей доказать своей большей плодотворности в плане объяснения и предсказания экспериментальных результатов.

Сошлемся в качестве примера на переход от классической электродинамики Максвелла — Лоренца к специальной теории относительности (СТО). Теория Лоренца 1904 г. находилась в согласии со всеми известными опытными фактами. Так, она вполне удовлетворительно объясняла результаты опыта Майкельсона — Морли и подобных ему, в которых измерялось отношение значений скорости света в двух взаимно перпендикулярных направлениях (по направлению движения Земли и перпендикулярно к нему) и которые открывали возможность по сдвигу интерференционных полос, предсказываемых теорией, определить направление и скорость движения Земли отно-

сительно неподвижного эфира. Как известно, результаты такого рода опытов были отрицательными: предсказываемого сдвига интерференционных полос так и не было обнаружено. Лоренц попытался объяснить этот экспериментальный факт, предположив, что межатомные силы, ответственные за объединение атомов в молекулы, а молекул в макроскопические твердые тела, представляют собой натяжения эфира. Потенциал Ψ поля заряженной частицы, покоящейся относительно эфира, согласно уравнениям Максвелла представляет собой сферически симметричную функцию расстояния R от нее. Расчеты показывают, что для частицы, движущейся относительно эфира со скоростью v , поле не будет сферически симметричным, а приобретет симметрию эллипсоида вращения, диаметр которого в направлении, перпендикулярном скорости, совпадает с диаметром прежней сферы, а в направлении движения будет укорочен в $1 \left| \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \right|$ раз. (Согласно допущению Лоренца, аналогичные изменения испытывают не только силы электрического происхождения, но и силы, действующие между незаряженными частицами, а также между заряженными и незаряженными частицами.) Подобным образом должна сжаться вся система эквипотенциальных поверхностей кристаллов твердого тела. Поскольку атомы кристаллической решетки расположены в точках, где электрические силы взаимно компенсируются, т. е. потенциал минимален, постольку сжатие эквипотенциальных поверхностей должно вести к сжатию всего тела в направлении движения. Сжатие плеча интерферометра, параллельного направлению движения (в эксперименте Майкельсона—Морли), компенсирует предсказываемую неподправленной теорией эфира разницу во времени распространения света параллельно направлению движения Земли и перпендикулярно ему, в связи с чем и не обнаруживается сдвига интерференционных полос.

Модифицированная теория Лоренца позволяла также объяснить отрицательный результат опытов Рэлея (1902) и Бреса (1904) по обнаружению двойного лучепреломления в прозрачных изотропных телах, движущихся вместе с Землей в эфире; результаты опытов Трутона и Нобля (1903) по измерению момента силы, действующей на заряженный конденсатор, движущийся вместе

с Землей в эфире и расположенный под углом к этому движению. Дополненная гипотезой о сокращении, эта теория предсказывала эффект зависимости массы тел от скорости. В 1904 г. Лоренц показал, что опыты Кауфмана (по измерению отклонения лучей радия в электрических и магнитных полях) подтверждают вычисленные им (на основе гипотезы сокращения электрона) значения поперечной и продольной масс электрона во всяком случае не хуже, чем значения, вычисленные Абрагамом на основе предположения о жестком сферическом электро². Явление возрастания массы частиц с ростом их скорости давало возможность вполне правдоподобно объяснить эффект замедления времени в системах, движущихся относительно эфира: в движущихся часах масса частиц становится больше, и потому часы колеблются замедленно. Допущение о замедлении времени наряду с гипотезой о сокращении тел позволило объяснить невозможность обнаружения зависимости скорости света от движения лаборатории относительно эфира и в прецизионных опытах типа Физо, в которых (в отличие от опытов типа Майкельсона—Морли) предполагалось измерять скорость света непосредственно. Соответствующие расчеты показывают, что ввиду существования указанных эффектов сокращения все наблюдатели при измерении скорости света получают один и тот же результат.

Таким образом, теорию Лоренца нельзя было обвинить в несогласии с опытом. «Напротив,— утверждает Д. Бом,— эта теория подтверждалась всей совокупностью экспериментальных данных, полученных во времена Лоренца, да и данными всех последующих экспериментов»³.

Предпочтение, отданное физиками специальной теории относительности, вряд ли можно объяснить и тем, что в действие вступили соображения (методологического порядка) относительно *характера* произведенной Лоренцом модификации теории. Теоретически обоснованная комбинированная гипотеза Лоренца многим должна была казаться не более искусственной (и *ad hoc*), чем содержащееся в СТО предположение об относительности одновременности. Правда, комбинированная гипотеза Лоренца

² Принцип относительности: Сборник работ классиков релятивизма. Л., 1935, с. 30—35.

³ Бом Д. Специальная теория относительности. М., 1967, с. 58.

была введена специально для того, чтобы объяснить, почему в соответствующих экспериментах вопреки ожиданию не удается обнаружить зависимость скорости света от состояния движения системы отсчета. И предположение, о том, что все тела должны сократиться лишь для того, чтобы осталось невыявленным движение лаборатории относительно эфира, казалось довольно искусственным. Но вряд ли в глазах приверженцев концепции эфира выглядело естественным теоретически «необоснованное» постулирование инвариантности скорости света с вытекающими из него радикальными изменениями привычных представлений о пространстве и времени. Поэтому можно предположить, что сторонникам новой теории ее допущения не казалось искусственным, поскольку вместе с утверждением теории незаметно менялись и представления о естественности или искусственности тех или иных ее допущений.

Пока нам важно, однако, отметить другое: переход от лоренцевой электродинамики к СТО не удастся реконструировать, апеллируя лишь к преимуществам СТО в экспериментальном плане, либо к каким-либо очевидным, бросающимся в глаза методологическим недостаткам теории Лоренца.

Ситуации, подобные сложившейся в период перехода от электродинамики Максвелла—Лоренца к СТО, наводят на мысль, что в научном познании существует явление, аналогичное тому, которое К. Маркс открыл в сфере производительных сил и которое он охарактеризовал как «моральный износ машин». Такой износ материально не «персонифицируется» и никак не связан с изменением физического состояния машин. В процессе морального износа машина «утрачивает меновую стоимость, по мере того как машины такой же конструкции начинают воспроизводиться дешевле или лучшие машины вступают с ней в конкуренцию»⁴. «Моральный износ» теоретических систем проявляет себя в том, что теория, которая, казалось бы, еще может существовать и «работать» в качестве системы объяснения и предсказания, тем не менее вытесняется новой. И причины этому (как и в случае с моральным износом машин) следует искать в каких-то качествах, присущих этой теории не самой по себе, а как

⁴ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 23, с. 415.

элементу всей системы научного знания и даже больше — общей интеллектуальной атмосферы эпохи.

В случае замены теоретической системы ее «моральный износ» выражается в том, что претерпевает изменение представление широких кругов научной общественности относительно того, *каким должно быть научное объяснение и какой должна быть научная теория*. Короче, изменяется то, что можно было бы назвать «идеалом научной теории». Именно изменившийся идеал теоретического знания способствует отказу от старой теории и переходу к новой теории.

Наличие ситуаций, когда смена теоретических систем совершается под влиянием изменения идеала теоретического знания, показывает, что модель переходов типа (1) не может служить основой адекватной реконструкции процесса развития науки: из истории познания, реконструированной на основе такой модели, выпадают те переходные периоды, в которых изменения в сфере экспериментальных данных не играют заметной роли. Более адекватной поэтому представляется модель следующего типа:

$$(T_1 \rightarrow T_2) \sim \Delta E, \Delta I, \quad (2)$$

где ΔI есть изменение идеала теоретического объяснения. На основании схемы (2) можно сделать следующий вывод. Согласие с экспериментальными фактами является необходимым, но недостаточным условием для принятия научной общественностью некоторой теории в качестве истинной. Оценка истинности новой теории определяется не только ее согласием с экспериментальными данными, но и ее соответствием сложившемуся идеалу теоретического объяснения.

Особенности формирования идеала. Понятие идеала теории является многогранным, структурно расчлененным. В него входят представления о строении реальности (так же как и суждения о том, какой ход событий, какой порядок вещей в этой реальности является «естественным»), которые определяют содержание онтологических допущений строящихся теоретических систем. Кроме того, к факторам, формирующим идеал теории, относятся требования (иногда формируемые явно, иногда лишь подразумеваемые) к характеру самого научного знания, к способу его организации.

Может возникнуть вопрос, каким образом новая теоретическая система находит уже сложившимся идеал, которому она должна соответствовать? Как рационально объяснить «предустановленную гармонию» между идеалом теории и самой теорией? Думается, что объяснение этому следует искать в характере деятельности, формирующей идеал теоретического знания.

Представления, формирующие идеал теории, выступают для исследователей исходными интуитивно очевидными предпосылками познания на том или ином этапе его развития. Интуитивная очевидность этих предпосылок является, однако, иллюзорной; на самом деле они — результат теоретической деятельности⁵. Следует отметить при этом, что в формировании идеала теории принимает участие не только та деятельность, которая предшествует новому этапу познания, но и та, благодаря которой возникает сам этот этап. Иными словами, деятельность по вычленению и теоретическому оформлению нового знания (во всяком случае на каждом из значительных этапов его развития) оказывается синхронной (совпадающей во времени) и частично переплетающейся по содержанию с деятельностью, казалось бы, совсем иного рода, а именно с деятельностью по выработке методологических нормативов, которым подчиняется познавательный процесс. Этот двуединый характер познавательной деятельности (процесс познания является одновременно и важнейшим вкладом в формирование его методологии) дает возможность понять, каким образом изменение идеала теории детерминирует изменение в сфере теоретического знания.

Между идеалом теории и сферой теоретического знания устанавливается своего рода механизм обратной связи: идеал теории, детерминируя развитие науки (соответствие теории сложившемуся идеалу делает ее приемлемой и стимулирует переход к ней), сам испытывает детерминирующее влияние этого развития (создание и ут-

⁵ В формировании исходных предпосылок принимают участие, помимо научной (теоретической), и другие сферы интеллектуальной деятельности людей — искусство, идеология и пр. В данной статье мы отвлекаемся от взаимодействия науки с этими другими сферами человеческой деятельности. Такое отвлечение тем более правомерно, что с развитием науки увеличивается вклад в содержание исходных предпосылок самого научного знания.

верждение новой фундаментальной теории формирует и новый идеал теории). Проследим диалектику этой связи, вновь обратившись к ситуации перехода от классической электродинамики к СТО. В свете интересующего нас вопроса подобные ситуации представляют особый интерес, поскольку они являются как бы «вырожденными»: роль экспериментальных данных здесь фактически сводится к минимуму, благодаря чему особенно рельефной становится роль, которую играют в развитии знания факторы более широкого плана, и в частности соображения методологического порядка. Такие ситуации символически можно представить схемой:

$$(T_1 \rightarrow T_2) \sim \Delta I. \quad (3)$$

Изменение характера объяснения. Анализ дискуссий между сторонниками и противниками СТО⁶ позволяет заметить, что новая теория была неприемлемой по соображениям скорее метанаучного, чем научного плана. Интуитивно неприемлемыми казались прежде всего те изменения, которые СТО вносила в саму процедуру объяснения явлений. В классический период науки явление считалось объясненным, если удавалось найти для него модель-представление, или, как ее иногда называют⁷, модель «портретного» типа. Поиски моделей-представлений, столь характерные для стиля мышления представителей классической физики, удовлетворяли определенные психологические потребности исследователей: сводя неизвестное к известному, знакомому, такие модели способствовали пониманию теории.

Например, одним из центральных понятий классической электродинамики является, как известно, понятие электромагнитного поля. Волновой характер этого поля получил в теории Максвелла вполне разумное модельное объяснение, поскольку здесь принималось, что поле есть особое состояние материальной среды — эфира, а электромагнитные волны возникают в результате колебаний частиц эфира около положений равновесия. Рассмотрение электромагнитной волны объяснялось в теории Максвелла по аналогии с распространением звука в воздухе: вол-

⁶ См., например: Электричество, 1930, № 3.

⁷ *Suppe F.* The search for philosophy understanding of scientific theories.— In: The structure of scientific theory. University of Illinois press, 1974, p. 97.

на возникает в результате передачи возмущения от одной частицы эфира к другой; на смещение частиц тратится время, в результате чего возникает эффект запаздывания, зафиксированный в уравнениях Максвелла.

Другое дело — СТО. Встроить модель поля «портретного» типа в ее концептуальную структуру оказалось в принципе невозможным. Сохранив представление о волновом характере поля, эта теория отказалась от эфира как материального носителя поля. Поле в СТО — самостоятельно существующая реальность. Здесь, естественно, возникали законные вопросы: *что* в таком случае колеблется? Колебания *чего* вызывает электромагнитные волны? Каким образом возникает эффект запаздывания в отсутствие какой бы то ни было среды? Представить себе колебания без того, *что* колеблется, было действительно трудно. Если бы поле носило *струйный* характер, представить себе его распространение было бы легче.

Таким же неприемлемым для многих физиков представлялся отказ СТО от классического правила сложения скоростей и постулирование инвариантности скорости света относительно любой инерциальной системы отсчета. Невозможно было вообразить движение объекта, скорость которого относительно всех других тел, с какими бы скоростями они не перемещались, остается одной и той же. Но именно таким объектом было поле в СТО.

Итак, с позиций приверженцев классической физики онтологические утверждения СТО были просто неразумными, нерациональными. Поэтому, чтобы новая теория стала приемлемой, должны были произойти определенные сдвиги в представлениях о самой «разумности».

Тот факт, что новая физика влечет изменения в характере процедуры объяснения, нашел отражение и на уровне профессиональной методологии. Методологи, стоящие на позициях позитивизма, нередко требовали вообще отказаться от объяснения как функции научного познания. Отождествляя объяснение лишь с тем его типом, который был характерен для классической физики⁸, они обосновывали свой отказ необходимостью удалить из науки антропоморфные элементы. Характерно, что разрабатываемые приверженцами логического позитивизма представления о структуре теории одно время вообще не

⁸ *Мих. Э.* Популярно-научные очерки. СПб., 1909, с. 316.

содержали модели как необходимого ингредиента теории. Согласно этим представлениям теория является аксиоматическим исчислением, и термины ее получают интерпретацию только посредством особого рода связей (правил соответствия) с эмпирическими данными. Высказанное же впоследствии требование признать существование независимой (от эмпирической) семантической интерпретации терминов, т. е. интерпретации их на модели⁹, воспринималось как критика и модификация традиционных взглядов на теорию¹⁰.

Следует отметить, что теоретический аппарат СТО интерпретировался все же на модели. Но это была модель принципиально иного (по сравнению с моделями-представлениями) типа — она имела математический характер. Такой моделью оказалось, в частности, четырехмерное многообразие Минковского, каждый элемент которого определяется четырьмя величинами — тремя пространственными и одной временной. Четырехмерное пространство СТО имеет свои векторы и тензоры, аналогичные векторам и тензорам обычного пространства, но инвариантные относительно лоренцевых преобразований. Законы природы, инвариантные (согласно СТО) относительно лоренцевых преобразований, в интерпретации Минковского оказываются математическими соотношениями между четырехмерными векторами и тензорами¹¹. «... То, что явно сделала теория относительности,— пишет в связи с этим Дж. Холтон,— это перемещение основных элементарных истин из плоскости непосредственного голого опыта в пространстве и времени в математическую модель, объединяющую пространство и время и недоступную чувственному восприятию»¹².

Новые требования к теории. Изменения, внесенные в процедуру объяснения новой физикой, были беспрецедентными в одном отношении: в качестве объясняющих

⁹ См., например: Nagel E. The structure of science.— N. Y., 1961, p. 90; Hesse M. Forces and fields. N. Y., 1965, p. 23—24.

¹⁰ The structure of scientific theory, p. 95—102.

¹¹ Диаграммы Минковского являются тем элементом модели, который хотя бы отчасти удовлетворяет потребности исследователей в наглядности, компенсируя ее в целом непредставимый характер.

¹² Холтон Дж. Эйнштейн о физической реальности.— В кн.: Эйнштейновский сборник. 1969—1970. М., 1970, с. 221.

здесь использовались факторы, несравнимые с тем, что требовало объяснения, не имеющие аналогов в мире объясняемого. Апелляция к ненаблюдаемым сущностям при объяснении явлений предполагалась, правда, и в классический период науки. Однако в отличие от новой физики ненаблюдаемые сущности классической науки (атомы, молекулы) считались в известной мере подобными окружающим телам.

Увеличивающийся разрыв между утверждениями теории и миром чувственного опыта порождал вполне реальную опасность появления неадекватных, «придуманных» объяснений и требовал в качестве компенсации усиленного опытного контроля над разросшимся теоретическим аппаратом. Не случайно именно в период становления новой физики было сформулировано методологическое требование к самой теории как форме организации знания, которого не знала классическая физика. Речь идет о требовании операциональной определимости теоретических понятий, установления их «физического смысла».

Представители классической физики интуитивно исходили из того, что если теория истинна (в данном случае это означало, что она согласуется с экспериментальными данными), все ее понятия и утверждения имеют физический смысл. В методологии современной науки вопрос об определении физического смысла теоретических понятий приобретает статус проблемы, разрешение которой требует операции, отличающейся по своему характеру от операции установления соответствия теории как целого с эмпирическими данными.

В одном из писем М. Соловину А. Эйнштейн формулирует требование операциональной определимости понятий следующим образом: «Для каждого физического понятия должно быть дано такое определение, чтобы в любом конкретном случае на основе этого определения можно было сказать, соответствует ли это понятие действительности или нет»¹³. При этом Эйнштейн вовсе не требует, чтобы каждое понятие теоретической системы получало операциональное определение. «Для того, чтобы какую-нибудь логическую систему,— пишет он,— можно было считать физической теорией, необходимо потребовать, чтобы все ее утверждения можно было независимо

¹³ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М., 1967, т. IV, с. 550.

интерпретировать и «операционалистски» проверять. В действительности же еще ни одна теория не могла удовлетворять этим требованиям, и им вообще невозможно удовлетворить. Для того, чтобы какую-нибудь теорию можно было считать физической теорией, необходимо, чтобы вытекающие из нее утверждения в принципе допускали эмпирическую проверку»¹⁴. Операционально определяемыми, с позиций Эйнштейна, должны быть «первичные» понятия, в разряд которых попадают «пространство», «время» и т. п.

Именно операциональная неопределяемость фундаментальных понятий классической электродинамики была тем обстоятельством, которое беспокоило А. Эйнштейна,¹ А. Пуанкаре и многих других физиков и делало эту теорию в их глазах очень неблагополучной. Все законы этой теории формулировались на языке «истинного» времени и «истинных» пространственных координат, т. е. тех величин, которые измеряются приборами, покоящимися относительно эфира. Чтобы узнать «истинное» значение некоторой длины, измеренной с помощью движущегося прибора, в нее следует внести поправку на эффект, который появляется в результате этого движения. Однако, согласно теории Лоренца, не существует способа для такой корректировки, поскольку не существует такого эксперимента, который позволил бы определить скорость движения лаборатории относительно абсолютной системы отсчета. В связи с этим «истинные» длины и промежутки времени оказываются в теории Лоренца «внутренне неопределенными»¹⁵

Утверждение новых представлений о характере теории дает возможность понять и объяснить, как мог логический позитивизм сыграть положительную роль в формировании и распространении СТО. Нельзя упускать из виду, что появление логического позитивизма было не только реакцией против гегельянства; новое направление претендовало на то, чтобы дать ответы на философские вопросы, поставленные развитием новой физики. Основы логического позитивизма были заложены школой берлинских ученых и философов во главе с Г. Рейхенбахом и широко известным впоследствии Венским кружком под

¹⁴ Эйнштейн А. Собрание научных трудов, т. IV, с. 306.

¹⁵ Бом Д. Специальная теория относительности, с. 56.

руководством М. Шлика. В начальный период развития логического позитивизма его гносеологические установки представляли собой смесь позитивизма Э. Маха с конвенционализмом. Формулируя свои взгляды на научную теорию, логические позитивисты утверждали, что теоретические термины (и формулируемые в этих терминах предложения) должны быть явно определены в терминах языка наблюдения и являются сокращениями этого языка. Теоретические термины и предложения можно в принципе элиминировать, заменив их соответствующими предложениями языка наблюдения, в связи с чем их можно трактовать как условные соглашения (конвенции), используемые для выражения отношений между явлениями¹⁶. Сопоставление разрабатываемой в начальный период развития логического позитивизма модели научной теории с формами организации знания, функционирующими в реальной научной практике, выявило неадекватность этой модели: теоретический уровень знания невозможно представить в качестве простого сокращения языка наблюдения.

Рациональный момент, содержащийся во взглядах логических позитивистов, заключается в провозглашенном ими требовании верифицируемости (подтверждаемости, опытной обоснованности) терминов и предложений научной теории. Правда, это требование получило у логических позитивистов неадекватную интерпретацию, поскольку верифицируемость теоретического предложения понималась ими как сводимость его к конечному числу предложений наблюдения. Однако физики вряд ли знали о подобной конкретизации требования верифицируемости в работах профессиональных философов науки. Само же по себе оно представлялось им вполне разумным, поскольку отвечало духу новой физики. Естествоиспытатели увидели в работах Э. Маха и логических позитивистов не столько то, что там действительно содержалось, сколько то, что им *хотелось* увидеть.

Методологические принципы и идеал теории. Меняясь вслед за радикальными изменениями в сфере теоретического знания, идеал теории является исторически относительным. Возникает вопрос: существуют ли инвариант-

¹⁶ См.: The structure of scientific theory, p. 11—13.

ные, остающиеся неизменными на всех этапах познания компоненты идеала?

Безусловными ценностями для ученых всегда выступали такие качества теорий, как их плодотворность, точность в предсказаниях, простота, отсутствие среди исходных посылок искусственных допущений, внутреннее единство и т. п. В последнее время на уровне методологического анализа была выделена целая группа принципов, выполняющих в познании, по предположению, эвристическую, регулирующую функцию. Среди них — принципы соответствия, инвариантности, фальсифицируемости и т. п. Возможность использования их в качестве эвристических принципов предполагает, казалось бы, их повторяемость (инвариантность). Однако обращение к истории науки показывает, что по настоящему неизменными оставались, пожалуй, лишь требования точности, соответствия и простоты, причем конкретное содержание этих требований, вообще говоря, изменялось в ходе развития познания.

Но и те методологические требования, которые остаются неизменными при переходе от одной теории к другой, не играют роли каких-то внеисторических критериев выбора теорий, хотя и указывают на преимущества новой теории (по сравнению со старой) в каком-то отношении (например, не ее большую плодотворность или простоту). Однако преимущества в каком-то одном отношении почти никогда не решают дела. В лучшем случае они способствуют утверждению новой теории; новая же теория способствует утверждению нового идеала, в свете которого могут показаться иными как относительная ценность того или иного методологического требования, так и его конкретное содержание.

Возьмем, к примеру, принцип простоты. В явной форме он был сформулирован еще в XIII в. схоластом У Оккамом, учившим не множить сущности без необходимости (так называемая «брита Оккама»). Неявно же он применялся задолго до Оккама. Уже Аристотель в своей борьбе против идеалистической системы Платона использовал методологическое соображение, напоминающее собой правило Оккама: он обвинял Платона в том, что тот, вводя мир идей, существующий наряду с миром вещей, ничего таким образом не объясняет, а лишь удваивает известное количество сущностей.

Требование простоты фигурировало в качестве важного методологического принципа на всех этапах развития научного знания. Постоянные поиски простоты знания отвечают не только субъективным устремлениям исследователей. — они являются выражением «интересов» и самою научного познания. Так «бритва Оккама» стоит фактически «на страже» такой важной функции науки, как объяснение. В самом деле, научное знание способно выполнять свою объяснительную функцию в значительной степени благодаря своему системному характеру, точнее, благодаря тому, что теоретическая система состоит из двух неравных частей — небольшого числа принципов и большой совокупности дедуктивно следующих из них остальных предложений теории. Несоблюдение правила Оккама, выражающееся (в тенденции) во введении для объяснения каждого нового явления новой независимой сущности, таит в себе угрозу вырождения системы, превращения ее в набор, простой перечень фактов.

Здесь не место рассматривать и оценивать существующие концепции простоты. Важно отметить следующее: обращение к истории физического познания показывает, что на разных его этапах неизменным оставалось лишь само требование простоты; понимание этого принципа, так же как и стандарты простоты, менялись, находясь в зависимости от изменения интеллектуального климата в науке.

В период господства классической физики (и механистического материализма как основной гносеологической установки естествоиспытателей) создались благоприятные условия для распространения наивно-реалистической точки зрения на взаимоотношение теоретических абстракций и реальности. Суть этой точки зрения — в представлении, что теоретическое знание есть непосредственное отражение, копия действительности. По отношению к принципу простоты она проявлялась в попытках обосновывать рассматриваемое методологическое требование простотой природы (выводить простоту знания непосредственно из простоты природы) ¹⁷. Так,

¹⁷ С позиций диалектического материализма процесс познания не является копированием действительности, а опосредствуется общественно-исторической практикой людей. Поэтому научный (не натурфилософский) анализ принципа простоты возможен тогда,

И. Ньютон, провозглашая требование не излишествовать в причинах при объяснении явлений в качестве важнейшего правила научного исследования, усматривал его основание в том, что «...природа ничего не делает напрасно, а было бы напрасным совершать многим то, что может быть сделано меньшим. Природа проста и не роскошествует излишними причинами вещей»¹⁸.

