



*Проблемы
развития науки
в трудах
естествоиспытателей
XIX века*

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

НАУКОВЕДЕНИЕ
ПРОБЛЕМЫ
И ИССЛЕДОВАНИЯ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Д. М. ГВИШАНИ,
Н. И. ЖАВОРОНКОВ,
Б. М. КЕДРОВ,
В. П. КУЗЬМИН,
С. Р. МИКУЛИНСКИЙ,
А. М. РУМЯНЦЕВ
В. Н. СТОЛЕТОВ,
М. Г. ЯРОШЕВСКИЙ

0

**ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ
В ТРУДАХ ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ
XIX ВЕКА**

(НАЧАЛО СТОЛЕТИЯ — 70-е ГОДЫ)

ПОД РЕДАКЦИЕЙ:

Б. С. ГРЯЗНОВА,

А. Ф. ЗОТОВА,

Н. И. РОДНОГО



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1973



Данная книга, подготовленная Сектором логики развития науки Института истории естествознания и техники АН СССР, входит в серию исследований, посвященных характеристике концепций науки в философской, научной и социологической мысли XIX—XX вв.

Авторы настоящего исследования поставили целью в систематизированном виде осветить взгляды естествоиспытателей XIX столетия на развитие науки. Анализ взглядов ученого, работавшего в той или иной области науки, ведется в соотнесении с предметом и уровнем развития этой отрасли научного знания в данный период.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемый вниманию читателей сборник — один из серии, посвященной характеристике концепций развития науки в философской, научной и социологической мысли XIX и XX вв.

В нем в систематизированном виде освещены взгляды естествоиспытателей XIX столетия (в основном до 80-х годов) на развитие науки.

Как известно, анализ закономерностей развития науки — одна из центральных задач сформировавшейся в XX столетии науки о науке, или науковедения. Науковедение рассматривает науку во всех ее аспектах: и теоретико-познавательном, и социально-психологическом, и экономическом и организационном и т. п. Несомненно, такой подход к изучению науки — продукт XX столетия. Но если из всего этого многообразия проблем выделить только теоретико-познавательные и методологические задачи, то нетрудно увидеть, что корни науковедения уходят в далекое прошлое, в историю философии в целом. В XIX столетии, особенно в первой его трети, наиболее широкое признание получил анализ науки как знания и познавательной деятельности, осуществленный немецкой классической философией. После 30-х годов значительное влияние на мировоззрение естествоиспытателей XIX в. оказал позитивизм. В 40-е годы возникает марксистская философия, которая не ограничивалась лишь теоретико-познавательными, методологическими проблемами науки, а впервые в истории философской мысли выработала цельное материалистическое понимание общественного развития и тем самым создала подлинные научные основы исследования науки. С ее возникновением рухнуло безраздельное господство буржуазной философской мысли.

В области познания науки философия стремилась не только понять современную ей науку, но в анализе становления новых отраслей естествознания как бы прозревала существенные стороны будущего науки, направление и характер ее развития. И тем не менее те формы философской рефлексии науки (классическая немецкая философия, позитивизм), которые сложились в первой половине XIX столетия, либо в силу своей спекулятив-

ности, либо метафизичности и эмпиризма, не могли удовлетворить потребностей науки.

К этому следует еще добавить изменившиеся социальные функции науки XIX в., а также систему ее организации. Вследствие этого изучение науки как социального института, а вместе с этим и исследование теоретико-познавательных и методологических проблем становится в значительной мере собственным делом науки, т. е. превращается в ее самосознание. Хотя у большинства естествоиспытателей не было законченной системы взглядов по проблемам методологии науки, характера ее развития, ее социального статуса и т. п., тем не менее их позиция, выработанная в результате самопознания своей собственной деятельности, анализа реальной истории науки, представляет исключительный интерес.

Одна из центральных задач сборника — соотнесение соответствующих взглядов ученых с предметом и уровнем развития своей науки. В частности, в большой зависимости от характера науки и степени ее развития находятся взгляды ученых на социальный статус науки и движущие силы ее развития.

В соответствующих статьях сборника характеризуются взгляды некоторых ученых, приобретших известность уже в 60-х годах, но деятельность которых продолжалась еще многие годы после этого (например, Д. И. Менделеев, М. Бергло и некоторые другие).

Авторы сборника не претендуют на полный охват проблем и на выяснение взглядов всех ученых указанного периода, но им представляется, что наиболее важные аспекты данной проблемы получили освещение в сборнике.

Н. И. РОДНЫЙ

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
СОСТОЯНИЯ НАУКИ
ПЕРИОДА 1800—1870 гг.**

70 лет, конечно, большой срок в развитии науки, даже для времени, когда темпы ее роста были неизмеримо медленнее современных. XIX столетие — век науки, время ее исключительного роста и огромного увеличения ее влияния на разные стороны жизни общества.

Значение тех или иных периодов в развитии науки полнее раскрывается в сопоставлении их с прошлым и последующим. Такое соотнесение позволяет установить наиболее адекватные критерии для оценки масштабов соответствующих феноменов, для определения их исторической значимости, той роли, которую они сыграли как в общем движении науки, так и в эволюции ее отдельных компонентов.

Развитие науки не сводится только к прогрессу ее содержательной стороны, оно обязательно сопровождается эволюцией ее логического строя, некоторыми метаморфозами социального статуса, изменением типа ее организации и т. п. Если мы берем некоторый период в истории науки, то не обязательно, чтобы на его протяжении произошло радикальное изменение всех перечисленных аспектов науки, конечно, за исключением содержательного, который имеет наиболее динамическую характеристику.

Эволюция ряда аспектов науки может выступать как развитие, проявление тех черт, которые выкристаллизовались на предыдущем этапе их истории (мы имеем в виду логический строй науки, методологические принципы науки, ее социальный статус).

Краткий обзор состояния естествознания включает не только характеристику развития его содержательной стороны, но и наиболее существенных явлений, относящихся к другим аспектам функционирования науки.

К XIX столетию в развитии всех наук первые научные революции были уже позади. XVI век был временем первой научной революции в астрономии, значение которой выходит за пределы естествознания, так как одним из ее главнейших результатов было коренное изменение представлений о мире. Конец XVIII в. ознаменовался научной революцией в химии.

История науки, как подчеркивает Хэлл, нестойкое единство и не может быть иной. Различные области науки сами по себе разнородны по степени сложности, по технической оснащенности и по философской основе. Они не все и не одновременно испытывают воздействие одних и тех же исторических факторов, внутренних или внешних. Невозможно даже проследить развитие единого научного метода, некоей формулировки принципов и правил исследования, приложимой к любой области научного творчества.

В каждой дисциплине методы исследования слишком тесно связаны с ее содержанием и проблемами¹.

Завершение первых научных революций в фундаментальных науках привело не только к соответствующим преобразованиям внутри науки, но и к образованию более тесных связей между ними, к превращению их в систему наук.

Общей чертой всех первых научных революций является то, что в результате их формируются новые закономерности эволюции соответствующих наук.

Первые научные революции создают теоретические концепции, обладающие инвариантным ядром, в результате чего дальнейшее развитие этих наук приобретает черты кумулятивного процесса: прежние концепции не отбрасываются, а включаются в новые как их частный или предельный случай.

В начале XIX столетия занятия наукой превращаются в профессию. Это принципиально новое явление, имевшее ряд важных последствий для последующего развития науки.

Одним из них была организация подготовки ученых. Именно в это время создается ряд новых университетов, в частности в Германии, где упор делается на подготовку исследователей, дальнейшее формирование которых происходит в научных школах.

Организатором первой научной школы был выдающийся химик Ю. Либих.

Не случайно, что первая научная школа возникла в химии. Не случайно и то, что большинство научных школ первой половины XIX столетия — химические. Это связано с тем, что химии в это время принадлежало особое место среди наук.

Одна из особенностей развития химии, определивших ее бурный рост в XIX столетии, — ее связь с промышленностью, что в немалой степени обусловило увеличение в ней контингента исследователей.

Но это лишь одна сторона дела. Другая, и при этом наиболее важная, заключалась в том, что химия уже в XIX в. обнаружила новые тенденции взаимоотношения «наука — производство», которые становятся нормой для других наук значи-

¹ См. А. Р. Хэлл. Научная революция 1500—1800.— «Информационный бюллетень ИИЕиТ АН СССР», 1965, вып. IX, стр. 14.

тельно позже. Речь идет о том, что наука как бы опережает развитие производства.

Конечно, химические ремесла существовали раньше химической науки и опирались на опыт и на сведения, которые передавала им донаучная химия², но химическая промышленность могла возникнуть только на базе решения соответствующих проблем химической науки. Между химической наукой и промышленностью сложились отношения, когда наука, даже не выдвигая перед собой задачи помощи промышленности, вызывала к жизни ее новые отрасли и предоставляла ранее возникшим отраслям промышленности решения для рационализации их технологии и повышения эффективности производства.

Указанные процессы способствовали изменению оценки научной деятельности в общественном мнении, а государство, заинтересованное в ее развитии, начинает поощрять занятия наукой.

В физике такая ситуация сформировалась позднее.

По свидетельству ряда крупнейших физиков Англии, еще в 60—70-х годах условия проведения физических экспериментов были такие же, как во времена Ньютона. Эта обстановка начала меняться только к 70-м годам.

А. Г. Столетов писал: «С тех пор, как открыт спектральный анализ и настало новое движение в электротехнике, на физику особенно не жалеют денег, как уже издавна не жалели на химию и астрономию»³.

С этого времени начали создаваться исследовательские лаборатории по физике, где работают не одиночки, а коллективы: появились научные школы.

Возрастающий авторитет ученых и науки в XIX в. можно проиллюстрировать следующим. Дэви, которому удалось посредством электролиза получить металлический калий и натрий, был единственным англичанином, имевшим право приезжать во Францию, которая в то время косвенно вела войну с Англией.

Известие об опытах Дэви, писал Оствальд, распространилось с быстротой молнии, несмотря на то что Европа была охвачена завоевательными войнами Наполеона⁴.

Когда Вольта производил опыты со «столбами», получившими его имя, то за газетными сообщениями о них следили все.

² Преобразование железа в сталь, писал Ю. Либих, меди в бронзу, поваренной соли в соду, выделка кожи и тысяча важных открытий сделаны людьми, не имевшими никакого или имевшими совершенно ложное понятие о сущности и особенностях тех предметов или обстоятельств, с которыми были связаны комбинации их идей (Ю. Либих. Индукция и дедукция. СПб., 1865, стр. 16—17).

³ Цит. по: Д. К. Максвелл. Статьи и речи. М., 1968, стр. 358.

⁴ См. В. Оствальд. История электрохимии. СПб., 1911, стр. 81.

В 1871 г. Максвелл говорил, что «в настоящее время на людей науки не смотрят уже с почтительным страхом или подозрительностью. Предполагается, что они связаны с практическим духом века»⁵.

Таким образом, в XIX в., в особенности начиная с 60-х годов, наука начинает играть все большую роль, оказывая влияние не только на сферы духовной деятельности, но и на «практический дух века».

Развитие научно-исследовательских работ, которые велись в разных странах, с большой убедительностью продемонстрировало интернациональный характер науки.

Для этого времени характерны два новых явления, отражающих интернациональное значение науки: это международные форумы ученых, среди которых, в первую очередь, следует выделить конгресс в г. Карлсруэ (1860 г.), посвященный обсуждению узловых вопросов теоретической химии, а также организацию целого ряда согласованных наблюдений в различных странах.

На известного путешественника Гумбольдта, писал Максвелл, произвело глубокое впечатление научное значение объединенных усилий наблюдателей всех национальностей для точного измерения земного магнетизма. Многие ученые объединяли свои усилия, изучали способ употребления новых инструментов и новые методы постановки опытов; и в каждом европейском городе можно было видеть в определенно установленное время, как они сидят в холодных деревянных сараях, прижав глазами к зрительной трубе, внимательно прислушиваясь к часам и отмечая карандашом в записной книжке мгновенное положение подвешенного магнита.

«Таким образом, было осуществлено бэконовское представление об «объединенных опытах», разрозненные научные силы превращены в регулярную армию, соревнование и зависть сделались неуместны, так как полученные любым из наблюдателей результаты не имели никакой цены, не будучи объединены с результатами остальных»⁶.

Начиная с 60-х годов все более остро встает вопрос об «обеспечении научной деятельности», как формулировали эту задачу английские ученые, т. е. о создании таких условий для ученого, которые позволили бы ему заниматься исследовательской работой, не отказывая себе в досуге.

Так, Максвелл, которого тревожило состояние науки в Англии, писал, что в то время, как растет число профессоров и растет число студентов, увеличивается количество учебников и популярных книг, «...творческая исследовательская работа, источник благосостояния нации, падает. Польза, которую уче-

⁵ Д. К. Максвелл. Статьи и речи, стр. 31.

⁶ Там же, стр. 25.

ный как таковой приносит нации, измеряется количеством новых знаний, которыми он ее обогащает... Нам нужны еще Фарадеи, другими словами, нужны люди, работающие над созданием новых знаний»⁷. Он говорит: «Для развития науки требуется не только, чтобы люди мыслили вообще, но чтобы они концентрировали свои мысли на той части обширного поля науки, которое в данное время требует разработки»⁸. Эти ученые должны быть освобождены от преподавательской деятельности или, во всяком случае, последняя должна играть подчиненную роль, чтобы иметь возможность все свои силы сосредоточить на главном — на разработке тех вопросов, которые поставлены ходом развития науки и потребностями практики.

Наука первых семидесяти лет XIX столетия претерпела не только изменения своего содержания и социального статуса, но и поставила вопрос о справедливости своего философского кредо.

В момент становления экспериментальной науки «естествознание, столь революционное вначале,— писал Ф. Энгельс,— вдруг очутилось перед насквозь консервативной природой, в которой все и теперь еще остается таким же, каким оно было изначально...»⁹ Это представление о мире, сформировавшееся в XVII—XVIII вв., продолжало господствовать в умах естествоиспытателей на протяжении всей первой половины XIX столетия. В качестве образчика такого рода мировоззрения Энгельс в «Диалектике природы» приводит отрывок из книги Медлера «Популярная астрономия»: «Весь механизм нашей солнечной системы направлен, насколько мы в состоянии в него проникнуть, к сохранению существующего, к его продолжительному неизменному существованию. Подобно тому, как ни одно животное, ни одно растение на земле с самых древнейших времен не стало совершеннее или вообще не стало другим, подобно тому, как мы во всех организмах встречаем последовательность ступеней только одну *подле* другой, а не одну *вслед* за другой, подобно тому, как наш собственный род со стороны телесной постоянно оставался одним и тем же,— точно так же даже величайшее многообразие существующих в одно и то же время небесных тел не дает нам права предполагать, что эти формы суть только различные ступени развития; напротив, все созданное *одинаково* совершенно само по себе»¹⁰.

Это «окаменелое воззрение на природу» (как называл его Энгельс) начало сдавать свои позиции с середины XIX в., главным образом под давлением данных самого естествознания. Именно в рассматриваемый нами период развития естествозна-

⁷ Там же, стр. 64.

⁸ Там же.

⁹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 349.

¹⁰ Цит. по: К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 350 (примечание). Следует отметить, что книга Медлера вышла в 1861 г. пятым изданием.

ния (первые 70 лет XIX в.) «Новое воззрение на природу было готово в его основных чертах: все застывшее стало текучим, все неподвижное стало подвижным, все то особое, которое считалось вечным, оказалось преходящим, было доказано, что вся природа движется в вечном потоке и круговороте»¹¹. Таким образом, развитие науки в XIX в. в значительной мере стимулировало создание научного диалектического метода — этого аналога природы и тем самым метода ее объяснения¹². Как известно, Энгельс особенно отмечал значение трех великих открытий для формирования материалистической диалектики. Но о них речь пойдет ниже.

Вкратце охарактеризуем основные явления в развитии фундаментальных наук в первые 70 лет XIX в.

Математическое знание с начала XIX столетия до 70-х годов пережило интересный и цельный этап своего развития. Существенными чертами его развития в указанный период являются следующие.

1. Усилиями французских математиков последнего десятилетия XVIII и начала XIX в. был создан точно определенный метод теоретической физики¹³. Математика действительно становится методом развития теоретического знания, а не просто средством его оформления. Именно в XIX в. впервые появляются ситуации, ставшие нормой для науки XX в.: сначала разрабатывается математический аппарат теории, а только потом отыскиваются его нематематические интерпретации¹⁴ (например, Максвелл).

В данном случае речь идет не о том, что в процессе развития математики появляются идеи и разрабатывается аппарат, об использовании которого вне математики исследователь ничего не знает. Такие ситуации — норма развития математического знания с самого его возникновения. В XIX в. обнаруживается нечто иное. Теперь математики или физики занимаются решением математической задачи как задачи физической, но заранее не предполагают ее физической интерпретации. Между прочим, это породило феноменологический подход к физическим теориям в XIX в. Казалось, что физическая теория, особенно в форме математической физики, совсем не имеет дела с физическими сущностями.

Именно в XIX столетии как математики, так и физики осознают, что математический аппарат — это метод, средство физических открытий. В этом смысле начиная с XIX в. математика превращается в инструментальный цех науки, заготавливает инструментарий впрок (осознавая, что это инструментарий), зара-

¹¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 354.

¹² См. там же, стр. 367.

¹³ См. об этом, например: Л. Больцман. О методах теоретической физики. — «Статьи и речи». М., 1970, стр. 61.

¹⁴ См. Л. И. Мандельштам. Полн. собр. трудов, т. V. Л., 1956, стр. 351.

нее не зная, где и как он будет использоваться (неевклидовы геометрии, алгебраические теории, например, теория групп и т. п.). Бурное развитие математической физики стимулировало и развитие ряда больших отделов анализа (тригонометрические ряды, кратные интегралы, функции комплексного переменного и др.).

2. Как следствие вышесказанного оформляется разделение математики на чистую и прикладную. Во Франции начал издаваться журнал «*Qergohnes Annales des mathematiques et appliques*»; с 1826 г. в Германии Крелль начал издавать подобный же журнал — «*Journal für reine und angewandte Mathematik*» (который математики в Германии в шутку называли *reine unangewandte*, т. е. чистый непримененный).

3. С начала XIX в. математика вполне эмансипируется от остальных областей знания. Это означало осознание того факта, что объект математики отличен от объекта любой другой науки. Однако это осознание пришло не прямо, а, в известном смысле, окольным путем — через анализ процедур доказательства. Благодаря трудам Больцано, Коши, Вейерштрасса и др., начинает развиваться теория математического доказательства, первоначально, правда, не в форме логической теории, а в виде практических рецептов развития и совершенствования математических доказательств. Основная идея этого процесса была достаточно четко выражена Б. Больцано в его критике математических доказательств, опирающихся на геометрическую (пространственную) интуицию¹⁵.

Для математиков XIX столетия становится очевидным, что процесс доказательства не должен выходить за рамки самой математики. Но это и означало выявление специфики и особенностей собственно математического объекта исследования. Благодаря такому осознанию происходила глубокая перестройка самих оснований математики, необходимая как для успешного развития ее ведущих дисциплин, так и для ее приложений. Результатом этой перестройки было не только формирование нового метода математического мышления, но и создание соответствующей этому методу новой теории — абстрактной теории множеств. Основы теории множеств были разработаны в 70-е годы XIX столетия Г. Кантором. Ее возникновение и развитие как бы подводило итог семидесятилетних исследований XIX в. и положило начало новому этапу в развитии математического знания.

4. Исследования первых двух третей XIX в. породили еще одну область проблематики, которая не утратила своей остроты и по сей день: анализ сущности аксиом и аксиоматического метода. Если первоначально проблемы аксиоматического метода

¹⁵ См. Б. Больцано. Чисто аналитическое доказательство...— Э. Кольман. Бернгард Больцано. М., 1955, стр. 171.

поднимались только в области геометрии, то к концу века они распространились на все математическое знание, а в XX столетии и на анализ научного знания вообще.

5. Наконец, успехи математики привели к возрастающей зависимости ее развития от разработки языка науки. Это обстоятельство оказалось как положительным, так и отрицательным моментом, так как в рамках разных языков развивались эквивалентные теории. Если же учесть, что XIX в. характеризуется поразительной дифференциацией научного знания, возникновением узкой специализации математиков, когда они перестают понимать друг друга, то становится понятной опасность возрастающей «глухоты», обусловленной чисто языковыми причинами.

Проблема «математика или математики», которую в наше время сформулировал Н. Бурбаки, становилась проблемой уже в XIX столетии, но в менее драматической форме. Дело в том, что обилие отдельных результатов, изолированных в системе математического знания, порождало ощущение разрозненности всей математики. Но к началу последней трети XIX столетия проблема казалась разрешенной: была создана теория множеств. Теория множеств выглядела как естественная основа всего математического знания; она должна была обеспечить единство математики. Однако последние годы XIX в. принесли разочарование; обнаружение парадоксов в самой теории множеств грозило всему этому математическому космосу. «Увы, арифметика гибнет!» — таков эпикриз относительно математики, который выразил Г. Фреге. Но это уже за пределами интересующего нас периода.

В физике за 70 лет прошлого века произошло много значительных событий, ее понятийный строй претерпел существенные метаморфозы.

В результате работ Лапласа и Гершеля в науке получила права гражданства точка зрения, выдвинутая еще Кантом, что космос, в частности солнечная система, не представляет собой абсолютно стабильной и неизменной системы, а развивается во времени. Эта концепция пробила первую брешь в метафизической картине мира, господствовавшей до этого¹⁶. Дальнейшее развитие получает механика, в недрах которой готовится математический аппарат и формулируются принципы, ставшие универсальными методами физики. Таковы, в частности, вариационные методы и принцип наименьшего действия, перенесенные впоследствии из механики в физику. Широкое развитие получают исследования конверсионных процессов, в результате которых устанавливаются связи между явлениями различных областей, взаимопереходы энергии, что позднее привело к открытию закона сохранения и превращения энергии.

¹⁶ См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 350—351.

Эти работы в значительной степени содействовали принятию представления о единстве мира, о неразрывной связи между различными областями действительности, т. е. той концепции, которая была выдвинута и получила развитие в философии и, в начале столетия, сыграла немалую роль в нацеливании ученых на постановку исследований, направленных на поиски соответствующих связей. В утверждении принципа единства и развития мира исключительную роль сыграл закон сохранения энергии, о котором М. Планк писал: «За короткое время (к 1860 г.— *Н. Р.*), примерно в 18 лет, этот закон сохранения энергии из совершенно скрытого или по крайней мере незамеченного бытия поднялся до уровня господствующей силы во всей области естествознания; до этого времени такую историю испытало только великое открытие Ньютона, но оно относится лишь к ограниченной области явлений природы»¹⁷.

Эвристическое значение этого принципа М. Планк характеризует следующим образом: «С этого времени (около 1860 г., когда закончилась борьба вокруг принципа сохранения энергии и решение было принято окончательно в его пользу.— *Н. Р.*) начинается новая эпоха в развитии всего точного естествознания. До тех пор всюду, где еще не удалось, как в механике и астрономии, найти основные законы, управляющие всеми отдельными явлениями, приходилось пользоваться чисто индуктивным методом; с этого времени стали обладать принципом, который, будучи испытан во всех известных областях путем тщательных исследований, являлся отличным руководством и в совершенно неизвестных и неисследованных областях»¹⁸. Всеобщий — и при этом методологический — характер принципа сохранения и превращения энергии подчеркивал Ф. Энгельс.

Максвелл указывал, что создание закона сохранения энергии привело к утверждению взгляда о единстве процессов природы, еще не получившего полного права гражданства в 30—40-х годах XIX столетия. Так, характеризуя книгу Соммервилля «*Connection of the Physical Sciences*», вышедшую в 1834 г. и к 1849 г. выдержавшую восемь изданий, Максвелл пишет: «Если мы будем изучать эту книгу, чтобы установить характер взаимной связи между отдельными физическими дисциплинами, то мы прежде всего придем к заключению, что эта связь создана искусством переплетчика, который сброшюровал в один том массу информации о каждой из них. Мы видим один только ряд изложений различных дисциплин, но о взаимной их связи не говорится почти ничего. То немногое, что говорится, имеет отношение к взаимной зависимости различных научных дисциплин друг от друга, поскольку знакомство с элементами одной необходимо для успешной работы в другой... Таким образом,

¹⁷ М. Планк. Принцип сохранения энергии. М.— Л., 1938, стр. 91.

¹⁸ Там же, стр. 93.

единство, которое оттеняет книга г-жи Соммервиль, есть единство научного метода, а не единство процессов природы»¹⁹. По мнению Максвелла, в первой половине XIX столетия и в науке уже была принята точка зрения о единстве научного метода, тогда как концепция единства сил природы получила признание в ходе утверждения в науке закона сохранения энергии.

Следовательно, закон сохранения энергии имел не только специальное, но и методологическое и мировоззренческое значение. Принцип сохранения энергии, который является опытным законом (не тавтологией, не замаскированным определением, не постулатом, не априорным суждением, как подчеркивал Планк), определил во многом развитие физики, был одним из наиболее сильных факторов, приведших к установлению контактов между физикой и химией, нарушенных, как это будет показано ниже, рядом причин, в частности, тем обстоятельством, что в химии с атомистикой утвердился принцип дискретности, тогда как в физике господствовала концепция непрерывного характера явлений и процессов.

Открытие закона сохранения и превращения энергии, ставшего краеугольным камнем естествознания, сыграло свою роль в утверждении принципов сохранения. Этот закон был уже третьим принципом сохранения после закона сохранения массы и закона сохранения электричества (постоянства электрического заряда).

В XIX столетии физика окончательно «разделалась» с концепциями субстанциализации свойств. Последней областью, где гипотезировалось свойство, была теплота, которая еще С. Карно и Б. Клапейрону представлялась как некое неразрушимое вещество (теплород). В конце 40-х — начале 50-х годов это представление было оставлено.

К началу 50-х годов в физику из химии проникли атомистические представления, и первой формой физической атомистики была кинетическая теория газов, в создании которой участвовали Клаузиус, Кронниг, Максвелл.

Корпускулярная физика, писал М. Планк, «пришла еще из древности, но пережила свое возрождение и модернизацию в середине прошлого столетия с возникновением кинетической теории газов, что сразу последовало за открытием механического эквивалента тепла»²⁰.

Максвеллом был сформулирован общий закон распределения скоростей между молекулами одного рода, который является таким же, как закон распределения ошибок наблюдения или установки (закон Гаусса).

Другой вклад Максвелла в кинетическую теорию, который представлял развитие метода среднего свободного пробега

¹⁹ Д. К. Максвелл. Речи и статьи. М.—Л., 1940, стр. 98—99.

²⁰ Цит. по: Д. К. Максвелл. Статьи и речи, стр. 232.

Клаузиуса,— это работа о свойствах переноса, в частности вязкости. Им было показано, что сопротивление, испытываемое телом, движущимся в газообразной среде, для целого класса явлений не зависит от плотности газа.

Кинетическая теория газов, одним из краеугольных камней которой была гипотеза, что давление газа объясняется движением атомов, дала целый ряд выводов, получивших экспериментальное подтверждение, стала одной из важнейших вех в развитии физики.

Максвелл, указывая Планк, прибавил к тем выводам, которые извлекли его предшественники из связи между средней скоростью молекул, давлением и удельной теплотой газов, еще один своеобразный, существенный и далеко идущий. Он создал новую отрасль науки — статистическую физику. Значение этих работ состоит еще в том, что в них был открыт новый тип закономерностей — статистические закономерности.

Классическая механика, а вместе с ней физика, до середины XIX столетия знала один тип закономерности — динамическую, согласно которой знание начальных условий и действующих причин (сил) позволяет однозначно предсказать поведение системы. Принципиальное значение нового типа закономерности (статистической) состояло в том, что с момента его открытия начинается преодоление одностороннего механистического миропонимания и «установки» (выражавшей дух науки того времени), сформулированной Гельмгольцем в словах, что задачей любого исследования является «растворение в механике». Конечную задачу физической науки, указывал Гельмгольц, мы видим в том, чтобы свести физические явления к неизменным силам притяжения или отталкивания, величина которых целиком зависит от расстояния. Разрешимость этой задачи, согласно Гельмгольцу, есть условие полного понимания природы. Развитие науки обнаружило иллюзорность этих представлений. Но «тем не менее,— как писали А. Эйнштейн и Л. Инфельд,— это так называемое *механистическое воззрение*, наиболее ясно сформулированное Гельмгольцем, сыграло в свое время важную роль. Развитие кинетической теории материи есть одно из величайших достижений науки, непосредственно вызванное механистическим воззрением»²¹.

Работами Клаузиуса, Максвелла и других была показана несводимость массовых, молекулярных, необратимых процессов к динамике и, таким образом, ограничена сфера ее действия. Статистические закономерности приходят на смену онтологически понятному лапласовскому механистическому детерминизму и чисто динамическому принципу причинного объяснения.

Принципиально новые представления вводятся в физику в результате работ Фарадея и Максвелла — это прежде всего по-

²¹ А. Эйнштейн и Л. Инфельд. Эволюция физики. М., 1956, стр. 82.

4691



нятие поля. Появление в физике нового понятия — понятия поля — несомненно было самым важным достижением со времени Ньютона. Потребовалось большое научное воображение, чтобы уяснить себе, что не заряды и не частицы, а поле в пространстве между зарядами и частицами существенно для описания физических явлений.

Понятие поля оказалось весьма удачным и привело к формулировке уравнений Максвелла, описывающих структуру электромагнитного поля. Этим самым было обнаружено единобразие законов как электрических, так и оптических явлений.

Континуальное поле, как указывал Эйнштейн, вошло в одну из областей теоретической физики как представитель физической реальности наряду с материальной точкой. Средством адекватного изображения континуального поля явились дифференциальные уравнения в частных производных.

Таким образом, если аксиомы и определения Ньютона относились к телам и их движению, то в теории Максвелла силовое поле приобрело ту же степень реальности, что и тела в прежней физике. В связи с этим происходит в какой-то степени «возвращение» к представлениям, распространенным в эпоху, предшествующую созданию ньютоновской механики, к концепции близкодействия.

«Если оставить в стороне, — пишет Борн, — открытия магнитной индукции и диэлектрического тока смещения, сделанные Фарадеем и Максвеллом, то окажется, что уравнения Максвелла ничего иного не содержали в себе, как уже существующую к тому времени теорию потенциалов — математическое преобразование законов дальнего действия в законы близкого действия. Таким образом, изменение в области физических теорий, происшедшее в середине прошлого века, представляется с этой точки зрения, по существу, не как действительная революция, разрушающая все существующее, а как завоевание новой области, которое влечет за собой преобразование старой»²².

Теория электрического поля, как указывает А. Эйнштейн, была новым шагом в направлении конструктивной спекуляции, который увеличил расстояние между фундаментом теории и тем, что мы можем узнать нашими пятью чувствами.

К 80-м годам в физике сложилось представление, что все физические явления можно объяснить на основе законов Ньютона, электромагнитных уравнений Максвелла и уравнений термодинамики.

Итак, крупнейшими событиями в физике в первые 70 лет XIX столетия были следующие.

1. Установление связей между разнообразными явлениями (конверсионные процессы).

²² М. Борн. Физика в жизни моего поколения. М., 1963, стр. 38.

2. Открытие принципа сохранения и превращения энергии.
3. Кинетическая теория газов, с которой в физику вошли атомо-молекулярные представления.

4. В результате развития кинетической теории газов был открыт новый (статистический) тип закономерностей.

5. Введение понятия поля и создание теории электромагнетизма, объединявшей электрические и оптические явления.

Этот период характеризуется развитием механической концепции в науке, кульминация которой приходится на 60—70-е годы. Но вместе с этим эта концепция начинает ограничиваться со стороны кинетической теории газов и статистической физики, вытеснившей ее из области изучения необратимых процессов, и со стороны электромагнитной теории, ликвидировавшей «монополию» материальной частицы, отвергнув концепцию дальнего действия.

Химия по уровню теоретического развития в характеризующий период, конечно, уступала физике, что отмечалось выдающимися химиками того времени²³.

Так, Бутлеров в 1864 г. писал: «Теорией в том смысле, как, например, теория света, химия не обладает: она далека еще от того совершенства, которое из одного гипотетического положения позволяет, путем математического анализа, выводить как необходимые следствия все факты, при которых, далее, полное согласие фактов с заключениями, сделанными a priori, возводит почти в истину первоначальную основную гипотезу»²⁴.

Ситуация в химической науке, сложившаяся в начале столетия, так характеризуется Ф. Энгельсом: «В химии, особенно благодаря дальтоновскому открытию атомных весов, мы находим порядок, относительную устойчивость однажды достигнутых результатов и систематический, почти планомерный натиск на еще не завоеванные области, сравнимый с правильной осадой какой-нибудь крепости»²⁵.

²³ Кант, да и другие мыслители и ученые уже в первой половине XIX столетия отказывали химии в ранге науки на том основании, что она не пользовалась для решения своих задач математическими средствами. Эта позиция выражала определенное отношение к статусу науки вообще и содержала однозначную оценку состояния химии. Дингль в XX столетии, давая ретроспективную оценку роли химии в истории науки, писал: «Истина в том, что химия действительно не имеет места в строгой научной схеме... Роль, выполняемая химией в росте науки, была прагматической, эвристической» (цит. по: Ф. Франк. Философия науки. М., 1960, стр. 114). Представление о химии, в которой, якобы, отсутствуют понятия, а содержание сводится к сумме эмпирических правил и рецептов, было хотя и сугубо ошибочным, но довольно устойчивым в XIX столетии.

²⁴ А. М. Бутлеров. Соч., т. II. М., 1953, стр. 44. Бутлеров предсказывал появление «истинной химической теории, которая будет математической теорией молекулярной силы, называемой нами химическим средством» (там же, т. I, стр. 37).

²⁵ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 433.

Атомистика Дальтона была самым крупным событием в химии, определившим на многие десятилетия пути ее развития.

«Ньютоново учение о всеобщем тяготении,— говорил известный английский химик Армстронг,— и Дальтонова атомистическая теория относятся к числу обобщений, под которые подходят все известные факты и против которых не предъявлено ни одного исключения»²⁶.

Создание основных понятий атомно-молекулярной гипотезы — атома и молекулы — позволило связать с единой точки зрения весь материал, накопленный химией, и послужило мощным толчком дальнейшего развития химии.

Известный историк химии М. Джуа в следующем порядке располагает открытые в первой половине XIX в. законы, значительная часть которых имела количественный характер:

Закон эквивалентов Рихтера (1792—1802).

Закон постоянных отношений Пруста (1799—1806).

Закон кратных отношений Дальтона (1802—1808).

Закон соединения газов между собой Гей-Люссака (1805—1808).

Закон пропорциональности между плотностями газов и паров и молекулярными весами — закон Авогадро (1811).

Закон изоморфизма Митчерлиха (1818—1819).

Закон удельных теплоемкостей Дюллога и Пти (1819).

Законы электролиза Фарадея (1834).

Закон постоянства количества теплоты Гесса (1840).

Закон атомов Канницаро (1850).

Из этого видно, что в 30-х годах Фарадей, продолжая ранее начатые исследования в этой области Деви, закладывает основы электрохимии, а Гесс в начале 40-х годов — основы термохимии, т. е. создаются «стыковые» направления, дальнейшее развитие и объединение которых привело к возникновению в 70-х годах первой стыковой науки — физической химии.

Это время отмечено возникновением и бурным развитием органической химии, имевшей огромное значение для прогресса химической теории и развития химической промышленности (и вызванное в значительной степени потребностями последней), сыгравшим большую роль в преодолении витализма в науке.

Изменения господствующих в химии концепций за 70—80 лет (1800—1880), конечно, огромны. Достаточно сказать, что Берцелиус еще в 1835 г. после синтеза мочевины, осуществленного Велером в 1828 г., писал, что в живой природе элементы, по-видимому, повинуются иным законам, чем в природе мертвой, и продукты их взаимодействия поэтому совершенно иные, чем в области неорганической природы. Продукты эти образуются под влиянием жизненной силы, и искусство не в состоянии соединить элементы неорганической природы так, как они

²⁶ К. А. Тимирязев. Наука и демократия. М., 1963, стр. 346.

соединяются в живой природе²⁷. Природа создает, химик разрушает, говорил Жерар в 1844 г. Таким образом, в 30-х годах существовала виталистическая точка зрения в органической химии, а в 40-х годах один из ее виднейших представителей считал, что химия решает задачи аналитического характера, тогда как синтез есть прерогатива природы. В 60—70-х годах (в значительной мере уже в 50-е годы) эта точка зрения была оставлена. Изменение ситуации в химии, например, в 60-х годах по сравнению с 30-ми годами достаточно ярко характеризуется сопоставлением двух оценок соотношения теории с экспериментальными исследованиями, принадлежащими Берцелиусу и Бутлерову.

Берцелиус отмечал, что первый опыт обобщать редко бывает счастливым. Спекуляция предшествует опыту, тогда как последний не может за ней быстро следовать.

Берцелиус писал эти строки тогда, когда фронт исследовательских работ в химии был довольно узок, когда только начиналась разработка вопросов органической химии. Это было время, когда натурфилософские системы начали сходить со сцены. В 1861 г. Бутлеров писал: «Многочисленность работающих, неусыпная деятельность в лабораториях дают непрерывно массу новых наблюдений, так что теория не успевает перерабатывать их и остается позади фактического развития науки»²⁸.

Необычайный расцвет синтетической химии, химии, которая по словам М. Бергло, «сама создает предмет своего исследования», коренным образом изменяет ситуацию, характерную для начала столетия, когда химики вслед за Лавуазье считали, что химик «разделяет и подразделяет, и еще подразделяет».

Развитие органической химии сопровождалось созданием теорий все большей степени общности и логической силы. Это демонстрирует возрастание дедуктивных возможностей, прежде всего выразившееся в предсказании существования новых классов соединений с определенными свойствами. Так, уже Кольбе на основании выясненных им отношений между спиртами и кар-

²⁷ См. Э. Гельмт. История органической химии от древнейших времен до наших дней. Харьков — Киев, 1937, стр. 134. В химии до первых синтезов органических соединений господствовала точка зрения, что существует непродолимая пропасть между неорганической и органической природой, которую признавал еще Кант.

Синтез мочевины и последующие за ним синтезы других органических соединений поколебали, а затем разрушили положение о принципиальной невозможности искусственного изготовления органических веществ.

Энгельс на третье место (в порядке их исторической последовательности, после космологической теории Канта — Лапласа и теории Лайеля о медленном развитии Земли) ставил как раз рассмотренные выше открытия в органической химии XIX в. Он писал: «Третья (брешь.— Н. Р.) — органическая химия, изготавливающая органические тела и показывающая применимость химических законов к живым телам» (К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 510).