Классическая механика послужила источником не только механистического материализма. Она была одним из истоков кантовского априоризма, сыгравшего определенную роль в появлении концепции простоты, которая явно или неявно разделялась многими представителями классического периода науки. Ее отстаивал, в частности, А. Пуанкаре, когда он утверждал, что все дальнейшее развитие физики пойдет по пути неперменного сохранения евклидовой геометрии как наиболее простой. Критерий простоты приобрел у Пуанкаре аналитическую форму: геометрия Евклида проще геометрии Римана и Лобачевского с точки зрения важнейшего характеристического параметра — гауссовой кривизны (этот параметр равен нулю в геометрии Евклида, больше нуля — в геометрии Римана и меньше нуля — в геометрии Лобачевского). «Евклидова геометрия, — утверждал Пуанкаре, — остается и останется наиболее удобной по следующим причинам: 1) она проще всех других, притом она является таковой не только вследствие наших умственных привычек, не вследствие какой-то непосредственной интуиции, которая нам свойственна по отношению к евклидову пространству; она наиболее проста и сама по себе, как многочлен первой степени проще многочлена второй...»¹⁹

Очевидно, что трактовка, которую получил принцип простоты у Пуанкаре (как удобства, легкости оперирования математическим аппаратом теории) является следствием его конвенционалистских установок. Физикам, стоявшим на (механистических) материалистических позициях, должно было больше импонировать френелевское: «Природа не останавливается перед аналитиче-

когда начинают с рассмотрения научного знания, исходят из особенностей самого познавательного процесса.

¹⁸ Ньютон И. Математические начала натуральной философии. — В кн.: Крылов А. Н. Собрание трудов. М.; Л., 1936, т. 7, с. 502.

¹⁹ Пуанкаре А. Наука и гипотеза. М., 1904, с. 61.

скими трудностями, она избегает только усложнения средств...»²⁰. Несомненно, однако, и то, что на понимание простоты Пуанкаре оказала влияние философия И. Канта. Кант канонизировал развиваемые классической механикой представления о структуре пространства и полагал, что геометрия Евклида, лежащая в основании ньютоновской механики, является априорной формой человеческого восприятия мира, а потому и неизменна²¹. Создание теории относительности опровергло кантовские представления об априорности пространства и повлекло за собой утверждение иных стандартов простоты.

В связи с тем, что в современной физике особую актуальность приобрел, как отмечалось выше, вопрос об онтологическом статусе теоретических понятий, принцип простоты в современной методологии нередко понимается как иное выражение требования опытного обоснования знания, экспериментального контроля над его теоретическим аппаратом²². В этой связи остановимся на одной мало известной в нашей литературе концепции простоты. Впервые ее вычленил Г. Рейхенбах в процессе реконструкции

²⁰ *Fresnel O. Memoire couronné sur la dliffraction.— Oeuvres, 1866, t. 1, p. 248.*

²¹ Тем не менее влияние Канта на Пуанкаре преувеличивать не следует: между взглядами того и другого на статус геометрии имеются существенные различия. Кант, апеллируя к интуитивной очевидности евклидовой геометрии, считал последнюю единственно истинной. Пуанкаре же, напротив, полагал, что евклидова физическая геометрия эквивалентна неевклидовым геометриям, что все геометрии являются эквивалентными, хотя и различными, описаниями эмпирических фактов. Таким образом, в данном случае Пуанкаре выступал как конвенционалист. Однако его конвенционализм существенно ограничивался эмпиризмом, поскольку он принимал, что выбор той или иной геометрии предполагает вполне определенную формулировку законов физики. Например, выбор свклидовой геометрии (при условии, что найдены эмпирические свидетельства в пользу неевклидовой геометрии) должен оплачиваться соответствующим изменением законов оптики и механики.

²² Простота нередко даже отождествляется с принципами верифицируемости и фальсифицируемости гипотез. Так, один из исследователей проблемы простоты — Л. Фейер считает, что принцип простоты не является независимым принципом методологии, а представляет собой особый случай принципа верифицируемости (*Feuer L. The principle of simplicity.— Philosophy of science, 1957, vol. 24, N 2*). Простые гипотезы следует предпочитать потому, утверждает К. Поппер, что они лучше испытываемы и легче поддаются фальсификации (*Popper K. The logic of scientific discovery. L., 1959, p. 142*).

становления общей теории относительности (ОТО). «Следы» действия этого принципа можно, впрочем, обнаружить, реконструируя процессы формирования и других физических теорий, в частности специальной теории относительности. Вычлененный Рейхенбахом принцип можно сформулировать следующим образом: теория должна строиться так, чтобы в ней не фигурировали «универсальные эффекты». Рейхенбах охарактеризовал такой способ построения теорий, как «путь Эйнштейна», противопоставив его «пути Пуанкаре»²³.

Для пояснения сути этой формулировки следует более подробно остановиться на некоторых вопросах, связанных с построением ОТО. Основным вопросом, который решался в ОТО, был вопрос о соотношении физической геометрии и остальной физики (механики и оптики). Пуанкаре (так же, как Эйнштейн²⁴) справедливо утверждал, что экспериментальная проверка и фальсификация той или иной гипотезы относительно характера физической геометрии невозможны в изоляции, т. е. в ее отрыве от остальной физики. Он рассуждал следующим образом. Пусть удалось выделить на небесной сфере космический треугольник, составленный световыми лучами звезд и галактик, и вычислить сумму его углов. И пусть оказалось, что эта сумма отличается (либо больше, либо меньше) от 180° . Поскольку под прямыми линиями в астрономии понимаются траектории световых лучей, результат подобного опыта не дает возможности решить вопрос о том, какая из геометрий (Евклида, Римана или Лобачевского) является реальной (т. е. физической геометрией). Он допускает две возможности объяснения: одна из них связана с отказом от евклидовой геометрии, другая — с сохранением этой геометрии в качестве реальной при условии изменения законов физики, учитывающем отклонение траектории света от прямой линии²⁵.

Пуанкаре полагал, что физики, руководствуясь принципом простоты, всегда предпочтут второе решение, т. е. пойдут по пути сохранения евклидовой геометрии. Историческим фактом, однако, является то, что при построе-

²³ Из предисловия Р. Карнапа в кн.: *Reichenbach H. The philosophy of space and time*. N. Y., 1958.

²⁴ См.: *Эйнштейн А. Собрание научных трудов*, т. IV, с. 304—305.

²⁵ *Пуанкаре А. Наука и гипотеза*, с. 85—86.

нии ОТО Эйнштейн пошел путем, противоположным тому, который Пуанкаре наметил в качестве плодотворного для дальнейшего развития физики. Реализация пути Пуанкаре привела бы в действительности к изменению и усложнению законов оптики и механики.

В самом деле, классическая оптика исходит из предположения о прямолинейном распространении света. Однако теория тяготения, использующая язык евклидовой геометрии, сталкивается с фактом отклонения светового луча от прямолинейного пути вблизи тяжелых масс. Следовательно, законы оптики должны измениться. Неизбежно и изменение второго компонента классической физики — законов механики. Оно должно проявиться в принятии иных законов поведения измерительных стержней: согласно теории, реализующей «путь Пуанкаре», измерительные стержни не могут иметь одинаковую длину в разных точках пространства (вопреки классической механике), что, в свою очередь, усложняет определение конгруэнтности²⁶. Следование «пути Пуанкаре» равносильно, таким образом, введению в теорию некоторых сил (эффектов), ответственных за упомянутые выше изменения в поведении лучей света и измерительных стержней. Рейхенбах назвал эти эффекты «универсальными» в связи с тем, что они действуют одинаковым образом на все тела и не поддаются экранированию.

Как известно, Эйнштейн при создании ОТО пошел на усложнение геометрии с целью сохранения законов релятивистской механики и оптики, но в его теории «универсальные» эффекты исчезли (роль такого эффекта в теории, построенной при условии сохранения евклидовой геометрии, играли бы силы гравитации; ОТО, однако, геометризвала гравитационное поле, объяснив явления тя-

²⁶ Длина стержня оказывается зависимой от расстояния между его центром и центром тяжелой массы m , а также от его ориентации относительно радиуса-вектора, соединяющего оба центра. Если длина стержня на бесконечности равна l , то вблизи тяжелой массы она равняется $l \left(1 - c \frac{m}{r} \cos^2 \varphi\right)$, где r — расстояние между центрами, φ — угол между осью стержня и радиусом-вектором, а c — универсальная постоянная. Если ось стержня совпадает с радиусом-вектором ($\varphi=0$, $\cos^2 \varphi=1$), длина стержня минимальна (максимальное сокращение стержня); при перпендикулярном его положении по отношению к радиальному направлению ($\varphi=\pi/2$, $\cos^2 \varphi=0$) сокращение отсутствует.

готения геометрической структурой четырехмерного пространства-времени). Такое построение теории привело к существенному упрощению системы «геометрия + физика», тогда как «путь Пуанкаре» означал упрощение геометрии за счет физики, причем соответствующая система «геометрия + физика» оказывалась более сложной, чем в ОТО.

Важно обратить внимание на различие, которое проводит Рейхенбах между «универсальными» и «дифференциальными» силами (эффектами)²⁷. Дифференциальные эффекты различны для разных веществ. Их примером может служить, скажем, тепловое расширение тел. Универсальные же эффекты, напротив, количественно одинаковы для всех веществ и тел, независимо от их природы. Существование предсказываемых теорией дифференциальных эффектов хотя бы в принципе поддается экспериментальной проверке; их невозможно исключить, просто переформулировав теорию. Что же касается универсальных эффектов, то их онтологический статус проверить невозможно; они операционально неопределяемые даже в принципе. Таким образом, принцип простоты, формулируемый как требование устранения из теории универсальных эффектов, оказывается иным выражением требования оперировать в теории хотя бы в принципе операционально определяемыми понятиями²⁸.

Принцип простоты, вычлененный Рейхенбахом при реконструкции процесса создания ОТО, неявно использовался и при построении и дальнейшей оценке СТО. Так, гипотеза сокращения Фицджеральда—Лоренца вводила «универсальный эффект», сокращавший все движущиеся тела и замедлявший все процессы в них. Этот эффект в силу своей универсальности (он сокращал все измерительные стержни и замедлял ход всех часов) оказывался в принципе недоступным экспериментальному наблюдению. Можно сказать, что направление развития теории, которое пытался реализовать Лоренц, было по сути сво-

²⁷ *Reichenbach H. The philosophy of space and time*, p. 24—28.

²⁸ Нетрудно заметить близость таким образом сформулированного принципа простоты к так называемому началу принципиальной наблюдаемости, сыгравшему важную роль в построении новой физики. Подробный анализ начала принципиальной наблюдаемости см. в кн.: *Омельяновский М. Э. Диалектика в современной физике*. М., 1973, гл. IV.

ей «путем Пуанкаре»: оно было связано со стремлением оставить неизменными классические представления о пространстве и времени за счет изменения законов остальной физики.

Сказанное выше не должно восприниматься как безоговорочно отрицательная оценка «пути Пуанкаре» в качестве способа построения физической теории: направление развития теории, реализованное в СТО и ОТО, отнюдь не является единственно возможным. В принципе допустима реализация и «пути Пуанкаре». Именно по такому пути развиваются так называемые нелинейные теории тяготения, которые опираются на реальность евклидова пространства, в частности тензорно-скалярная теория Р. Дикке. На материале имеющихся в настоящее время экспериментальных данных выбрать между этими теориями и ОТО невозможно, поскольку с равным успехом его объясняют и эти теории, и ОТО. Какая из них окажется более плодотворной, будет выявлено дальнейшим развитием эксперимента. Пока же можно констатировать, что предпочтение, оказываемое ОТО, зиждется на соображениях методологического порядка²⁹, на ее соответствии сложившемуся идеалу научного знания.

²⁹ См., например: *Зельдович Я. Д., Новиков И. Д. Релятивистская астрономия*. М., 1967, гл. II.

ОБ ЭСТЕТИКЕ
НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА

1. Существует два рода человеческой деятельности — наука и искусство, которые чаще всего преподносятся, и не без основания, как взаимоисключающие, противостоящие друг другу. И действительно, во многих случаях гораздо важнее «застолбить» четкие границы между двумя этими смежными областями в сфере общественного сознания, нежели пытаться эклектически переносить категории из одной области в другую и применять их там, где они неуместны. Проведем некоторые параллели дифференциации, которые уже известны в литературе.

Наука оперирует с абстрактными сущностями, она опирается на понятия, искусство строит конкретные образы. И хотя в образах «отливается» нечто типичное и, следовательно, общее, но общность эта не лишает их индивидуальности. Поэтому и говорят: наука абстрактна, искусство конкретно. Наука имеет дело с миром логическим, искусство — с миром чувств. В одном случае символы и формулы, в другом — формы. Если наука размышляет, то искусство переживает. В науке — расчет, в искусстве — эмоции. В науке — цифры, в искусстве — цветы. Наука бесстрастна, искусство, напротив, живет страстями. Наука рациональна, искусство интуитивно. Абстракции науки — это ее отвлечения от мира звуков, запахов, красок. Искусство же не обходится без того, что дается в ощущениях, в чувствах. Наконец, если мы хотим противопоставить два таких различных полюса, как поэзия и проза, то место прозы в ее наиболее типическом проявлении займет, конечно, наука. Быть может, никто не сказал о прозе науки столь красноречиво, как это сделал Гегель: «Живая деятельность природы смолкает в тиши мысли. Ее обдающая нас теплом полнота, организующаяся в тысячах привлекательных и чудесных образований, превращается в сухие формы и бесформенные всеобщности, похожие на мрачный северный туман»¹.

¹ Гегель Г. В. Ф. Соч., М., Л., 1937, т. II, с. 11.

Нечто подобное мы находим и в высказываниях многих крупных художников. По мнению Л. Н. Толстого, поэзия и проза (науки) существуют как две разобщенные области, потому что на искусство следует смотреть как на создание чувств, наука же является плодом рассудка. Искусство по своей природе призвано *заражать* других людей, и чем сильнее заражение, тем выше искусство. Но эта его функция находится исключительно в ведении чувств: «Искусство есть один из двух органов прогресса человечества. Через слово человек общается мыслью, через образы искусства он общается чувством со всеми людьми не только настоящего, но и прошедшего и будущего»².

На фоне столь ярких контрастов между наукой и искусством побуждение к разговору об эстетике научного творчества может показаться странным, а сам разговор — беспредметным. Действительно, правомерно ли искать объект эстетических переживаний там, где «живая деятельность природы» убивается «сухими абстракциями»? Вопрос, поставленный в столь обнаженной форме, заставляет искать ответы, в свою очередь, на другие вопросы: а в какой степени отвлеченное понятие «сухой научной абстракции» оправданно? В каких пределах использование самой этой абстракции законно? В истории развития человеческой культуры — науки, искусства и философии — найдется немало примеров того, как ученые в своих научных изысканиях прибегают к чувственно-наглядным образам. Но являются ли последние необходимым компонентом научного творчества? Несут ли они на себе эстетическую нагрузку? И существует ли различие между наглядностью в науке и наглядностью в искусстве?

Несомненным является одно: если в науке, в научном творчестве находится место для объекта эстетических переживаний, то этот объект имеет свою специфику, которая отличает его от эстетического объекта искусства, иначе вообще трудно было бы понять, почему единство сознания поляризуется на мировоззрение ученого и мироощущение художника. Не простая задача — исследовать эстетику научного творчества, но мы попытаемся здесь сделать шаг в этом направлении, ссылаясь на наиболее яркие примеры.

² Толстой Л. Н. О литературе. М., 1955, с. 457.

Среди подобных примеров можно выделить прежде всего ссылки многих выдающихся мыслителей на красоту и гармонию как на один из регулятивных принципов (вместе с принципом простоты), используемых при создании и отборе научных теорий и понятий. Здесь фигурируют имена ученых, философов, историков науки, как современных, так и живших ранее: П. Дирака, Н. Бора, Э. Шредингера, М. Джеммера, Г. Маргенау, А. Эйнштейна, А. Пуанкаре, И. Канта и многих других.

Так, один из современных историков науки — М. Джеммер, рассматривая в первой главе своей книги «Понятие силы»³ общие эпистемологические соображения относительно образования научных понятий, полагает, что пересматривать систему понятий ученого вынуждают три наиболее важных методологических фактора:

- 1) результаты экспериментов и наблюдений, дающих новые эффекты;
- 2) возможные непоследовательности в логической сети концепций и их взаимосвязей;
- 3) поиски максимальной простоты и красоты построения понятий.

Известные высказывания Э. Шредингера насчет вывода его знаменитого уравнения имеют, по мнению П. Дирака, свою мораль, а именно: красота уравнений часто важнее их непосредственной подгонки под данные эксперимента. «По-видимому,— пишет Дирак,— если глубоко проникнуть в сущность проблемы и работать, руководствуясь критерием красоты... тогда можно быть уверенным, что находишься на верном пути. Если же нет полного согласия между результатами теории и эксперимента, то не стоит слишком разочаровываться, ибо это расхождение вполне может быть вызвано второстепенными факторами, правильный учет которых будет ясен лишь при дальнейшем развитии теории»⁴.

Еще один из известных примеров связан с именем А. Пуанкаре, с его книгой «Наука и метод», в которой он описывает свою работу над проблемой фуксовых функций. Решение проблемы пришло, по свидетельству Пуанкаре, как внезапное озарение интуиции после долгих

³ Jammer M. Concepts of force. Cambridge, 1957.

Дирак П. А. М. Эволюция физической картины природы.— В кн.: Элементарные частицы. М., 1965, с. 129.

размышлений, причем путеводной нитью интуиции в данном случае было чувство красоты. В другом месте книги он писал: «Может показаться странным, что по поводу математических доказательств, имеющих, по-видимости, дело лишь с мышлением, я заговорил о восприятии. Но считать это странным — значило бы забыть о чувстве прекрасного в математике, о гармонии чисел и форм, о геометрическом изяществе. Всем истинным математикам знакомо настоящее эстетическое чувство. Но ведь здесь *мы уже в области* чувственного восприятия»⁵.

Этот последний пример, пожалуй, несколько приподымает завесу над тайной механизма формирования эстетического объекта в научном творчестве. В самом деле, что имеет в виду Пуанкаре, когда он высказывается о восприятии и его эстетических функциях? Идет ли здесь речь о восприятии нарисованных геометрических фигур или записанных математических символов и формул? Вряд ли они несут на себе сколько-нибудь значительную эстетическую нагрузку. Стало быть, Пуанкаре говорит о чем-то существенно ином, о внутреннем образе, который рождается в сознании ученого и который затем как бы ощущается на «кончиках его пальцев».

Мы знаем, что при обычном порядке вещей, как это и имеет место в искусстве, идея прекрасного возникает при своеобразном движении от внешнего к внутреннему, от восприятия к разуму человека. А можно ли представить нечто обратное, когда некоторая идея — синтез определенных понятий — зарождается сначала в уме, а затем как бы получает чувственную оболочку? Против данного предположения могут возразить, что в сознании субъекта нет ничего, что не было бы опосредовано опытом, чувствами. С этим нельзя не согласиться с той, однако, существенной оговоркой, что сознание человека имеет и относительно самостоятельный, независимый характер. Именно эта его сторона ответственна за творческий характер научного поиска, определяемый способностью фантазировать, силой воображения. Даже если говорить о творческой способности человека только в терминах опыта, как это делает, например, в одном месте В. Полонский, то и тогда это есть *«способность человека комбинировать*

⁵ Пуанкаре А. Наука и метод, СПб., 1910, с. 45. (Курсив наш; перевод уточнен нами.— Л. А.)

элементы опыта, так как они не даны в опыте»⁶. Но, разумеется, элементы сознания субъекта — это отнюдь не элементы опыта, а нечто, стоящее над этими элементами и в значительной степени автономное по отношению к ним.

Раздвинем рамки исторического экскурса и обратимся за примерами к далекому прошлому. В VI в. до н. э. в античной Греции возникла знаменитая натурфилософская школа Пифагора. Пифагорейцы сделали выдающееся открытие в области музыки. Они доказали зависимость высоты тона от длины струны музыкального инструмента и выразили ее простыми числовыми отношениями. Это открытие было распространено затем на учение о космосе. Так возникло представление о гармонии сфер, согласно которому семь известных в то время планет движутся со своими сферами вокруг Земли на расстояниях, пропорциональных числовым гармоническим отношениям, и издают музыкальные звуки. Слышали ли пифагорейцы эти звуки? Естественно, нет. Но уверенность в их существовании была большая, ибо они постигали их, так сказать, интеллектуально, внутренними мысленными образами. Оставалось только объяснить другим, почему непосвященные не слышат ничего подобного.

Это объяснение и сейчас поражает остроумием и эрудицией. Люди, говорили пифагорейцы, рождаются и умирают при этих звуках, вследствие чего они и не могут отличить их от противоположной им тишины. Это подобно тому, как медникам, привыкшим к шуму своей работы, кажется, будто и нет различия между тишиной и звоном медных тарелок.

Так что, здесь мы, видимо, имеем дело еще с одним из примеров (после Пуанкаре) того, как интеллектуальное превращается в чувственное, то чувственное, которое несет в себе черты прекрасного, т. е. представляет собой объект эстетического переживания. Конечно, фантастическая гармония сфер древних была еще далека от действительной картины движения небесных тел. В ней, быть может, отражались лишь слабым светом отдельные объективные черты реальности. И все же этот пример не представляется совсем случайным и незначительным на фоне перспективы исторического развития в масштабах

⁶ Полонский В. Сознание и творчество. Л., 1934, с. 14.

истекшего времени от античности и до новой эпохи. Именно в новое время путь Иоганна Кеплера к трем открытым им законам движения планет проходил через его «Тайну мироздания» и «Гармонию мира», где он писал, что «небесные движения есть не что иное, как ни на миг не прекращающаяся многоголосая музыка (воспринимаемая не слухом, а разумом)»⁷.

Подведем некоторый предварительный итог, чтобы перейти к дальнейшему обоснованию объекта эстетического восприятия в научном творчестве. Первое, что следует подчеркнуть,— это особый склад эмоций, возникающих у ученого в процессе творческой работы. Дело не только в том, что исследователем во время такой работы овладевают, как и всяким человеком, те или иные эмоции, чувство ожидания, чувство радости открытия и т. п. Скорее, речь идет о чем-то таком, что заставляет ученого испытывать *эстетические* переживания, подобные тем, что испытывает эстетически образованный человек перед творением рук художника.

Еще одно подтверждение на этот счет мы находим у одного из исследователей психологии процесса научного творчества — французского математика Жака Адамара. «Тот факт,— замечает он,— что эмоциональный элемент является существенной частью открытия или изобретения, более чем очевиден, и многие мыслители это подтверждали; ясно, что никакое важное открытие или изобретение не может совершиться без *желания* его сделать. Но вместе с Пуанкаре мы говорили о несколько ином предмете, о вмешательстве чувства красоты, играющего роль незаменимого *посредника* при открытии. Итак, мы пришли к двойному заключению: изобретение — это выбор; этим выбором повелительно руководит чувство научной красоты»⁸.

Второе, на что надо обратить внимание,— это то, что чувство эстетической красоты в науке, как таковое, не является чувством, возникающим при условии восприятия внешних предметов. Если мы вообще вправе говорить об

⁷ Цит. по: Данилов Ю. А., Смородинский Я. А. Иоганн Кеплер: от «мистерии» до «гармонии». — Успехи физических наук, 1973, т. 109, вып. 1, с. 208.

⁸ Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М., 1970, с. 33.

особом объекте эстетического переживания в процессе научного творчества, то это не есть тот объект, который формируется под непосредственным воздействием цветов, запахов, звуков внешнего мира. Данное заключение мы постараемся обосновать на двух иллюстрациях, взятых из истории науки.

2. Одну из наиболее удачных попыток вскрыть тонкий механизм перехода из сферы субъективных ощущений человека к интерсубъективной сфере научных абстракций, в частности понятий математики, предпринял М. Борн в статье, озаглавленной «Символ и реальность». Из приводимых ниже его рассуждений будет видно, что переход в область математики не оставляет надежд сохранить в ней вместе с абстракциями полнокровный мир живых существ, являющийся основой эстетического отношения к природе в искусстве.

Большинство людей, говорит Борн, по своей природе наивные реалисты. Но есть люди, с которыми случилось нечто такое, что взволновало их и сделало скептиками. На примере из своей собственной жизни Борн описывает соответствующую, достаточно типичную ситуацию, которую уместно будет здесь воспроизвести дословно.

«Был у меня,— пишет М. Борн,— старше меня по возрасту кузен. Он проходил курс в университете, а я еще учился в школе. Помимо лекций по химии он посещал лекции по философии, которые производили на него глубокое впечатление. Однажды он вдруг спросил меня: «Что ты собственно имеешь в виду, когда называешь этот лист зеленым, а небо голубым?» Я воспринял этот вопрос, пожалуй, как излишний и ответил: «Я имею в виду как раз зеленое и голубое, потому что я вижу их точно так, как видишь ты». Но такой ответ его не удовлетворил, и он спросил вновь: «Откуда ты знаешь, что я вижу зеленое точно так, как видишь ты?» Мой ответ: «Потому что все люди видят его одинаковым образом» — опять-таки его не удовлетворил, и он заметил: «Существуют слепые по отношению к цветам люди, которые видят по-другому; некоторые из них не могут различать красный и зеленый цвета»⁹. И далее Борн добавляет: «В конце концов он загнал меня в угол, и мне стало ясно, что не имеется

⁹ *Born M. Symbol and reality.— Dialectica, 1966, vol. 20, p. 2, p. 143—144.*

способа установить, что воспринимает другое лицо, а в утверждении «он воспринимает то же самое, что и я», слишком мало смысла»¹⁰.

Итак, на вопрос: «Откуда я могу знать, что «мой зеленый цвет» такой же, как у всех остальных?» — мы не можем дать вразумительного ответа. Математика не может нам здесь помочь, поскольку сам факт, что этот лист зеленый, не поддается выражению математическими средствами.

Но оставим математику пока в стороне и зададимся более общим вопросом: как вообще возможен переход от субъективного мира переживаний к заключению о существовании явлений объективного внешнего мира? Вера в существование объективного мира может поддерживаться только при том условии, что различные факты внешнего мира будут интерпретироваться разными людьми одинаково. Борн замечает, что этого невозможно добиться по отношению к восприятию одного и того же явления, но можно достичь при сравнении двух или более впечатлений одного и того же органа чувств, например двух цветов, двух звуков и т. п. Хотя я не могу сообщить другому лицу, что в точности воспринимаю, когда называю вещь зеленой, но мы можем достичь с ним согласия относительно того, что два листа имеют одинаковый или разные оттенки, сводя наши впечатления к равенству или неравенству (точнее, к «неразличимости» и «различимости»). Кроме равенства и неравенства, существуют другие пары отношений, которые приводят к «коммуникабельности» различных утверждений относительно явлений внешнего мира: среди них — пары типа «больше — меньше», «ярче — темнее», «сильнее — слабее», «горячее — холоднее» и т. п.

Если теперь обратиться к математике, можно заметить, что эта наука как раз и начинается с того момента, когда люди интересуются отношениями тождества (равенства), неравенства, последовательности, подобия, смежности и т. д. Великая же книга Природы, говорил Галилей, написана языком математики. Действительно, по крайней мере в настоящее время мы не знаем другого такого языка, который, обладая интерсубъективным значением, приближался бы к языку математики по степени

¹⁰ Там же, с. 144.

эффективности и точности вопросов, которые естественник ставит перед Природой и на которые он получает от нее ответы. «Непостижимая эффективность математики»¹¹ не покажется такой уж непостижимой, если мы с самого начала правильно поймем процесс образования математических абстракций. Математика дает возможность описать природу глубже, вернее, точнее, позволяет наполнить наше описание объективным содержанием, но *это достигается за счет удаления из ее сферы субъективных ощущений.*

Другой поучительный пример относится к истории возникновения и соперничества двух различных теорий цвета — теории Ньютона и теории Гёте. Как известно, Ньютон первым в искусственных условиях эксперимента разложил белый пучок света, пропустив его через призму, на ряд световых лучей, окрашенных в цвета радуги. Тем самым он положил начало теории, считающей элементарным феноменом в природе света монохроматический луч, цвет которого соотносится с определенным числом — длиной волны¹². Когда Гёте попытался повторить опыт Ньютона, он пришел к совершенно иному результату. Рассматривая через призму белые поверхности, Гёте надеялся увидеть их во всей гамме цветовых оттенков. Однако вместо этого он, к своему удивлению, обнаружил, что белая поверхность остается столь же белой, как и при наблюдении ее без призмы, и только на границе белой области с темной появляется цветная кайма. Отсюда Гёте сделал для себя вывод: чтобы образовались цвета, нужна граница.

Сам великий поэт писал об этом опыте следующее: «Я ожидал увидеть, помня Ньютонову теорию, что вся белая стена окрашена по различным ступеням, и свет, возвращающийся от нее в глаз, расщеплен на столько же видов окрашенного света. Каково же было мое удивление, когда рассматриваемая сквозь призму белая стена оставалась, как и раньше, белой, что лишь там, где она сталкивалась с чем-либо темным, показывался более или менее определенный цвет, что в конце концов оконный

¹¹ Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., 1971, с. 182.

¹² Сам Ньютон, правда, придерживался корпускулярной точки зрения на природу света, но дело не в нем самом, а в той теории, начало которой он так или иначе заложил.

переплет оказался ярче всего окрашенным, тогда как на светлосером небе не видно было ни следа окрашивания. Мне не пришлось долго раздумывать, чтобы признать, что для возникновения цвета необходима граница и, словно руководимый инстинктом, я сразу высказал вслух, что Ньютоново учение ложно»¹³. В итоге Гёте пришел к заключению, что цвета создаются сочетанием светлого и темного, а не возникают в результате разложения белого света. Белый свет, воспринимаемый непосредственно, стал для него отправным, элементарным явлением в оптике.

Кто же в конце концов оказался прав: Гёте или Ньютон?

Учение Гёте было весьма гармоничным и наполненным тем живым содержанием, которого недостает теории Ньютона. Но это оригинальное учение, построенное на непосредственном созерцании, было несовместимо с математическим анализом, которым руководствуется теория Ньютона. Если математическая теория Ньютона с самого начала отвлекается от субъективного ощущения света и использует принцип сравнения одной световой волны с другой и таким образом строит весь световой спектр цветов, то для Гёте подобный подход оказался принципиально неприемлемым. Ибо, по его мнению, описать явление природы на языке математики — значит разрушить своеобразную атмосферу, которой окутано все живое. И хотя, признавал он, «красота есть проявление тайных законов природы», эти законы «оставались бы для нас навсегда скрытыми», если бы мы попытались отвлечь их от их явления во всем богатстве мира красок, запахов и звуков¹⁴.

В области физики, как мы теперь знаем, победила окончательно теория Ньютона. Нетрудно усмотреть, почему опыт, поставленный Гёте, не опровергает эту теорию. Свет от белой поверхности падает на призму по всем направлениям (от всех точек поверхности), из-за чего на сетчатке образуется суперпозиция монохроматических лучей от каждого пучка белого света и эффект разложения таких пучков исчезает. Однако наблюдение Гёте послужило толчком к интенсивной работе по исследованию цве-

¹³ Гёте И. В. Избранные сочинения по естествознанию. Л., 1957, с. 350.

¹⁴ Там же, с. 402.

тов в процессе рефракции. Кроме того, его учение до сих пор представляет немалый интерес для физиологии цвет-
товых ощущений, особенно для художников.

3. Искусство и наука используют в своих целях один и тот же строительный материал — мир человеческого опыта. Их, естественно, объединяет *единство мысли и чувства*. Однако свое изложение мы начали не с того, что является общим для науки и искусства. Наиболее плодотворный путь исследования проходит через выделение в чем-то целом противоположностей, которые, если они адекватно выделены, затем воспроизводятся в диалектическом единстве. Хотя мысль и чувство во всякой человеческой деятельности неразрывны и отличаются, в частности, в науке и искусстве лишь доминантой, это вовсе не означает, что эстетический объект научного познания строится по тем же меркам, что и в области искусства, т. е. на основании чувственных данных.

Конечно, без участия чувств никакой эстетический объект не может формироваться. Однако здесь важно заметить, что для понимания эстетического восприятия в искусстве большое значение имеет так называемый принцип ассоциаций, согласно которому содержание эстетического удовольствия определяется не только теми объективными данными, которые образуют предмет восприятия, но и всем спектром вызываемых им у нас ассоциаций. Естественно допустить, что такие ассоциации рождаются не только при наблюдении внешнего предмета, но и во внутреннем мысленном взоре (*in mind's eye*, как выражаются англичане), при интеллектуальном постижении абстрактных «образов». У разных исследователей могут быть разные субъективные ассоциации. Но, по-видимому, все они, так или иначе базируются на некотором чувстве гармонии, целостности, являющемся предвестником математической закономерности.

Какова, например, природа тех математических сущностей, которые Пуанкаре наделяет красотой и изяществом? По его мнению, род эстетической эмоции способны вызывать у нас те из них, элементы которых расположены в таком порядке, что ум без труда может охватить их в целом, проникая в то же время и в детали. Эта гармония одновременно и удовлетворяет наши эстетические запросы, и оказывает помощь уму, направляя его в нужную сторону и сообщая ему уверенность: представ-

ляя все в стройном расположении, она дает возможность предчувствовать математический закон¹⁵. «Когда внезапное вдохновение озаряет ум математика,— пишет Пуанкаре,— оно обыкновенно не обманывает его; но, как я говорил, иногда случается, что оно и обманет. И что же? Мы почти всегда замечаем, что обманувшая нас идея, не будь в ней ошибки, поразила бы наше естественное чувство математической красоты»¹⁶.

Разберем конкретный пример. В чем или как ощущается красота, скажем, уравнения Шредингера? Откуда здесь рождается чувство благозвучия?

Тот, кто подолгу наблюдал за игрой морских волн, наслаждался их спокойным, слегка нарушающимся ритмом, наверняка испытывал смутное чувство всеобщей гармонии, приобщающей человека к чему-то вечному. Но время от времени эта гармония нарушается штормами, повергающими наблюдаемую ритмичную картину в хаос. Шторм — явление случайное, но человеку хотелось бы подчинить совокупность таких случайностей определенной закономерной связи. Несомненно, интуитивное предопределение такой связи было бы опосредовано чувством красоты, если бы, скажем, в законе движения волн была уловлена закономерность, управляющая наступлением шторма.

Нечто подобное происходит при описании корпускулярно-волновой природы материи уравнением Шредингера. Здесь эстетическое чувство исследователя проявляется в значительной мере как чувство неожиданности и удивления от необычного механизма природы, управляющего движениями атомных частиц. Закон движения, скажем, электрона — это закон распространения в конфигурационном пространстве гармонических волн, «чистый вид» которых нарушается отдельными нерегулярными отклонениями, когда электрон проявляет себя в качестве корпускулы. Но относительная частота или вероятность повторения этих самых отклонений определяется параметрами (амплитудой) волн, в гармоническое движение которых вкрапливаются «помехи» в виде иррегулярностей.

¹⁵ Пуанкаре А. Наука и метод, с. 45.

¹⁶ Там же, с. 46.

Между прочим, и некоторые художники ощущают мир красоты прежде всего сквозь призму математических закономерностей.

Так, последние проявляются в наиболее концентрированном виде в архитектуре. Конечно, для такого ощущения человек должен иметь определенную подготовку. «...Там, где прохожий видит лишь красивую часовню,— писал П. Валери в своей новелле «Архитектор, или Эвпалинус»,— я оставил память о светлом дне моей жизни... О, прекрасная метаморфоза! Этот хрупкий храм... (никто об этом не знает) есть математический образ дочери Коринфа, которую я любил так счастливо ...Он верно воспроизводит пропорции ее прекрасного тела...».

Таким образом, мы перекидываем мост от чувства прекрасного в науке к чувству красоты в искусстве на основе единства человеческого опыта, на основе характеристики определенных черт отношения субъекта к материальному миру. К. Маркс писал, что когда человек в отличие от животного становится свободным от физической потребности, он изменяет природу сообразно ее собственной мере, а не сообразно мере своей видовой физиологии, «в силу этого человек строит также и по законам красоты»¹⁷.

Это, конечно, вовсе не означает, что мы стираем различия между деятельностью ученого и художника, которое подчеркивалось в начале статьи. А. Эйнштейн в «Сократовском диалоге» отмечал, что все здание научной истины можно построить из камня и извести ее же собственных учений, расположенных в логическом порядке. «Но,— продолжал он,— чтобы осуществить такое построение и понять его, необходимы творческие способности художника»¹⁸.

Быть художником в науке — значит уметь обращаться с тем эстетическим объектом, который возникает как внутренний образ в сознании исследователя на основании богатства ассоциаций, питающих его творческую фантазию.

¹⁷ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 42, с. 94.

¹⁸ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. М., 1967, т. IV, с. 166.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Принципиальная важность исследований в области физики элементарных частиц, или физики высоких энергий, очевидна. Больше число ученых считает, что на этом пути следует ожидать решения фундаментальных вопросов физики микромира. Но имеют ли принципиальный научный интерес исследования по физике атомного ядра, преследующие две цели: изучение строения атомного ядра и изучение элементарных взаимодействий, проявляющихся в свойствах атомных ядер?

На этот вопрос следует ответить положительно в силу двух обстоятельств. Первое носит весьма общий характер. Дело в том, что физика элементарных частиц возникла на пути изучения природы ядерных сил и построения теории ядра. Ядро атома — это основная и определяющая часть природы. В нем сосредоточена почти вся масса вещества, масса и заряд ядра определяют строение электронной оболочки, а тем самым основные химические и физические свойства атома. Основным источником энергии на Земле — солнечная энергия — имеет внутриядерное происхождение. Особенности строения ядра и ядерных сил весьма важны в астрофизике, поскольку в звездах ядерные превращения играют определяющую роль. Наконец, чрезвычайное разнообразие свойств ядер служит фактически неисчерпаемым резервом многочисленных практических применений. Второе обстоятельство заключается в том, что изучение системы сильновзаимодействующих частиц, какой является атомное ядро, дает более полную информацию о свойствах самих частиц и системы по сравнению с изучением взаимодействия двух частиц. Многочастичная задача служит источником дополнительной информации о природе физических сил, поскольку закономерности физики ядра представляются принципиально новыми, в то время как характер взаимодействия двух частиц определяется свойствами последних. Атомное ядро — хороший объект для изучения задачи многих тел, ибо оно не так велико, как конденсиро-

ванная среда, где микроструктура «запрятана». В частности, оно лучше атома, у которого основной источник силы сконцентрирован в центре.

Поясним второй довод двумя примерами.

Первый пример. Изучение свойств дейтрона и сечений нуклон-нуклонных взаимодействий при энергиях до порога мезообразования не привело к однозначному определению потенциала нуклон-нуклонного взаимодействия¹. Всю совокупность экспериментальных данных можно объяснить, используя различные формы потенциалов (потенциалы с жесткой и мягкой сердцевинкой, потенциалы, зависящие от скорости и т. д.). Однако при решении ядерной задачи трех тел ряд потенциалов оказываются непригодными. При изучении основных свойств ядерной материи и конечных ядер число возможных потенциалов (т. е. потенциалов, расчеты с которыми позволяют объяснить совокупность экспериментальных данных) оказалось сильно ограниченным.

Второй пример. Он относится к применимости модели независимых частиц к описанию свойств атомных ядер. В силу действия принципа Паули взаимодействие между нуклонами в ядре существенно ослаблено по сравнению с взаимодействием свободных нуклонов. В ядре проявляются такие особенности системы взаимодействующих нуклонов, которых нет в акте элементарного взаимодействия. При изучении структуры ядра наряду с вопросом о свойствах ядерных сил встает вопрос о том, при каких условиях силы могут проявиться и когда их действие существенно ограничено.

Ядерная физика — сравнительно молодая наука, и имеющаяся количественная экспериментальная информация о структуре атомных ядер еще невелика. Так, из общего числа ядер в природе с положительными энергиями отделения нейтрона и протона экспериментально найдено не более четверти. Только примерно у одной десятой части их изучены низколежащие возбужденные состояния. Имеются некоторые данные об уровнях ядер около энергии связи нейтрона и при более высоких энергиях и очень мало известно о структуре состояний в промежу-

¹ Само представление взаимодействия в виде потенциала является приближенным.

точной области энергий возбуждения. Для построения последовательной теории атомного ядра этих экспериментальных данных недостаточно.

Особенностью ядерной физики является то, что при изучении строения атомного ядра идет движение в двух направлениях — измерения характеристик основных и все более и более высоких возбужденных состояний и расширения области изучаемых ядер путем удаления от зоны бета-стабильности и продвижения в область сверхтяжелых элементов.

Действительно, для понимания строения ядра нельзя ограничиться изучением одного рода ядер. Многие характеристики ядер с четным числом нейтронов и протонов отличаются от соседних ядер с нечетным числом протонов или нейтронов. Строение легких ядер отличается от строения средних и тяжелых ядер. Структура деформированных ядер сильно отличается от структуры сферических ядер и т. д. Большое различие наблюдается даже среди деформированных ядер. Так, по сравнению с ядрами из редкоземельной области особенности деформированных ядер в области актинидов проявляются, например, в делении. Если ядра в областях редкоземельной и актинидов имеют форму вытянутого эллипсоида вращения, то часть нейтронодефицитных ядер в районе массового числа 125 и некоторые нейтроноизбыточные ядра в районе массового числа 100, возможно, имеют форму сплюснутого эллипсоида вращения, и т. д. Хотя силы, действующие между нуклонами, одинаковы для всех ядер, структура ядер различна, и ее невозможно изучать без значительного расширения области исследуемых ядер.

Современный период развития ядерной физики — это период интенсивного набора экспериментальных фактов и их осмысления. Новые технические возможности привели к существенному ускорению этого процесса. Большую роль в развитии наших представлений о структуре ядер сыграло широкое развитие альфа-, бета- и гамма-спектроскопии. Постоянно увеличивающаяся роль в изучении структуры ядра играют ядерные реакции. Нет сомнения, что относительный вклад ядерных реакций в изучение структуры ядра будет продолжать увеличиваться. Особенно большой интерес представляет изучение взаимодействия тяжелых ионов с ядрами. В результате столкновений между тяжелыми ядрами могут образовываться такие

большие ядра с очень малыми временами жизни, какие не наблюдаются в естественных условиях Земли.

Развитие ядерной физики в последние годы привело к ряду важных открытий. Всякий раз, когда эксперименты достигали области неизведанного, обнаруживались новые закономерности, порой весьма неожиданные (спонтанно-делящиеся изомеры, поведение длинных ротационных полос и т. п.). С каждым годом возрастает количество информации о строении ядра, полученной из опытов по взаимодействию частиц промежуточных и высоких энергий с ядрами. При дальнейшем изучении строения ядра большую пользу принесет исследование свойств гиперядер, у которых один или несколько нуклонов заменено гиперонами. В них силы взаимодействия гиперонов между собой и с нуклонами могут проявляться в полной мере, и поэтому должна возникнуть широкая возможность для изучения новых сторон в строении ядра.

Для успешного изучения строения атомного ядра необходимо продвижение в нескольких направлениях. Наиболее важными представляются получение:

- а) пучков частиц большой интенсивности;
- б) пучков частиц высокой моноэнергетичности;
- в) большого набора ускоряемых частиц (протонов, нейтронов, легких, средних и тяжелых ядер, электронов, π - и K -мезонов);
- г) пучков частиц в широком энергетическом интервале с варьируемой энергией.

Необходимо перейти к изучению короткоживущих состояний, очень малых парциальных сечений и ширин, к использованию нестабильных мишеней и т. д. Особенностью ядерной физики является широкое поле деятельности. Поэтому нужно строить много различных экспериментальных установок, причем некоторые из них должны быть однотипными².

Теоретическая ядерная физика начала развиваться более тридцати лет назад после открытия нейтрона и установления нейтроно-протонного состава ядра. Построение теории ядра наталкивается на две основные трудности.

² Соловьев В. Г. О путях изучения структуры атомного ядра.— Атомная энергия, 1972, т. 30, № 1, с. 37; Он же. Состояние и перспективы развития физики атомного ядра.— Сообщение ОИЯИ, Р4-7078. Дубна, 1973.

Во-первых, силы взаимодействия между нуклонами весьма сложны и недостаточно хорошо изучены. Во-вторых, даже для простого вида сил возникают значительные трудности при изучении свойств системы, состоящей из большого, но конечного числа сильно взаимодействующих частиц.

В связи с этими трудностями развитие теории ядра проходило по линии поисков простых моделей³. В начальный период развития ядерной физики ядру сопоставляли модели типа заряженной жидкой капли или вырожденного ферми-газа, встречались модели, основанные на прямо противоположных предположениях. Сегодня положение изменилось. В последние годы используются такие модели, которые не противоречат, а скорее, дополняют друг друга. Сам термин «модель» стал пониматься в более широком смысле слова, и если его понимать буквально — как копию механизма или явления, то можно сказать, что современная теория ядра не является теорией ядерных моделей. Сегодня любую совокупность упрощенных предположений (как физических, так и математических), с помощью которых можно с определенной точностью рассчитать характеристики ядерной системы, стали называть моделью.

Когда ядерные физики говорят о модели, они имеют в виду любой приближенный подход, используемый для рассмотрения ограниченного круга свойств ряда ядер. При изучении данных свойств ядер или ядерных процессов учитываются те силы, которые при этом играют определяющую роль, и не учитываются совсем или учитываются грубо другие силы, проводится ограничение конфигурационного пространства, в котором решается задача и находятся приближенные методы решения задачи. Можно сказать, что в теории ядра модель является более простой и конкретной конструкцией, нежели сам изучаемый объект. В этой теории нет противопоставления модели и закона.

Следует отметить, что наиболее важная часть ядерных сил (которая учитывается при изучении) меняется при переходах от одних свойств ядер к другим и от одних ядер к другим. Поэтому приближенные методы описа-

³ Термин «модель» широко распространен и многозначен. См. в связи с этим: *Налимов В. В.* Теория и эксперимент. М., 1971.

ния основных характеристик ядра также меняются при переходах от изучения низковозбужденных состояний ядер к высоковозбужденным и от легких ядер к тяжелым. Эта важная особенность атомного ядра является следствием сложности его структуры и разнообразия его свойств. Но на основании достижений последних лет можно сделать вывод о наличии общего базиса для описания низких, промежуточных и высоких возбужденных состояний атомных ядер ⁴.

Современный период развития теории ядра характеризуется широким применением математических методов и физических идей квантовой теории поля и статистической физики. Особенно успешным было применение математических методов, развитых при построении теорий сверхтекучести, сверхпроводимости и ферми-жидкости.

В настоящее время в теории ядра используются «чисто» феноменологические, полумикроскопические и микроскопические модели.

При *феноменологическом* описании структуры сложных ядер вводятся коллективные координаты, характеризующие отступления формы ядра от формы шара, а возбуждения ядра связываются с вращением ядра как целого и с колебаниями ядерной поверхности. Каждое ядро описывается здесь несколькими параметрами, через которые выражаются энергии возбужденных состояний, их мультипольные моменты и вероятности электромагнитных переходов. Значения параметров для каждого ядра определяются из соответствующих экспериментальных данных.

Полумикроскопическое описание основано на разделении взаимодействия между нуклонами в ядре на две части: среднее, или самосогласованное, поле ядра и остаточные, или эффективные, взаимодействия. Среднее поле — это тот ядерный потенциал, который создается всеми нуклонами ядра и в котором каждый нуклон движется независимо. Для определения параметров этого потенциала используется большая совокупность экспериментальных данных по структуре ядра и ядерным реакциям. Остаточные взаимодействия — это та часть сил, которая не включена в среднее поле. Они играют в ядре весьма важную роль. Хотя эти силы меняются от ядра к ядру

⁴ Соловьев В. Г. Подход к единому описанию возбужденных состояний атомных ядер. Препринт ОИЯИ Е4-7646. Дубна, 1974.

ионотонно и медленно, они немалы и их нельзя учитывать по теории возбуждений. Остаточные силы выбирают на основе качественного анализа ядерных спектров, и затем проводятся расчеты ряда свойств группы ядер. В результате расчетов объясняется часть экспериментальных фактов и делаются некоторые предсказания. Остаточные силы включают много различных компонентов, и имеющиеся экспериментальные данные дают возможность определить только часть из них. Новые экспериментальные факты позволяют уточнить эти силы, затем проводятся новые расчеты и т. д.

Что определяет конкретные свойства каждого ядра? Почему ряд свойств ядер, имеющих сравнительно близкие значения числа протонов и числа нейтронов, так сильно отличаются? Здесь большую роль играет среднее поле, которое определяет многие свойства ядер непосредственно и, кроме того, управляет остаточными взаимодействиями, т. е. дает возможность в той или иной мере проявляться действию ядерных сил. Таким образом, именно среднее поле и определяет конкретные свойства каждого ядра, и ответственно за отличие многих свойств одних ядер от других.

Полумикроскопическая теория, в которой учитывается среднее поле ядра, взаимодействия, приводящие к парным корреляциям сверхпроводящего типа, и мультиполь-мультипольные взаимодействия, получила название сверхтекучей модели ядра. В ее рамках удалось получить достаточно хорошее описание низколежащих возбужденных состояний средних и тяжелых ядер. Создание этой модели связано с разработкой принципиально нового метода, предложенного Н. Н. Боголюбовым и получившего название метода «квазисредних»⁵. Суть его состоит в следующем: поскольку точное решение задачи многих тел достигается в условиях нарушения одного из основных законов сохранения, постольку следует искать приближенное решение, на которое накладывается условие сохранения этого закона для средних величин.

Микроскопическое описание основано на использовании экспериментальных данных по нуклон-нуклонному рассеянию для вычисления таких основных свойств, как

⁵ Боголюбов Н. Н. Квазисредние в задачах статистической механики.— Избранные труды. М., 1971, т. 3, с. 174.