²⁸ А. М. Бутлеров. Соч., т. III. М., 1953, стр. 78—79.

боновыми кислотами предсказал существование вторичных и третичных спиртов, которые вскоре были открыты (Фридель в 1862 г. открыл вторичный пропиловый, а Бутлеров в 1864 г. — третичный, бутиловый спирт). «Такого блестящего дедуктивного метода толкования химических вопросов, — писал Э. Мейер, — до тех пор в науке еще не было»²⁹.

Дедуктивные возможности в органической химии резко возросли с утверждением в ней теории строения, раскрывшей связь между свойствами соединений и их составом и типом связей атомов в молекуле. Нельзя согласиться с В. Вундтом, который утверждал, что период в развитии химии, когда основной интерес концентрируется на изучении структуры соединений, характеризуется тем, что в это время «химия полностью утратила характер объясняющей науки. Она стала дескриптивной и классификаторской наукой, в которой даже эксперимент целился не за то, что позволял находить причины явлений, а только в систематических целях, как средство получения соединений, которые система дает возможность предвидеть»³⁰.

Несомненно, что открытие новых классов соединений, произведенное теоретическим путем и реализованное в соответствующих синтезах, явление до этого беспрецедентное. Предсказательные возможности химии до создания соответствующих теорий органической химии, в особенности структурной теории, были сравнительно небольшими и, главным образом, охватывали поведение известных соединений, в частности характер их взаимодействия с другими соединениями.

В 50-х годах, в связи с работами С. К. Девилля, Розе и др., изучение химических процессов вновь начинает занимать большое место в химической науке. Начинают восстанавливаться контакты между физикой и химией, значительно ослабленные на предыдущем этапе развития химии. Возникают соединительные мосты между изучением «вещества» и процессов³¹.

История химии, указывал Бутлеров в конце 70-х годов, за последние 30—40 лет вращается преимущественно в пределах органической химии. Но кроме того в последние годы совершилось еще перенесение и приложение к химии понятий, которые сложились вовсе не на ее почве, но тем не менее уже принесли значительные плоды и обещают еще многое в будущем.

²⁹ Э. Мейер. История химии с древнейших времен до настоящих дней. СПб., 1899, стр. 262.

³⁰ W. Wundt. Die Logik der Chemie.— «Philosophische Studien». Leipzig, 1883, S. 478.

³¹ В 1843 г., когда контакты между химией и физикой, в силу указанных причин, были наиболее ослаблены, Копп указывал, что за «периодом количественных изысканий», в который химия, вступила со времен Лавуазье, должна будет последовать новая ступень развития химии, благодаря сплавлению с другой дисциплиной, т. е. с физикой.

Это понятие о химической энергии и связанное с этим представление, что частицы в массе вещества находятся не в состоянии покоя, а в состоянии подвижного равновесия³².

Выдвижение на первый план изучения вещества, характерное для 20—50-х годов, в противоположность «линии Бертолле», в которой приоритет отдавался изучению процессов (начиная с 50-х годов все в большей степени происходит слияние этих двух линий), получил со стороны философов разные оценки.

Так, например, Гегель упрекал химиков в известном пренебрежении к изучению процессов. Он писал: «Наконец, для химиков важнее всего в их описаниях мертвый продукт, получающийся в результате того или иного процесса. В действительности же самое главное — это процесс и постепенная последовательность процессов»³³.

Глубже эту ситуацию в химии понял Энгельс, отмечавший, что раньше чем изучать превращения, надо исследовать то, что претерпевает превращение, т. е. вещество³⁴.

Таким образом, развитие химии в первые 70 лет XIX в. характеризуется: 1) становлением и большими успехами атомно-молекулярного учения (атомистика Дальтона, учение о молекуле Авогадро, окончательное определение понятий «атом», «элемент», «молекула»³⁵; 2) бурным развитием органической химии, вершиной которого было создание структурной теории (формирование понятий: гомология, функциональные группы, изомерия и др.); 3) перенесением в область химии не только методов исследования, но и принципов физики (закона сохранения энергии и др.); 4) возникновением и развитием ряда «промежуточных» областей (термохимии, электрохимии и фотохимии), объединившихся в 70-х годах в физической химии; 5) созданием систематики химических элементов и раскрытием их зависимости от положения в системе (периодическая система элементов).

³² См. А. М. Бутлеров. Соч., т. IV. М., 1953, стр. 169.

³³ Г. В. Ф. Гегель. Философия природы. Соч., т. II. М.—Л., 1934, стр. 306.

³⁴ Изучение вещества и процесса в химии — это две стороны единого целого. Решить задачу строения химических соединений возможно лишь на основе изучения их превращений, а исследование процессов сводится к установлению зависимости между спецификой субстрата и характером его превращения. Акцент на изучение вещества, конечно, не исключал исследования соответствующих процессов, но для этого этапа в развитии химии характерно, что еще не выдвигается задача изучения количественной стороны химических процессов, в частности, их скоростей, которая станет одной из центральных в химии уже в последней трети XIX в.

³⁵ Вант-Гофф указывал, что атомистическая теория возникла в значительной степени благодаря употреблению вспомогательного средства физики — веса.

■ Развитие биологических наук в первые 70 лет XIX столетия было весьма значительным и охватило важнейшие разделы этой науки.

В области физиологии была показана плодотворность применения законов и методов физики и химии к объяснению процессов жизнедеятельности, и постепенно в борьбе с витализмом к середине XIX столетия утверждается взгляд на физиологию как физико-химию живого.

В первой четверти века окончательно складывается сравнительная анатомия, благодаря успехам которой выяснилось не просто сходство строения самых различных видов животных, но во многих случаях такое подобие в их организации при внешних различиях, что все более отчетливо возникал вопрос о какой-то глубокой связи между ними, их единстве.

Возникла палеонтология и начала нащупываться вначале едва заметная, а затем все более отчетливая нить между ныне живущими формами животных и растений и вымершим органическим миром прошлых геологических эпох.

В конце 20-х годов XIX в. К. Бэр установил типы эмбрионального развития и доказал, что все позвоночные, охватывающие огромное разнообразие видов, развиваются по единому типу. Возникла сравнительная эмбриология позвоночных.

В 1838 г. была сформулирована клеточная теория, установившая единство элементарного строения всех органических форм и перекинувшая мостик между животными и растениями.

Вершиной успехов биологов было создание эволюционной теории Дарвина, значение которой далеко выходило за пределы биологической науки.

Идея эволюции на протяжении всей половины XIX столетия подспудно, с разных сторон, в форме философского принципа всеобщего развития, частных эмпирических обобщений об изменчивости животных и растений и их приуроченности к определенным условиям жизни,—пробивала себе дорогу. В 1859 г. вышло в свет «Происхождение видов» Дарвина, а через какой-нибудь год или два о нем говорили все образованные люди.

Центральная идея этой книги, писал К. Тимирязев, сводится к вопросу — почему органический мир таков, каким мы его знаем, каков в природе процесс, который в человеческой истории обозначается словом «прогресс»?

Дарвин, указывает Тимирязев, доказал существование такого процесса как необходимого дедуктивного вывода из трех постоянных наличествующих в природе реальных факторов. Эти три фактора — изменчивость, наследственность и перенаселение.

Редко какое событие в науке вызывало столь широкий резонанс, как создание эволюционной теории, так как, кроме огромного научного значения, она сыграла мировоззренческую роль, которую трудно переоценить.

К началу 30-х годов относится формирование исторической геологии, установившей преемственность геологических преобразований земной поверхности и сопоставимость основных факторов, определявших эти преобразования в далеком геологическом прошлом, с теми факторами, которые действуют ныне (принцип актуализма).

Несколько слов об отношении естествоиспытателей XIX в. к философии; о типе отношений между отдельными науками и о некоторых характерных чертах развития науки этого времени.

1. Отношение естествоиспытателей к философии в течение всего этого периода (1800—1870 гг.) не было одинаковым. Увлечение натурфилософскими спекуляциями в первой трети века сменяется резко отрицательным отношением к философии вообще (чему способствовало распространение идей позитивизма). Однако во второй половине XIX в. появляется вновь тяга к философским дискуссиям в среде естествоиспытателей и осознание необходимости философского осмысления развития науки. Вот как характеризовал этот поворот Энгельс: «Нельзя теперь взять в руки почти ни одной теоретической книги по естествознанию, не получив из чтения ее такого впечатления, что сами естествоиспытатели чувствуют, как сильно над ними господствует этот разброд и эта путаница (в области философии.— *Н. Р.*), и что имеющая ныне хождение, с позволения сказать, философия не дает абсолютно никакого выхода»³⁶.

Следует отметить, что наиболее крупные представители естествознания в этот период, подчеркивая свое отрицательное отношение к натурфилософии, вместе с тем указывали на необходимость философского подхода при анализе коренных проблем и понятий естествознания³⁷. Гельмгольц, характеризуя отношения между натуралистами и философами, писал: «Натуралисты обвинены были философами в ограниченности, философы обвинены были натуралистами в бессмысленности. Натуралисты начали придавать особенную важность совершенному освобождению своих работ от всяких философских явлений,— и скоро дошло до того, что многие натуралисты, даже люди огромного значения в науке, объявили всякую философию не только бесполезным, но даже вредным мечтанием...

Естественные науки, непрерывным рядом блистательных открытий и применений, показали всему миру, что они заключают в себе здоровое зерно необыкновенной плодовитости, нельзя было отказать им в уважении и признании»³⁸. Это была

³⁶ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 368.

³⁷ В начале XIX столетия естествознание во Франции и Англии называлось натурфилософией. В 20-х годах этого столетия появляется новый термин «позитивные науки», вытеснивший первый. Смена терминов была весьма симптоматична: она означала завершение процесса ансипации естествознания от натурфилософии.

³⁸ Г. Гельмгольц. Популярныe научные статьи, вып. 1. СПб., 1866, стр. 9—10.

реакция на то время, когда философия «захотела открыть новые пути, чтобы найти без помощи опыта, но путем чистого мышления те конечные результаты, коих должны были достигнуть опытные науки»³⁹.

Гельмгольц указывает на то, что эта позиция ряда натуралистов неверна и что ее питает реакция в отношении натурфилософии, и на то, что в настоящее время философия очутилась в тупике. Выйти из этого тупика она сумеет, если серьезно и старательно обратится к исследованию познавательных процессов и научных методов. Здесь перед нею действительная и верная задача.

Свое отношение к значению философии Максвелл выразил в следующих словах: «Утверждали, что метафизические спекуляции отошли уже в прошлое и что физическая наука уничтожила их. Однако в наше время нет оснований опасаться прекращения обсуждения категорий бытия, и спекулятивные упражнения также продолжают увлекать смелые умы, как увлекали их еще в дни Фалеса»⁴⁰.

В той же статье Максвелл пишет, что «в нашей повседневной работе мы приходим к вопросам того же рода, что и метафизики». Максвелл предвидит огромное значение философии для раскрытия связи между двумя противоположными гипотезами о природе света — корпускулярной и волновой.

Выход из создавшегося положения, как отмечал Энгельс, возможен лишь по пути отказа от метафизического мышления и перехода на позиции диалектики. Этот переход стихийно начал совершаться во второй половине XIX столетия «благодаря напору самих естественнонаучных открытий, не уместающихся больше в старом метафизическом прокрустовом ложе»⁴¹.

Начиная с середины столетия, в связи с созданием ряда концепций большой степени общности, интерес естествоиспытателей к философскому (широко теоретическому) осмыслению оснований науки, ее фундаментальных понятий и представлений возрастает.

2. Проблема связи и переходов между отдельными науками в XIX столетии приобретает большое значение, что было связано с ростом между ними реальных контактов и переплетений.

Эта ситуация получает оценку Энгельса, критиковавшего как сведение реальной связи между науками к их соположению, так и конструирование искусственных отношений между ними вместо раскрытия реальных связей, имеющих определенный онтологический статус.

«В конце прошлого века, после французских материалистов, материализм которых был по преимуществу механическим, об-

³⁹ Г. Гельмгольц. Популярная речь, ч. II. СПб., 1896, стр. 5.

⁴⁰ Д. К. Максвелл. Речь и статьи, стр. 43.

⁴¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 369.

наружилась потребность *энциклопедически резюмировать* все естествознание *старой* ньютоно-линнеевской школы, и за это дело взялись два гениальнейших человека — *Сен-Симон* (не закончил) и *Гегель*. Теперь, когда новое воззрение на природу в своих основных чертах готово, ощущается та же самая потребность и предпринимаются попытки в этом направлении. Но так как теперь в природе выявлена всеобщая связь развития, то внешняя группировка материала в виде такого ряда, члены которого просто прикладываются один к другому, в настоящее время столь же недостаточна, как и гегелевские искусственные диалектические переходы. Переходы должны совершаться сами собой, должны быть естественными. Подобно тому как одна форма движения развивается из другой, так и отражения этих форм, различные науки, должны с необходимостью вытекать одна из другой»⁴².

Проблема связи между разными науками освещается рядом ученых.

Летописи науки, говорил Гельмгольц, богаты доказательствами взаимных отношений между, по-видимому, самыми отдаленными ее областями.

Он указывает, что в последнее время, благодаря работам Брюкке, физиология вступила в связь с филологией, т. е. найдены контакты между науками, которые казались весьма отдаленными друг от друга.

Гораздо обширнее, продолжает Гельмгольц, влияние смежных областей науки друг на друга; существование этого влияния разумеется само собою⁴³.

Условность границ между отдельными областями знания и их преодоление в ходе развития науки подчеркивает Максвелл: «Обычно рост человеческих знаний происходит путем накопления их вокруг отдельных центров. Однако, рано или поздно, должно прийти время, когда два или более раздела науки не смогут долее оставаться независимыми друг от друга и должны будут слиться в одно согласованное целое»⁴⁴. Там же Максвелл указывает, что это слияние, как правило, сопровождается очисткой каждой из наук от следов цемента, служащего для предварительного соединения ее частей, критикой и разрушением многих считавшихся истинными теорий.

Таким образом, осуществление тенденции, заложенной в природе самой науки, — слияние наук — представляет сложный процесс, связанный с существенной перестройкой теоретических основ и структуры «объединяемых» наук.

В работах Максвелла было осуществлено слияние двух до этого автономных разделов физики — оптики и электричества;

⁴² Там же, стр. 565.

⁴³ См. *Г. Гельмгольц*. Популярные научные статьи, вып. 1, стр. 34—35.

⁴⁴ *Д. К. Максвелл*. Речи и статьи, стр. 176.

он предвидел, что процесс «слияния наук» получит дальнейшее развитие.

3. XIX столетие отмечено все возрастающим значением в науке принципов взаимосвязи между явлениями, раскрытие которых способствовало указанному превращению наук в систему наук и историзма, утвердившегося в астрономии, геологии, биологии, физике, не оставившего без своего влияния ни одну из наук.

Происходит превращение истории, проникшей в область естествознания, во всеобщий объяснительный метод, что было обусловлено как имманентным развитием наук, так и воздействием немецкой классической философии, выдвинувшей и обосновавшей этот подход как императив для решения фундаментальных проблем науки. Представление об эволюции становится ключевым понятием науки XIX столетия. Утверждение этой точки зрения сначала в отдельных науках (космология, затем геология и биология, последующая ее экспансия в физику и химию) пробивает, по словам Энгельса, брешь в метафизическом понимании мира, а затем приводит к его преодолению.

Для этого времени характерен повышенный интерес к проблемам научного метода и языка науки, что и объясняет широкое развитие исследований по логике и методологии науки. «Человек,— писал Уэвелл,— есть *истолкователь* природы; не только наблюдатель, но и истолкователь. Нужно изучать язык, как и наблюдать, для того, чтобы читать письма, начертанные на лице вселенной»⁴⁵.

Одним из важнейших элементов языка науки становится математика, еще в XVII столетии сыгравшая огромную роль в заложении основ механики и в своем развитии в XVIII в. тесно связанная с нею.

⁴⁵ Цит. по: Ф. Франк. Философия науки, стр. 454.

И. Н. БУРОВА

ВЗГЛЯДЫ ФРАНЦУЗСКИХ МАТЕМАТИКОВ XIX в. НА НАУКУ И ЕЕ РАЗВИТИЕ

Исторический, социальный фон, на котором действовали математики первых двух третей прошлого века, был достаточно своеобразным. Демократизация науки и образования, происшедшая вследствие буржуазной революции во Франции, привела к оживлению и расширению научной деятельности.

Французская наука находилась, по сравнению с наукой в других странах, в более благоприятном положении благодаря основанию Политехнической школы.

Политехническая школа, открытая в 1794 г. для подготовки армейских инженеров и высших чиновников, окрепла и стала центром оживленной научной деятельности. Прямая поддержка со стороны революционных сил, а потом — со стороны Наполеона привела к тому, что постановка образования в школе стала образцом для многих учебных заведений. Разговорам и мечтаниям о всестороннем развитии личности был противопоставлен практический подход к воспитанию и образованию. Буржуазному обществу нужны были грамотные политики и ученые, способные управлять развивающейся военной техникой, промышленностью и заниматься государственными проблемами.

В школе преподавалась математика; ее удельный вес среди других предметов был очень велик. Под влиянием традиций и новых требований Политехнической школой много места и внимания было уделено прикладным задачам математической науки. Но уже к началу XIX в. появляется разделение на чистую и прикладную математику, которое говорит о том, что теоретическая математика не желала и не могла уже оставаться простым приложением к механике и физике. Ведь само расширение этих приложений неизбежно вызывало развитие «чистой» математики и требовало выделения теории с ее относительной удаленностью от практических нужд промышленности и со специфическими проблемами: логического обоснования, теоретического доказательства и т. п. Отдельные отрасли математики выделялись, углублялись и часто на первый взгляд теряли связь с практическим их применением.

Это не было «случайным». Теоретическая деятельность математики становится самостоятельной. Она узаконивает свое суще-

ствование, и постепенно деление на прикладную и «чистую» математику становится привычным. В начале XIX в. в направлении самих работ по математике уже ясно проступает различие на «чистую» и прикладную. Поляризация математики совершилась. Это отмечают многие ее историки. Разделение математики на прикладную и «чистую» с необходимостью требовало осмысления роли и целей математики, места и значения этой науки во всех сферах деятельности.

Пьер Симон Лаплас (1749—1827) был одним из самых видных деятелей рубежа XVIII—XIX столетий, и проблема сущности науки, ее развития волновала его в достаточной степени. Несмотря на то что Лаплас прожил большую часть своей жизни в XVIII в., его можно рассматривать как ученого XIX столетия, так как большинство своих сочинений, притом наиболее важных, он создал в этом веке. Так, «Аналитическая теория вероятностей» была написана в 1812 г., приложение к ней — «Опыт философии теории вероятностей» — в 1814 г., пять томов «Трактата о небесной механике» — в 1794—1825 гг., «Изложение системы мира» — в самом конце XVIII в., в 1796 г. Таким образом, существовать и действовать концепции Лапласа стали фактически только в XIX в.

Но его стремление синтезировать знания, обобщить представления вплоть до целостного мировоззрения характерно для XVIII в. Ф. Энгельс писал: «Восемнадцатый век собрал воедино результаты прошлой истории, которые до того выступали лишь разрозненно и в форме случайности, и показал их необходимость и внутреннее сцепление. Бесчисленные хаотичные данные познания были упорядочены, выделены и приведены в причинную связь; знание стало наукой, и науки приблизились к своему завершению, т. е. сомкнулись, с одной стороны, с философией, с другой — с практикой»¹.