плотность ядерного вещества и энергия связи нуклона в ядре. Развитие этого направления встречает большие трудности. Так, из нуклон-нуклонного рассеяния можно получить только часть необходимых данных, а именно значения функций на энергетической поверхности (когда импульсы двух начальных и двух конечных частиц связаны законами сохранения импульса и энергии). Сложность и неоднозначность нуклон-нуклонного потенциала приводит к необходимости использовать в расчетах некоторые эффективные потенциалы, что уменьшает привлекательность этих расчетов с логической точки зрения. Быстрый прогресс в развитии вычислительной техники стимулировал расширение фронта микроскопических расчетов по линии продвижения к более сложным ядрам и по пути расчетов ядерных спектров.

Теорию ядра часто обвиняют в том, что она является слишком модельной и феноменологической по сравнению с другими разделами теоретической физики. В какой мере справедливо это обвинение?

В принципе точное физическое описание может быть дано только для полностью изолированной системы. Поскольку же реальные физические объекты не являются таковыми, приходится искусственно (мысленно) разрывать те или иные их связи. Точно решаются только модельные задачи, в которых эти связи разорваны, а сам физический объект сильно упрощен; реальные же физические задачи решаются приближенно. Различие физических теорий заключается в степени эффективности используемых ими приближений. С этой точки зрения приближенная математическая трактовка структуры атомного ядра, называемая модельной, отличается от некоторых других разделов теоретической физики только использованием более грубых приближений, что связано с чрезвычайной сложностью изучаемого ею объекта.

Необходимо отметить, что вопрос об элементарном имеет глубокий философский смысл⁶. Несостоятельность философского выделения «подлинных элементов мира» не противоречит весьма плодотворным гипотезам о выделении физических элементарных объектов, которые способствуют установлению единства знаний. В ядерной фи-

⁶ См.: Степанов Н. И. Об элементарном.— В кн.: Некоторые проблемы диалектики. М., 1973, вып. VII, с. 40.

зике с введением понятия элементарных частиц связаны большие достижения. Важность этого понятия отражена в названии одного из основных ее разделов — «физика элементарных частиц», — который посвящен исследованию процессов в наименьших пространственно-временных областях⁷.

Идеальной схемой в теоретической физике считается следующая: на основе общих принципов строится гамильтониан, описывающий взаимодействия между элементарными частицами, затем находятся уравнения движения, решения которых дают описания соответствующих физических систем. Стремление в теоретической физике к построению такого типа идеальной схемы сходно со стремлением создания философских систем, претендующих на универсальное объяснение мира. Такая идеальная схема по существу находится в противоречии с ленинским тезисом о неисчерпаемости электрона, о бесконечности материи. И действительно, по мере развития теоретической физики не наблюдается заметного приближения к вышеупомянутой идеальной схеме. Развитие идет так, что частицы, ранее считавшиеся элементарными, оказываются сложными и поэтому ищутся новые, «истинно» элементарные частицы.

Все большую и большую роль в развитии физики играют так называемые феноменологические теории. В теории ядра, строго говоря, все направления являются феноменологическими, поскольку все они основываются на совокупности экспериментальных данных. Различные направления отличаются только степенью использования этих данных. И именно поэтому представляется сомнительной возможность описания такой сложной системы, как атомное ядро, на основе вышеупомянутой идеальной схемы. Феноменологичность теории ядра не следует рассматривать как принципиальный недостаток теории; и в этом отношении теория ядра мало выделяется среди других успешно развивающихся разделов теоретической физики.

⁷ См.: Блохинцев Д. И., Ефремов А. В., Мурадян Р. М. Проектирование новых ускорителей и задачи современной физики элементарных частиц. — Успехи физических наук, 1973, т. 109, вып. 2, с. 259; Марков М. А. Будущее науки: (Ускорители элементарных частиц следующих поколений). — Успехи физических наук, 1973, т. 111, вып. 4, с. 719.

О ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ ФИЗИКИ

Научно-техническая революция — это, бесспорно, эпоха бурного развития науки и огромного возрастания интереса как к ее месту в обществе, так и к внутренним законам ее развития. В кругу обсуждаемых здесь вопросов видное место занимают дискуссии о лидере современного естествознания и связанные с понятием «лидера» вопросы значимости того или иного научного направления, внутренней иерархии научных дисциплин, финансирования их развития и т. д.

Как всегда бывает, в дискуссиях высказываются различные точки зрения, приводится разнообразная аргументация. Если в первые послевоенные годы общепринятым было признание физики лидером естествознания и господствовал своеобразный культ физики и физиков, то в последние годы, безусловно, намечаются определенные сдвиги в общественном мнении, ранее общепринятые взгляды начинают считаться чуть ли не признаком ретроградных умонастроений. Сегодня на роль лидера чаще всего выдвигается биология, можно встретить высказывания в пользу экологии или психологии. В подобных обсуждениях, пожалуй, есть своя прелесть: в них часто выдвигаются, хотя подчас в утрированной форме, некоторые важные аспекты научного развития; наконец, они дают возможность высказать различным авторам мнения, далекие от еще недавно почти общепринятых и привлекающие неконформистски настроенного читателя своей оригинальностью и (или) сенсационностью.

Я уже высказывал свои соображения по проблеме лидера естествознания¹. На мой взгляд, в этой проблеме надо различать как минимум два аспекта, названные мной практически-функциональным и структурно-теоретическим.

Первый аспект связан с практическим функционированием различных дисциплин, с приобретением той или

¹ См.: Баженов Л. Б., Ильин А. Я., Карпинская Р. С. О лидере современного естествознания. — В кн.: Синтез современного научного знания. М., 1973.

иной из них наибольшего внимания со стороны общества, ростом ассигнований на нее, увеличением числа публикаций по ней и т. д. В этом плане часто идет речь даже не о той или иной науке в целом, а об отдельных ее отраслях, направлениях и стоит вопрос оценки их значимости.

Интересный материал по этому вопросу содержится, например, в статье А. М. Балдина², где излагаются идеи методики, примененной американскими физиками при разработке национальной программы по физике с тем, чтобы выяснить значимость основных направлений физических исследований (всего было выделено 69 пунктов). Эта значимость определялась подсчетом баллов, полученных им со стороны примерно двухсот экспертов (специалистов в самых различных областях физики). Баллы начислялись по трем группам критериев: внутренняя значимость, внешняя значимость и структурная значимость.

Внутренняя значимость измерялась такими параметрами, как вероятность обнаружения принципиально новых закономерностей, возможность широких обобщений и т. п. Внешняя значимость связывалась с учетом влияния направления на развитие других наук, преподавание, решение социальных проблем, развитие производства, национальный престиж и т. д. Наконец, структурная значимость определялась из соображений оптимального использования ресурсов, необходимости поддержания «тонуса» данной области науки и т. д. Первой и второй группам критериев был придан одинаковый вес, третья получила одну треть от первых двух.

Результаты голосования экспертов обнаружили малый разброс оценок по объединенному критерию и дали возможность расположить все 69 направлений в порядке убывающей значимости.

Чрезвычайно любопытны отдельные моменты в полученной шкале значимостей. Так, по первой группе критериев (внутренняя значимость) первые пять мест занимают различные разделы физики элементарных частиц, следующие четыре — астрофизика, и, лишь начиная с

² Балдин А. М. О проблеме значимости в физике. — Вопросы философии, 1974, № 10.

десятого места, появляются разделы, связанные с лазерами и мазерами. Однако по второй группе критериев (внешняя значимость) физика элементарных частиц занимает места в четвертом-пятом десятках, а на первые места выходят лазеры и мазеры, квантовая оптика, термоядерные исследования и др.

При использовании объединенного критерия значимости «первое и третье места принадлежат лазерам и мазерам и пять из восьми первых мест — физике элементарных частиц»³.

Все изложенное чрезвычайно интересно и важно для практики планирования научных исследований, но вывод, который делает отсюда А. М. Балдин является, мягко говоря, несколько неожиданным. «Сами собой, — пишет он, — исчезают проблемы «физикализации» и «биологизации», проблема лидера вообще»⁴. Проблему «лидера науки» А. М. Балдин вообще относит «к числу недоразумений»⁵. На мой взгляд, к числу недоразумений скорее можно отнести вывод А. М. Балдина, поскольку он никак не следует из приведенного им материала.

В самом деле, данные американских исследований, на которые ссылается А. М. Балдин, относятся к определенного вида упорядочиванию различных разделов физических наук и, следовательно, ничего не говорят (по самой постановке вопроса) о проблеме отношения физической и биологической областей знания. На основе этих данных не могут «исчезать проблемы физикализации» и «биологизации» по той простой причине, что об этих проблемах и не шла речь. Значимость (как использует этот термин А. М. Балдин) является многомерным параметром и позволяет получить тот важный вывод, что более «теоретические» или более «прикладные» направления науки не должны безусловно предпочитаться в сбалансированной программе научных исследований. Рассуждения о проблеме значимости (в смысле А. М. Балдина) относятся к практически-функциональному аспекту проблемы лидера и не отменяют значимости (в общепринятом смысле) рассмотрения структурно-теоретического аспекта.

Весьма интересные взгляды на проблему лидера раз-

³ Балдин А. М. О проблеме значимости в физике, с. 79.

⁴ Там же.

⁵ Там же, с. 75.

вивает, отправляясь от экскурса в историю науки, Б. М. Кедров. Он, во-первых, выдвигает идею смены лидеров, во-вторых,— идею одиночного и группового лидера и, в-третьих, определяет, исходя из данных истории естествознания, время лидирования. Говоря более конкретно, рисуется следующая картина.

В XVI—XVIII вв. (около 200 лет) единоличным лидером была механика. В течение XIX в. (около ста лет) роль лидера, «развивая полученный от нее (механики.— Л. Б.) мощный толчок»⁶, выполняла группа наук (физика, химия, биология). В XX в. (на 50 лет) роль опять-таки единоличного лидера перешла к физике. И, наконец, последние 25 лет, в условиях разворачивающейся НТР, одиночный лидер вновь сменяется групповым: эту роль выполняют кибернетика и автоматика, новая энергетика, микрохимия, космонавтика, молекулярная биология и различные разделы физики.

Сопоставляя временные промежутки, Б. М. Кедров предлагает эмпирическую формулу для периода лидирования: $\Delta t = \frac{200}{2^{n-1}}$, где n — порядковый номер лидера.

Формула, естественно, охватывает прошлую историю (исходя из нее она и предложена), и Б. М. Кедров рассматривает ее экстраполяцию на будущее.

До сих пор было два одиночных и два групповых лидера. Поэтому на ближайшие 10—15 лет можно ожидать нового одиночного лидера — молекулярную биологию ($n=5$). Если обозначить одиночного лидера через l_n , а группового — через L_n , то в случае, «если со временем молекулярную биологию сменит еще новый групповой лидер, то он может быть условно обозначен как L_6 , а следующий за ним одиночный лидер — как l_7 »⁷. «Если попытаться,— продолжает Б. М. Кедров,— строить более долгосрочные прогнозы, то можно допустить, что вслед за молекулярной биологией (l_5) должна будет выдвинуться вперед психологическая наука (l_7)...»⁸

На мой взгляд, изложенные соображения Б. М. Кедрова достаточно интересны и ретроспективно в определен-

⁶ Кедров Б. М. О лидерах в развитии естествознания.— В кн.: Будущее науки. М., 1974, с. 10.

⁷ Там же, с. 19—20.

⁸ Там же, с. 22.

ной степени обоснованы, но их экстраполяция в будущее вызывает серьезные сомнения. Ведь по приведенной выше формуле время лидирования для психологии (l_7) получается равным $\frac{200}{2^8} = 3$ (три года!), в промежутке с 1994 по 1997 г. Выделять же период лидирования в три года просто нереально хотя бы по чисто техническим соображениям (время, необходимое для публикации и последующего отражения публикаций в научном мнении, должно быть значительно большим). Таким образом, численные результаты, полученные Б. М. Кедровым, неубедительны, хотя основная идея смены одиночных лидеров групповыми и наоборот схватывает реальный аспект развития науки.

Сегодняшний период развития науки является в практически-функциональном плане, по-видимому, периодом группового лидерства, в котором отнюдь неподчиненное место занимает микрофизика как «аванпост физики, ее самая передовая и «глубокая» часть»⁹.

Вопрос о роли микрофизики (и «внимании», которого она вправе требовать от общества) стал в последние годы предметом острых дискуссий. Характер этих дискуссий хорошо освещен в статье М. А. Маркова¹⁰. Автор polemизирует (на мой взгляд, с большим блеском) с Ф. Дайсоном и Ф. Андерсоном и В. Л. Гинзбургом, в той или иной степени проявляющими скепсис в отношении перспектив и возможностей микрофизики. Наиболее сильно этот скепсис выражен, пожалуй, Ф. Андерсоном, формулирующим суть своей позиции следующим образом: «Ученые начали понимать, что пирог конечен и все, что «*pro*» физики высоких энергий,— это «*contra*» чему-то другому... Любое обсуждение предмета должно исходить из того факта, что физика высоких энергий страшно дорога»¹¹.

В. Л. Гинзбург не отвергает, а, наоборот, подчеркивает фундаментальный и принципиальный характер микрофизики. Более того, он не исключает и даже считает «довольно вероятным, что микрофизика еще вернет свое

⁹ Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике. М., 1974, с. 64.

¹⁰ Марков М. А. Будущее науки: (Ускорители элементарных частиц следующих поколений).— Успехи физических наук, 1973, т. 114, вып. 4.

¹¹ Цит. по статье М. А. Маркова, с. 723.

положение прародительницы новых гигантских задач вроде овладения ядерной энергией»¹². И тем не менее «не боится», как он пишет, высказать предположение, «что самый блистательный в каком-то смысле (в плане влияния на развитие общества, техники и т. п.) период в жизни микрофизики, быть может, уже позади»¹³. Дело в том, что статут микрофизики радикально изменился и, «если позволено будет выразить сказанное в непаучных терминах, я сказал бы, что микрофизика в первой половине нашего века была первой дамой естествознания. Сегодня и завтра она остается и останется «только» самой красивой дамой. Но в том-то и дело, что разные люди могут считать разных дам самыми красивыми, первая же дама (в отличие от первых заместителей), по определению, только одна (например, так называют жену президента страны)»¹⁴.

М. А. Марков обстоятельно разбирает аргументацию Ф. Андерсона и В. Л. Гинзбурга. Он показывает, что конечность «пирога науки» не превращает «*pro*» микрофизики в «*contra*» чему-то другому. Микрофизика дала биологии электронный микроскоп и меченые атомы, на ускорителях прошлых поколений работает физика твердого тела и т. д. Что же касается дороговизны исследований в микрофизике, то дело не столько в ней, сколько в общем удорожании научных исследований (хорошо оборудованный исследовательский центр в любой области стоит порядка 100—200 млн. руб.). «Дороговизна современного эксперимента,— пишет М. А. Марков,— имеет ту же причину, что и дороговизна современного воздушного лайнера по сравнению с затратами на самую роскошную почтовую карету конца XVIII века»¹⁵.

М. А. Марков конкретно обосновывает перспективность строительства вполне определенного ускорителя, так называемого «ускорителя унитарного предела» с энергией порядка 300 Гэв в системе центра инерции. Такая энергия соответствует длинам порядка 10^{-17} , и на этом рубеже мы имеем все основания рассчитывать на принципиально новые достижения — на раскрытие тайн сла-

¹² Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике, с. 66.

¹³ Там же, с. 67.

¹⁴ Там же, с. 65.

¹⁵ Марков М. А. Будущее науки, с. 741.

бых взаимодействий. Таким образом, ускоритель унитарного предела планируется не на авось, а под вполне определенную научную задачу (аналогично первому бэватрону в Беркли, созданному под конкретную задачу: подтвердить или опровергнуть существование антипротонов). Поэтому М. А. Марков имеет полное право выделить курсивом следующее резюме: *«Второй раз на протяжении четверти столетия возникает целенаправленный проект ускорителя, строительство которого заранее оправданно ожидаемыми результатами»*¹⁶. И эти результаты будут носить настолько фундаментальный характер, как для всей картины нашего физического миропонимания, так и по возможному воздействию на ход технического развития, что их можно считать «существенным аргументом в пользу того, что «блистательный период» микрофизики скорее еще впереди»¹⁷.

Важное место в аргументации М. А. Маркова занимает рассмотрение вопроса о месте микрофизики в иерархии наук. Ф. Андерсон, с которым он полемизирует, выдвигает тезис об автономности наук, пытаясь найти в нем логическое обоснование своему отрицанию «привилегированного» статуса микрофизики. Позиция же М. А. Маркова в достаточной степени осторожна (что, быть может, объясняется общей обстановкой полемики). Он пишет, что вряд ли имеет смысл вопрос: в каком иерархическом отношении находятся, например, микробиология и микрофизика? «Но в рамках физики, вернее, в рамках науки, скажем, о «неживой» природе, нельзя не согласиться с Гинзбургом, что микрофизика является «аванпостом физики, ее самой передовой и «глубокой» частью»¹⁸. В отличие от подчас исключительно важных, но частных задач, решаемых отдельными физическими дисциплинами, М. А. Марков подчеркивает генеральную задачу микрофизики — исследование физических явлений во все меньших пространственно-временных областях: *«Это — генеральная проблема мировоззренческого характера; она имеет абсолютную ценность независимо от результатов исследования»*¹⁹.

¹⁶ Марков М. А. Будущее науки, с. 738.

¹⁷ Там же, с. 733.

¹⁸ Там же.

¹⁹ Там же, с. 734.

Итак, обоснование лидирующей роли микрофизики (и физики в целом по отношению к другим наукам) приводит к рассмотрению второго аспекта проблемы лидера — аспекта структурно-теоретического, связанного как раз с рассмотрением роли физики в иерархии наук. В этом аспекте тезис о физике как лидере естествознания может быть сформулирован как тезис о фундаментальном характере физики.

Я отдаю себе отчет в том, что выражения «фундаментальный аспект физики», или «фундаментальность физики», не имеют строго фиксированного смысла. Как правило, термин «фундаментальный» используется в разделении наук и исследований на фундаментальные и прикладные. На мой взгляд, в этом смысле лучше говорить о теоретических и прикладных исследованиях. Термин же «фундаментальный» я буду использовать для обозначения теоретической науки, носящей самостоятельный характер в том смысле, что ее основные постулаты не выводятся ни из какой другой теоретической дисциплины, а представляют (в том или ином смысле) обобщение опытных данных.

Обсуждение проблемы фундаментальности физики я проведу, выделив здесь три стороны, которые с некоторой условностью можно назвать лингвистической, методологической и онтологической фундаментальностью.

Лингвистическая фундаментальность физики. Естественные науки являются эмпирическими в том смысле, что их положения основываются на совокупности эмпирических данных и проверяются путем сопоставления с ними. Следовательно, для них фундаментальное значение имеют высказывания, описывающие эти данные. Я не буду входить здесь в детали обсуждения вопроса о характере языка наблюдения и лишь отмечу, что многочисленные попытки неопозитивистов выделить особый язык протокольных предложений, якобы абсолютно достоверный и независимый ни от каких теорий, оказались несостоятельными.

О протокольных предложениях как высказываниях, констатирующих непосредственно наблюдаемую ситуацию, видимо, можно говорить лишь на уровне повседневного языка и ранних стадий развития науки. В обыденной жизни сообщение о каком-либо факте есть описание чего-то непосредственно наблюдаемого: чай горяч, на улице

холодно, этот галстук синий и т. д. В физике отчет об экспериментальных фактах обязательно предполагает совокупность теорий, дающих истолкование тому, что непосредственно констатируется. *«Физический эксперимент,— писал еще П. Дюгем,— есть точное наблюдение группы явлений, связанное с истолкованием этих явлений. Это истолкование заменяет конкретные данные, действительно полученные наблюдениями, абстрактными и символическими описаниями, соответствующими этим данным, на основании допущенных наблюдателем теорий»*²⁰.

На мой взгляд, отмеченная Дюгемом черта прежде всего и по преимуществу характеризует именно физический эксперимент. И вот почему. Эксперимент может проводиться с использованием приборов и без них (хотя последнее, очевидно, крайне редко в сколько-нибудь развитых естественных науках). В последнем случае осознание и систематизация наблюдаемых данных также предполагает включение их в ту или иную теорию, однако отчет о том, что наблюдалось, описание самого наблюдения никакой теории не предполагает. Такое непосредственное наблюдение отличается от наблюдений повседневной жизни по существу лишь большей систематичностью. Оно может встречаться и встречается в биологических, физиологических, химических и других дисциплинах.

Однако большинство наблюдений как в физике, так и в других естественных науках носит «приборный» характер. Поэтому не только осознание экспериментальных фактов и их связи друг с другом предполагает наличие соответствующей теории, но и простое описание того, что наблюдается, опирается на теоретические представления об используемых приборах, позволяющие понять, например, отклонение стрелки амперметра как показатель наличия электрического тока и т. д.

Центральным в развиваемом взгляде является утверждение существенно физического характера любых используемых приборов. Приборов биологических, физиологических, химических и т. д. не бывает. Любой используемый ученым прибор в своей основе есть всегда физический объект и для истолкования своих показаний требует со-

²⁰ Дюгем П. Физическая теория: Ее цель и строение. СПб., 1910, с. 175.

ответствующих физических теорий. Это обстоятельство делает язык физики неотъемлемым элементом языка любой другой естественнонаучной дисциплины и может быть названо лингвистической фундаментальностью физики.

В ходе предварительного обсуждения этого вопроса В. И. Кремянский сформулировал возражение, которое я позволю себе привести по рукописному тексту: «Положение о том, что «все» приборы физические, не вполне соответствует и истории, и современному положению дел в биологии и в самой физике. Например, те популяции дрозофилы, которые берутся космонавтами для обнаружения и измерения интенсивности действия космических лучей на мутационный процесс, используются именно как «приборы»: этот великолепно изученный в данном отношении организм и его контролируемые популяции, очевидно, здесь не объекты познания, а единственно доступное пока средство познания такого действия. Менее яркие, но по существу аналогичные примеры «биологических приборов» очень многочисленны. Скажем, для обнаружения и измерения «митогенетических лучей» А. Г. Гурвич и его сотрудники использовали растущие корешки ряда растений; для обнаружения и измерения бактерицидного действия фитонцидов Б. П. Токин и его сотрудники или современные медики не могли использовать ничего иного, кроме колоний микробов, растущих на искусственной среде,— и такие «приборы» очень широко используются во всей бактериологии или при исследованиях вирусов и бактериофагов»²¹.

Мне кажется, что аргументация В. И. Кремянского не опровергает тезиса о физическом характере приборов. Конечно, он прав, что дрозофилы или колонии микробов выступают в приведенных примерах не в роли обычных объектов познания. Но они и не приборы, а лишь часть прибора. Как известно, по В. А. Фоку²², в приборе следует выделять три части: приготовляющую, рабочую и регистрирующую. В простейших случаях регистрирующая часть может быть редуцирована к непосредственным реакциям исследователя, что мы и имеем в примерах

²¹ С согласия В. И. Кремянского.

²² *Фок В. А.* Критика взглядов Бора на квантовую механику.— Успехи физических наук, 1951, т. 45, вып. 1.

В. И. Крелянского. Но если мы хотим не просто зарегистрировать частоту мутаций или наличие действия фитонцидов, то нам не обойтись без более совершенных (не редуцированных приборов), а значит, и без физики.

Методологическая фундаментальность физики. Из всех естественных наук физика первой достигла уровня развитой научной дисциплины; в смысле используемых ею познавательных средств она является в некотором роде образцом для других наук. Наиболее развитый вид научных теорий — гипотетико-дедуктивные теории возникли именно в физике²³. Многие фундаментальные методологические идеи и принципы, важные и для других областей научного знания, заимствуются из физики. В уже упоминавшейся выше статье «О лидере современного естествознания» (см. сноску 1) Р. С. Карпинская хорошо раскрывает методологическую важность для биологии идеи сохранения и роли принципов сохранения в построении научной теории и даже определении соответствующего стиля (манеры) мышления.

Я не могу здесь входить в подробное рассмотрение всех аспектов методологической фундаментальности физики, но об одном — на мой взгляд, важнейшем — надо сказать хотя бы несколько слов. Речь идет об идее математизации научного знания — идее, родившейся и выявившей свою плодотворность в рамках физики. Уяснение роли математики в развитии научного знания (с учетом того, что ключ к анатомии обезьяны лежит в анатомии человека) лучше всего может быть осуществлено на базе наиболее математизированной науки — физики.

Применение математики в физике обусловлено тем, что первая является основным языком физического исследования. Математика, взятая по отношению к самой себе, — это, конечно, особая наука, со своими специфическими проблемами, но по отношению к физике (равно как и другим естественным наукам) она выступает не в качестве особой науки, взаимодействующей с последней, а именно как ее язык. «Первичным языком, который вырабатывают в процессе научного уяснения фактов, — писал В. Гейзенберг, — является в теоретической

²³ Подробнее о типах теорий, см.: *Баженов Л. Б.* Строение и функции естественнонаучной теории. — В кн.: *Синтез современного научного знания.*

физике обычно язык математики, а именно математическая схема, позволяющая физикам предсказывать результаты будущих экспериментов»²⁴.

Коррелятивным математическому языку выступает естественный язык нашего повседневного общения. В определенном смысле он является, безусловно, исходным. Первоначальные сведения о мире человек всегда формулирует в естественном языке. Но с развитием науки этого языка оказывается недостаточно.