Признаки энциклопедического и мировоззренческого понимания науки ясно обозначаются в работах Лапласа. Лаплас не мог избежать преувеличения роли естественной науки. Он считает, что законы, которые открывает наука о движении, являются всеобщими. Он пишет, что ему удалось «открыть небольшое число общих законов, которым следует материя в своих движениях. Все им повинуетя в природе; все происходит от них так же неизбежно, как и возвращение времен года; и кривая, описанная легким атомом, который как бы случайно носится ветрами, направлена столь же точно, как и орбиты планет»².

Ж. Фурье (1768—1830) вторит в этом Лапласу, считая, что во все времена в науке крупные ученые, такие, например, как Архимед, Галилей и Ньютон, каждый раз показывали миру,

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 1, стр. 599.

² П. С. Лаплас. Изложение системы мира. СПб., 1861, стр. 175.

каким образом многие различные явления подчиняются немногим общим законам³.

Все явления понимаются Лапласом как зависящие от общих законов и вытекающие друг из друга. Все жестко детерминировано. Отсюда задача науки — «рассматривать настоящее состояние вселенной как следствие ее предыдущего состояния и как причину последующего»⁴. Детерминизм Лапласа общеизвестен. Если Лаплас имеет предметом своего исследования вероятность, то и ее он не может представить иначе, как всеобщее свойство или закономерность мира. Он утверждает всеобщность вероятностного характера наших знаний, наших методов познания. Он пишет в «Опыте философии теории вероятностей»: «почти все наши знания только вероятны; и в небольшом кругу предметов, где мы можем познать с достоверностью, в самой математике, главные средства достигнуть истины — индукция и аналогия — основываются на вероятностях; таким образом вся система человеческих знаний связана с теорией, изложенной в этом труде»⁵.

С. Пуассон (1781—1840) в одном из своих произведений также высказал мысль о том, что нет обязательного во всех случаях превалирования количества наблюдений над выводимыми из них законами. На самом деле бывают случаи, когда из немногих фактов мы делаем глубокие выводы, полагая, что за этими фактами стоит причинно-следственная закономерность. Таким образом, «уверенность нашего духа в следовании действий из своих причин основывается не только на большем или меньшем числе повторяющихся наблюдений... Независимо от всякой привычки нашего духа, голая возможность того, что причина должна способствовать необходимому порождению своего действия, значительно увеличивает основание для предположения этого возвращения, и его вероятность может очень приближать уверенность, хотя ранее было очень немного наблюдений»⁶.

Подобно Лапласу, Пуассон рассматривает вопрос о приложении теории вероятности к результатам наблюдений. Он подробно пишет об этом в приложениях III и IV к своей книге о теории вероятностей⁷. Эти высказывания не следует расценивать в качестве выражения сомнения в силе науки.

Пройдет еще по крайней мере несколько десятилетий, прежде чем ученые снова станут высказывать, как когда-то Юм и Кант, сомнения в достоверности наших научных знаний. Высказывания же Лапласа и Пуассона, что типично для представителей начала XIX в., скорее напоминают гимн науке и вы-

³ J. B. J. Fourier. Oeuvres, v. 1. Paris, 1888, p. XV.

⁴ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей. М., 1908, стр. 9.

⁵ Там же, стр. 7.

⁶ S. D. Poisson. Lehrbuch der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Braunschweig, 1841, S. 134.

⁷ Ibid., S. 477, 531.

ражают непреклонную уверенность в ее всеобщности, могуществе и необходимости для человечества.

Настолько велика вера Лапласа во всеобщность законов науки, с одной стороны, а с другой стороны — настолько кажется ему само собой разумеющейся — отчасти вследствие этой всеобщности, а отчасти из-за убеждения, характерного для XVIII в., — необходимость служения науки делу совершенствования человечества, что Лаплас применяет свои теории к областям, в которых он никак не может считаться специалистом. Так, в «Опыте философии теории вероятностей» он посвящает специальный раздел вероятности свидетельских показаний и применению своей теории к нравственным наукам.

Понимание науки как обнимающей всю вселенную, как знания законов, объясняющих все на свете, характерно для человека, воспитанного на традициях XVIII в. Но натурфилософский оттенок уже исчезает из научных работ, и мы видим высокую оценку таких методов, как наблюдение и математический анализ. Наука представляется результатом тщательных наблюдений в такой же степени, как и результатом теоретической, математической обработки данных наблюдений. Так, Лаплас предостерегает от увлечения эмпиризмом: он подчеркивает, что, например, в астрономии разрешение проблемы небесных движений является основной задачей и «зависит от веры в точность наблюдения и совершенство анализа, и чрезвычайно важно изгнать всякий эмпиризм и сократить заимствования из наблюдений до необходимых данных»⁸.

Правда, при этом Лаплас не хочет, чтобы его поняли так, что он имеет в виду знания, возникающие *a priori*. Нет, всякие научные положения есть или непосредственно данные наблюдения, или следствия из тех знаний, которые мы ранее получили совокупностью эмпирических и теоретических методов. «Все то, что не является необходимым следствием из немногих данных, которые мы имеем о природе вещей, есть для нас не что иное, как результат наблюдения»⁹.

С другой стороны, Лаплас отдает себе отчет в том огромном значении, которое имеет математика для исследования механических законов движения тел. В третьем томе «Трактата о небесной механике» он пишет, что математическая форма дает нам большое преимущество перед простыми эмпирическими данными, не обработанными с помощью математических формул. Математическая форма дает возможность представить картину природы в более упорядоченном, целостном, компактном виде, охватить целостную единую картину взаимоотношений, взаимодействий. Более того, абстрактное мышление, как метод, позволяет идти дальше наблюдений и получать с помощью мыс-

⁸ P. S. Laplace. *Traité de Mécanique Céleste*, v. I. Paris, 1829, p. 1.

⁹ *Ibid.*, p. 15.

ленного воображения представления о явлениях, недоступных непосредственному наблюдению.

«...Геометр,— пишет Лаплас,— охватывает теперь в формулах множество планетных систем и их последовательные изменения; он возносится мыслью в различные состояния, которым оно (это множество планетных систем) подвергалось в весьма отдаленные времена, и снова опускается ко всему тому, что последующие времена будут развивать для наблюдателей. Он видит этот величественный спектакль, который обнимает период в миллионы лет, проворно, без длительности веков, воссоздает в системе спутников Юпитера их вращение и производит необычайные явления, смутно предвидимые астрономами, но слишком сложные или слишком медленные для того, чтобы они могли определить их законы»¹⁰.

Лаплас понимает, что не только математика, но и вообще всякая абстрактная теория может служить методом познания. «Теория тяготения,— пишет он,— стала путем таких применений также средством некоторых открытий, как и само наблюдение. С помощью этого метода, зная его, из наблюдений извлекают, как из богатой жилы, большое число важных и тонких элементов, которые без анализа оставались бы навеки скрытыми»¹¹. Таким образом, оказывается, что теория дает нам знания более точные, чем может дать наблюдение. Это свое мнение Лаплас еще раз подтверждает в четвертом томе «Трактата о небесной механике», полагая, что теория и косвенные данные могут объяснить явления «с еще большей точностью, чем прямое наблюдение»¹².

Но восхваляя могущество теории, Лаплас не забывает о том, что теория не может претендовать на положение единственного метода научного познания. Он говорит о «счастливым» сочетании «метода абстрактной теории с методом наблюдения». Счастливым он называет это сочетание потому, что оно дает возможность не только познать явления, их законы, но и применить полученные знания на практике: осуществлять, например, навигацию так, чтобы избегать опасностей, и т. д. В конце концов Лаплас приходит к признанию того, что лучшими методами, дающими сочетание теории и наблюдения, являются индукция и аналогия, проверяемые опытом. «Индукция, аналогия, гипотеза, основанные на фактах и беспрестанно повторяемые новыми наблюдениями, счастливый природный такт, подкрепленный частым сравнением их указаний с опытом,— таковы главные средства достижения истины»¹³. Тут же он указывает, что одной индукции недостаточно, и критикует Ф. Бэкона за увлечение индукцией. В общем картина движения на-

¹⁰ P. S. Laplace. *Traité de Mécanique Celeste*, v. III. Paris, 1839, p. XI.

¹¹ Ibidem.

¹² P. S. Laplace. *Traité de Mécanique Celeste*, v. IV. Paris, 1804—1805, p. XI.

¹³ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей, стр. 186—187.

учного знания, по Лапласу, такова: от явлений — подниматься до знания законов, а от них — к открытию сил: «Самый верный метод, который мог бы руководить нами при искании истины, состоит в переходе с помощью индукции от явлений к законам, от законов к силам»¹⁴.

Взгляды Ж. Фурье по вопросу о методах научного исследования совпадают со взглядами Лапласа, и у него нет сомнений в силе метода наблюдения и эксперимента, результатом которых являются научные выводы, выражаемые в удобной математической форме¹⁵. Ж. В. Понселе (1788—1867) также утверждал еще в 1822 г., что следует в науке идти от частного к общему: сначала нужно рассмотреть частные свойства геометрических фигур, а уж затем применять к ним «всеобщий геометрический метод»¹⁶. Г. Ламе (1795—1871), рассуждая о роли индукции и наблюдения, отмечает при этом необходимость применения аналогии, которая помогает, по его мнению, «извлечению причин» явлений, хотя и не гарантирует точности¹⁷.

Л. Пуансо (1777—1859) добавляет к этим методам еще анализ и синтез, которые он понимает как сложение и разложение предметов исследования, как «инструмент». «Инструмент точный и необходимый, без сомнения, потому, что он обеспечивает простоту нашего процесса»¹⁸ исследования.

Лапласу, как это видно по многим его высказываниям, чуждо сомнение в истинности научных знаний, более того, он считает, что научные знания — это нечто само собой разумеющееся, как бы просто здравый смысл, выраженный математическим языком. В частности, так он и говорит о своей теории вероятностей «...Теория вероятностей есть в сущности не что иное, как здравый смысл, сведенный к исчислению: она заставляет оценивать с точностью то, что справедливые умы чувствуют как бы инстинктом, часто не умея отдавать себе в этом отчета»¹⁹. Уверенности в достоверности научных положений не теряет ни один из математиков первой половины прошлого века.

Правда, Лаплас говорит о том, что следствия, вытекающие из причин, имеют различную степень достоверности, в зависимости от того, какие науки имеются в виду. В математических и физических науках следствия, выводимые из основных принципов, всегда отличаются достоверностью. В науках же «нравственных» нет гарантии полной достоверности, причем она уменьшается с удалением от основных положений. «В науках

¹⁴ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей, стр. 193.

¹⁵ См. J. B. J. Fourier. Oeuvres, v. I, p. XXI.

¹⁶ J. V. Poncelet. Traité des propriétés projectives des figures, v. I. Paris, 1865, p. X.

¹⁷ См. G. Lamé. Cours de physique. Paris, 1840, p. 6.

¹⁸ L. Poinso. Théorie nouvelle de la Rotation des Corps. Paris, 1851, p. 78.

¹⁹ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей, стр. 205.

чисто математических самые отдаленные следствия участвуют в достоверности принципа, от которого они происходят. В приложениях анализа к физике следствия обладают всей достоверностью фактов или опытов. Но в нравственных науках, где каждое следствие выводится из предыдущего лишь на основании правдоподобия, как бы вероятны ни были эти выводы, шансы ошибок возрастают вместе с их числом и, наконец, в очень отдаленных следствиях какого-либо принципа превышают шансы истинности»²⁰. Однако, как мы уже видели, и это утверждение не означает, что Лаплас сомневается в возможности применения теории вероятностей к общественным явлениям.

О необходимости и возможности применения на практике даже наиболее абстрактных наук Лаплас говорит постоянно. При этом он никогда не забывает, как истинный сын XVIII в., о просветительской миссии науки. Так, в заключении «Очерков истории астрономии» он пишет: «...Но наиболее великим ее (астрономии.— И. Б.) благодеянием является рассеяние страхов, вызываемых небесными явлениями, и разрушение заблуждений, порожденных незнанием наших истинных связей с природой; заблуждений и страхов, которые тотчас возрождаются, если факел науки начинает угасать»²¹.

Лаплас не может признать концепцию «чистой» науки. Он считает, что знания должны служить и для просвещения людей, чтобы они могли использовать в своей практической деятельности полученные знания. Он говорит о том, что «наиболее абстрактные теории, распространенные на многочисленные применения в природе и ремеслах, становятся неистощимыми источниками добра и наслаждения даже для тех, кто их не знает»²². Свою работу о теории вероятностей Лаплас заключает словами о том, что эта теория может служить очень многим человеческим нуждам и что поэтому «было бы очень полезно ввести ее в систему народного просвещения»²³. О том, что этот пафос был не напрасен, свидетельствует традиция французской математики XIX в., заключающаяся в стремлении к применению теории к практическим нуждам. Можно указать многие математические произведения О. Коши, Г. Ламе, Ж. Лиувилля и других, которые занимались не только непосредственным применением математики к физике, но и такими вопросами, как баллистика, организация общественных работ и воспитание молодежи и т. д.

Обилие новых теорий, открывших перспективы дальнейшего развития науки, вызывало закономерное восхищение достижениями научного мышления, и тем более естественно это восхи-

²⁰ Там же, стр. 18.

²¹ P. S. Laplace. *Precis de la Histoire de L'Astronomie*. Paris, 1821, p. 160.

²² P. S. Laplace. *Traité de Mécanique Celeste*, v. III, p. XII.

²³ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей, стр. 205—206.

щение в умах тех, кто сам создавал теории, ибо они первыми познакомились с творениями своего разума.

Лаплас придерживается «золотой середины» между концепциями чистой и прикладной науки. Интересно, что такая позиция давала ему возможность обезопасить себя от крайностей как той, так и другой концепции, но в то же время, именно вследствие этой «срединной» позиции, он не может понять диалектического противоречия между теоретическим и эмпирическим, историческим и логическим. Однако некоторые догадки о различии между логическим и историческим у Лапласа имеются, и это тем более интересно отметить в связи с его пониманием истории науки.

В работе «Очерк истории астрономии» Лаплас говорит, что он изложил свое понимание системы мира в аналитическом порядке, исходя из анализа основных движущих сил и всеобщей причины — к ее действиям. Однако он тут же отмечает, что совсем иным путем происходило открытие этих законов, и порядок изложения науки не может быть тождествен ее истории. «...Но не таким путем ум человеческий достиг этих открытий. Вышеизложенный порядок предполагает, что мы имеем перед глазами множество древних и новых наблюдений; а для их сравнения и вывода из них законов небесных движений и причин их неравномерностей мы используем все средства, предоставляемые в наше время анализом и механикой»²⁴.

Можно считать эту мысль догадкой о единстве логического и исторического. Исследование в каждый данный момент идет сложным и извилистым путем, через заблуждения, недомыслия, обусловленные иногда недостаточностью данных наблюдений. Но общий ход этого исторического процесса таков, что мы можем обнаружить в нем закономерную тенденцию, которая заключается в том, что человечество идет от верований в чудеса, от заблуждений к научному, все более точному и глубокому познанию мира. Исчезли, например, магия и астрология, поддерживавшиеся только всеобщим верованием. «Подобные заблуждения, внушенные с детства, принятые без испытания и в основании которых лежит только всеобщее верование, поддерживались в продолжение очень долгого времени, пока, наконец, прогресс науки не разрушил их в умах людей просвещенных, мнение которых заставило исчезнуть эти заблуждения и среди народа...»²⁵

Прогресс науки происходит, полагает Лаплас, вследствие того, что метод индукции принимается во все более совершенном виде. Но история науки — это не только процесс усовершенствования индукции. Для развития науки необходимо также определенное опережение данных, которые мы имеем, гипоте-

²⁴ P. S. Laplace. *Precis de la Histoire de L'Astronomie*, p. 2.

²⁵ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей, стр. 14.

зами,— отмечает Лаплас. Правда, гипотезы иногда бывали таковы, что не соответствовали ни в какой степени законам природы; и тогда они мешали развитию знаний. «Многие гипотезы,— пишет он,— были вообще всеми приняты, хотя они прямо противоречили фундаментальным законам механики, тогда еще неизвестным; и это невежество создавало против истинной системы мира,— которая пронизывает все стороны явлений,— препятствия, долгое время сохранявшие незнание»²⁶.

Несмотря на такие затруднения в процессе развития знания, гипотезы совершенно необходимы для него, и в целом Лаплас убежден в том, что происходит закономерный процесс отпадения ложных гипотез и превращение истинных гипотез в подтвержденные знания. Гипотезы становятся «опасными», говорит он в «Опыте философии теории вероятностей», только тогда, когда «воображение, нетерпеливо стремящееся дойти до причин..., искажает факты, чтобы подчинить их тому, что оно создало»²⁷. Но когда на гипотезы смотрят «как на средство связывать между собой явления, чтобы открыть их законы, когда, избегая приписывать им реальность, исправляют их постоянно новыми наблюдениями, они могут привести к истинным причинам или, по крайней мере, дать нам возможность из наблюдаемых явлений вывести явления, которые должны породить данные обстоятельства»²⁸.

Лаплас считает, что истинная гипотеза находится путем испытания всех гипотез и постепенного отбрасывания тех из них, которые не оправдывают себя во время испытания. Если же получается так, что сразу многие одинаково хорошо объясняют известные факты, то приходится ждать «решающего исследования»²⁹. Лаплас замечает при этом, что очень поучительным бывает вернуться к старой гипотезе и посмотреть, почему же с ее помощью удавалось объяснить многие факты, а также определить, что же надо было бы изменить в этой старой гипотезе, чтобы она была «согласной с природой»³⁰.

Такое рассмотрение гипотез он считает необходимым, так как при этом видно, как одна система переходит в другую, например птолемеевская — в гелиоцентрическую. Таким образом, Лаплас стремится показать преемственность в процессе развития науки и понимает, что даже в заблуждениях ученых может содержаться знание о процессе исторического соотношения старых и новых истин.

Ход истории науки представляется Лапласу постоянным взаимодействием между методами наблюдения и теоретического анализа и взаимным их совершенствованием. Точность наблю-

²⁶ P. S. Laplace. *Precis de la Histoire de L'Astronomie*, p. 2.

²⁷ П. С. Лаплас. *Опыт философии теории вероятностей*, стр. 193.

²⁸ Там же, стр. 193—194.

²⁹ Там же, стр. 194.

³⁰ Там же.

дений, которая, в частности, зависит от мощности телескопов, и прогресс анализа, в том числе математического,— вот что способствует новым открытиям в науке³¹,— считает Лаплас.

Основной движущей силой при этом у Лапласа выступает стремление достигнуть состояния совершенного разума. Он говорит о нем в «Опыте философии теории вероятностей», как о каком-то воображаемом совершенном разуме, способном охватить все закономерности природы и потому могущем произвести любое следствие из причин, хорошо ему известных. Любовь человека к науке есть стремление приблизиться к этому всеохватывающему уму. «Все усилия духа в поисках истины,— утверждает Лаплас,— постоянно стремятся приблизить его к разуму, о котором мы только что упоминали, но от которого он останется всегда бесконечно далеким. Это стремление, свойственное роду человеческому, возвышает его над животными; и успехи его в этом направлении различают нации и века и составляют их истинную славу»³².

Позиция Лапласа вполне закономерна для того времени: с одной стороны, естествознание освободилось от натурфилософского взгляда на сущность науки, но, с другой стороны, оно еще не настолько далеко отошло от привычки понимать науку как общий взгляд на мир в целом, чтобы пренебрегать потребностью представить его в виде системы законов. Впрочем, столь большое уважение к абстракциям объясняется также и тем, что математический анализ лишь недавно стал применяться к естественным наукам, и его богатые плоды вызвали восторг исследователей. К тому же, как уже говорилось, развитие прикладной математики закономерно вызвало развитие теоретических проблем.

Не отличается крайностями и лапласовская концепция истории науки: он видит стимул развития знаний в стремлении к просвещению, к совершенствованию своего разума, но в то же время понимает, что долгом науки является не только просвещать и радовать умы, но и содействовать делам человека в его повседневной жизни.

Концепция Лапласа несет на себе признаки века, в котором он творил, а век этот характеризуется революционностью, стремлением пересмотреть старые системы (в астрономии, механике, геометрии, математическом анализе и пр.), практически содействовать общественному прогрессу. Развернувшееся военное и гражданское производство требовало решения многих теоретических проблем. Все это революционизировало и науку. Признаком того, что в науке было распространено стремление пересмотреть весь ход развития познания, является, пожалуй, то, что почти во всех произведениях по математике и механике

³¹ См. *P. S. Laplace. Precis de la Histoire de L'Astronomie*, p. 158.

³² *П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей*, стр. 9—10.

обязательно присутствует исторический обзор достижений в данной отрасли науки. Это объясняется настоятельной потребностью осмыслить свой вклад в науку, как бы подвести итог прошлым достижениям, оглянуться в прошлое, чтобы увереннее шагнуть в будущее.

Следует отметить, что практическая, социальная потребность в быстром и плодотворном развитии естествознания и математики привела к тому, что были созданы условия для широкого распространения образования и улучшения его организации. Это способствовало всестороннему развитию науки. Появилось много ветвей в науке, которых раньше не было.

С одной стороны, это вызывало необходимость выяснить предмет науки и соотношение отдельных ее отраслей между собой. Так, например, Л. Пуансо уже в 1845 г. обнаруживает неудовлетворенность прежним пониманием предмета математики и предлагает существенное добавление к нему. Он пишет, что в математике изучают вовсе не только одни величины, или количества и отношения. Если рассматривать эту науку более широко, то ее предметом оказываются также *«число, порядок и положение вещей, без всякой идеи измерения или количества»*. Так что математика, рассматриваемая более общим образом, может быть определена как наука, имеющая предметом *числа, порядок и измерение»*³³.

С другой стороны, приходилось специально исследовать связь новых отраслей науки с производством, так как они не столь явно вытекали из производственных потребностей, как это было раньше. Характерно в этом плане рассуждение Л. Пуансо, который в книге «Размышления об основных принципах теории чисел», исследуя соотношения алгебры, арифметики, геометрии, теории чисел и математического анализа, нужные для осмысления сущности математики, показывает, что теория чисел — это не просто собрание курьезных фактов, как иногда считали, а метод решения практических задач³⁴. Примерно в это же время Г. Ламе пишет, что разветвление наук требует их контакта и синтеза, чтобы мы могли получить цельную картину знаний о данной области явлений. Это важно, по его мнению, для естественных наук, о синтезе которых он говорит в своей работе «Курс физики».

Кроме того, развитие науки породило свои «внутренние» потребности и проблемы: вопросы логического обоснования теории, вопросы формы изложения или оформления теории в целом и т. п. Вследствие этого ко второй трети XIX в. наблюдается усиление тенденции к логическому обоснованию науки и осмыслению ее логического строения. В этом плане стано-

³³ L. Poinsof. Reflexions sur les principes fondamentaux la theorie de nombres. Paris, 1845, p. 5.

³⁴ Ibid., p. 3—4.

вится понятной работа О. Коши по обоснованию дифференциального исчисления.

О. Коши (1789—1857) занимался обоснованием дифференциального исчисления. Очевидно, само время требовало упорядочивания научных знаний. С помощью обоснования математического анализа им был восстановлен авторитет математики как науки логически стройной и доказательной как бы в ответ на попытки Дж. Беркли уравнивать математику с религией в способах деятельности и доказательности. Но, показав логическую состоятельность математики (в отличие от религии), он в своей личной деятельности выступал как защитник религии. Опровергнув своими работами положение о единстве религии и науки, указанный ученый многие проблемы рассматривает в религиозном освещении.

Наука понимается Коши как деятельность, целью которой является стремление к истине: «...Без сомнения,— пишет он,— отыскание истины должно быть единственной целью всеведения. Именно к этому направлены силы истинно ученых, только ей они посвящают свои бессонные ночи»³⁵. Правда, на предыдущей странице мы находим высказывание о том, что тайны природы, открытые наукой, человек заставил служить «своим нуждам или своим прихотям»³⁶. Но эта мысль как бы повисает в воздухе, а вся патетика сосредоточивается на восхвалении истины как основы и предмета всякой научной деятельности.

В определении методов развития научного знания Коши исходит из резкого противопоставления естественных и общественных наук. Как цель, назначение, так и средства получения истин в тех и других науках, по его мнению, совершенно различны, даже противоположны. Философские и нравственные истины «научают людей отличать справедливость от несправедливости, действия невинные и позволительные от тех, от которых они должны воздерживаться»³⁷.

Эта область знания указывает человеку его долг. О происхождении этого долга Коши не считает нужным распространяться: само собой разумеется, что оно божественное. Для наук подобного рода, включая историю, не нужны доказательства или специальные наблюдения, тем не менее их истины признаются всеми и не вызывают, по его мнению, ни в ком сомнений. Так, существование Людовика XIV или Августина ни в ком из здравомыслящих людей не вызывает никаких сомнений. Подобные истины, по мнению Коши, даже более достоверны, чем некоторые теоремы в математике. Например, среди ученых нет согласия в вопросе о пределах применимости, справедливости теоремы Маклорена. К тому же доказательство этой

³⁵ О. Коши. Семь лекций по физике. СПб., 1872, стр. 2.

³⁶ Там же, стр. 1.

³⁷ Там же, стр. 3.

теоремы доступно лишь немногим умам, тогда как о существовании тех или иных исторических личностей знает весь мир. Таким образом, с самого начала Коши отделяет область общественных законов и истин от положений естествознания³⁸.

Иное дело — науки о природе. Они, правда, тоже связаны с божественным происхождением и открывают человеку «красоты мира физического и чуда творения»³⁹. Но здесь человек способен сам, своими средствами, своими трудами развивать и обогащать истины новыми открытиями.

В понимании методов научного исследования Коши не дал ничего принципиально нового и интересного по сравнению с Лапласом. Он также признает два основных метода исследования и получения новых знаний. Первый из них — наблюдение, второй — теоретическая, в основном математическая, обработка материала, полученного с помощью наблюдений. «Несомненно, — читаем мы у него, — в науках, которые называют естественными, единственный метод, который можно употреблять с успехом, состоит в наблюдении фактов и подчинении затем наблюдений — вычислениям»⁴⁰.

Осознав для себя путь познания как переход от наблюдений к математической обработке данных этих наблюдений, Коши считает его само собой разумеющимся. От отдельных наблюдений — к математическому обобщению, нахождению частных законов, а от них возможен переход и к более общим, — таким кажется ему закономерный процесс исследования⁴¹.

Но иногда, признает Коши, бывает и так, что сначала открывают общий закон, и это имеет всегда большое значение, так как от общего закона зависят частные. К тому же мы не можем сразу определить причины тех явлений, которые видим перед собой, а общие законы нам указывают на связь между весьма разнородными явлениями и тем самым дают путь к изучению причин. «Нередко через сравнение многих сходных явлений», — отмечает Коши, — человек может «открыть ту связь, которая существует между однородными явлениями, и иногда гений его открывает общий закон, от которого зависит целый ряд частных законов и который связывает между собой явления, по-видимому, весьма разнородные»⁴².

Но открытие частных законов также есть значительная веха в развитии науки, так как несмотря на неточность и приближительность они тоже связывают целый ряд явлений в одно отношение. Когда же бывает открыт общий закон, то все неточности закона частного выявляются и устраняются, утвержда-

³⁸ См. *A. Cauchy. Oeuvres complètes*, v. III. Paris, 1911, p. VI—VII.

³⁹ *O. Коши. Семь лекций по физике*, стр. 3.

⁴⁰ *A. Cauchy. Oeuvres complètes*, v. III, p. V—VI.

⁴¹ См. *O. Коши. Семь лекций по физике*, стр. 10.

⁴² Там же, стр. 7.

ет Коши⁴³. К вопросу о частных и общих законах Коши возвращается много раз. Отношение общих и частных законов интересует Коши не только потому, что это, как он считает,— основной путь познания, но еще и по той причине, что его волнует,— в большей степени, чем Лапласа,— проблема обоснования теории и стройности изложения.

В связи с этим он пишет: «Что же касается до способов изложения, то я старался придать им ту строгость, которая требуется в геометрии...»⁴⁴ О стремлении к строгости он говорит и в предисловии к своему «Резюме лекций по исчислению бесконечно малых»: «Главной моей целью было соединить строгость в доказательствах (которую я всегда старался сохранить в моем «Курсе анализа») с простотой...»⁴⁵. Эта забота о строгости изложения материала отличает Коши от Лапласа.

Итак, наука — это путь искания истины. Но встает вопрос о том, почему и зачем человек занимается этими поисками, часто весьма трудоемкими и не всегда благодарными? Оказывается, этот вопрос решается у Коши очень просто: такова природа человека, что он не может существовать, не занимаясь поиском скрытых от него истин. «Человеческий дух так создан,— пишет он,— что вне пределов истины не может найти покоя. Человек не может обойтись без истины. Он не может жить без нее. Она составляет одно из условий его существования, подобно воздуху, которым он дышит, и хлебу, которым он питается»⁴⁶.

Движимый вечной потребностью в истине, человек, однако, может заблудиться по пути к ней. Его может подвести и наблюдение, и процесс создания теории. Бывает, что теории, которые казались совершенно достоверными, потом оказывались и неполными, и неточными. Для того чтобы не впасть в ошибку, ученому следует придерживаться некоторых правил предосторожности, которые, согласно Коши, состоят в следующем.

Во-первых, ученый должен считаться с теми результатами, какие получаются у его коллег. Во-вторых, если его собственная теория противоречит новым достоверным истинам, исследователь должен тотчас бросать свои гипотезы, как недостоверные: «...истина никогда не может противоречить сама себе»⁴⁷.

Легко заметить, что принципы проверки истинности наших положений, теорий, которые предлагает Коши, являются одновременно и принципами развития науки. Действительно, наука делает шаг вперед, когда оказывается, что многие пришли к схожим результатам в своих исследованиях. То же самое отно-

⁴³ См. *О. Коши*. Семь лекций по физике, стр. 10.

⁴⁴ *О. Коши*. Алгебраический анализ. Лейпциг, 1864, стр. VI.

⁴⁵ *О. Коши*. Краткое изложение уроков о дифференциальном и интегральном исчислении. СПб., 1831, стр. 3.

⁴⁶ *О. Коши*. Семь лекций по физике, стр. 2.

⁴⁷ Там же, стр. 11.

сится и к принципу непротиворечивости, который провозглашает Коши: долой все, что не совмещается с существующими положениями. Принцип не нов, не революционен, но вполне определен.

Во многих своих работах Коши дает краткий обзор исторического развития науки, но ничего противоречивого в этом развитии не замечает. Одни мысли порождают другие, из одних положений и наблюдений вытекают другие, происходит накопление знаний, и никаких конфликтов. Одни лишь заблуждения, отнимающие напрасно драгоценное время, омрачают историю науки. Так он рассматривает историю науки, например, в мемуаре «Об интегралах, определенных между мнимыми пределами»⁴⁸.

Само собой разумеется, что при таком понимании соотношения старых и новых истин Коши представляет процесс науки как бесконечную цепь открытий, которой не суждено дойти до завершения. Казалось, человеку, который занимается физикой в XIX в. после Лапласа, легко обосновать такое представление хотя бы бесконечностью вселенной. Отнюдь нет. Коши, как и почти во всяком принципиальном вопросе, прибегает к богу. Все абсолютное, а значит, и познание принадлежит ему, а здесь, на земле, мы должны довольствоваться лишь конечным и несовершенным. При всем своем восхищении человеком и его научными успехами Коши не может не унизить его перед богом.

Только при слиянии с божеством человек сможет постигнуть все тайны вселенной: «Знать вполне самую сущность вещей и то, что составляет каждый из созданных предметов, это есть преимущество божественное, которым необходимо обладает верховное существо и с которым в большей или меньшей степени могут иметь сходство не только небесные духи, но даже и человек, если ему когда-нибудь будет предоставлено погрузиться в источник света и видеть в боге всю истину»⁴⁹.

Коши меньше, чем Лаплас, говорит о наблюдении и гораздо больше о математических методах получения знаний, о математической обработке материала и о логической стройности теории. Во многих своих работах Коши также проявляет заботу о методах применения математического анализа к геометрии, физике, астрономии и пытается дать некоторую разработку таких методов. Так, в мемуаре об интерполяции, написанном в 1837 г., он указывает на два рода вопросов, которые необходимо разрешить в процессе применения анализа. Во-первых, надо найти общий закон «фигур и явлений», как бы «всеобщую форму уравнений, которая существует между различными переменными»⁵⁰. Во-вторых, необходимо зафиксировать в числах

⁴⁸ См. *A. Cauchy. Oeuvres completes, v. II. Paris, 1908, p. 59—60.*

⁴⁹ *O. Коши. Семь лекций по физике, стр. 6.*

⁵⁰ *A. Cauchy. Oeuvres completes, v. II, p. 5.*

«рассматриваемые параметры и константы, которые входят в выражение этих самых законов»⁵¹.

Коши считает, что с помощью математизации может происходить постепенное прибавление и совершенствование наших знаний и что такой способ вполне обеспечивает развитие естествознания, если добавить еще наблюдения. Но, по его мнению, такой математический способ развития совершенно непригоден для наук общественных. Истины естествознания принципиально отличаются от истин гуманитарных наук, поэтому не следует пытаться распространять математику за пределы ее сферы действия. «Будем же,— пишет он,— со рвением развивать математические науки, не стремясь их распространить по ту сторону их владений, и не будем воображать, что можно братья за историю с формулами или давать в качестве моральных санкций алгебраические теоремы или интегральное исчисление»⁵².

У него нет и отдаленного намека на мысль об исторической тенденции всеобщей математизации наук. Символический способ выражения истин науки оценивается Коши как средство упрощения вычислений и сокращения сложных результатов исследования. В таком математическом выражении истин Коши не видит ничего существенно нового даже для математики и потому он не обнаруживает тех новых областей математики, которые позже станут видны Э. Галуа.

Науку, ее методы и пути развития Эварист Галуа (1811—1832) понимал достаточно своеобразно для своего времени. Он вовсе не восхищается идеей выведения частных законов из общего, как это свойственно было Лапласу, и даже, в некоторой степени, Коши. Он пишет о неправомерности представления о науке как последовательном и строгом здании, где из общего выводят частное: «...Представляют себе, что разум, который был бы в состоянии охватить сразу совокупность математических истин, не только известных, но и вообще всех возможных, мог бы закономерно и как бы механически вывести их из нескольких принципов, в соединении с единообразными методами... Но это не так...»⁵³

Галуа не считает науку логически стройным организмом, который развивается по четкому и ясному плану или закону: нет хваленой строгости даже в математике. О чистом математическом анализе, например, многие заключают, что он «наиболее методичен и наилучшим образом координирован. Но это — ошибка. Возьмите книгу по алгебре, дидактическую или исследовательскую, и вы увидите спутанную кучу предложений, закономерность которых находится в странном контрасте с общим беспорядком»⁵⁴.

⁵¹ *A. Cauchy. Oeuvres completes, v. II, p. 5.*

⁵² *A. Cauchy. Oeuvres completes, v. III, p. VII.*

⁵³ *Э. Галуа. Соч. М.—Л., 1936, стр. 108.*

⁵⁴ Там же, стр. 107.

В работах математиков, «какой бы метод или связь, или координацию вы ни встретили,— пишет он,— все это фальшиво и искусственно. Все это подразделения без основания, произвольные, чисто условные размещения»⁵⁵. Особенно он обрушивается на дидактические работы, где авторы, по его мнению, вообще не понимают смысла преподаваемой науки.

Но эта резкая критика математических работ означает, что Галуа считал в принципе возможным изложить науку,— по крайней мере математику,— в строгой и стройной форме. Он восставал лишь против того, что имелось в его время в математических сочинениях.

Нельзя не удивляться тому, что Галуа чувствовал веяние нового века — стремление упорядочить идеи, науку в целом, ощущал, как органическую потребность мышления, потребность в логической стройности и обоснованности. Наука развивается путем выведения одних знаний из других. Так думали многие во времена Галуа. Согласно этой точке зрения, логическое развитие есть движущая сила науки, ее история — это процесс, который совершается по законам мышления, логики. Существуют лишь небольшие отклонения от логического исторического пути, но в целом каждый раз одна идея порождает другую. Отклонения же можно объяснить неправильными наблюдениями или гипотезами, как это представлял себе, например, Лаплас.

Галуа увидел другую сторону в развитии науки, другую картину исторического ее прогресса. Нет ни предустановленной, ни создаваемой самими учеными гармонии в историческом прогрессе науки. Происходит во многом случайное накопление, комбинация знаний, а потом — сравнение их между собой. Наука развивается под воздействием случайных «толчков» то с одной, то с другой стороны, а не в результате действия какого-то центрального упорядочивающего двигателя. «Наука прогрессирует,— пишет он,— посредством ряда комбинаций, где случайность играет не меньшую роль; ее жизнь груба и напоминает жизнь минералов, которые увеличиваются посредством нарастания. Это имеет место не только для науки, такой, какая получается как результат исследований ряда ученых, но также для специальных исследований каждого из них. Напрасно бы аналиты хотели скрыть это от себя: они не выводят, а комбинируют и сравнивают; они приходят к истине, толкая то с одной, то с другой стороны, какая только попадется»⁵⁶.

Галуа не знает подлинных причин, заставляющих ученых «толкать» науку с различных сторон, вместе со многими математиками прошлого века он придерживается мнения, что развитие науки происходит путем совершенствования прежних знаний. Так, например, В. Понселе прослеживает в истории математики

⁵⁵ Там же.

⁵⁶ Там же, стр. 108.

те идеи, которые, как ему кажется, существовали уже давно и теперь только углубляются и развиваются. Примерами тому являются преобразования пропорций у Паппа и некоторые другие математические методы, которые были предвестниками, образами методов аналитической геометрии Декарта и проективной геометрии⁵⁷. М. Шаль (1793—1880) говорит о быстром совершенствовании геометрии, как о «духе» ее развития⁵⁸. Подобных взглядов придерживались и другие математики.

Однако некоторые интересные соображения (во-первых, о том, почему человек, по-видимому, не может создать закономерную систему знаний, и, во-вторых, о том, почему развитие науки осуществляется в значительной степени случайно, а не планомерно) Галуа высказал. В мемуаре «Рассуждения о прогрессе чистого анализа» он отмечает, что науке в основе своей не свойственно создавать законченные системы, которые, не подлежали бы дальнейшему пересмотру. Движение знаний не терпит остановок, оно по существу своему есть именно процесс поисков истины, которую в ее окончательном виде человеку никогда не суждено найти.