Основная задача науки — познание объективных законов. Это познание начинается обычно с изучения опытных фактов, с выработки на их основе так называемых классификационных и сравнительных понятий²⁵ и последующего установления с их помощью качественных зависимостей между фактами. Но это — только первый шаг. В качественных зависимостях фиксируется лишь однородность определенной группы явлений, но не выясняется конкретная структура связей, образующая сущность этих явлений. Знание качественных зависимостей, формулируемое в естественном языке (более или менее уточненном по сравнению с его обиходным использованием), не позволяет точно предсказать течение событий. Создаваемые на базе (и для объяснения) качественных зависимостей гипотезы о сущности наблюдаемых явлений оказываются, как правило, непроверяемыми в эксперименте, так как не ведут к строгим количественно определенным следствиям, допускающим однозначное сопоставление с экспериментальными данными. Требуется переход к количественным понятиям.

Возникновение естествознания в строгом смысле слова и было отмечено прежде всего переходом от констатации лишь качественных зависимостей к установлению с помощью выработанных количественных понятий строгих количественных соотношений. Этот переход предполагает вычленение отдельных сторон эксперимента, допускающих точное измерение, а для этого необходима выработка абстракций, допускающих это вычленение и последующую количественную оценку, иначе говоря, допускаю-

²⁴ Гейзенберг В. Физика и философия. М., 1963, с. 140—141.

²⁵ См. по этому вопросу: Карнап Р. Философские основания физики. М., 1971, с. 95—118; Hempel C. Aspects of scientific explanation. N. Y., 1965, p. 135—155.

щих математическую обработку. Как писал В. Гейзенберг: «В естествознании основные понятия общих законов должны быть определены с предельной степенью точности, а это возможно только с помощью математической абстракции»²⁶.

Математика в самых различных ответвлениях играет весьма важную роль не только как способ описания явлений, но и как метод отыскания новых истин. Поэтому нельзя согласиться, например, с позицией американского биофизика Дж. Платта, заявившего «что в большинстве случаев математизация в области физики и химии в настоящее время неуместна, если не сказать, что она просто вводит в заблуждение», и далее: «Уравнения и измерения полезны тогда и только тогда, когда они связаны с доказательством. При этом доказательство или опровержение являются решающими или определяющими в сущности лишь тогда, когда они абсолютно убедительны без количественного измерения»²⁷. «Математические сети,— заключает Дж. Платт,— великолепный способ «упаковки» проблемы, но они никогда не удержат ее в себе, если проблема не была заранее уловлена в логические сети»²⁸.

На самом деле, математика давно перестала быть средством только «упаковки» проблемы, и без математики (сплошь и рядом) проблема не может быть «заранее уловлена в логические сети».

При этом следует заметить, что если в отношении таких наук, как физика, сомнения в плодотворности математизации — вещь в общем-то сравнительно редкая, то в отношении биологических или психологических дисциплин такие сомнения, прикрываемые флагом специфики биологии или психологии, не редкость и в наши дни. Сегодня можно встретить высказывания о превосходстве, скажем, языка традиционно-психологических понятий над логико-математическим и кибернетическим языком. В этом плане весьма поучительны, например, рассуждения О. К. Тихомирова о специфике психологических понятий. Он решительно отвергает «идею о превосходстве языка теории автоматов (т. е. логико-математического

²⁶ Гейзенберг В. Физика и философия, с. 144.

²⁷ Платт Дж. Метод строгих выводов.— Вопросы философии, 1965, № 9, с. 77.

²⁸ Там же.

языка.— Л. Б.) над философскими и психологическими понятиями при описании деятельности человека»²⁹.

Апелляция к философским понятиям здесь вообще неуместна, а что касается психологических понятий, то они действительно находятся на стадии классификационных понятий, в ряде случаев — на стадии сравнительных понятий, но явно не достигли еще высшей стадии количественных понятий, и психологии еще предстоит развить систему таких понятий. Отстаивать в этих условиях неприкосновенность и превосходство традиционно-психологических понятий — значит выдавать недостаток за добродетель, удовлетворяться уровнем, на котором, говоря словами К. Маркса, науке не «удается пользоваться математикой»³⁰.

Конечно, сказанное не означает, что только из физики идет ток методологических идей в другие науки. Существует и другое течение. Так, едва ли можно сомневаться, что идея развития сформировалась прежде всего в биологии и оттуда перешла в XX в. в физику (идея эволюционирующей, расширяющейся Вселенной). Но столь же бесспорно, что «методологический ток» все же мощнее из физики, чем в физику. И в этом смысле разумно говорить о методологической фундаментальности физики.

Онтологическая фундаментальность физики. Этот аспект фундаментальности физики является самым важным и наиболее горячо обсуждаемым. Под онтологической фундаментальностью физики понимается ее базисное положение в системе естественнонаучного знания, определяющееся онтологическим статутом ее предмета — наиболее «простых» и общих, а следовательно, и наиболее фундаментальных уровней материальной организации. В конкретной постановке проблема онтологической фундаментальности физики выступает как проблема принципиальных взаимоотношений физики и биологии, а в общеметодологической постановке — как проблема противоборства редукционизма и антиредукционизма.

Я предлагаю различать редукционизм и механизм, понимая именно (и лишь) под последним отрицание каче-

²⁹ Тихомиров О. К. Философско-психологические проблемы «искусственного интеллекта». — Вопросы философии, 1975, № 1, с. 106.

³⁰ Воспоминания о Марксе и Энгельсе. М., 1956, с. 66.

ственной специфики более сложных материальных образований, «сведение» более сложного к простым элементам (при фактическом отрицании специфичности более сложного). От такого рода «сведения» следует отличать использование фундаментальных законов более простых уровней с целью теоретического вывода (объяснения) качественной специфичности сложных образований. И тогда, основной вопрос, который встает перед редукционизмом, как я его понимаю, — это не вопрос о существовании качественной специфичности более сложных материальных образований (ее признание — исходная посылка и редукционизма и антиредукционизма), а вопрос о характере этой специфичности. Либо она есть нечто первичное, изначальное, ниоткуда не выводимое (антиредукционизм), либо она должна быть сама объяснена, «сведена» к нижележащим и более фундаментальным уровням, причем таким образом, чтобы было возможно теоретическое «выведение» более сложных уровней. Редукционизм и есть доктрина, утверждающая, что качественную специфичность сложных материальных образований надо не постулировать, не произвольно вводить на основе поверхностных наблюдений и поверхностной констатации отличия одной предметной области от другой, а уметь понять как результат закономерного усложнения более простых материальных образований, объяснить, теоретически вывести исходя из фундаментальных законов более простого и общего уровня материальной организации.

Изложение доктрины редукционизма предполагает верное понимание одного важного момента, часто не получающего нужного освещения в нашей литературе. Речь идет о так называемых главных и побочных формах движения. В «Диалектике природы» Ф. Энгельс писал: «...высшие формы движения производят одновременно и другие формы движения и... химическое действие невозможно без изменения температуры и электрического состояния, а органическая жизнь невозможна без механического, молекулярного, химического, термического, электрического и т. п. изменения. Но наличие этих побочных форм не исчерпывает существа главной формы в каждом рассматриваемом случае»³¹. Это высказывание Ф. Энгель-

³¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е, т. 20, с. 563.

за сплошь и рядом толкуется таким образом, что, например, в химической форме движения есть главное содержание, независимое от физической формы и ее закономерностей (в данном случае — от квантовомеханических законов), а физическая форма и ее закономерности (квантовомеханические) суть некое побочное содержание химической формы движения. Или в биологической форме движения есть главное содержание, опять-таки независимое от физико-химических законов, а эти последние суть нечто побочное в процессах живой природы.

Такая позиция явно противоречит действительному содержанию науки. Квантовомеханические законы не являются побочным содержанием в химических процессах, ибо именно на их основе объясняются специфические особенности последних. Физико-химические закономерности отнюдь не образуют побочного содержания жизненных процессов, а опять-таки именно на их основе объясняется сущность жизни. Понимание отношения высших и низших форм движения в природе как отношения главного и побочного является неверным и отнюдь не принадлежит Ф. Энгельсу, а представляет искажение его действительных взглядов. Ф. Энгельс, раскрывая соотношение химии и биологии, писал: «...химия подводит к органической жизни, и она продвинулась достаточно далеко вперед, чтобы гарантировать нам, что *она одна* объяснит нам диалектический переход к организму»³². На мой взгляд, весьма трудно истолковать данное положение Ф. Энгельса в духе объявления химических закономерностей побочным содержанием биологических процессов.

Мне представляется, что обычно встречающееся истолкование тезиса Ф. Энгельса о главных и побочных формах не соответствует действительному содержанию разработанной им концепции форм движения. В отношениях высших и низших форм движения надо четко различать два аспекта. В первом аспекте низшие формы движения оказываются вместе с тем и фундаментальными, а высшие — производными, на основе фундаментальных возникающими и на основе фундаментальных объясняемыми. Этот аспект может быть назван аспектом фундаментальности-производности. Понимать соотношение выс-

³² Там же, с. 564.

ших и низших форм движения в природе в этом аспекте как соотношение главных и побочных форм будет грубой ошибкой, идущей в плане метафизической антиредукционистской абсолютизации качественного своеобразия высших форм.

Наряду с первым имеется второй аспект, который можно назвать аспектом сосуществования высших и низших форм движения. Он состоит в том, что высшая форма движения, помимо специфичных для нее (и составляющих ее главное содержание) действий, производит также и отдельные относительно самостоятельные эффекты, характерные для соответствующих низших форм. Эти эффекты, взятые именно как относительно самостоятельные, разумеется, являются побочными и не исчерпывают «существа главной формы в каждом рассматриваемом случае». Например, в химических процессах, кроме основного результата — образования новых веществ, — всегда будут присутствовать в качестве относительно самостоятельных какие-то тепловые эффекты (изменение температуры, выделение тепла и т. д.), какие-то механические эффекты (изменение объема, перемещение масс и т. д.)³³. Конечно, взятые сами по себе, эти эффекты не раскрывают специфики химических процессов — они их побочный результат. Но бесспорно и другое. Отношение главного, специфического содержания и побочных результатов является лишь одним, причем не основным, аспектом во взаимоотношении высших и низших форм движения.

Понятно, что онтологическая фундаментальность физики (а в физике — микрофизики) вызывает острые дискуссии — ведь речь идет об одном из наиболее принципиальных вопросов, определяющих стратегию научного по-

³³ По принципиальному вопросу, обсуждаемому здесь, аналогичную позицию занимал И. В. Кузнецов. «...Низшие формы, — писал он, — это то, из чего складываются, строятся высшие, без чего о существовании высших форм вообще говорить нет смысла... Основные физические формы движения не «побочны», а основоположны, фундаментальны для всех без исключения материальных процессов» (*Кузнецов И. В. Учение Ф. Энгельса о формах движения материи. — Вопросы философии, 1970, № 11, с. 71*). Определенное возражение вызывает решение И. В. Кузнецовым не принципиального вопроса: сохранять ли термин «побочная форма движения»? И. В. Кузнецов предлагает от него отказаться вообще. На мой взгляд, в аспекте сосуществования высших и низших форм термин «побочная форма» может быть сохранен.

знания. Поэтому имеет смысл в заключение привести мнения ряда ведущих ученых, имеющие отношение к дискутируемой проблеме.

Откровенно антиредукционистскую позицию занимает Е. Вигнер. Принимая, вслед за Эльзассером, тезис о биотонических законах как новых законах природы, не содержащихся в законах классической физики или квантовой механики, он в отличие от Эльзассера, полагает, что эти законы несовместимы с законами физики. Обосновывая свою позицию, Вигнер апеллирует к сознанию, которое, по его мнению, влияет на материю: «...живая материя в действительности подвержена... влиянию сознания. Описание этого явления, очевидно, потребует включения в наши законы природы понятий, чуждых имеющимся в настоящее время законам физики»³⁴. Проводя при этом конкретное доказательство несовместимости существования самовоспроизводящихся систем (живой природы) с законами обычной квантовой механики — доказательство, некорректность которого была позднее обнаружена, — Вигнер не переоценивает его значимости, а честно и открыто заявляет, что «его твердая уверенность в существовании биотонических законов проистекает из доминирующей роли такого явления, как сознание. Что же касается приведенных им аргументов, то они носят лишь эвристический характер и не имеют доказательной силы»³⁵.

Разумеется, с позиций материализма точка зрения Вигнера неприемлема — она исходит из признания субстанциальности сознания³⁶. Но Вигнеру нужно отдать должное за резкость формулировки антиредукционистской позиции. На мой взгляд, он последовательнее многих других, «стыдливых» антиредукционистов в признании того обстоятельства, что без экивоков проводимый антиредукционизм требует столь сильных вещей, как, например, субстанциальность сознания. С этой точки зрения его концепция — находка для редукциониста.

Позиции Е. Вигнера мне хотелось бы противопоставить позицию другого крупнейшего физика наших дней — Р. Фейнмана. Говоря о биологии, он пишет, что «ни одна

³⁴ Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., 1971, с. 162.

³⁵ Там же, с. 168.

³⁶ Что, кстати, отмечает и редактор русского перевода книги Е. Вигнера — Я. А. Смородинский; там же, с. 162.

наука, ни одна отрасль знаний не движутся так бурно по всем направлениям вперед, как биология. Но если б мы должны были назвать то самое главное, что ведет нас сейчас все вперед и вперед в наших попытках понять явление жизни, мы обязаны были бы сказать: *«все тела состоят из атомов»*, все, что происходит в живых существах, может быть понято на языке движений и покачиваний атомов»³⁷.

Проведенное обсуждение, на мой взгляд, дает основания сказать, что физика (а в ней микрофизика) остается не только «самой красивой» но и «первой дамой естествознания».

³⁷ Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М., 1965, т. 1, с. 64,

ПРОБЛЕМА ЦЕННОСТЕЙ И СИНТЕЗ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Наука, рассмотренная под углом зрения единства знаний о природе, обществе и человеке, объективно имеет гуманистическую направленность. Научное познание объективной реальности позволяет человеку координировать свои действия в окружающей его среде, использовать знания для самых разнообразных практических нужд. Теоретические исследования, о которых нельзя сразу сказать, когда они принесут непосредственную практическую пользу обществу (например, в физике высоких энергий), тем не менее все же ведутся, потому что они, внося огромный вклад в нашу культуру, углубляя наши представления о порядке мироздания, рано или поздно могут стать неисчерпаемым источником практических приложений. Как хорошо заметил известный физик В. Вайскопф: «Передовая линия науки тянется на большое расстояние от новейших и самых современных исследований через экстенсивные исследования, выросшие вокруг вчерашних интенсивных, к широкой и хорошо развитой паутине экстенсивной деятельности, основанной на интенсивном исследовании прошедших десятилетий»¹.

Практическая реализация научных знаний, порвав замкнутый круг принципа «познание ради познания», считавшейся высшей формой деятельности в античном мире, дала невиданное ускорение как развитию техники, так и теоретическому знанию. Началом превращения знаний в «силу» принято считать времена Фрэнсиса Бэкона, когда была создана новая методология науки, преодолевшая пренебрежение древних греков к практической деятельности. Однако с возрастанием мощи науки все более обострялась проблема соотношения ценностей и науки. Это обострение достигло своей кульминации в наши дни.

Проблема соотношения ценностей и науки чрезвычай-

¹ Вайскопф В. В защиту физики высоких энергий.— Успехи физических наук, 1965, т. 86, вып. 4, с. 601.

но многогранна. Только в самом общем виде можно выделить, по меньшей мере, три относительно самостоятельных аспекта этой проблемы: 1) ценности в самой науке; 2) влияние ценностей на развитие науки; 3) наука как ценность.

В первом случае имеется в виду ценность методологического и гносеологического аппарата науки, того или иного метода исследования, теории, подхода и т. д. Второй аспект касается возможности влияния ценностей на логическую структуру знания, аксиологическую основу научных интересов эпохи и методологию исследования. В третьем случае речь идет о науке как социальном феномене, т. е. о ее непосредственном влиянии на общество, которое определяется на основе существующих ценностных представлений эпохи. Указанный аспект имеет целый ряд проблематик, причем некоторые из них естественно перекрещиваются с задачами второго аспекта исследований. Выделим, например, одну из них, связанную с вопросом применения научных достижений на практике.

Рост народонаселения, возрастающие потребности общества требуют все большего наращивания производительных сил, которые в значительной мере определяются уровнем развития науки. Именно такая потребность практики в целом стимулирует рост науки и возникновение ее новейших областей. К сожалению, достижения науки применяются не только для блага общества, но, скажем, в военных целях, причем, как показывает история науки, из-за конфликтных ситуаций, царящих в обществе, рост отдельных областей науки, имеющих военное приложение, иногда резко вырывается вперед. Здесь можно провести такую аналогию: если первоначально познание окружающей среды имело ценность для выживания человеческого вида в целом, то теперь в обществе, разделенном на классы, эта функция научного познания направлена на выживание отдельных государств. Применение научных знаний в военных целях, естественно, искажает подлинно гуманистическую сущность науки. В этих условиях большую ценность для развития науки приобретает Программа мира, выработанная XXIV и XXV съездами КПСС.

Особую социальную значимость приобретают в наше время и отрицательные последствия деятельности человека, направленной на преобразование природы. Развитие технических средств, ставящее прежде всего гуман-

ную цель — повысить производительную потенцию человечества, все более вызывает значительные нарушения биосферы, создавая реальную угрозу самому существованию человечества. Эта проблема, хотя и усугубляется еще более социально-экономическими и политическими факторами (например, противоречиями, связанными с наличием бесплановых систем хозяйствования), имеет, однако, не только социально-политическую природу. Ряд сторон этой проблемы имеют глубокие методологические и философские истоки.

Так, возникновение элементов отчуждения человека от природы определялось в значительной мере разобщенностью наук, пробелами в знаниях об окружающей среде. Создавшаяся сегодня экологическая ситуация оказывает свое воздействие на методологию научного познания, способствуя синтезу самых различных областей знания, созданию новых наук об окружающей среде. И здесь мы видим влияние ценностных представлений, непосредственно затрагивающих интересы человека, условия его существования на познавательный механизм, структуру науки. Определяя значимость практических приложений науки, ценностные представления эпохи влияют на стиль познания и ориентацию научных исследований.

В рамках небольшой статьи, естественно, не представляется возможным осветить все перечисленные выше аспекты соотношения ценностей и науки. Здесь мы попытаемся сделать лишь краткий историко-философский и историко-научный обзор обоснования взаимосвязи ценностей и научного познания и укажем на спонтанную реализацию ценностных идей при синтезе естествознания.

Обоснование взаимосвязи ценностей и научного познания является нетривиальной задачей. Оно ставило в тупик многих представителей домарксовской философии и является неразрешимой проблемой для современных буржуазных философов. Дело в том, что при одностороннем подходе к проблеме природы ценностей неизбежны взаимоисключающие выводы: или ценности существуют в самом естественном мире как реальность, «не зависящая от человеческого фактора»², или же они субъективны, объясняются «прихотью» людей. Живучей оказалась и третья,

² *Miller P. Values in nature.*— In: *Proceedings of the XV-th World congress of philosophy. Sofia, 1973, vol. 2, p. 239.*

мистическая, точка зрения, согласно которой ценности представляют собой некоторое «царство», лежащее вне человека и природы, «по ту сторону субъекта и объекта»³.

Согласно представлениям неокантианцев, ценности могут играть методологическую роль лишь в исторических науках. Такое ограничение вытекало из неверной классификации методов наук. В естествознании, где все методы представлялись «генерализующими» (образующими общие понятия из исходных абстрактных индивидуальных понятий), ценностям не было места. Естествознание представало наукой, развивающейся «сама по себе», наукой, в которой нельзя применять никаких ценностных критериев. История же, которая, согласно неокантианцам, представляет собой сплошной поток событий, лишенный какой бы то ни было внутренней логики, вынуждена пользоваться «индивидуализирующими методами»: а именно на основе «культурных ценностей» историк выбирает из этого потока события, заслуживающие исторического описания.

Взаимосвязь науки и ценностей не видели и представители «философии жизни». Так, Ф. Ницше писал, например: «Мораль в своей основе враждебна науке... С тех пор, как Сократ занес в науку болезнь морализирования, научность в Греции быстро пошла под гору»⁴.

Наконец, дух пренебрежения к ценностям в науке культивировался позитивизмом, который подверг их полной элиминации из структуры познавательного процесса. Один из крупнейших представителей этой философии — Бертран Рассел считал, что «в философии, даже в самой лучшей философии после Демокрита, плохо то, что в ней делается чрезмерный упор на человека в ущерб стремлению к познанию вселенной»⁵.

Таким образом, возникает парадоксальная ситуация: мы должны развивать науку, преобразовывать мир, но не должны обращать внимания на человека и те последствия, к которым приводит его деятельность. Такая ориентация в развитии науки все более показывает свою ограниченность, поскольку дальнейший неучет человеческого фак-

³ Риккерт Г. О понятии философии. М., 1910, с. 33.

⁴ Ницше Ф. Полное собрание сочинений. М., 1910, т. IX, с. 200.
Рассел Б. История западной философии. М., 1959, с. 92.

тора в научно-технической практике может привести к катастрофическим последствиям для вида *homo sapiens*.

Резкое усиление антропогенного воздействия на природу в последнее время привело к значительному загрязнению атмосферы, гидросферы, к нарушениям физических параметров биосферы. Если учесть, что поле жизни определяется главным образом температурой, давлением, лучистой энергией, фазой и химизмом среды, то становится ясным, что воздействие технической деятельности охватывает все те параметры биосферы, которые обеспечивают жизнь на Земле. Возможности приспособления к изменяющимся условиям биосферы с точки зрения человеческих временных масштабов практически равны нулю, а современный человеческий организм требует тех же условий для существования, какие имели место, например, в античном обществе. И в этой связи можно согласиться с предостережением Э. Ласло, хотя и высказанным несколько на грани исступления: «Мы находимся перед выбором, или мы должны прийти к новой оценке роли человечества в естественном порядке вещей, или же, по видимому, смириться с всеобщим вымиранием»⁶.

Отрицательные последствия технической деятельности не дают нам, конечно, никаких оснований отказаться от научно-технического прогресса вообще. Мы никак не можем согласиться с утверждениями, что для избежания экологического кризиса нужно остановить рост науки, технологии, населения. Как резонно подчеркивает И. Б. Новик, «бездеятельность, пассивность перед природой столь же губительны для цивилизации, как и нескоординированные волюнтаристские действия»⁷. Стало быть, выход заключается в корректировании научно-технической деятельности на основе глубокого синтеза знаний о природе и обществе.

На наш взгляд, вся философская глубина проблемы обусловлена дуалистической сущностью человека, выражающейся в том, что человек проявляет себя и как часть природы, и как нечто, противостоящее ей. В первом слу-

⁶ Laszlo E. Introduction to system philosophy: toward a new paradigm of contemporary thought. N. Y., 1972, p. 284.

⁷ Новик И. Б. К методологии оптимизации биосферы. — В кн.: Логика и методология науки: Тезисы докладов на XV Всемирном конгрессе философов. М., 1973, с. 232.

чае он выступает как активное, функциональное бытие, часть биосферы, во втором — кажется духовной силой, получающей цели своей деятельности из небытия. Цели человека при метафизическом раздвоении его дуалистической сущности, естественно, не могут быть непосредственно выведены из природы, и *«кажется человеку, что его цели вне мира взяты, от мира независимы...»*⁸.

Дуализм человека был подмечен Гегелем: «Вещи, являющиеся продуктами природы, существуют лишь непосредственно и однажды, но человек как дух удваивает себя: он, во-первых, существует таким же образом, как и предметы природы, но затем он существует также и для себя, он созерцает себя, представляет себе себя, мыслит, и лишь через это деятельное *для — себя — бытие он есть дух*»⁹.

Очевидно, именно эта дуалистическая сущность человека и служила непреодолимой преградой для самой постановки вопроса о союзе ценностей и науки у метафизически и идеалистически мыслящих философов. Здесь необходим был метод, адекватно отражающий диалектическую сущность взаимодействия человека и природы, целей человека и условий их возникновения. А таким методом является лишь материалистическая диалектика, которая способна разрешить противоречие между ценностями и научным познанием, устранив раздвоение и противопоставление человека и природы. Ценности предстают при этом как *«отношения между субъектом и объектом»*¹⁰, исполняют важную регулирующую роль в развитии науки и опираются на познание мира. Их невозможно вырвать из познавательного процесса, ибо они связаны с осознанием результатов познания, детерминируются развитием науки и сами ее развивают.

Непосредственно наука обнаруживает только факты объективного мира, но не ценности, которым мы должны следовать. Ценности представляют собой итог аккумуляции социально-научного опыта человечества и участвуют в его деятельности опосредованно. Ценностные факторы эпохи определяют, во-первых, научные интересы познаю-

⁸ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 171.

⁹ Гегель Г. В. Ф. Соч. М., 1937, т. XII, с. 33 (курсив наш.— Р. К., Н. М.).

¹⁰ Нарский И. С. Диалектическое противоречие и логика познания. М., 1969, с. 217.