Именно так можно понять смысл следующего отрывка из мемуара Галуа: «...Наука есть продукт человеческого разума, более предназначенного к познанию, чем к знанию, более к отысканию, чем к нахождению истины»⁵⁹. Вследствие действия такого закона движения мысли, конечно, невозможно никогда достичь законченности и стройности. Каждая данная ступень знания может быть только срезом момента вечного движения познания.

Считая, что наука развивается не в строго логическом порядке, а в результате довольно беспорядочного прибавления новых знаний к тем, которые уже имеются, Галуа, тем не менее, старается найти закономерность и причины ее развития. Понимая, что научные знания прибавляются в результате индивидуальных усилий отдельных людей, он в то же время пишет о существовании определенных актуальных проблем в каждое историческое время. Они-то и привлекают внимание наиболее выдающихся ученых. В процессе решения этих вопросов и происходит наращивание материала науки, совершающееся стихийно и естественно. «Каждая эпоха,— пишет он,— имеет определенного рода вопросы дня: существуют актуальные вопросы, которые привлекают к себе сразу наиболее светлые умы, как бы вопреки им...»⁶⁰

Так представляет себе Галуа тенденцию научного исследования. Но когда встает вопрос, почему именно эти, а не дру-

⁵⁷ См. *J. V. Poncelet. Traité des propriétés projectives des figures, v. II. Paris, 1865, p. VIII, 399.*

⁵⁸ См. *Chasles. Histoire de L'Arithmétique. Paris, 1843, p. 269.*

⁵⁹ *Э. Галуа. Соч., стр. 108.*

⁶⁰ Там же, стр. 110—111.

гие проблемы становятся актуальными, он обращается к осужденной им же идее логической связи, преемственности в истории наук. Правда, он имеет в виду стихийное развитие идей, подхватывание и развитие зародышей мысли, содержащихся у каждого ученого и не осознанных им самим. Это не совсем логический процесс, поскольку новое не выводится из старого по законам логики, а как бы открывается вновь пришедшими в науку силами. «Часто кажется,— отмечает Галуа,— что одни и те же идеи рождаются у нескольких, подобно откровению. Если поискать причину этого, то легко найти ее в трудах тех, которые им предшествовали, где представлены идеи без ведома их авторов»⁶¹. Таким образом, Галуа не смог показать действительной движущей силы развития науки, хотя и выступил против прежнего понимания этого вопроса.

О том, каково было представление Галуа о научных методах, остается только догадываться, так как ни одного сколько-нибудь законченного рассуждения по этому поводу он не оставил. Можно отметить лишь замечание, сделанное вскользь, о том, что «чистый анализ» совершенно не связан с данными органов чувств. «Известно,— пишет Галуа,— что из всех человеческих знаний чистый анализ является наименее материальным, в наивысшей степени логическим, единственным, который ничего не заимствует из данных чувств»⁶². Других высказываний по поводу методов научного исследования и их соотношения в мемуарах Галуа нет.

Другое дело — замечания, касающиеся роли алгебраической формы аналитического метода в развитии математики. Их нельзя оставить без внимания потому, что в них он высказывает свою оценку этого метода, представляет концепцию дальнейшего развития математики. Он считает, что при недостаточно глубоком развитии математики изложение простых теорем не выигрывало бы от перевода на язык анализа, язык формул, но при более сложных математических достижениях этот язык становится совершенно необходимым. «Прежде,— считает Галуа,— алгебраические выкладки были в малой степени необходимы для прогресса математики, и весьма простые теоремы вряд ли выигрывали бы от перевода на язык анализа. Только начиная с Эйлера этот язык, более краткий, сделался неизбежным для нового расширения, которое произвел в науке этот великий геометр. Начиная с Эйлера, выкладки делаются все более и более необходимыми, но также и все более и более трудными, по мере того, как они прилагаются ко все более и более высоким областям науки»⁶³.

Достаточно современно звучит высказывание Галуа об изяществе математических выкладок. Он полагает, что упрощение,

⁶¹ Там же, стр. 111.

⁶² Там же, стр. 107.

⁶³ Там же, стр. 103—104.

которое требуется самим развитием науки, необходимо приводит к увеличению их изящества. «К началу этого века,— пишет он,— алгоритм достиг такой степени сложности, что всякий прогресс при помощи этого средства сделался бы невозможным, если бы оно было лишено изящества, которое современные геометры должны были запечатлеть в своих исследованиях и при помощи которого ум быстро и сразу охватывал большее число операций. Очевидно, что изящество... не имеет другой цели»⁶⁴.

Дальше Галуа предсказывает, что упрощение с помощью изящества будет иметь свой предел и что выход из этого заключается в том, чтобы находить способы выражения более сложных новых положений в формулах. Он считает, что в этом заключается важное средство развития математики. «Стать обеими ногами на почву выкладок,— призывает Галуа,— группировать операции, сортировать их по трудности, а не по форме,— такова, по-моему, миссия будущих геометров; таков путь, на который я выхожу в этой работе»⁶⁵.

Он категорически заявляет, что высказывания с помощью длинных словесных выражений мешают пониманию сущности вопроса и препятствуют прогрессу в математике. При этом мы видим постоянное подчеркивание того, что следует не увлекаться формой выкладок, а подчинять их мысли. Если учесть путь дальнейшего развития математики, то можно согласиться с Н. Г. Чеботаревым в том, что приведенные выше рассуждения Галуа «можно рассматривать как предвидение развития математики на столетие вперед»⁶⁶.

В заключение можно добавить, что Галуа коснулся и такой проблемы, как соотношение науки и морали. Первая мысль Галуа: для развития науки необходимо в своих научных трудах сознаться в том, что тебе еще не известно. Если автор скрывает от читателя собственные затруднения, он наносит ущерб науке. Сам Галуа обещает всегда заявлять прямо, что он чего-то не знает. Тем, кто, по его предположению, будет считать это смешным, он пишет: «Они, к несчастью, не подозревают, что наиболее ценной книгой наилучшего ученого является та, в которой он сознается во всем, чего не знает; не подозревают, что автор никогда так не вредит своим читателям, как когда он скрывает затруднение»⁶⁷. Следовательно, честность и искренность ученого — это не только его личная моральная характеристика, но и средство ускорить или замедлить развитие науки, разрешение данной проблемы.

Вторая мысль Галуа состоит в требовании критического изложения собственных мыслей, так как это нужно для сопоставления своих идей с идеями других ученых. Если, пишет он,

⁶⁴ Э. Галуа. Соч., стр. 104.

⁶⁵ Там же, стр. 105.

⁶⁶ Там же, стр. 178.

⁶⁷ Там же, стр. 106.

бессмысленно и смешно помещать критику в начале своих художественных произведений, ибо там заключается субъективное отношение к миру, то для научной работы «критика и изложение делаются синонимами, и излагать — это означает сопоставлять свои идеи с идеями других»⁶⁸. Очевидно, что для Галуа прогресс науки заключается в критическом преодолении несовершенства прежних положений, и при этом он призывает не щадить своих собственных мыслей, если несовершенство обнаруживается и в них.

Третью мысль Галуа высказывает неоднократно, ибо она болезненная, выстраданная: наука очень много теряет от того, что между учеными существуют отношения «прискорбной конкуренции» и «унизительного соперничества»⁶⁹. Но Галуа верит в то, что эгоизм, царящий в среде ученых, уступит место объединению их усилий в научных исследованиях. «Сколько тогда времени сбережется для науки!»⁷⁰ — восклицает он.

Взгляды Лапласа, Коши и Галуа представляют собой как бы три различных этапа не только в развитии математики, но и в понимании самого этого развития. Ознакомление с концепциями этих ученых дает возможность обнаружить направления в развитии понимания науки, которые были свойственны XIX в. Особенно отчетливо проступает следующая тенденция. Лаплас считал само собой разумеющейся логическую строгость теории. Заботы о ней не занимают его ума. Коши уже гораздо больше говорит о необходимости логической стройности и о логической обоснованности науки. Она не кажется ему само собой разумеющейся. Он понимает, что вопрос о логическом обосновании — это проблема, требующая специальных усилий. Сам он много сделал для решения этой проблемы в области математического анализа. Но Коши не сомневается в том, что науку можно привести в состояние логической строгости. Галуа уже видит недостаточную логическую строгость не только отдельных ее областей, но и всего здания науки в целом. Он выступает с критикой логического построения всей науки.

Взгляды других математиков на развитие науки только подтверждают наличие этой тенденции. Выявление ее очень важно для понимания актуальных проблем, возникших в ходе дальнейшего развития математики и всей науки в целом. Причиной отмеченной тенденции в понимании науки математиками XIX в. является расцвет естествознания, который и определил движение от широкого натурфилософского взгляда на науку к узкой специализации и обращению к «внутренним» вопросам логической стройности, доказательности, обоснованности науки.

⁶⁸ Там же, стр. 110.

⁶⁹ Там же, стр. 111.

⁷⁰ Там же.

Б. С. ГРЯЗНОВ

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИКОВ ГЕРМАНИИ XIX в. О НАУКЕ И ЕЕ РАЗВИТИИ

С середины XIX в. центр исследований в математике перемещается в Германию. В этот период в Германии появляется целая плеяда выдающихся математиков.

Естественно, что охарактеризовать каждого из них нет возможности. Мы остановимся на воззрениях Гаусса, Римана, Ганкеля и Клейна. При этом характеристику взглядов Клейна ограничим его творчеством в семидесятые годы, включающим Эрлангенскую программу¹.

Гауссова концепция развития науки ярко проявилась в самом его математическом творчестве. Идеальная форма научного знания — знание, представленное в форме доказанных теорем. При этом Гаусс особое внимание уделяет проблемам чистоты доказательства, целиком полагаясь на собственную интуицию в оценке уровня научности этого доказательства.

Интуиция Гаусса сама долгое время выполняла в математике функцию такого критерия.

Вопрос о форме представления науки решается Гауссом одинаково для всех видов научного знания, хотя по содержанию и по происхождению он отличает априорное знание от апостериорного. К чисто априорному он относит, собственно, только арифметику (теорию чисел). Даже геометрия с ее строгостью и изяществом относится Гауссом к апостериорным наукам. «Я прихожу все более к убеждению,— пишет он в 1817 г.,— что необходимость нашей геометрии не может быть доказана, по крайней мере человеческим рассудком и для человеческого рассудка. Может быть, в другой жизни мы придем к другим взглядам на природу пространства, которые нам теперь недоступны. До тех пор геометрию приходится ставить не в один ранг с арифметикой, существующей чисто а priori, а скорее с механикой...»²

¹ Идея Клейна относительно развития науки (период после 70-х гг. XIX в.) разобрана нами в специальной статье (см. «Ученые о науке и ее развитии», М., 1971).

² К. Гаусс. Письмо к Ольберсу.— «Об основаниях геометрии». М., 1956, стр. 103.

Спустя 12 лет в письме к Бесселю Гаусс выражает еще более категорично мысль о том, что «мы не можем обосновать нашу геометрию полностью а priori»³. Гаусс проводит различие между строго истинным и «условно истинным» знанием⁴. Строго истинным может быть априорное знание, следовательно, только арифметика. Все остальные знания в силу их апостериорного происхождения могут претендовать только на условную истинность.

Однако, как это ни странно (особенно для представлений, господствовавших в XIX в.), различие между априорным и апостериорным знанием не связано у Гаусса тесно с различием эмпирического и теоретического. Теоретическое знание может быть как априорным, так и апостериорным. В свою очередь априорное знание — не только теоретическое, но и эмпирическое. Эмпирия рассматривается Гауссом как метод получения нового знания, но не обладает свойством критериальности. «В сущности,— пишет Гаусс,— теория получает подтверждение, если может быть показано объединение всех элементов одним принципом»⁵.

Таким образом, эмпирия для Гаусса выступает только как источник знания и метод получения нового знания (что для него эквивалентно понятию «индукция»), но отнюдь не имеет показательной силы. Сама по себе эмпирия далеко не составляет науки.

«С высшей точки зрения науки такое, возможно полное, представление явлений при помощи наблюдений не есть еще, собственно, ее цель: этим достигается то же, что и в том случае, когда астроном наблюдает видимый путь кометы по небу. Имеются лишь кирпичи, а не здание, пока весьма запутанные явления не подчинят некоторому принципу. Подобно тому как астроном, после того как светило исчезло из его поля зрения, лишь начинает главную свою работу, на основании закона тяготения по наблюдениям вычисляет истинный путь и благодаря этому получает возможность с уверенностью указать дальнейший путь светила, так и физик должен поставить себе задачу — по крайней мере, поскольку неодинаковы и отчасти менее выгодные обстоятельства это позволяют — исследовать основные силы, которые производят явления земного магнетизма, по их действию и по их величине, связать наблюдения с этими элементами и, таким образом, по меньшей мере с некоторой степенью надежного приближения предугадать явления в тех местностях, куда наблюдения еще не проникли»⁶.

³ См. там же, стр. 106.

⁴ Сам Гаусс употребляет только такой термин, как «строго истинное» знание.

⁵ К. Гаусс. Общая теория земного магнетизма.— «Избранные труды по земному магнетизму». М., 1952, стр. 107.

⁶ Там же, стр. 80.

Мы привели такую длинную выписку из Гаусса потому, что в ней достаточно четко выражено понимание естественнонаучного знания. Характеризуя гауссово понимание науки, следует иметь в виду, что Гаусс различает процесс получения нового знания от формы его представления. Это принципиально важный момент. Именно с Гаусса математика получила новую форму своего внешнего выражения: в форме строгого доказательства теорем, а не в виде изложения путей обнаружения последних. Это обстоятельство отмечали многие математики XIX в. Объяснение, которое мы находим по этому поводу у Гаусса, вряд ли можно считать верным.

В «Арифметических исследованиях» Гаусс пишет: «То, что во многих трудных исследованиях я пользовался синтетическими доказательствами и опускал анализ, при помощи которого они были найдены, объясняется главным образом требованиями краткости, которым я, насколько это возможно, должен был стремиться удовлетворить»⁷.

Дело, конечно, заключается не столько в краткости, сколько в формирующейся в XIX в. точке зрения, согласно которой науке принадлежат лишь результаты познания с доказательством этих результатов. Все остальное — в том числе сам путь, процесс отыскания результатов — лежит за пределами науки. Такая концепция, естественно, влияла и на форму изложения. Соображения, относящиеся к путям поиска истины, стали излагаться в лучшем случае в предисловии, а то и вовсе опускались, как это и делает Гаусс.

Наконец, еще одна сторона гауссовых представлений. По роду своих обязанностей, по складу своего ума Гаусс много времени отдавал вычислительной работе. Доведение задачи до численного результата — его постоянное стремление. Отсюда вытекали нормативные требования, предъявляемые к науке: результаты научного исследования должны представлять собой алгоритм действия, решения задачи. Это, конечно, не означает, что Гаусс признавал только такие результаты, которые могли быть представлены в форме алгоритма, но тенденция к этому у него была очень сильна. Достаточно обратиться к его арифметическим исследованиям, не говоря уже о специальных работах по методам приближенных вычислений.

Занятия в прикладных областях оказали, несомненно, влияние на понимание Гауссом законов развития науки. Естественно, что науки «априорные» (арифметика) и «апостериорные» (физика) должны обладать различием в своем развитии. Для первых практические нужды не имеют вообще какого-либо значения, для вторых — они могут выполнять роль толчка, первоначального стимула. Но наука не может, да и не должна

⁷ К. Гаусс. Арифметические исследования.— «Труды по теории чисел». М., 1959, стр. 12.

послушно следовать за материальными потребностями: тогда она потеряла бы прелесть духовной деятельности.

Вот как оценивал Гаусс успехи в исследованиях по земному магнетизму: «Непрестанное усердие, с которым в новейшее время стремятся исследовать направление и величину земной магнитной силы во всех частях земной поверхности, представляет тем более радостное явление, чем очевиднее при этом проявляется чисто научный интерес. В самом деле, сколь ни важно для мореплавания возможно точное знание склонения, но эта потребность не распространяется далее, и все, что лежит вне ее, остается для мореплавания почти безразличным. Однако наука, которая охотно способствует материальным интересам, ими не ограничивается, а требует усердия для всех элементов своего исследования»⁸.

Таким образом, научное исследование развивается под влиянием внутренних потребностей самой науки, что и составляет ее важнейшие стимулы. В соответствии с взглядами Гаусса, такой потребностью является полнота и связанность знания. Пусть теорема не имеет никакого практического значения, но если она объединяет эмпирически добытое знание в систему, то именно поиски такой теоремы и ее доказательства становятся главной задачей научного исследования.

Эволюция знания может, как полагал Гаусс, выражаться в двух различных формах: открытие нового и совершенствование уже имеющегося знания. Обращаясь к читателям «Арифметических исследований», Гаусс писал: «Я ничего не желаю столь горячо, как того, чтобы эти исследования понравились тем, кто принимает близко к сердцу успехи науки, как те, которые восполняют имеющиеся до сих пор пробелы, так и те, что открывают путь к новому»⁹.

Несколько слов о методах получения нового знания. В своих работах Гаусс широко использует термин «индукция». Под индукцией он понимает обычную процедуру перехода от эмпирических данных к установлению закона. В отличие от эмпиризма XIX столетия у Гаусса эмпирия не имеет смысла чувственной данности. Так, эмпирией могут быть наборы чисел, функций и т. д. Сам Гаусс широко использовал этот метод для нахождения новых (иногда фундаментальных) результатов. Тем не менее, индукция, хотя и дает иногда богатый урожай теорем, не может объяснить их связей друг с другом и, что особенно важно, не делает эти теоремы элементами знания науки. Такими они становятся только благодаря процедуре доказательства¹⁰.

⁸ К. Гаусс. Общая теория земного магнетизма.— «Избранные труды по земному магнетизму», стр. 79.

⁹ К. Гаусс. Труды по теории чисел, стр. 13.

¹⁰ См. там же, стр. 694.

Второй, прямо противоположный, с точки зрения Гаусса, метод — метод использования наиболее глубоких и общих принципов. Лично Гаусса больше привлекает, как видно из его работ, индуктивный метод: «В вопросах высшей арифметики,— пишет он,— очень часто имеет место своеобразное явление, существенно увеличивающее ее прелесть, которое в анализе встречается значительно реже. В то время, как при аналитических исследованиях к новым истинам большей частью можно прийти лишь тогда, когда мы полностью овладели принципами, на которых они покоятся и которые, в известной мере, открывают к ним путь, в арифметике весьма часто, благодаря какому-нибудь неожиданному случаю, бросаются в глаза на индуктивном пути изящнейшие истины, доказательства которых, однако, скрыты так глубоко, что не поддаются никаким попыткам и оказываются недоступными для остроумнейших изысканий»¹¹.

Уже во второй половине XIX в. в математике господствующим становится второй метод. Это отмечалось, например, Ф. Клейном. Для XX столетия этот метод стал существенным и для развития физики. Таким образом, Гаусс, рассматривая математическое знание, сумел увидеть то, что характерно для теоретического знания вообще.

Выше мы отмечали, что для Гаусса развитие науки осуществляется в двух формах. Читая его работы, можно обнаружить одно весьма существенное обстоятельство: особенность понимания того, что есть новое знание. В каком смысле Гаусс говорит о восполнении пробелов и открытии путей к новому?

Восполнение пробелов — это, прежде всего, отыскание нового доказательства. «Конечно,— пишет Гаусс,— весьма ценно, когда в конце концов для одной из таких (индуктивных.— Б. Г.) истин, которая долго и безрезультатно обдумывалась и затем, хотя и была доказана, но длинным окольным путем, удается найти наиболее простое и естественное доказательство»¹². Вопрос о том, что такое «естественное доказательство», Гауссом специально не обсуждается. Ясно только, что оно должно обладать простотой. Возможно, что это понятие Гаусса близко к понятию «доказательства по истине» у Больцано, однако аргументов в пользу такого истолкования почти нет.

Поиски естественного доказательства могут быть дополнены поисками другого рода. Гаусс отмечает, что найденный один путь доказательства почти всегда приводит к обнаружению нескольких других путей. Хотя многие из них и не являются простыми и естественными для данного случая, но они не бесполезны. Такие, казалось бы, искусственные доказательства помогают обнаружить новые связи. «Такая замечательная связь между скрытыми закономерностями не только придает этим ис-

¹¹ К. Гаусс. Труды по теории чисел, стр. 587.

¹² Там же, стр. 587—588.

следованиям некоторую своеобразную привлекательность, но и заслуживает тщательного выяснения, так как нередко благодаря ей открываются новые возможности для развития науки»¹³.

Таким образом, восполняя пробел в существующем знании, исследователь всегда имеет шанс ворваться в новую, доселе неизвестную область. Для нас важно отметить, что, с точки зрения Гаусса, новое в науке — это не просто истина, а истина с ее доказательством. И кажется правдоподобным истолкование гауссова понимания развития науки как «изобретения» новых типов доказательства.

Очевидно, что новые типы доказательства не могут быть независимыми от предметной области исследования. Гаусс сумел в начале XIX в. содержательно сформулировать то, что более 100 лет спустя строго доказал К. Гедель. Речь идет о принципиальной неполноте достаточно сильных теорий. Гаусс, естественно, не мог так четко сформулировать проблему, потому что в его распоряжении не было соответствующих теоретических средств. Тем не менее он отлично понимал, что не все истинные утверждения некоторой теории могут быть обоснованы в рамках этой теории, в пределах данной предметной области.

Это означало для Гаусса, что развитие теории (т. е. доказательство истинных ее утверждений) может быть обеспечено расширением предметной области. «...Естественный источник общей теории, — пишет он, — следует искать в расширении области арифметики...»¹⁴ Само это расширение у Гаусса представлено как конструирование нового объекта исследования — области комплексных чисел. С точки зрения исторической эта процедура может быть истолкована как теоретическая ассимиляция эмпирически порожденных объектов.

Наконец, еще один момент в гауссовых представлениях о развитии науки. Выше мы уже отмечали, что задача науки заключается в нахождении алгоритмов, которые суть методы решения задач. Обогащение науки — это разработка новых методов. История науки (а не искусства) — это история создания и развития новых методов. В этом плане интересна оценка Гауссом значимости тех или иных исследований в истории науки.

В предисловии к «Арифметическим исследованиям» он следующим образом определяет историческое место Диофанта: «Знаменитое сочинение Диофанта, целиком посвященное проблемам неопределенного анализа, содержит много исследований, которые вследствие их трудности и красоты методов заставляют быть высокого мнения об уме и проницательности их автора, если учесть незначительность вспомогательных средств, находившихся в его распоряжении. Так как, однако, эти задачи больше

¹³ Там же, стр. 636.

¹⁴ Там же, стр. 694.

требуют находчивости и сообразительности, чем глубоких методов, ...то эта книга рассматривается как эпоха в развитии математики скорее потому, что она содержит в себе первые следы искусства, характерного для алгебры, а не потому, что она обогатила новыми открытиями высшую арифметику»¹⁵.

■

Начиная с середины прошлого века развитие математики все больше и больше стимулировалось ее внутренними потребностями. Это относится к значительному числу крупных научных результатов в математике. Правда, по традиции, большинство математиков продолжало работать в прикладных областях. Психологически математики с этим обстоятельством еще не освоились и в своих представлениях о науке (в частности, математике) и ее развитии продолжали придерживаться концепций, развитых представителями французской политехнической школы. Это относится и к одному из наиболее крупных математиков XIX в.— Риману.

Риман не отличал математическое знание от естествознания; для него это просто разные виды знания о природе. Поэтому его утверждения о математике можно рассматривать как утверждения о науке вообще, и наоборот. Его взгляды на природу и развитие науки не представляли собой чего-то экстраординарного для мировоззрения XIX в. Поэтому мы остановимся лишь на отдельных аспектах его воззрений, которые им выражены более четко, нежели другими мыслителями.

Вряд ли кто сомневался когда-либо, что понятия, вырабатываемые наукой,— важнейшая часть научного знания. Риман же акцентирует на этом свое внимание, считая, что разработка понятийного аппарата — задача науки. «Своей задачей наука о природе имеет — охватить и логически истолковать природу посредством точных понятий»¹⁶.

Природа любых понятий науки, согласно Риману, чисто опытная. Ссылаясь на Гербарта, он отмечает, что нет необходимости выводить понятия из особых свойств человеческой души, как это делал Кант. Опровержение кантовской концепции научного знания было для Римана, в известной степени, методологической предпосылкой оправдания исследований по неевклидовой геометрии. «...Доказательство их (понятий.— Б. Г.) происхождения из непосредственных восприятий важно для нас потому, что только оно выясняет их значение удовлетворительным с точки зрения науки способом»¹⁷.

¹⁵ К. Гаусс. Труды по теории чисел, стр. 10.

¹⁶ Б. Риман. Соч. М.— Л., 1948, стр. 461.

¹⁷ Там же, стр. 462.

Сенсуализм для Римана — форма выражения того обстоятельства, что законы науки извлекаются из изучения самой природы. В своей работе по тригонометрическим рядам Риман с особой силой подчеркивает тождественность законов природы и законов науки. Отмечая заслуги Дирихле в исследовании этой проблемы, Риман пишет: «...Эта задача была им (т. е. Дирихле.— Б. Г.) решена с исчерпывающей полнотой для всех тех случаев, когда она могла бы быть поставлена природой (а только о таких случаях и шла речь), ибо при всем несовершенстве наших знаний о том, как силы и состояния материи изменяются в бесконечно малом в зависимости от места и времени, все же мы можем с уверенностью считать, что те функции, на которые не распространяется исследование Дирихле, в природе не встретятся»¹⁸.

И все же полной теоретической ясности по этим вопросам у Римана не было. Надо полагать, что он допускал существование и других форм знания. Это видно хотя бы из его диссертационной лекции «О гипотезах, лежащих в основании геометрии». Риман исходит из того, что свойства трехмерного пространства, описываемого евклидовой геометрией «могут быть почерпнуты не иначе, как из опыта»¹⁹. Задача, которую он ставит перед собой, заключается в следующем: какова система простейших допущений, которая позволила бы из теории n -мерного многообразия получить в виде частного случая теорию типа евклидовой геометрии. При этом Риман считает, что система допущений тоже должна носить эмпирический характер. Остается неясным, какова природа теории n -мерного многообразия. Создается впечатление, что она хотя и связана с опытом, но выходит в чем-то за его пределы.

Выход Римана за рамки чистого эмпиризма обусловлен, как нам представляется, не столько задачей понять, что есть наука, сколько проблемой ее развития.

Мы уже отмечали, что, с точки зрения Римана, задача науки — логически истолковать природу посредством точных понятий. Понятия же обладают той особенностью, что они выводят за пределы восприятий. С помощью понятий поэтому оказывается возможным «предусматривать заранее необходимость или — если система понятий еще не окончательно построена — вероятность будущих восприятий; таким образом, можно установить, что является «возможным» (также что является «необходимым» или чему противоположное невозможно), и степень возможности («вероятности») каждого события, которое признано важным, может быть вычислена математически, если только введенные понятия достаточно точны»²⁰.

Здесь нам хотелось бы отметить два обстоятельства.

¹⁸ Там же, стр. 234.

¹⁹ Там же, стр. 279.

²⁰ Там же, стр. 461.

1. В идеале всякая наука должна иметь дело лишь с необходимостью. Вероятности и возможности, с которыми наука имеет дело, — показатель несовершенства теоретического знания.

2. Наука не только описывает явления и строит их логическое понимание, но и предвидит, предсказывает события.

В акте предсказания Риман видит не просто прагматическую функцию науки, но и существенный момент развития теории. Если предсказания теории (в форме или необходимости, или вероятности) осуществляются, как говорит Риман, в опыте, то этим самым обеспечивается доверие к ее понятиям и утверждениям. Это понятно и достаточно тривиально. Но Риман отмечает больше: «Если же случается нечто такое, что согласно понятиям не должно быть ожидаемо, т. е. является невозможным или невероятным, то возникает задача: так дополнить или, если нужно, видоизменить понятия, чтобы в дополненной или улучшенной системе понятий воспринятое нами перестало быть невозможным и невероятным. Дополнение или улучшение системы есть «объяснение» неожиданного восприятия»²¹.

Точка зрения Римана в современной терминологии могла бы быть оценена как принятие принципа «фальсификации». Однако у Поппера этот принцип играет лишь негативную роль. Фальсификация для него — условие для отказа от одной существующей теории и перехода к другой. Риман, на наш взгляд, тоньше решает проблему: «фальсификация» ведет или к расширению, или к переустройству теории, но не отбрасывает ее вовсе. В связи с этим он следующим образом описывает развитие так называемых объясняющих наук: «Системы понятий, лежащие в их основе в настоящее время, возникли в результате постепенного преобразования прежних систем, и причину, в силу которой были совершаемы переходы к новым системам, всегда можно найти в некотором противоречии или некоторой невероятности, которые обнаруживались при прежних способах объяснения явлений»²².

Старые понятия, не способные объяснить новые явления, зачастую вынуждают к образованию новых понятий, но таких, при которых старые сохраняли бы свое значение. Риман приводит такой пример (неудачный в своем конкретном выражении, но раскрывающий суть идеи): «Как только образовано понятие вещей, «существующих для себя», при размышлениях по поводу изменения, которое противоречит понятию «существования для себя», возникает задача, насколько возможно сохранить и оправдать это уже введенное понятие. Отсюда возникает одновременно понятие непрерывного изменения и понятие причинной связи»²³.

²¹ Б. Риман. Соч., стр. 461—462.

²² Там же, стр. 462.

²³ Там же, стр. 462.

Отвлекаясь от того, насколько верны взгляды Римана, важно заметить, что согласно его представлениям понятия непрерывного изменения и причинной связи порождены не опытом, а потребностью существующей системы понятий.

Таким образом, несмотря на то, что Риман стоит на позициях сенсуализма и настойчиво подчеркивает опытный характер научного знания,— его концепция науки далека от простого эмпиризма, а возражения Канту с его стороны не совсем последовательны. По сути дела оказывается, что только исходные (самые первые) понятия науки опытни по своему происхождению. Но это не относится к изменению уже имеющегося теоретического знания. Здесь опыт выполняет лишь роль «фальсификатора», он ничего не порождает, он способен только дать толчок изменениям, которые должны произойти в теоретической системе, и определяет направление этих изменений. Это приблизительно то же, что отмечал Энгельс во взаимоотношении философии и экономики. «Экономика здесь,— писал Энгельс,— ничего не создает заново, но она определяет вид изменения и дальнейшего развития имеющегося налицо мыслительного материала...»²⁴

Но если у Энгельса такая оценка развития философии соответствует общей концепции материалистического понимания истории, то у Римана — это вынужденное признание реально существующих обстоятельств развития науки, не укладывающихся в рамки чисто сенсуалистической доктрины. Происхождение понятий науки и их развитие рассматриваются им как два процесса не только разные, но и не связанные друг с другом.

Противоречивость взглядов Римана сказалась и на его понимании гипотезы. Так, в отличие от Ньютона, он не видит принципиального различия между законом и гипотезой²⁵. Формулировка закона в форме импликации «если.., то...» принимается Риманом как гипотетическое выражение. Поскольку любой закон может быть сформулирован в имплицативной форме, то отсюда следует, что нет различия между гипотезой и законом. Такое отождествление обусловлено и другим обстоятельством. Риман понимает, что наука не представляет собою совокупности утверждений о чувственно воспринимаемых явлениях. Этот выход за пределы чувственного восприятия и составляет то, что Риман относит к гипотезе. «Теперь называют гипотезой,— пишет он,— все, что мы прибавляем к наблюдениям после их обдумывания»²⁶. Но тогда все научное знание гипотетично. Вполне понятно, что при таких представлениях о науке и ее развитии Риман принципиально иначе оценивает гипотезу, неже-

²⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 37, стр. 420.

²⁵ См. Б. Риман. Соч., стр. 465.

²⁶ Там же.

ли Ньютон. Для него гипотеза является «формой развития естествознания», вне ее вообще нет науки.

В отношении Римана оказываются очень верными слова Энгельса об отражении мира в сознании: «С экономическими, политическими и другими отражениями дело обстоит точно так же, как и с отражениями в человеческом глазу. Они проходят через собирательную линзу и поэтому представляются в перевернутом виде — вниз головой. Только отсутствует нервный аппарат, который для нашего представления поставил бы их снова на ноги»²⁷. Для Римана — это отсутствие общей исторической и гносеологической концепции, что и делает его взгляды противоречивыми.

Математики первых двух третей XIX в. были настолько увлечены и, в известной мере, опьянены успехами своей науки, что вопросы истории их мало волновали. Если же учесть, что в конце XVIII в. появилось весьма обстоятельное изложение истории математики в виде трехтомного сочинения Монтюкла, то невнимание к проблемам истории может быть понято.

К исходу 60-х годов ситуация несколько изменяется. «Опьянение» проходит, появляется необходимость осмыслить полученные результаты, связать их воедино. 70-е годы — это период создания теоретико-множественной концепции. Она, по сути дела, уже была подготовлена в форме разрозненных идей, лежащих в основе строго построенного анализа. Но для этого нужна была ретроспекция — историческое исследование. Начиная с 70-х годов XIX в. в Германии складывается школа исторического исследования, давшая науке, по всей вероятности, наиболее блестящих историков математики. Немалую роль в этом отношении сыграл Ганкель.

Ганкель, как и большинство историков XIX в., не был историком математики по специальности (таковых в XIX в. практически не существовало; этот род научной деятельности как профессия формируется лишь в последней четверти XIX в.). Тем не менее его труд по истории математики в древности и в средние века оказал, несомненно, достаточно существенное влияние на развитие историко-математических исследований в Европе.

Историко-математические исследования служили для Ганкеля средством более глубокого понимания особенностей математического знания, уникальности тенденций его развития. Насколько тесно он связывал понимание сущности математики с анализом ее истории, говорит хотя бы его обращение к истории в докладе, произнесенном при вступлении в академический сенат. Обращаясь к присутствующим, Ганкель говорит, что он должен рассказать о сущности той науки, которой он занимается, и далее продолжает: «Я полагаю, что достигну этой

²⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 37, стр. 414.

цели наилучшим образом, если представлю вам набросок развития математики в последние столетия»²⁸.

Однако нетрудно увидеть, что многие из особенностей математики, отмеченные Ганкелем, характеризуют теоретическое знание вообще, а не только математику. Такая увлеченность исследователя вполне понятна. Именно она, вероятно, позволила ему увидеть некоторые принципиальные стороны развития науки, которые, к сожалению, долгое время считались особенностями развития математики, а в XX в. независимо от Ганкеля формулировались по отношению к другим отраслям науки, в частности к физике.

В чем же видел Ганкель особенности математики? Прежде всего в том, что она, подобно Палладе, возникает из деятельности человеческого духа²⁹. «Ее проблемы развиваются исключительно из нее самой; ее материал — чистое созерцание пространства, времени и абстрактное понятие величины»³⁰.

Ганкель не намерен в угоду своей концепции отрицать исторические факты. Он признает, что ранее астрономия, а в XIX в. физика ставили и ставят перед математикой новые проблемы, решение которых служило прогрессу математики и привело к формированию весьма важных направлений, к которым на основе чисто математических интересов никогда бы не пришли³¹. И тем не менее он считает, что в главном, определяющем, математика развивалась по имманентным законам и была свободна от внешнего принуждения. Ее свобода — это не произвол, но именно в этой свободе и возможно исследование тенденций развития. «Была бы, вероятно, интересной задача, — пишет Ганкель, — исследовать средствами истории эти имманентные законы, которые фактически ограничивают кажущийся произвол»³².

Довольно трудно по отдельным замечаниям выяснить все предпосылки, на которые опирался Ганкель. Но, по всей вероятности, соображения онтологические играли не последнюю роль в его представлениях о развитии науки. Именно определенная онтология (вместе с выделением математики по своему предмету) приводит Ганкеля к мысли о возможности бесконечного развития математики и ограниченности (в смысле математического предела) естествознания. Все другие (кроме математики) науки в своем движении идут по все время суживающейся спирали, асимптотически приближаются к цели — познанию внешнего мира. Пусть они не достигнут ее реально, но такая ограниченная цель для них существует. Математика

²⁸ *H. Hankel. Die Entwicklung der Mathematik in der letzten Jahrhunderten. Tübingen, 1869, S. 6.*

²⁹ *Ibid., S. 7.*

³⁰ *Ibid., S. 3—4.*

³¹ *Ibid., S. 19—20.*

³² *Ibid., S. 20.*

же не имеет такой цели, «потому, что она не имеет дела с позитивно данным материалом»³³. Область ее исследований — многообразие форм созерцания и абстракций, которые так же бесконечны, как и само мышление.

Если бы попытаться «исправить» Ганкеля, то данная им характеристика математики и ее развития выглядела бы как описание любого теоретического знания. Зависимость мышления от внешнего мира отнюдь не препятствует бесконечному развитию науки во всех направлениях, поскольку бесконечно развивается сама практическая деятельность людей, а именно в ней, прежде всего, и следует искать объяснения всякому теоретическому знанию.

Рассматривая формы, в которых осуществляется развитие математики, Ганкель противопоставляет деятельность Эйлера и Лагранжа. Для Эйлера характерны поиски специальных проблем и методов их решения; он всегда занят поисками результата (это характерно, как мы видели выше, и для Гаусса). Такую форму развития науки можно назвать принципом конкретности. Но наука — это не только результат, но и метод. Развитие общих методов науки — ее существенная сторона. Представителем последнего направления Ганкель называет Лагранжа. «Общие методы и теоремы — его цель, — пишет он о Лагранже, — эlegantность метода значит для него гораздо больше, чем сам результат»³⁴.

Обратимся, наконец, еще к одному, чрезвычайно важному моменту в исторических воззрениях Ганкеля — принципу перманентности. Этот принцип сформулирован им специально для развития математического знания. Математика, как наиболее развитое теоретическое знание, естественно, позволяла скорее увидеть действующие закономерности ее развития, но ее противопоставление естествознанию мешало использовать результаты исследования в истории науки вообще.

Суть принципа перманентности заключается в следующем. В большинстве наук, как считает Ганкель, всякое новое обобщение — это ниспровержение ранее добытого знания. В математике же всякое обобщение — это добавление новых этажей в уже имеющуюся постройку. Так, например, фундамент, заложенный Евклидом более двух тысяч лет назад, остается фундаментом и поныне. Развитие науки может заключаться и в укреплении фундамента, и даже в известной перестройке здания. Но никогда это здание не может быть разрушено.