щего субъекта, во-вторых, играют роль критериев оценки возникающих научных теорий, особенно их теоретических приложений. Утверждая, что развитие науки и техники не только способствовало научно-техническому прогрессу, овладению атомной энергией, расшифровке структуры генетического кода, но и привело к загрязнению окружающей среды, разработке средств массового уничтожения и может привести к необдуманным воздействиям на генетический код, мы тем самым интуитивно опираемся на существующие ценности. С этой точки зрения кризисные ситуации, мотивирующие развитие науки, суть не что иное, как «неукладываемость» новых фактов в существующий интеллектуальный климат эпохи, т. е. в контекст установившихся ценностей¹¹. Здесь как бы на основе оценивающей деятельности возникает обратная связь с результатами познавательной и преобразующей деятельности, что, несомненно, способствует корректированию направлений научных интересов. Все это становится возможным благодаря практике, которая есть, как заметил В. И. Ленин, и «критерий истины и... определитель связи предмета с тем, что нужно человеку»¹².

Выяснить тенденцию влияния ценностей на научное познание можно, на наш взгляд, на основе исследования генезиса синтезирующего мышления в естествознании.

Функция синтеза при познании не является открытием сегодняшнего дня. На нее обратил внимание еще Аристотель. Поскольку проблема синтеза возникает как на уровне элементарного познания, так и на уровне синтеза целых областей знания, ее эвристическая роль на более высоких уровнях познания глубже осознается только теперь. Сейчас общепризнанно, что познание мира есть иерархия синтезов элементов знаний, осуществленных на различных уровнях. На каждом этапе познания достигнутый уровень синтеза знаний способствует раскрытию определенного «среза» объективной реальности. В ходе развития знания этот «срез» расширяется и углубляется.

Синтез естествознания не только раскрывает объективную определенность в картине взаимосвязей природы, но

¹¹ Мамчур Е. А. Познавательная деятельность ученого и ценности.— В кн.: Ценностные аспекты современного естествознания. Обнинск, 1973, с. 58.

¹² Ленин В. И. Полн. сбор. соч., т. 42, с. 290.

и является, на наш взгляд, прелюдией союза ценностных факторов эпохи и научного познания. Прелюдией, ибо современная наука прежде нуждается в синтезировании самой себя, чтобы на этой основе решать уже и задачу синтеза научного познания и ценностей. Разумеется, это не означает, что проблема учета ценностных аспектов в научном познании лежит в стороне от столбовой дороги спонтанной реализации синтеза естествознания. Синтез естествознания выступает необходимым условием союза ценностей и развития науки и поэтому будет достигаться на пути прогресса самого естествознания.

Естествознание всегда «имело перед собой в качестве идеала конечную, высшую задачу: объединить пестрое многообразие физических явлений в единую систему, а если возможно, то в одну-единственную формулу»¹³. Небезынтересно отметить, что и в начальный период размежевания наук, т. е. еще в XVII—XVIII вв., не было сомнений, что по мере развития науки все ее области будут охвачены единым методом исследования¹⁴. Последующая чрезвычайно узкая специализация наук, хотя и способствовала утверждению тезиса «автономии» отдельных методов познания, не препятствовала отдельным ученым, даже в «метафизическом климате» XIX в., по-прежнему обращать внимание на смежные области наук. Известно, что на важность исследования «ничейных территорий» между предметами сложившихся наук особое внимание обращал Ф. Энгельс. Его прогноз, удивительно подтверждающийся в наше время, вытекал из диалектико-материалистического осмысления тенденций развития научного познания XIX в.

Методологические положения классиков марксизма в проблеме синтеза знаний своего времени имеют непреходящее значение и для анализа современных тенденций развития научного познания. К таким положениям можно отнести: принцип материального единства мира; обобщение диалектического метода на природу и общество; представление процесса познания как единства трех ступеней: непосредственного созерцания, анализа и синтеза.

¹³ Планк М. Единство физической картины мира. М., 1966, с. 23.

¹⁴ См.: Модина Э. Б., Франкфурт У. И. Проблемы науки в переписке ученых XVII в.: Материалы XIII Международного конгресса по истории науки. Секция 1. М., 1971, с. 98.

В естествознании одна из первых попыток *непосредственного* применения идей единства природы в качестве методологического принципа принадлежит Д. И. Менделееву, открывшему периодический закон химических элементов. Проблема синтеза естественных и гуманитарных наук проявилась особенно глубоко в творчестве В. И. Вернадского. Он подходил к различным явлениям мира, исходя из того убеждения, что они «соединяются вместе, как части одного целого, и в конце концов получается одна картина Вселенной, Космоса, в которую входят и движения небесных светил, и строение мельчайших организмов, превращения человеческих обществ, исторические явления, логические законы мышления или бесконечные законы формы и числа, даваемые математикой»¹⁵. В. И. Вернадский считал, что важнейшим посредствующим звеном для перехода от неживой природы к человеку является живое вещество, которое должно исследоваться биогеохимией — наукой, глубочайшим образом соприкасающейся «с науками не только о жизни, но и о человеке, с науками гуманитарными»¹⁶.

Предысторией интегративных подходов физики нужно, видимо, считать неудавшееся притязание классической механики на всеобщий универсализм в XVII—XVIII вв. В дальнейшем в конце XIX — начале XX в., под влиянием успехов теории электромагнетизма, Г. Лоренц, Дж. Дж. Томсон и другие физики попытались создать универсальную электромагнитную картину мира. Это, однако, не удалось по причине открытия новых видов вещества: нейтронов, нейтрино, мезонов и др. Кроме того, гравитационное поле не могло быть сведено к электромагнитному¹⁷.

В качестве следующей попытки построения объединенной физической картины мира следует отметить усилия А. Эйнштейна по созданию единой теории поля. Он попытался геометризовать электромагнитное поле, связать его со свойствами пространства-времени. Эйнштейн был уверен, что различные явления природы не могут быть абсо-

¹⁵ Вернадский В. И. Очерки и речи. Пг., 1922, вып. II. с. 14.

¹⁶ Вернадский В. И. Научная мысль как планетное явление.— В кн.: Мочалов И. И. В. И. Вернадский — человек и мыслитель. М., 1970, с. 123.

¹⁷ Иваненко Д. Д. Развитие физики элементарных частиц.— Вопросы философии, 1958, № 5, с. 75.

лютно разделены, а законы природы, которым подчиняются эти явления, не могут быть абсолютно независимыми. Единая теория поля, по замыслу Эйнштейна, должна устанавливать всеобщую связь состояний и структур природы и содержать в себе различные законы в качестве частных случаев.

Эйнштейн не смог осуществить свой замысел. Современная физика также далека от абсолютного решения этой проблемы. Однако программа, сформулированная А. Эйнштейном, по-прежнему «сохраняет свою философскую силу ... определяя и в наше время наиболее привлекательную область исследований»¹⁸.

Отталкиваясь от идеи А. Эйнштейна, специфический подход к проблеме единства физики развивает К. Ф. фон Вейцзеккер. По его мнению, все физические теории должны быть выдвинуты из квантовой теории, а не из теории относительности, как считал Эйнштейн. Это может быть достигнуто после соответствующей модификации квантовой механики и превращения ее в абстрактную теорию изменения любого объекта, опирающуюся на логику временных высказываний¹⁹.

Глубокую взаимосвязь технических, биологических и социальных систем доказала кибернетика. Смысл кибернетики теперь видят даже в выполнении ею связующего звена между человеком и природой. Если направленность единства физики на возможности человеческого опыта может показаться «субъективистской редукцией природы», то смысл кибернетики может быть понят как «материалистическая редукция человека»²⁰.

В настоящее время методологический принцип синтетического подхода к взаимосвязанным явлениям природы превратился в научный стиль мышления. Реальные его плоды наука получила, например, при осуществлении физической программы Э. Шредингера. Как известно, Шредингер с позиций теоретической физики обсудил в 1943 г. различные явления жизни, причины макроскопичности, многоатомности организма, механизмы наследственности и мутаций. Последующее развитие молекуляр-

¹⁸ Heisenberg W. The unified field theory.— In: Science and synthesis. N. Y., 1971, p. 17.

¹⁹ Weizsäcker G. F. von. Die Einheit der Natur. München, 1971, p. 217.

²⁰ Ibid., p. 279.

ной биологии доказало чрезвычайную плодотворность такого синтетического подхода. Философским основанием своего творчества Шредингер считал простую истину; все науки должны преследовать одну цель — приблизить ответ на вопрос: «Кто мы такие»? «Изолированные знания, получаемые группой специалистов в узкой области,— писал он,— не имеют сами по себе никакой ценности, они имеют ценность лишь в синтезе со всей остальной частью знаний, и тем большую, чем реальнее их вклад в этот синтез с целью получения ответа на вопрос: «Кто мы такие»? ²¹

Сейчас наука стоит на пороге создания системы понятий и концепций, математических структур, которые, составив теоретическую базу всего естествознания, позволили бы осмыслить данные физики высоких энергий, химии и теоретической биологии в их единстве. «Ныне,— замечает И. А. Акчурина,— речь должна идти не о «сведении» биологии к физике и даже не о новых, более понятных биологам описаниях-формулировках физических законов, а прежде всего о поисках принципиально новых, общих для всего естествознания теоретических оснований всего этого комплекса научных дисциплин» ²².

Спонтанная реализация синтеза естествознания методологически определенным образом детерминирована прежде всего единством материального мира. Такое развитие естествознания напоминает нам и еще об одной из основных целей науки, которая, как считал еще Кант, заключается в выяснении вопроса: «Что такое человек?» В синтезе современного естествознания все более рельефно чувствуется эта великая цель.

Таким образом, само развитие естествознания доказывает его единство, приводит к необходимости включения в предмет исследования феномена человека и условий его существования. Естествознание, как и предвидел К. Маркс, все более становится «основой человеческой науки», включая в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включает в себя естествознание.

²¹ *Schrödinger E. Science and humanism. Cambridge, 1952, p. 5.*

²² *Акчурина И. А. Некоторые закономерности развития знания и проблемы его синтеза.— В кн.: Синтез современного научного знания. М., 1973, с. 200.*

ИДЕЯ ЕДИНСТВА МИКРОКОСМА И МАКРОКОСМА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИСТОРИИ ОБЩЕСТВА И СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ (опыт философского анализа)

В богатейшем идейном арсенале космологии можно особо выделить одну старую, но нестареющую мысль, которая краеугольным камнем лежала в основании почти всех ведущих натурфилософских концепций прошлого. Это — идея изначальной соотнесенности Человека и Вселенной как двух самостоятельных, но внутренне взаимосвязанных начал. В мифологии человек и вся окружающая его природа в целом представлялись двумя устремленными друг к другу живыми существами, созданными по единому образцу и пронизанными единой душой. На уровне же философского самосознания они предстали двумя высокоорганизованными мирами — *микро-* и *макрокосмом*, аналогичными по устройству и функционирующими по одним и тем же законам, причем их взаимоотношение приобрело ярко выраженную антропоцентрическую окраску. Именно эта возвышенно-гуманистическая форма миропонимания, знаменующая собой начало активного вовлечения человеческого элемента во все звенья деятельности *homo sapiens*, и прошла через вереницу столетий и эпох.

Становление космического самосознания общества: этические и эстетические мотивы. История культуры знает немало универсальных идей и учений, в той или иной форме встречающихся в самых различных регионах — как восточных, так и западных. Именно такова идея единства микро- и макрокосма. Известно, какие глубокие корни пустила эта идея на почве западной философской традиции: ею проникнуты все натурфилософские системы греко-римской античности — от Анаксимена и Гераклита до стоиков и неоплатоников. Она же общее место в ор-

фических, гностических и герметических текстах, а также в литературе пантеизма и мистицизма¹.

Столь же широкое распространение идея единства микро- и макрокосма получила и на Востоке. Древний Египет и Вавилон, Иран и Индия, Китай и Юго-Восточная Азия — таков далеко не полный перечень тех очагов восточных цивилизаций, где она сохранила свое глубокое влияние на протяжении многих веков (а кое-где и поныне). Широкая распространенность этой идеи — само по себе явление, достойное особого исторического осмысления.

Плюралистическая историография, воссоздающая историю человечества как совокупность локальных историй независимо возникших и параллельно развивающихся цивилизаций, при объяснении наличия одних и тех же идей или учений у двух и более цивилизаций в конечном счете сталкивается с теоретической дилеммой: объявить это явление либо результатом «непосредственного заимствования», либо же — «случайного совпадения». Противоположная, марксистская, концепция, опирающаяся на основоположения исторического материализма и носящая принципиально монистический характер, утверждает диалектическое единство всемирно-исторического процесса. В рамках этого широкого исторического взгляда «заимствования» не исключаются, но «совпадения» оказываются далеко не «случайными». Распространенность тех или иных фундаментальных идей в масштабе человеческих цивилизаций объясняется тем, что они суть специфические надстроечные явления, присущие определенным ступеням социокультурного развития, через которые рано или поздно должны были пройти все народы.

Возникновение идеи единства микро- и макрокосма относится к тем далеким временам, когда произошел исторический переход от мифо-поэтического сознания к натурфилософскому мышлению, знаменующему собой окончательное выделение человека из однородной системы природных отношений и осознание себя как *субъекта*, а природы как *объекта*. В этом акте противопоставления человека-субъекта и природы-объекта стягиваются в один узел *предметное сознание и самосознание*, высшим выра-

¹ См.: Conger G. P. Theories of macrocosms and microcosms in history of philosophy. N. Y., 1967.

жением которого выступает философия. Именно через философское самосознание, говоря яркими словами Гегеля, человек из красочной видимости чувственного постороннего мира и пустой тьмы сверхчувственного вступает в духовный день настоящего.

Поворот мысли к самой себе, саморефлексия духа обобщается качественным изменением формы и содержания познания, ибо человек осознает себя как меру всех вещей универсума и начинает смотреть на него сквозь призму своих ценностных установок.

Именно эта специфическая форма миропонимания и нашла свое воплощение в идее единства микро- и макрокосмов, гносеологическая суть которой наиболее ярко выражена в следующем афористическом изречении Ибн-Гебирия: «Если ты хочешь получить представление об устройстве Вселенной, то разбери аналогичное ей устройство человека»². В основе этой, так сказать, теоретико-познавательной программы лежит глубокое убеждение древнего сознания в генетическом родстве и структурном тождестве Человека и Мира. Хотя корни этого убеждения уходят в духовную почву мифологии, именно в рамках зарождающейся философской мысли оно получило теоретическое обоснование и приобрело возвышенно-человеческий смысл.

Так, популярная в арабо-иранском культурном регионе космологическая концепция человека, рассматривающая «тело человека подобием мира», своими истоками восходит к Авесте — одному из древнейших литературных памятников Востока (традиционная историография относит старейшие части этой книги к IX—VI вв. до н. э.). Учение Зороастра, сочетая в себе монотеизм в области благого начала с последовательным дуализмом, сконцентрировало все ранее существовавшие дуалистические представления в один общий мировой конфликт, причем в этой космической битве активная роль отведена человеку. Эта роль выражается, согласно зороастризму, в свободе выбора между добром и злом и определяющем значении поступков человека в ходе общевселенческой коллизии доброго и злого начал. Человеческая борьба со злом должна выражаться прежде всего в справедливом образе жизни: только «доброй мыслью», «добрым словом» и «добрым де-

² Антология мировой философии, М., 1969, т. 1, ч. 2, с. 773.

лом» может содействовать человек искоренению зла³. Иными словами, предписываемый Авестой культ носит явно несимволический характер. Тонко подметив эту особенность зороастризма, Гегель писал: «Все те действия, которые вменяются персу в религиозную обязанность, направлены на действительное распространение чистоты как во внутренней жизни человека, так и во внешней природе и представляются целесообразным свершением общей цели, осуществлением господства Ормузда во всех людях и предметах природы; эти действия, следовательно, не только намекают на эту цель, но она полностью осуществляется в них»⁴.

Таким образом, в этой своеобразной концепции единства микро- и макрокосма на передний план выступает не *познавательное*, а *деятельное* отношение человека к миру, в которое вкладывается особый этический смысл. В итоге вся Вселенная становится ареной нравственных деяний человека, а все существующее приобретает внутреннюю ценность.

Этические мотивы не были чужды и раннегреческой эстетической космологии. Так, «беспредельное» приравнивалось «бессмысленному», «неразумному», ему приписывались «ложь» и «зависть». Гармония же первоначально сопоставлялась со справедливостью и целомудрием. В учении Платона вообще бросается в глаза примат этического (возможно, не без влияния зороастризма, как на это обратили внимание некоторые специалисты по компаративной философии)⁵, понятие красоты выступает у него производным от понятия добра.

В интересующем нас плане важно проследить становление у греков идеи гармонии, понимаемой в ее высшем развитии как единство этического и эстетического. У досократиков понятие гармонии имело узкое, чисто природно-космологическое значение. Но во времена Сократа и Платона оно приобрело всеобщее значение, было распространено и на сферу духовной жизни (в особенности — нравственной) в качестве высшего критерия. Так было

³ См.: Гафуров Б. Г. Таджики: Древнейшая, древняя и средневековая история. М., 1972, с. 62—63.

⁴ Гегель Г. В. Ф. Эстетика, М., 1969, т. 2, с. 41.

⁵ См.: Afnan R. Zoroaster's influence on Greek thought. N. Y., 1965.

пайдено повое основание единства микро- и макрокосма.

Вообще говоря, единство микро- и макрокосма, взятое в контексте всего античного мирозерцания, обосновывалось в трех планах — онтологическом, гносеологическом и аксиологическом. Онтологически микро- и макрокосм тождественны (одинаковы по своему внутреннему устройству и законам функционирования), гносеологически активной стороной выступает Человек («познай самого себя и ты познаешь Вселенную»), аксиологически же определяющей выступает Вселенная (она служит идеальным этическим и эстетическим образцом и, соответственно, предметом подражания для человека). Но по существу решающая роль принадлежит микрокосму и в последнем случае, ибо фактически смысл и значение природе придавал человек, который обретал в ней самого себя. Иными словами, «не природа отвечала грекам, а сам человек, побуждаемый созерцанием природы. Это было подлинное поэтическое созерцание»⁶.

Подчеркнутая пифагорейцами и Платоном определяющая этическая и эстетическая функция неба (шире — макрокосма) позднее была всесторонне обоснована в учениях стоиков. В частности, придав исконно нравственным категориям широкий космический смысл, стоики тесно связали их значение с мерой человеческого понимания всей природы, Вселенной в целом и, таким образом, наполнили давнюю гераклитову идею «жизни согласно природе» конкретным физическим содержанием.

Стоической космической этике суждено было возродиться вновь (разумеется, в своеобразной форме) спустя почти тысячу пятьсот лет, когда физика Ньютона, триумфально шествуя по всем сферам и уровням материальной и духовной реальности, стала поистине знамением времени. Это Кант распространил ее на самую сердцевину религиозной спекуляции — космогонию и проследил естественное происхождение мироздания; Лаплас, доведя до логического конца свою систему мира, утверждал полную механическую предсказуемость всего и вся только по двум исходным физическим параметрам (начальны положения и скорости движения данного тела или системы тел); Сен-Симон решил испытать ее для раскрытия тайн общественного развития; Ламетри мысленно воссоздал

⁶ Гегель Г. В. Ф. Эстетика. М., 1971, т. 4, с. 331.

человека как совершенную механическую машину; наконец, Эйпзидель громогласно объявил: «Физика должна предшествовать морали!»

Весьма симптоматичная и созвучная некоторым современным умонастроениям, мысль, не правда ли?

Классическая физика своими блестящими успехами в познании земных и небесных явлений, своими высокоэффективными и ультранадежными методами и средствами исследования и последующего установления истинности полученных результатов, математической точностью своего языка и экспериментальной проверяемостью своих утверждений заслуженно завоевала репутацию точной науки, способной воспроизвести единственную, свободную от каких-то ни было «посторонних» вкраплений истину — полный аналог реальных связей и отношений материального мира «как он есть на самом деле». В гносеологическом плане это означало полное разделение субъекта и объекта познания, вытеснение чисто человеческих измерителей из всех звеньев познавательного процесса (в смысле устарения влияния форм деятельности на предмет исследования) и равным образом — изгнание любых вненаучных критериев (правственных, эстетических и т. д.) из процедуры оценки его конечного результата.

С другой стороны, классическая физика с самого начала ограничила предмет своего исследования исключительно локальными природными процессами и решительно отмежевывалась от их глобального контекста, в данном случае космологического. (Была даже выработана специальная методика обхода последнего.) И если ограничение конструктивной роли человека как субъекта познания было обосновано мировоззрением механического материализма, то пренебрежение космологией санкционировала методология логического позитивизма.

Однако развитие новейшей физики показало, что оба эти ограничения классического естествознания (кстати, исторически и логически вполне оправданные) по существу носили временный характер; по мере углубления познания в мир элементарных частиц, с одной стороны, и в мир скоплений галактик — с другой, вырисовываются контуры чрезвычайно любопытной взаимосвязи уровней материальной реальности, в которой человеку с его ценностными установками принадлежит далеко не последняя роль.

Эвристическая роль идеи единства микро- и макрокосма в современной космологии: новые модификации старой догадки. Ассимиляция наукой философских идей, как правило, не сводится к механической экстраполяции; даже если речь идет о прямом заимствовании тех или иных общих представлений, то и оно, по сути дела, есть глубокий процесс усвоения, сопряженный с внутренней переработкой приобретаемого. В других сферах общественного сознания философские идеи нередко оказываются практически ценными не сами по себе, а как ассоциативное начало, как своеобразный концептуальный катализатор, способствующий синтезу новых идей и представлений. В этом, кстати, явственнее всего выражается эвристическая функция философии как культуры мышления. Именно под этим углом зрения мы и подходим к исторической оценке философской идеи микро- и макрокосма.

С высоты современного научного знания принципиальная ложность натурфилософской идеи о сходстве структуры человеческого тела и космического целого совершенно очевидна. Но помещая эту идею в галерею заблуждений человеческого духа, не следует забывать, что ее концептуальная база куда шире, чем это кажется на первый взгляд.

В самом деле, она отнюдь не сводится к одному лишь наивно-реалистическому представлению о структурном тождестве Вселенной и Человека. Последнее — только *частный* случай более *общей* идеи о единстве очень большого и очень малого. Ведь уже из этимологии слова «космос» можно сделать вывод о том, что в истории философии под отношением «микрокосма» к «макрокосму», очевидно, имелось в виду не только отношение Человека к Вселенной, но и специфическое единство части и целого: микрокосм представляет или отражает в себе макрокосм, оставаясь при этом частью целого. Скажем, на уровне такого развитого философского сознания, каковым является монадология Лейбница, из цепи «микрокосм-макрокосм» человек вообще выпадает; здесь речь идет уже не о чисто механическом подобии человека Вселенной — излюбленной идее французских материалистов XVIII в., а о менее наглядном, но более глубоком субстанциальном единстве: монада не человек, не какое-нибудь высокоорганизованное живое существо, а простая субстанция, не имеющая частей и протяжения, — «истинный атом приро-

ды»; вместе с тем она наделена неисчерпаемым набором свойств и отношений и, как таковая, олицетворяет собой весь мир во всем его качественном многообразии.

Сказанным мы хотим подчеркнуть многогранный и многозначный характер идеи единства микро- и макрокосма, сыгравшей важную роль в истории человеческой культуры и проявляющей большие эвристические возможности в науке нашего времени. Здесь, однако, не ставится задача проследить все те модификации, которым она подвергается в современном естествознании. Нас интересует лишь *космологический* аспект рассматриваемой взаимосвязи, а именно глобальная корреляция микро- и макрокосма, под которыми мы будем понимать соответственно *земную жизнь и астрономическую Вселенную*. Мировоззренческой основой такого рассмотрения, очевидно, служит диалектико-материалистический принцип единства мира.

В. И. Вернадский, указывая на тесную онтогенетическую связь организации биосферы с космосом, писал в свое время: «Переворот, совершающийся в нашем XX веке в физике, ставит в научном мышлении на очередь пересмотр основных биологических представлений. По-видимому, он впервые позволяет в строго научной концепции мироздания поставить в Космосе на подобающее место явление жизни»⁷. Он имел в виду необходимость исследования космической родословной земной жизни, которую рассматривал как продукт сложного общевселенческого процесса, как «необходимую и закономерную часть стройного космического механизма».

Эвристическая мощь этого глубокого научно-философского основоположения, выдвинутого и обоснованного около четырех десятилетий назад, в полной мере раскрывается только в наши дни. Сейчас нащупываются реальные нити связи локальных физических, геохимических, биологических и т. д. явлений с космологической ситуацией. В этом разрезе представляют интерес работы физиков школы И. Пригожина, пытающихся установить прямую связь между неравновесной динамикой Вселенной и термодинамикой жизни. Оказывается, что космологическое окружение играет решающую роль в поддержании био-

⁷ Вернадский В. И. Размышления натуралиста: Научная мысль как планетное явление. М., 1977, с. 36.

сферы Земли в неравновесных условиях, обеспечивая реальную возможность для формирования и функционирования так называемых диссипативных структур (в данном случае биологических систем)⁸. К аналогичному выводу пришла и другая исследовательская группа во главе с Б. Гал-Ором, исходящая из совершенно иной идейно-методической позиции. Здесь выясняется, что будь наша Вселенная статичной, в ней вообще не могла бы зародиться жизнь!⁹ Причем, судя по всему, космическую родословную земной жизни можно проследить до самых начальных моментов, предшествовавших современному нестационарному состоянию астрономической Вселенной и «задавших» своеобразную генетическую программу возникновения и эволюции органической материи. Не входя в детали, скажем только, что, рассматривая историю жизни на Земле в широкой космологической перспективе, мы еще более явственнее, чем в геологическом контексте, обнаруживаем те причудливые сочетания необходимости и случайности, закономерности и вероятности, которые сопутствовали формированию биосферы.

В этой связи весьма любопытна также «обратная» задача, поставленная в работах ряда современных космологов (Р. Дикке, Б. Картера, Дж. Уилера, С. Хокинга и др.). Речь идет об установлении далеко идущей корреляции между космогоническими обстоятельствами, способствовавшими зарождению жизни на Земле, и космологическими начальными условиями, приведшими к современному положению вещей (расширяющейся Вселенной). Выясняется, что «свойства наблюдаемой нами Вселенной частично могут определяться требованием, чтобы в ней могла развиваться жизнь»¹⁰. Что это значит?

Органически жизнь в той форме, какую мы знаем, могла возникнуть лишь на определенной ступени развития космической материи, а именно после образования галактик и достижения звездами состояния стационарного излучения. С одной стороны, детали структуры и эволюции

⁸ См.: Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуации. М., 1973, гл. 17 (в особенности).

⁹ Gal-Or B. On the universal foundation of thermodynamics.— In: A critical review of thermodynamic. Baltimore, 1970, p. 445—460.

¹⁰ Брилл Д., Гоуди Р. Квантование общей теории относительности.— В кн.: Квантовая гравитация и топология. М., 1973, с. 73.

звезд определяются постоянной тяготения и соответствующими константами микрофизики (в число их входят, например, масса и заряд электрона). С другой стороны, время наступления благоприятной (для нас!) космической эпохи связано с длительностью наблюдаемого ныне расширения Вселенной, определяемой константой Хаббла. Чтобы объяснить эту загадочную взаимосвязь микрофизических и космологических констант, Б. Картер сформулировал так называемый *антропический принцип*, суть которого, перефразируя Декарта, можно выразить так: *cogito ergo mundus talis est*.

Более конкретно, его содержание сводится к следующему «требованию»: физическая природа Вселенной должна быть такова (точнее, соответствующие фридмановские параметры должны иметь такие числовые значения), чтобы допустить зарождение жизни на определенной стадии своего развития¹¹. Данный принцип включен Картером в более общий космологический контекст идеи «ансамбля миров», согласно которой в принципе может существовать множество вселенных, каждая из которых характеризуется особыми комбинациями начальных условий и фундаментальных констант, но нам известна только одна из этих вселенных.

По своему идейному содержанию излагаемая концепция перекликается с известной космологической интерпретацией квантовой механики, данной в свое время Эвереттом и Уилером. В последней как Вселенная в целом, так и ее «наблюдатели» описываются единым состоянием ψ (функционалом состояния). «Относительное состояние» каждого из «наблюдателей» задается определенным компонентом ψ , который содержит информацию, доступную лишь данному «наблюдателю» (т. е. последний информирован только о своей собственной Вселенной). Полное же состояние ψ есть суперпозиция бесчисленных одновременно сосуществующих вселенных, скоррелированных со своими собственными «наблюдателями». Хотя эти «ветвящиеся» в каждое мгновение своей истории вселенные пространственно отделены друг от друга, они однако,

¹¹ *Carter B. Large number coincidences and antropic principle in cosmology.— In: Confrontation of cosmological theories with observational data. Boston, 1974, p. 294.*

связаны между собой в масштабе планковской длины ($\sim 10^{-33}$ см) ¹².

Эвереттско-уилеровская интерпретация квантовой механики, предложенная 20 лет назад, лишь недавно привлекла внимание в связи с разработкой суперпространственной версии квантовой космологии. Последняя естественным образом ассимилирует идеи Картера и Эверетта. При этом в квантовых моделях Вселенной глобальная корреляция микрокосм—макркосм (в вышеуказанном смысле) освещается с неожиданно новой стороны. Так, Вселенная Уилера—де Витта представляет собой связанную совокупность различных структурных уровней и срезов материального бытия, внутренне спаянных в одно космическое целое. Констатируя в связи с этим факт обесценивания «средневекового» понятия о «независимом мире» в новейшей космологии, Уилер особо подчеркивает реальную возможность существования генетической взаимосвязи между земной жезнью и начальными условиями развития космической материи. «Будущее Вселенной меняется,— пишет он.— Мы изменили его. Теперь нам следует вычеркнуть старое слово «наблюдатель» и заменить его новым словом «соучастник» ¹³.

Здесь невольно напрашивается историческая параллель с ведущей идеей зороастровско-манихейской традиции — идеей *соучастия* человека, если не в спасении всей Вселенной, то, по крайней мере,— в сохранении *этого* мира. Сказанное, конечно, не следует прямолинейно толковать в духе давно оставленных концепций гео- и антропоцентризма. Современная наука на новом витке диалектической спирали смотрит на эти старые идеи несколько иначе. Как известно, переворот, совершенный Коперником в нашем научно-философском мировоззрении, состоит в осознании того факта, что Земля не занимает центрального положения в системе мироздания. Однако со временем сложилось глубокое убеждение в том, что наше положение во Вселенной не может быть привилегированным *ни в каком смысле*. Именно это укоренившееся убеж-

¹² См.: Witt De. The Everett-Wheeler's interpretation of quantum mechanics.— In: Battelle Rencontres. Lectures in mathematics and physics. N. Y., 1968.

¹³ См.: Patton A., Wheeler J. A. Is physics legislated by cosmogony?— In: Quantum gravity. Oxford, 1975, p. 562.

дение Б. Картер называет «наиболее сомнительной догмой». Эта догма, в своей наиболее крайней форме выразившаяся в так называемом совершенном космологическом принципе, «очевидным образом несостоятельна»¹⁴.

В самом деле, вышеприведенные факты и соображения свидетельствуют о том, что жизнь — далеко не пассивное отражение «творческой динамики Вселенной»; она, в свою очередь, выступает одним из мощных общекосмических факторов, обеспечивающих генетическое и структурное единство Вселенной как целого. В этом плане, хотя наше положение во Вселенной не является *центральным* в узкоастрономическом смысле, все же оно в известной степени оказалось *привилегированным* в смысле общекосмологическом.

Здесь мы подходим к обсуждению другой фундаментальной проблемы, всегда волновавшей философскую мысль. Речь идет о космической судьбе разумной жизни вообще и человеческого рода в особенности.

Общество и природа в космологической перспективе; от технократического сознания к экологическому мировоззрению. Одной из ведущих космологических идей всей древнегреческой и индо-иранской философии был *антропоцентризм*, который с самого начала приобрел яркую *телеологическую* окраску. О том, насколько велико было влияние этой идеи на последующее духовное развитие человечества, можно судить хотя бы по тому историко-философскому факту, что она не была чужда даже Гегелю. «Солнце *служит* планетам,— писал он,— да и вообще Солнце, Луна, кометы, звезды суть *лишь условия* Земли»¹⁵.

Однако с крушением геоцентрической космологии рухнуло и все многоэтажное здание антропоцентрического телеологического мировоззрения. Позднее и «физика, как уже ранее астрономия, пришла к такому результату, который с необходимостью указывал на вечный круговорот

¹⁴ Carter B. Large number coincidences and the anthropic principle in cosmology, p. 291.

¹⁵ Гегель Г. В. Ф. Энциклопедия философских наук. М., 1975, т. 2, с. 144. Ф. Энгельс пронизировал по этому поводу: «Все огромное Солнце существует только ради маленьких планет!» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч., изд. 2-е, т. 20, с. 553—554).

движущейся материи как на последний вывод науки»¹⁶. В свете же научной концепции круговорота (идейные корни которой тоже уходят в глубь тысячелетий) по-новому предстали также вопросы, касающиеся роли и места человека в мироздании.

С позиции диалектико-материалистической философии вопрос о космической судьбе Земли вообще и человеческого рода в особенности впервые был подвергнут всестороннему осмыслению Ф. Энгельсом. Он подошел к решению этого мировоззренческого вопроса под углом зрения иерархии форм движения материи, в контексте которой жизнь предстала внутренне необходимым (в цепи развития материи), но исторически преходящим космическим явлением. Это и привело Ф. Энгельса к концепции круговорота, живописное изложение которой мы находим в известном фрагменте, подготовленном им в качестве исторического введения к «Диалектике природы»¹⁷.

Конкретизируя и обосновывая общую «натурфилософскую» идею о космическом круговороте материи, Ф. Энгельс тщательно проанализировал современные ему естественнонаучные данные и в качестве наиболее очевидной причины гибели жизни на Земле и самой Земли указал на неизбежное угасание Солнца в отдаленном будущем¹⁸. По Ф. Энгельсу, каждая конкретная форма жизни, возникшая на той или иной планете, более или менее случайна, исторически преходяща, но жизнь, как таковая, т. е. как продукт закономерного развития материи, — явление постоянно повторяющееся; оно неизбежно порождается движущейся материей там и тогда, где и когда созрели соответствующие объективные условия.

Каково же современное положение вещей? Не вносит ли наше время в концепцию круговорота материи какие-либо принципиальные коррективы, существенно меняющие ее конечные выводы? Попытаемся разобраться в сути дела в контексте современного научно-космологического знания и дать под этим углом зрения историко-философскую оценку концепции круговорота материи.

В основе данной концепции — в той форме, в какой она была выдвинута и обоснована в работах Ф. Энгель-

¹⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., изд. 2-е, т. 20, с. 40.

¹⁷ См. там же, с. 362—363.

¹⁸ См. там же, с. 359.

са, — в качестве исходных посылок, помимо принципов материалистической диалектики, неявным образом лежат и основные допущения классической космологии. Их два — стационарность пространственной структуры Вселенной и ее евклидова бесконечность. И то и другое допущения сегодня оставлены: в современной космологии (релятивистской или, более узко, фридмановской) утвердилось представление о нестационарной Вселенной, пространство которой имеет к тому же риманову структуру. В обоих вариантах космологической эволюции (взрывное начало и последующее неограниченное расширение или сжатие после достижения максимального радиуса расширения с последующими повторениями всего цикла) в известном смысле можно говорить о развитии Вселенной как единого целого. (Кстати, латинское слово «*evolutio*» первоначально означало развертывание чего-то уже существующего в потенции или в зародышевом состоянии.) Однако категорию развития следует понимать шире, по Ф. Энгельсу — как «движение вперед или назад», т. е. как движение, состоящее из двух взаимодействующих ветвей — восходящей (прогрессивное изменение) и нисходящей (регрессивное изменение). «Когда мы говорим, что материя и движение не сотворены и не уничтожимы, — писал Ф. Энгельс, — то мы говорим, что мир существует как бесконечный прогресс, т. е. в форме дурной бесконечности; и тем самым мы поняли в этом процессе все, что здесь нужно понять. Самое большее, возникает еще вопрос, представляет ли этот процесс некоторое — в виде больших круговоротов — вечное повторение одного и того же или же круговороты имеют нисходящие и восходящие ветви»¹⁹ Уточняя далее содержание понятия «бесконечный прогресс», трактуемого и третируемого Гегелем как «унылая пустота» — вечное повторение одного и того же, Ф. Энгельс замечает, что согласно диалектико-материалистической концепции круговорота бесконечный прогресс означает вовсе не повторение одного и того же, а развитие по восходящей линии. Именно благодаря этому бесконечный прогресс «становится необходимой формой движения. Не говоря уже о том, что он вовсе не бесконечен» (применительно к Земле и ее биосфере)²⁰.

¹⁹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., изд. 2-е, т. 20, с. 551.

²⁰ См. там же, с. 552.

Представление о восходящей и нисходящей ветвях развития получает особенно наглядное выражение в рамках концепций осциллирующей Вселенной: первоначальное расширение от состояния максимальной плотности (формально — бесконечной) до состояния минимальной плотности (максимальное удаление скоплений галактик друг от друга, ненарушающее их гравитационную взаимосвязанность) можно сопоставить с развитием по восходящей линии, а последующее сжатие — по нисходящей. В этом плане круговорот космической материи приобретает совершенно новое измерение: теперь уже речь идет не о круговороте составных частей Вселенной, а самой Вселенной в целом, в ходе которого возникают и исчезают не просто отдельные миры, а вся Вселенная в той форме, в какой она предстает в зеркале современного космологического познания, т. е. как она подвергается тотальному качественному обновлению. Таким образом, можно говорить не о бесконечной продолжительности существования данной конкретной формы Вселенной (расширяющейся системы скоплений галактик), а о бесконечном процессе тотальных превращений космической материи, выражающемся в периодическом чередовании фаз расширения и сжатия вселенных.

Так, на почве самой строгой науки, оживляется идея циклического времени, восходящая своими истоками к древней мифологии и натурфилософии, в особенности древнеиндийской, утверждавшей в образе постоянно сменяющихся «дней и ночей Брамы» бесконечность циклов (кальп) возведения и разрушения мироздания²¹.

Если и в самом деле окажется, что наша Вселенная конечна по объему и массе, а значит, осциллирует между двумя особыми точками (начальной и конечной сингулярностью) или, возможно, совершает колебания между двумя регулярными минимумами (т. е. каждый раз «отскакивает» от особой точки), то все равно фаза сжатия наступит в столь отдаленном будущем, что в масштабе земного летоисчисления фактическую историю космических цивилизаций можно считать практически неограниченной. Однако реализация этой абстрактной возможности зависит от того, как и в каком направлении будет

²¹ См.: Чаттерджи Б. Сокровенная религиозная философия Индии. Калуга, 1906, с. 30.

развертываться практическая деятельность человечества в целом, или, говоря более общо, глобальное взаимодействие общества и природы. Поясним мысль.

В свое время основоположник теоретической космонавтики К. Э. Циолковский в преемственной связи с идеями своего старшего современника и духовного наставника Н. Ф. Федорова, известного автора «Философии общего дела», начертал грандиозный план освоения человеком Луны, астероидов, планет, а также их спутников и последующего расселения людей «по лицу всей Вселенной». Более того, великий ученый, полный научного романтизма и социального оптимизма, выражал глубокую уверенность, что человечество, выходя в широкие просторы космоса и совершая межзвездные перелеты от одного солнца к другому (по мере их угасания), обеспечит своему роду физическое бессмертие ²².

В наше время благодаря бурному развитию практической космонавтики человеку удалось подняться на новую ступень своего космического самосознания: если раньше, говоря о взаимоотношении микро- и макрокосма, мы подчеркивали гносеологическую активность человека как субъекта познания, то теперь речь идет о факте космического самоутверждения его как субъекта действия, т. е. о начале практического воздействия микрокосма на макрокосм (в традиционном смысле этих слов).

В. И. Вернадский, положивший начало новому учению о биосфере и роли разумной жизни в ней, еще в 40-х годах нашего века констатировал факт превращения человека в могучую *геологическую* силу, способную перестроить своим трудом и мыслью область своей жизни, т. е. создать новое состояние биосферы — ноосферу. В настоящее же время, когда в результате космоплавания преобразующая деятельность человека приобретает космические масштабы, становится ясно, что ноосфера, значительно расширив свои первоначальные границы, охватит собою все околоземное пространство. Это знаменует собой превращение человека из *геологической* силы в силу *космическую*, устремленную уже на перестройку всей Солнечной системы. Более того, в отдаленной перспективе чело-

²² Эта идея подробно разработана и обоснована в философских работах ряда современных авторов (см. например: *Урсул А. Д.* Человечество, Земля, Вселенная. М., 1977, с. 209—228).

век сможет управлять естественным ходом космогонических процессов...

Здесь, однако, мы должны остановиться и задуматься над возможными последствиями всевозрастающей преобразующей деятельности человеческого рода, ответственного не только за себя, но и за все живое, за будущее всей биосферы, его породившей. Развернувшаяся в нашу эпоху грандиозная по масштабам и последствиям научно-техническая революция — только начало тех гигантских свершений, которые нас ожидают в будущем. Между тем уже сейчас со всей резкостью обнажились и чисто негативные стороны технологического прогресса, которые в связи с неоднородностью экономической и политической структуры современного мира превращаются в острейшую социальную проблему века, чреватую далеко идущими последствиями. Речь идет о явлении, получившем прозаическое название «экологического кризиса» и приведшем к радикальной переоценке ценностей.

Воспроизводя самые начальные этапы истории взаимоотношения общества и природы, мы обнаруживаем, что полная зависимость первобытных людей от внешнего мира, противостоящего им как чуждая и «грубая громада», выразилась в наивно-космологическом культе мироздания, в его обожествлении и преклонении перед ним. В своеобразных социальных условиях различных культурно-исторических регионов этот культ принимал весьма уродливые формы; придавленный жизненными невзгодами, человек стал воспринимать природу уже не как предмет восхищения и подражания, не в качестве эстетического идеала, а как грубого и грозного идола, вызывающего своей силой лишь страх. Это обстоятельство с особой публицистической остротой было подчеркнуто в свое время К. Марксом при характеристике сельских патриархальных общин Индии²³.

Начиная же с эпохи европейского Возрождения, стал складываться совершенно противоположный тип отношения к природе: новая физика и философия, низведя «вечное» и «совершенное» небо до уровня «бренной» и «несовершенной» земли и слив их в одно мировое целое, подчинили последнее Человеку как покорителю и господину природы. Именно картезианское понимание Человека как

²³ См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч., Изд. 2-е, т. 9, с. 136.

Maître et possesseur de la Nature стало символом нового времени, определившим характер всего последующего взаимоотношения общества и природы. Так сложился современный, основанный на концепции всемогущества науки, утилитарно-практический подход к природе со всеми вытекающими отсюда повелительно-хозяйскими амбициями.

Сейчас, однако, выявляются реальные границы традиционных экспансионистских императивов или, выражаясь модным термином новейшей научной публицистики, «пределы роста», переступая которые, можно оказаться перед жесткой альтернативой исторического выбора. Отсюда те страстные призывы к переходу от чисто технократического мышления к экологическому мировоззрению, которые ныне все чаще раздаются со страниц естественно-научной и общественно-политической литературы, а также с трибун многочисленных симпозиумов и конференций.

В свете же складывающегося теперь экологического мировоззрения становится все более очевидной историческая узость традиционного образа Человека как покорителя и властелина природы — того самого образа *homo sapiens*, с формированием которого связаны наиболее яркие страницы целенаправленной деятельности общества.

Экология, первоначально возникшая как конкретная наука о взаимоотношении организмов растительного и животного мира со средой их обитания, в наши дни превращается в общую науку о взаимодействии природы и общества; вырастая на почве синтеза естествознания и обществознания, она, в свою очередь, окажет (уже начинает оказывать) радикальное воздействие не только на породившие ее «две культуры», но и на самих ученых — их этические установки и аксиологические ориентации. Более того, ценностные мотивы, в особенности нравственные, начинают проникать в саму ткань естествознания и тем самым вновь, но уже на ином уровне, прокладывают себе дорогу в сферу человеческих отношений к природе вообще.

В наши дни характер этих отношений, конечно, существенно изменился. В самом деле, этические и эстетические отношения древних к миру были *созерцательно-пассивными*: в частности, они выражались в поэтизировании природы и подражании ей как чему-то недостижимо совершенному. Теперь же эти отношения приобретают

созидательно-активный характер. Космизирующаяся человеческая деятельность, устремленная на создание «области Разума» (ноосферы), в недалеком будущем охватит всю Солнечную систему, причем последняя будет преобразована уже по эстетическим канонам «коперниканской архитектуры», как это предсказывал еще Н. Ф. Федоров.

Современная экологическая ситуация властно требует органического соединения овеществленной силы знания не только с новыми идеалами красоты, но и, что очень важно, теми извечными идеалами добра (блага), которыми исстари вдохновлялись гуманисты всех времен и народов. При этом существенно обобщается само традиционное представление о добре (благе). Мы имеем в виду *этизацию* человеческого отношения к природе (не только живой, но и неживой), или вовлечение природы в сферу нравственных отношений человека. В этом смысле сегодня мы должны обернуть вышеприведенный тезис Эйнзиделя: не физика должна предшествовать морали, а, напротив, мораль должна предшествовать физике! Совершенно по-новому должен прозвучать и давний призыв стоиков «жить согласно природе»: сегодня речь идет не о том, чтобы человек, овладев «естественной правдой», смиренно занял место, уготованное ему природой в ходе эволюции; наивно-нигилистические лозунги современных воинствующих антисциентистов («Долой науку, назад к природе!») не менее (а то и более) иллюзорны, чем призывы рационалистически настроенных гуманистов эпохи Возрождения («Расширить власть человека над природой, куда все не станет для него возможным!»). В наше время речь может идти только об одном: научном управлении процессом взаимодействия общества и природы вообще, человека и биосферы в особенности.

Человек, преобразовывая *природу*, а это и есть наиболее полное проявление его деятельной сущности, одновременно должен преобразовывать и *самого себя* — свой духовный мир и свою социальную организацию. Только тогда и будет достигнуто высшее единство микро- и макрокосма в той его возвышенно-гуманистической форме, в какой оно прошло через всю многовековую историю цивилизованного мира.

ПОНЯТИЕ НАУЧНОСТИ И СОЦИАЛЬНАЯ ДЕТЕРМИНАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАУКИ (на материале истории химии)

О понятии научности. Попытаемся выяснить, к каким выводам о понятии науки и характере научного знания можно прийти, рассматривая основные точки зрения, высказанные по этим вопросам в философской литературе последних лет.

Как справедливо подчеркивается в ряде работ, наука — это не столько система знаний, сколько деятельность по производству знаний. Но мы согласны с М. М. Карповым, что «в кратком определении понятия «наука», должны найти отражение две основные черты феномена: деятельность по созданию новых знаний («научное производство») и сами знания — продукты этой деятельности»¹. Производство научных знаний — это продуцирование новых, конкретных, объективно-истинных знаний посредством научного метода. Хотя определение научности через научный метод и вызывает ряд возражений, оно является наиболее распространенным и вполне приемлемо в качестве исходного.

В рамках философии существовал также тип познания (рецидивы его встречаются и в настоящее время), который преследовал цель науки, но опирался не на научный метод, а на спекулятивное рассуждение. Это — натурфилософия. «...Пока не умели приняться за изучение фактов,— писал В. И. Ленин,— всегда сочиняли *a priori* общие теории, всегда оставшиеся бесплодными... прогресс тут должен состоять именно в том, чтобы бросить общие теории и философские построения и суметь поставить на научную почву изучение фактов...»².

¹ Карпов М. М. Основные закономерности развития естествознания. Ростов-на-Дону, 1963, с. 15.

² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 1, с. 141—142.

Наука исходит в конечном счете из неспециализированного, повседневного знания (повседневного опыта, здравого смысла, результата стихийно-эмпирического познавательного процесса, или повседневной познавательной деятельности. Повседневное знание может развиваться, как показывает М. Бунге³, в трех направлениях (через которые наука взаимосвязана с повседневным знанием): 1) технического — специализированного, но ненаучного — знания, характерного для искусств и ремесел; 2) протонауки (кратчайшего пути к науке) — собирания данных при помощи научной методики (эксперимента и наблюдения) без формулировки законов и теорий; 3) псевдонауки — совокупности убеждений и действий, выдаваемых за науку, хотя общий подход, методика исследования и принимаемые знания являются здесь чуждыми науке. К влиятельным еще и в настоящее время псевдонаукам принадлежат, например, парапсихология и психоанализ. Основные черты псевдонауки следующие: 1) полный разрыв связей с общепринятыми научными знаниями; 2) интерпретация всех данных таким образом, чтобы принятые тезисы оставались неопровергнутыми (*ad hoc* — интерпретация); 3) отсутствие механизма самокорректировки, неспособность к развитию.

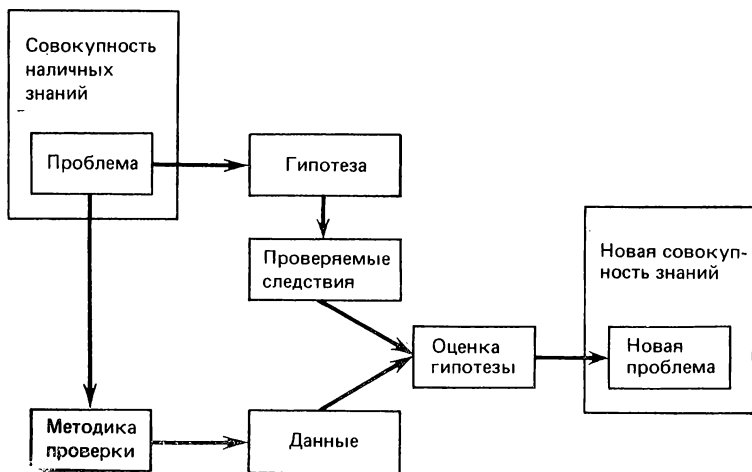
Хотя наука и исходит в конечном счете из повседневного знания, она не является его продолжением, простым его систематизированием и уточнением, но формулирует и решает проблемы, которые не могут появиться в повседневной познавательной деятельности. В этом отношении нельзя не согласиться с С. Тулминым, что в науке и знакомые явления выглядят в совершенно новом свете, так как научное открытие — это прежде всего открытие специального способа представления явлений, который позволяет применять определенную (непривычную) методику получения выводов, сопоставляемых с фактами об исследуемых явлениях⁴.

Главным критерием научности в естествознании почти все исследователи справедливо считают его экспериментальную основу. Существуют, однако, большие разногласия в понимании эксперимента и эксперименталь-

³ Bunge M. Scientific research. I. The search for system. Berlin a. o., 1967, p. 36.

⁴ Toulmin S. The philosophy of science. L., 1967, ch. 2.

ных фактов и их роли и места в механизме становления и развития научного знания. В связи с этим остается актуальной проблема «демаркационной линии» между наукой и псевдонаукой, а также между наукой и натурфилософией. Как известно, индуктивистские (начиная с Ф. Бэкона) концепции логики открытия и позитивистские концепции эмпирического подтверждения научного знания несостоятельны. Фальсификационизм К. Поппера, учитывающий опыт предшествующих концепций, хотя и сделал важный шаг в разработке проблем методологии науки, потребовал дальнейших уточнений; Поппер сам в значительной степени отказался от своей первоначальной концепции. Довольно близкой к модифицированной попперовской тетрадной схеме (исходная проблема → предполагаемое решение → его критическое исследование → новая проблема) является следующая общая схема научного метода, которую предлагает М. Бунге⁵:



Эта схема, на наш взгляд, хорошо показывает, что в научном исследовании выдвигаются такие проблемы, решение которых, с одной стороны, предполагает методику проверки (здесь мы имеем в виду эксперимент), дающую новые данные — факты, а с другой — ориентирует на такую формулировку гипотезы, из которой вытекают про-

веряемые фактами следствия и возможность критической оценки гипотезы в контексте наличных научных знаний и новых фактов. Уже И. Кант справедливо писал: «Разум должен подходить к природе, с одной стороны, со своими принципами, сообразно лишь с которыми согласующиеся между собой явления и могут иметь силу законов, и, с другой стороны, с экспериментами, придуманными сообразно этим принципам для того, чтобы черпать из природы знания, но не как школьник, которому учитель подсказывает все, что он хочет, а как судья, заставляющий свидетеля отвечать на предлагаемые им вопросы»⁶.

Попперовскую концепцию глубоко проанализировал И. Лакатос, выработавший на ее основе «методологию исследовательских программ»⁷. С его точки зрения, нельзя говорить о научности только одной «жесткой» теории, а следует иметь в виду характер «сдвига проблемы» в рамках целой исследовательской программы, в которую входят исходная теория и ее различные модификации, а также теоретические допущения, на которых основываются эмпирические данные, эмпирическое описание. Научно-исследовательская программа обеспечивает «прогрессивный сдвиг проблемы», если предсказывает новые эмпирические следствия и хотя бы некоторые из них подтверждаются. В противном случае мы имеем дело с «дегенерирующим сдвигом проблемы»; соответствующая этому случаю исследовательская программа объявляется неадекватной.

Как справедливо отметила Е. А. Мамчур: «... оценка фундаментальной теоретической системы как научной зависит не только от того, как она «укладывает» факты, но и от того, как она сама «укладывается» в сложившуюся или вновь формирующуюся интеллектуальную атмосферу...»⁸. С этой точки зрения концепция И. Лакатоса все-таки не порывает с исходными установками эмпирической традиции понимания научности, поскольку ничего не говорит о содержании науки, характере видения мира в науке.

⁶ Кант И. Соч. М., 1964, т. 3, с. 85—86.

⁷ См., например: *Lakatos I. Falsification and the methodology of scientific research programmes.*— In: *Criticism and the growth of knowledge.* Cambridge, 1972.

⁸ Мамчур Е. А. Ценностные факторы в познавательной деятельности ученого.— Вопросы философии, 1973, № 9, с. 71.

Видными представителями неэмпирического направления в вопросе о критериях научности в современной зарубежной философии науки являются С. Тулмин и Т. Кун.

С. Тулмин считает, что каждой эпохе характерно определенное, не требующее объяснения представление о естественном положении дел — «идеалах естественного порядка» (*ideals of natural order*)⁹. Наука включает различные, кажущиеся аномальными явления в этот естественный порядок, вырабатывает понимание мира. Однако концепция Тулмина относится не только к научным знаниям, но и к знаниям вообще, к способам мышления различных эпох, и поэтому она не позволяет различать научные знания от донаучных систем понимания мира. С точки зрения Тулмина, например, уже аристотелевская физика научна, а далее следовало бы признать в качестве такового и, скажем, мифологический способ понимания мира.

Некоторые общие черты (и общие недостатки) с концепцией «идеалов естественного порядка» Тулмина имеет более конкретная концепция «парадигмы» Т. Куна. Наличие парадигмы, согласно этой концепции, и есть критерий научности. На основе парадигмы возникает «нормальная наука», для которой характерно успешное решение экспериментальных и теоретических «головоломок». «Головоломка» (*puzzle*) — это такая проблема, напоминающая, например, шахматную задачу, которая четко формулируется в рамках парадигмы, для которой гарантировано существование решения и заданы определенные правила, ограничивающие типы применимых решений и способов их достижения. Кун выделяет в понятии парадигмы следующие основные компоненты:

1) «символические обобщения» — формальные или легко формализуемые компоненты парадигмы, которые функционируют как законы природы, и определения соответствующих символов (например: $f=ma$, «элементы соединяются в константных весовых пропорциях»);

2) «метафизическую парадигму» (вернее, картину мира в соответствующей науке) — модельные представления (например: газ представляет собой совокупность

⁹ *Toulmin S. Foresight and understanding; an inquiry into the aims of science.* N. Y., 1961.

молекул, напоминающих маленькие упругие бильярдные шары, которые находятся в непрерывном хаотическом движении);

3) принятые сообществом ученых ценностные требования, такие, как: простота, непротиворечивость, правдоподобие, когерентность (совместимость с другими концепциями) теоретических концепций и т. п.; точность предсказаний, предпочтительность количественных предсказаний перед качественными и т. п.;

4) общепринятые образцы, примеры решения конкретных проблем (задачи такого типа, которые приведены в общеизвестных классических трудах или в учебниках и которые студенты решают на практикумах, экзаменах и т. д.)¹⁰.

Идея парадигмы (на основе которой возникает «нормальная наука» со своими «головоломками») заслуживает, на наш взгляд, серьезного внимания. В этой связи следует особенно подчеркнуть, что концепция науки Куна содержит в себе основные рациональные идеи Поппера и Лакатоса. Это видно из тех пунктов, которые Кун выделяет, разъясняя свое понимание науки¹¹. По Куну, некоторая область исследований развивается как зрелая наука, если: 1) делает конкретные предсказания определенных явлений (критерий Поппера; по терминологии Лакатоса, «теоретически прогрессивный сдвиг проблемы»); 2) предсказания, касающиеся определенного интересующего исследователя подкласса исследуемых явлений, постоянно подтверждаются (по терминологии Лакатоса, «эмпирически прогрессивный сдвиг проблемы»); 3) методика предсказания основывается на содержательной («метафизической», по терминологии Куна) теории, которая объясняет, почему возможны предсказания и почему ограничена сфера успешных предсказаний, а также предлагает способы повышения точности и расширения сферы предсказаний; 4) усовершенствование предсказательной техники требует исключительной талантливости и увлеченности.

Марксистская философия, рассматривая науку в контексте общественно-исторической практики, позволяет

¹⁰ Кун Т. Структура научных революций. М., 1975, с. 228—240.

¹¹ Kuhn T. S. Reflections on my critics.— In: Criticism and the growth of knowledge, p. 245—246.

глубже трактовать, находить причины возникновения науки и образования парадигмы, выяснить логику формирования и специфику общего типа видения мира (картины мира, «идеалов естественного порядка») в науке. Вопрос об образовании и смене парадигмы — это и вопрос о выделении и изменении предмета науки. Поскольку предмет науки выделяется и изменяется в общественно-исторической практике, постольку общая логика развития практики, зафиксированная прежде всего в философских категориях, и является основой логики возникновения и развития науки.

Общая схема социальной детерминации возникновения науки. Мы считаем неверным распространенный подход к истории науки, при котором из прошлых систем культуры отбираются знания, методы исследования и идеи, истинные с сегодняшней точки зрения, напоминающие современные, с целью показать, что накопление именно таких знаний, методов исследования и идей привело к становлению науки. Общество рождает науку на определенном этапе своего развития. Это происходит в связи с коренными изменениями в способе производства. Знания, конечно, составляют важный элемент всякой духовной и материальной деятельности человека, но наука возникает лишь тогда, когда продуцирование новых объективно-истинных знаний, в принципе применяемых в материальном производстве, становится специальной формой общественного разделения труда. Требования общества к этой форме разделения труда формируются как некоторые общие критерии научности.

Научными могут оказаться и такие взгляды, которые сегодня мы считаем ошибочными. Однако, вопреки С. Тулмину и Т. Куну, отсюда не следует, что некогда общепринятые взгляды на мир, от которых впоследствии наука отказалась (скажем, динамика Аристотеля или флогистонная химия), были не менее научными, чем современные теории. Дело в том, что наука существует как феномен лишь определенного типа культуры.

Предпосылкой возникновения науки является формирование специфического видения мира. Научная картина мира основывается на понимании его как бессубъектного, как совокупности самостоятельных пезависимых от человеческого сознания вещей, их свойств и отношений, которым подчиняется и человек. Наука — это основанное на

эксперименте или и на формализации¹² производство бессубъектных (не содержащих субъекта познания) знаний, знаний о вещах, их свойствах и отношениях¹³. Действительность является предметом науки со стороны ее вещности. Наука позволяет контролировать вещный мир и управлять им. Критерий «вещности» как необходимый основы научной картины мира является достаточно строгим и четким. Его применение сразу показывает, что, например, аристотелевская телеологическая и антропоморфная картина мира не была научной, а картина мира, на которую опиралась и флогистонная химия, действительно была не менее научной, чем современная.

На наш взгляд, образование «нормальной науки», «парадигматический» характер знаний и деятельности и такие общие черты научного знания, как объективность, воспроизводимость, конкретность, однозначность, точность, формализуемость, экспериментальная основа, а также другие рассмотренные нами аспекты и критерии научности оказывается в конечном счете различными конкретными формами, в которых проявляется необходимость подчинения научных знаний и деятельности вещным, независимым от человека, отношениям, стремление исключить исторически конкретный субъект.

Способ мышления формируется в общественно-исторической практике. Поскольку в человеческой практике независимая от человека всеобщая система вещных отношений сложилась в связи с возникновением капитализма, постольку и наука могла появиться лишь в этой связи. До зарождения капитализма в общественной практике не существовало самостоятельного отношения «вещь — вещь»; «мир вещей» подчинялся «духовному миру», человеческим отношениям¹⁴.

В аспекте своей экспериментальной основы возникновение науки также непосредственно связано со становлением капиталистической общественно-экономической фор-

¹² К неэмпирическим (формальным) наукам относятся математика и формальная логика.

¹³ Предметом науки может быть и сам человек и его деятельность, но тогда человек понимается как вещь, рассматривается с точки зрения свойств и отношений вещей, включается в их систему.

¹⁴ Подробнее см.: *Арсеньев А. Д.* Наука и человек (философский аспект). — В кн.: *Наука и нравственность*. М., 1971.

мации. Экспериментальная наука немислима в докапиталистических системах культуры. Поскольку созданный человеком в общественной практике самостоятельный «мир вещей» стал определяющим фактором в его жизни, постольку возникло стремление овладеть этим миром, расширить область вещных отношений. Фиксированной обществом целью деятельности становится производство вещей самих по себе. В результате таких фундаментальных изменений в общей системе практической деятельности кардинально изменяется и отношение человека к природе: вместо принципа невмешательства, созерцательно-эстетического и этического отношения становится возможным и необходимым экспериментальное исследование и понимание природы как мира открытий, бесконечной возможности экспериментов¹⁵.

Возникновение научной химии. С точки зрения принятой нами концепции рассмотрение зарождения химии как науки предполагает выяснение двух вопросов: 1) как и когда мышление о химических явлениях приняло форму мышления о независимых от человека и его духовного мира вещах, которые нуждаются в экспериментальном исследовании? 2) Как и когда на этой основе образовалась первая парадигма, стала возможной «нормальная наука»?

Становление научной химии связано, с одной стороны, с освобождением от натурфилософии и алхимии, а с другой — с возникновением в практической (технической и медицинской) химии, в химическом «искусстве» проблем, которые не могли быть решены без их научной постановки.

Что значит «освобождение от алхимии»? Обычно в работах по истории химии на этот счет можно встретить суждения примерно следующего типа: «Он еще был в плену алхимических воззрений, так как верил в трансмутацию металлов». И тогда оказывается, что, например, «еще Бойль и Ньютон разделяли алхимические воззрения»¹⁶. Однако алхимия — это не просто доктрина трансмутации металлов. Она представляет собой опреде-

¹⁵ Подробнее см.: *Нидам Дж.* Общество и наука на Востоке и на Западе. — В кн.: Наука о науке. М., 1966; *Косарева Л. М.* Предмет науки. М., 1977.

¹⁶ *Соловьев Ю. И.* Эволюция основных теоретических проблем химии. М., 1971, с. 39.

ленное культурно-историческое единство, «микрокосм культуры европейского средневековья», как это хорошо показано в работах В. Л. Рабиновича¹⁷. А это значит, что от алхимии можно освободиться лишь в смысле «переключения» в другую систему культуры, в другую картину мира. Идея трансмутации металлов сама по себе отнюдь не алхимическая. Она приобретает определенный смысл лишь в определенном контексте и в определенной системе деятельности (ведь все зависит от того, что вообще считается металлом и трансмутацией, какими методами и с какой целью предпринимаются попытки этой трансмутации или обосновывается ее возможность).

До второй половины XVII в. химические знания накапливались в форме практических рецептов, в производстве и медицинской практике, а отчасти и в алхимии. Теоретические вопросы, касающиеся химических явлений, вставляли в системах натурфилософии и алхимии лишь как вопросы объяснения, истолкования, разъяснения или угадывания с человеческой точки зрения возможности, природы и значения этих явлений, а вовсе не как вопросы, предполагающие постановку и решение определенных проблем путем экспериментального исследования независимой от человека природы. Однако начало капиталистической эры относится к XVI в., и уже в первой половине XVII в. существовали наука (образцом научного исследования стали работы Г. Галилея) и научная (антиаристотелевская — корпускулярно-механическая) картина мира. В начале XVII в. возрождалась античная атомистика, «в сущности, не старые идеи восстанавливались, а люди «рождались заново»¹⁸. Поэтому естественно, что уже в это время встал вопрос о включении химических явлений в научную картину мира (Э. де Клав, Д. Зеннерт, И. Юнгиус)¹⁹. В первой половине XVII в. были развиты два типа корпускулярно-механистических картин мира: механистическая атомистика Галилея (объективно существуют пространственные и временные характеристики, а чувственные качества субъективны; тела состоят

¹⁷ См., например: *Рабинович В. Л.* Созерцательный опыт Оксфордской школы и герметическая традиция.— *Вопросы философии*, 1977, № 7.

¹⁸ *Зубов В. П.* Развитие атомистических представлений до начала XIX века. М., 1965, с. 172.

¹⁹ Там же, с. 181—186.

из бесконечного множества неделимых корпускул; природа описывается математическими законами) и корпускулярные представления Р. Декарта (материя наполняет все пространство, она делима до бесконечности; все явления в природе должны быть сведены к форме, величине и движению тел). Во второй половине XVII в. Р. Бойль выработал третий тип антиперипатетической, по его словам, «корпускулярной или механической философии», в которой атомистическая и картезианская концепции рассматривались как нечто единое²⁰.

Бойль писал, что он занимался химией «не столько ради нее самой, но в целях натуральной философии, и для нее», что его целью было достичь «взаимопонимания между химиками и механическими философами, которые доселе слишком мало были знакомы с учениями друг друга»²¹. Важно иметь в виду, что еще «в 1600 ни один натуральный философ не считал химию частью натуральной философии, химия была медицинской или мистической наукой»²². Так как на первом месте в химии стоял вопрос о качественных превращениях веществ, надо было прежде всего найти способ, который позволил бы осмыслить эти качественные превращения в терминах экспериментальной, корпускулярно-механистической картины мира. В научной картине мира не было места скрытым («окультурным») качествам и «субстанциальным формам», с помощью которых «объяснялись» превращения и свойства веществ.

Бойль определил качество на основе разнообразных сочетаний или структур (*texture*) и движений некоторых элементов (первичных или непервичных), а также соотношения между такими структурами. Он представлял себе как мир в целом, так и его мельчайшие части механизмами, подобными часам. Химик, с точки зрения Бойля, — это «ремесленник, который изготавливает вещи в микроскопической области» таким же образом, как механик — в макроскопической области²³. В книге «Химик-

²⁰ Зубов В. П. Развитие атомистических представлений до начала XIX века, с. 206—262.

²¹ Там же, с. 245—246.

²² Boas M. Robert Boyle and seventeenth-century chemistry. N. Y., 1968, p. 229.

²³ Kuhn T. S. Robert Boyle and structural chemistry in the seventeenth century.— *Isis*, 1952, vol. 43, N 131, p. 31.

скептик» (1661) Бойль подробно критиковал учения перипатетиков и спагириков, противопоставляя им экспериментальный метод и корпускулярно-механистическую картину мира. Он показал, что, с точки зрения последователей Аристотеля, «намного выше и философичнее делать открытия *a priori*, чем *a posteriori*. Поэтому перипатетики особенно и не заботились о накоплении экспериментальных данных, чтобы доказать свои доктрины; они удовлетворялись лишь немногими экспериментами, предназначенными для тех, кто не был способен к более высоким убеждениям. И, действительно, они применяли эксперименты скорее для иллюстраций, чем для демонстраций своих доктрин...»²⁴.

Бойль доказал, что с точки зрения экспериментального метода и корпускулярно-механистических взглядов как «элементы» перипатетиков — огонь, вода, воздух, земля, так и «принципы» спагириков — ртуть, сера и соль, не удовлетворяют определению понятия «элемент». Само определение было сформулировано уже Аристотелем²⁵. Поэтому является совершенно ошибочным мнение, что только Бойль впервые дал правильное определение химического элемента. На эту распространенную ошибку обратил внимание Кун. «Согласно Бойлю, который был в этом совершенно прав, — пишет Кун, — его «определение» элемента не более чем парафраза традиционного химического понятия; Бойль предложил его только для того, чтобы доказать, что никаких химических элементов не существует... Вербальные определения, подобные определению Бойля, обладают малым научным содержанием, когда рассматриваются сами по себе»²⁶. Бойль считал возможным говорить о существовании элементов лишь в смысле определенных сочетаний мелких частиц, которые для химика практически неразложимы. В таком смысле элементом является, например, золото, хотя и оно может иметь сложную физическую структуру²⁷. Поскольку, таким образом, об элементах можно говорить лишь в относительном

²⁴ Boyle R. The sceptical chimist. L.; N. Y., p. 20 (год издания не указан.— P. B.).

²⁵ Аристотель. Метафизика. М.; Л., 1934, с. 81.

²⁶ Кун Т. Структура научных революций, с. 181.

²⁷ Boyle R. The sceptical chimist, p. 39, 96. См. также: Зубов В. П. Развитие атомистических представлений до начала XIX века, с. 254.

смысле, то Бойль считал и трансмутацию одних элементов в другие в принципе возможным.

С нашей точки зрения, Бойль сделал первый шаг в направлении превращения химии в науку тем, что он, будучи знаком с научным методом и научной картиной мира своего времени, впервые подробно и аргументированно доказал, что существовавшие способы мышления в химии были ненаучными, и показал, как в принципе выглядят те же проблемы, или, вернее, какие проблемы возникают в области химии, в свете существующей научной (механистической в его время) картины мира и принятого научного метода. Мышление Бойля о химических явлениях было научным в том общем смысле, что оно приняло у него, как мы видели, форму мышления о независимых от человека, от духовного мира вещах, которые нужно экспериментально исследовать. Однако в XVII в. химия еще не стала наукой, поскольку еще не образовались парадигмы и «нормальная наука», исследования химиков не соответствовали более строгим критериям научности. Подход Бойля был еще слишком абстрактным, и ему, как и его современникам, не удалось сформулировать и решить конкретные химические задачи научным методом.

В праведной борьбе против «оккультных качеств» и т. п. представлений альтернатива механических качеств вовсе не была единственной возможностью. Принципам научной и по существу механистической картины мира вполне соответствовало, например, ньютоновское феноменологическое понятие силы притяжения. Идеи Ньютона оказались конструктивными для химии: из них исходил Г. Э. Шталь (1660—1734). Бойлевская картина химических превращений не могла стать исходной для научной химии потому, что она была построена на основе неконструктивно введенных наглядных механистических представлений о неограниченном разнообразии сочетаний и движений первичных и непервичных корпускул. В ней не было четко выраженной идеи сохранения некоторых химических качеств, химических единиц, из которых можно было бы «построить» химические вещества. Идея же сохранения, как это хорошо показано Н. Ф. Овчинниковым, является «фундаментальной идеей, позволяющей проследить превращение знания в науку»²⁸. Можно ска-

²⁸ Овчинников Н. Ф. Принципы сохранения. М., 1966, с. 33.

зять, что если Бойль подчеркнул относительность неразложимости веществ, их изменчивость, разложимость в принципе, то Шталь, наоборот, основываясь на ньютоновской концепции сил притяжения между веществами, исходил из эмпирически определяемой различной степени устойчивости, неразложимости веществ и с помощью этого дал их классификацию на основные типы. Как показал И. Штрубе, изучение металлургии привело Шталя к новому пониманию процесса восстановления и было одной из важнейших предпосылок создания им теории флогистона. «...Истинное достижение Шталя,— пишет И. Штаубе,— состоит не в создании новой теории горения а в признании обратимости процессов горения и восстановления и в создании на базе этого теории флогистона»²⁹.

Теория флогистона была первой подлинно научной теорией в химии. Такой вывод получается по следующим соображениям:

1. Общие идеи школы Шталя соответствовали «эталону научности» своего времени — ньютоновской картине мира.

2. Подход Шталя хорошо укладывается в общую схему научного метода (см. схему М. Бунге).

3. В химии образовалась парадигма и стала возможной нормальная наука. Действительно, в теории флогистона существовали свои модельные представления и «символические обобщения» (корпускулярные представления, классификация веществ, понятие флогистона и трактовка его роли в горении и восстановлении и др.), а также другие аспекты парадигмы — общепринятые школой Шталя ценностные требования и образцы решения конкретных задач.

4. На основе теории флогистона стали возможными конкретные предсказания в области процессов горения и восстановления, которые подтверждались в эксперименте («прогрессивный сдвиг проблемы»). Шталь мог дать практические советы металлургам и решил задачи, которые не были под силу даже опытным мастерам.

²⁹ Штрубе И. Роль теории флогистона Г. Э. Шталя в развитии химии XVIII в.— Вопросы истории естествознания и техники, 1970, вып. 2(31), с. 64.

СОДЕРЖАНИЕ

От редакционной коллегии	3
--------------------------	---

I

МЕСТО НАУКИ В ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА (социальные аспекты науки)

А. И. Вербин, М. Я. Ковальзон	
Философия и наука как социальные феномены	5
В. Ж. Келле, Н. И. Макешин	
Социологические проблемы исследования отношений и деятельности в сфере науки	25
И. А. Акчуриш	
Наука и феномен отчуждения	45
М. С. Слуцкий	
Наука и образование	61
Ю. Шейнин	
Условия научного труда	77
К. И. Шилин	
Экологическая революция в науке. Тенденции экологизации науки	96

II

ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАУКИ

В. С. Барашенков	
Проблемы неисчерпаемости материального мира. (Может ли быть конец физики как науки?)	113
В. В. Налимов	
Логика принятия гипотез в развитии научного познания	139
Э. М. Чудинов	
И. Кант и эйнштейновская концепция физической реальности	177

В. А. Бажанов, А. И. Панченко	
К вопросу о структуре физической реальности (логико-алгебраические аспекты)	188
М. Д. Ахундов	
Гносеологическое значение развития простран- ственно-временных представлений в современ- ной физике	202
У. А. Раджабов	
Преемственность научных теорий и принцип соответствия	224
К. Х. Делокаров	
Философия эмпиризма и теория относитель- ности	238

II

ЦЕННОСТНЫЕ АСПЕКТЫ НАУКИ

Е. А. Мамчур	
Об «идеале» научной теории	253
Л. Г. Антипенко	
Об эстетике научного творчества	274
В. Г. Соловьев	
Некоторые вопросы развития ядерной физики	287
Л. Б. Баженов	
О фундаментальности физики	296
Р. О. Курбанов, Н. М. Мамедов	
Проблема ценностей и синтез естествознания	315
А. Турсунов	
Идея единства микрокосма и макрокосма в интеллектуальной истории общества и совре- менной науке (опыт философского анализа)	326
Р. А. Вихалемм	
Понятие научности и социальная детермина- ция формирования науки (на материале исто- рии химии)	345

СПИСОК ОПЕЧАТОК И ИСПРАВЛЕНИЙ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
3	3 сл.	наукой	конкретными науками

Заказ № 2093