В отношении к математике этот принцип перманентности означал, что всякая новая теория, более общая, чем старая, должна сохранять в себе старую как частный случай. Так, арифметика натуральных чисел есть частный случай арифметики

³³ *H. Hankel. Die Entwicklung der Mathematik...*, S. 33—34.

³⁴ *Ibid.*, S. 17.

рациональных; эта последняя — частный случай арифметики действительных чисел и т. д. Если не учитывать возможные специальные интерпретации принципа перманентности, то в нем легко увидеть выдвинутый физиками XX в. принцип соответствия. В этом совпадении, несомненно, проявляется единство теоретического знания, возможность построения «теории теорий» и формулировки законов ее развития.

Конец интересующего нас периода в Германии ознаменовался опубликованием «Эрлангенской программы» Ф. Клейна (1872 г.)³⁵. С точки зрения решения изучаемых нами проблем работа Клейна представляет собой достаточно узкое исследование: она посвящена анализу геометрических теорий, развивающихся в XIX столетии. Однако в ней были подведены итоги всего развития геометрических идей и определены возможные направления дальнейших исследований.

Работы Лобачевского, Понселе, Римана, Кэли, Ли и самого Клейна привели к созданию совершенно нового «мира» геометрии, даже не одного, а нескольких, казалось, совершенно разных «миров». Наряду с привычной евклидовой появился «мир» неевклидовых геометрий; проективная геометрия первоначально казалась совершенно особой областью исследования; геометрические исследования породили изучение произвольных n -мерных многообразий и т. п. Иначе говоря, математики XIX в. столкнулись лицом к лицу с обычной для развития науки ситуацией: дифференциацией знания и исследований. Потеряла ли геометрия свое единство или же ей можно вернуть монолитность? Нет ли какого-либо общего принципа?³⁶ Так формулировал задачу Ф. Клейн.

У Клейна, как и у многих естествоиспытателей XIX в., ясно видно стремление противодействовать стихийно складывающейся раздробленности и разобщению в науке. Такие поиски в XIX в. были различными по своим методологическим установкам; для некоторых это единство должно было найти свое воплощение в единстве предмета, для других (особенно математиков и логиков) — в единстве метода. Для Клейна, как известно, такое единство обеспечивалось представлением различных геометрий как групп преобразований, которые могут и должны развиваться как группы, включенные в более обобщенные.

В таком случае геометрические исследования представляют частным случаем, как писал Клейн, многообъемлющей задачи: «Дано многообразие и в нем группа преобразований; нужно исследовать те свойства образов, принадлежащих многообразию, которые не изменяются от преобразований группы», или

³⁵ Ф. Клейн (1849—1925) основные свои идеи о развитии математики и науки развивал значительно позже — в 90-е годы XIX в. и в начале нашего столетия.

³⁶ См. Ф. Клейн. Эрлангенская программа.— «Об основаниях геометрии». М., 1956, стр. 399.

иначе: «Дано многообразие и в нем группа преобразований. Требуется развить теорию инвариантов этой группы»³⁷. Именно в решении подобного рода задач Клейн видит общий тип исследования. Предметная область должна быть препарирована, преобразована так, чтобы в ней был выявлен инвариант. Теория — это знание об инвариантах. Это утверждение выходит за рамки математических теорий и становится нормой теоретического знания вообще.

Насколько эта идея фундаментальна, видно из замечания Картана: «Очевидно, что риманова геометрия... совершенно не укладывается в рамки Эрлангенской программы, так как риманово многообразие не допускает в общем случае никакого вида однородности. Можно было бы, однако, попытаться подчинить риманову геометрию руководящей идее Клейна, воспользовавшись принципом, играющим основную роль в Эрлангенской программе, именно — принципом присоединения. Действительно, геометрия Римана изучает инварианты бесконечной группы всех точечных преобразований с переменными, к которой присоединена определенная квадратичная дифференциальная форма»³⁸.

Не вдаваясь в детали математических проблем, отметим лишь стремление обязательно реализовать программу Клейна. В этой программе существенное значение приобретает вышеназванный принцип присоединения. В нем, по сути, выражены основные представления Клейна о развитии теории. Принцип присоединения — это принцип, по которому удастся расширить теорию, создать более общую, хотя и менее сильную, теорию. Такое расширение происходит за счет присоединения некоторого «образа». Нетрудно заметить, что клейновский принцип присоединения аналогичен гауссовским представлениям об изменении области объектов исследования. Но у Клейна этот принцип получает строгую формулировку и становится нормативным.

Развитие теории не ограничивается применением этого нормативного принципа, ибо для его использования необходимо предварительно получить новые «образы». Как могут быть получены эти новые «образы» — вопрос, пожалуй, более трудный.

В «Эрлангенской программе» Клейн дает косвенный ответ и на этот вопрос. Клейн высоко ценит формальный аппарат науки как средство ее представления в наглядной форме³⁹. Но кроме того, «не следует умалять значение того преимущества, которое дает хорошо выработанный формальный аппарат для дальнейших исследований тем, что он до известной степени опережает мысль»⁴⁰. «...Формальный аппарат,— заме-

³⁷ Ф. Клейн. Эрлангенская программа.— «Об основаниях геометрии», стр. 402.

³⁸ Э. Картан. Теория групп и геометрия.— «Об основаниях геометрии», стр. 487.

³⁹ См. «Об основаниях геометрии», стр. 428.

⁴⁰ Ф. Клейн. Эрлангенская программа.— «Об основаниях геометрии», стр. 428.

чает Клейн, — должен отражать строение самих понятий, служит ли он только для точного и наглядного выражения их, или им хотят воспользоваться для того, чтобы с его помощью проникнуть в неисследованную еще область»⁴¹.

Но формальный аппарат — это промежуточная, средняя фаза научного исследования, начало и конец которого неформальны. Эту неформальную сторону Клейн называет «пространственным воззрением». Для выяснения сути взглядов Клейна приведем отрывок из «Эрлангенской программы»: «Если мы принимаем в тексте пространственное воззрение как нечто побочное, то это относится к чисто математическому содержанию формулируемых соображений. Воззрение имеет значение только для его наглядности, которую, конечно, в педагогическом отношении нужно ценить очень высоко. Геометрическая модель, например, с этой точки зрения, очень поучительная и интересная.

Совсем иначе ставится вопрос о значении пространственного воззрения вообще. Я выставлю его как нечто самостоятельное. Существует собственно геометрия, которая не хочет быть только наглядно представленной формой более отвлеченных исследований. В ней дело идет о том, чтобы воспринять пространственные фигуры во всей их образной реальности и (что составляет математическую сторону) представить соотношения, имеющие для них место, как очевидные следствия основных положений пространственного воззрения. Модель — будет ли она воспроизведена и рассматриваема или только живо представлена — является для этой геометрии не средством к достижению цели, но самим предметом»⁴².

Как видно из приведенного отрывка, для Клейна содержательная (или, как теперь говорят, интуитивная) сторона геометрических исследований имеет чрезвычайно важное значение. Она — как мы уже отмечали — начало и конец исследования. «Исходя из рассмотрения пространственных вещей и развивая на них, как на примере, общие мысли, мы, — пишет Клейн, — следуем пути, по которому шла наука в своем развитии и следовать которому при изложении является обычно самым выгодным»⁴³.

Конечно, здесь нет полного решения проблемы, ибо остается еще вопрос: как возникают «пространственные воззрения» и каковы пути их развития? В период, когда Клейн писал «Эрлангенскую программу», он сознательно избегал этих проблем⁴⁴. Однако позднее он неоднократно возвращался к ним. Так, в статье, посвященной творчеству С. Ли, в 1897 г. он писал: «...результаты каких бы то ни было наблюдений имеют силу

⁴¹ Там же, стр. 426—427.

⁴² Там же, стр. 429.

⁴³ Там же, стр. 400.

⁴⁴ См. там же, стр. 431.

только в определенных пределах точности и при специальных условиях; устанавливая аксиомы, мы заменяем эти результаты положениями абсолютной точности и общности. В этом «идеализировании» эмпирических данных лежит, по моему мнению, истинная сущность аксиом. Наше прибавление к этим эмпирическим данным ограничено при этом в своем произволе тем, что оно должно приспособляться к фактам опыта и, с другой стороны, не может вводить никаких логических противоречий»⁴⁵.

В «Лекциях» по истории математики XIX в. Клейн более подробно развивает свои взгляды на развитие науки, но обращение ко всему творчеству Клейна вывело бы нас за хронологические рамки статьи — в XX столетие.

⁴⁵ Ф. Клейн. Софус Ли.— «Об основаниях геометрии», стр. 437.

Б. С. ДЫНИН

**ЛОГИКА РАЗВИТИЯ
ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О НАУКЕ У ФИЗИКОВ
XIX в. (1800—1870 гг.)**

В истории физики период с 1800 по 1870 г. характеризуется экспериментальными исследованиями электромагнитных и тепловых явлений и созданием (к концу этого времени) их теорий, а также формулировкой объединяющего эти теории принципа сохранения и превращения энергии. В эту эпоху была создана теоретическая физика в том смысле, в котором употребляют этот термин во взаимосвязи (но и в отличие) с термином «теоретическая механика».

Чтобы лучше понять концепции развития науки в физике 1800—1870 гг., необходимо, хотя бы кратко, охарактеризовать представления о науке, которые преодолевали и из которых исходили творцы теоретической физики. Это позволит нам обнаружить объективную направленность в ее развитии, которое совершалось в связи с практикой физического познания и его результатами, а не ради удовлетворения профессионального интереса философов в получении теоретической системы науковедения.

В 1795—1796 гг. в свет выходит «Система мира» П. С. Лапласа. Она явилась торжеством механики Ньютона и вместе с тем научного познания природы вообще. Выражением перелома в мировоззрении физиков, который подготовил XVIII век, были слова Лапласа: «Ум, которому были бы известны для какого-либо данного момента все силы, одушевляющие природу, и относительное положение всех ее составных частей, если бы вдобавок он оказался достаточно обширным, чтобы подчинить эти данные анализу, обнял бы в одной формуле движения величайших тел Вселенной наравне с движениями легчайших атомов: не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверным, и будущее, так же как и прошедшее, предстало бы перед его взором»¹.

По существу, здесь определяется такое знание, которое, будучи сформулировано, позволяет делать всевозможные утверждения о всевозможных явлениях мира без непосредственного контакта с ними познающего субъекта. Здесь дается определе-

¹ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей. М., 1908, стр. 9.

ние «теории», которое соответствует мировоззрению физиков 1800—1870 гг. «Все усилия духа,— писал Лаплас,— в поисках истины постоянно стремятся приблизить его к разуму, о котором мы только что упоминали, но от которого он останется всегда бесконечно далеким»²,— такова цель науки. Она существует и к ней можно стремиться, потому что в самой системе мира правит необходимость, закон.

Чтобы оценить нетривиальность для своего времени высказывания Лапласа, завершителя классической «системы мира», вспомним позицию ее основателя — Ньютона. В предисловии ко второму изданию³ его «Начал» (1713) восхваление «величия, всеведения и всемогущества творца» рассматривается как конечная цель науки. Здесь же доказывается, что не только результаты, но и методы Ньютона соответствуют этой цели и приближают человека к ее достижению.

О том, что это не просто реверанс в сторону могущественной в то время церкви, свидетельствует следующее место в предисловии: «Следовательно мир, отличающийся прекраснейшими формами и разнообразием движения, мог произойти не иначе как только по свободной воле всепредопределяющего божества. Из этого источника и проистекли все те свойства, которые мы называем законами природы, в которых проявлено много величайшей мудрости, *но нет и следов необходимости*. Поэтому эти законы надо искать не в сомнительных допущениях, а распознавать при помощи наблюдений и опытов. Если же кто возомнит, что он может найти истинные начала физики и истинные законы природы единственно силою своего ума и светом своего рассудка, *тот должен будет признать или что мир произошел в силу необходимости* и что существующие законы природы явились следствием той же необходимости, или же, что мироздание установлено по воле бога, и что он, ничтожнейший человечешко («*gottinculus*»), *сам бы предвидел все то, что так превосходно создано*»⁴. Существование бога для Ньютона не гипотеза. В третьей книге своих «Начал», озаглавленной «О системе мира», специально обсуждаются свойства бога как необходимого творца этой системы.

Итак, фундамент «Систем мира» заложил великий ученый и теолог, завершил же ее великий ученый и атеист. Характеризуя Ньютона как теолога, мы не забываем, что то сознание,

² П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей, стр. 10. Утверждение Лапласа имеет, по крайней мере, двоякий смысл: онтологический и гносеологический. Оно выражает механический детерминизм, но вместе с тем и не сводящееся к нему требование, чтобы теория была логически замкнутой и экспериментально полной системой знания. Мы обращаем внимание читателей на этот гносеологический смысл утверждения Лапласа.

³ Написанном Котсом, но санкционированном самим Ньютоном и потому являющимся выражением также и его взглядов.

⁴ «Ньютон». Л., 1927, стр. 19 (курсив наш.— Б. Д.)

с которым он создавал исходную теорию современного естествознания, было противоречивым и отнюдь не сводилось к теологическому. Более того, Ньютон действовал антитеологически, когда обосновал «Систему мира» математически и данными физического измерения, а не ссылками на священное писание, когда само существование бога обосновывал требованиями теоретического разума. Но нам важно выявить конкретный историзм концептуального осмысления физиками развития науки, что и побуждает нас отмечать специфические моменты в ньютоновском мировоззрении, противоречия которого и вели к его изменению ньютонианцами.

Принципиальным, собственно физическим отличием «Систем мира» Ньютона и Лапласа было отсутствие у первого и выдвигание вторым космогонической теории происхождения мира, описываемого физикой. Если необходимость вынесена из системы мира во вне (представлена как божество), то, хотя и для Ньютона и для Лапласа предметом физики является природа, для первого (в отличие от второго) этот предмет не оказывается исходным. В первом случае физика зависит от теологии, во втором физика сама — фундамент знания о системе мира.

Соответственно и результат деятельности ученых понимается различно. Если природа в себе содержит собственную необходимость, то познание ее может иметь целью не только достижение объективной истины, но и ее использование в практической жизни человека. И хотя последнее обстоятельство может казаться побочным, но его признание заключено уже в лапласовском понимании предмета и результата научной деятельности. Для Ньютона же имманентной целью науки является постижение мудрости творца. Достижение наукой этой цели и обуславливает ее значимость, практическую, в жизни людей.

Однако и для Ньютона и для Лапласа предмет науки объективен. Истина как Бог и истина как Природа внешни для познающего человека, который должен овладеть ею, приобщиться к ней. И здесь мы подходим к вопросу о статусе и развитии науки. Каким образом познается ее предмет, достигается ее результат и выполняется ее цель? То есть каковы эффективные, необходимые и достаточные средства научной деятельности?

Ньютон писал: «Причину же этих свойств силы тяготения я до сих пор не мог вывести из явлений, *гипотез же я не измышляю*. Все же, что не выводится из явлений, должно называться гипотезою, гипотезам же метафизическим, физическим, механическим, скрытым свойствам не место в экспериментальной философии. В такой философии предложения *выводятся из явлений и обобщаются при помощи наведения* (курсив наш.— Б. Д.)»⁵. Мы не будем устанавливать адекватность этих

⁵ И. Ньютон. Математические начала натуральной философии.— «Известия Николаевской морской академии», 1915, вып. IV, стр. 591.

слов действительному творчеству самого Ньютона. Важно другое: самосознание ученых, деятельность которых ознаменовала наступление новой эпохи в истории физики, в этом вопросе было «ньютоновским».

Публикуя основополагающие труды по электродинамике, А. М. Ампер специально подчеркивает свое стремление следовать методу Ньютона, который характеризуется им в следующих словах: «Начать с наблюдения фактов, изменять, по возможности, сопутствующие им условия, сопровождая эту первоначальную работу точными измерениями, чтобы вывести общие законы, основанные всецело на опыте, и в свою очередь вывести из этих законов, независимо от каких-либо предположений о природе сил, вызывающих эти явления, математическое выражение этих сил, т. е. вывести представляющую их формулу — вот путь, которому следовал Ньютон (курсив наш.— Б. Д.)»⁶.

Живое, научное творчество постоянно заставляло физиков производить переоценку своих взглядов. Тот же Ампер в более позднее время писал о Ньюtone: «Никогда анализ не мог бы привести нас к тому, чтобы открыть этот общий закон — что небесные тела притягиваются в обратном отношении квадратов расстояний: только через гипотезы найдена была эта великая истина»⁷.

Самих физиков не смущали противоречия в их высказываниях. Изменялась деятельность — изменялись взгляды. Но историк науки в данном случае сталкивается и с другой трудностью. Он встречает не только различные, часто противоположные высказывания у одного и того же ученого в разное время, но и в одно время у разных ученых.

Трудности увеличиваются также в связи с тем, что обнаруживаются и компромиссные решения вопросов. Так, Ф. Араго спрашивал: «Хорошо ли делаем, что под влиянием систематических идей не хотим делать опытов, единственных, законных судей в непонятных предметах?.. Нельзя одобрить и фанатиков опытности, пренебрегающих всякой идеей, которая не выводится прямо из идеи уже известной. Замечу, что отрицание есть также предположение, и предположение весьма вредное, потому, что оно заставляet уклониться от опыта...»⁸

В связи со сказанным единственным рациональным путем в историческом анализе концепции развития науки у физиков является путь обнаружения той тенденции в изменениях их представлений о своей деятельности, границы и направленность которой обуславливались результатами этой деятельности, т. е. развитием самой физики.

⁶ А. М. Ампер. Электродинамика. М., 1954, стр. 10.

⁷ Цит. по: Э. Навиль. Логика гипотезы. СПб., 1882, стр. 43.

⁸ Ф. Араго. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров, т. 2. СПб., 1860, стр. 294—295.

К началу XIX в. здание механики оказалось достаточно совершенным для того, чтобы предстать не только образцом для построения всего здания научного знания, но и вместительным важнейших ценностей науки. До XIX в. не было противопоставления механики физике, которое возникло именно в силу завершения первой как теории. Однако задачи новой физики были сформулированы еще в ходе создания механики и в связи с ней.

«Начала» Ньютона заключаются следующими словами: «Теперь следовало бы кое-что добавить о некотором тончайшем эфире, проникающем все сплошные тела и в них содержащемся, когo силою и действиями частицы тел при весьма малых расстояниях взаимно притягиваются, а при соприкосновении сцепляются, наэлектризованные тела действуют на большие расстояния, как отталкивая, так и притягивая близкие малые тела, свет испускается, отражается, преломляется, уклоняется и нагревает тела; возбуждается всякое чувствование, заставляющее члены животных двигаться по желанию, передаваясь именно колебаниями этого эфира от внешних органов чувств мозгу и от мозга мускулам. Но это не может быть изложено вкратце, к тому же нет достаточного запаса опытов, коими законы действия этого эфира были бы точно определены и показаны»⁹. Здесь изложена программа, выполнение которой и развернулось в физике с начала XIX в.

Решение задач, поставленных Ньютоном, шло по двум направлениям: во-первых, по линии охвата теоретическим описанием тех классов явлений, о которых говорил Ньютон в выше приведенной цитате, и, во-вторых, по линии приведения всего теоретического знания к единству. Именно к 70-м годам XIX столетия соответствующие попытки были относительно завершены в термо- и электродинамиках, а также учением о сохранении и превращении энергии. Причем физики этого периода во многих отношениях были больше ньютонианцами, чем сам Ньютон. Основатель теоретической механики с некоторой осторожностью изложил программу механического описания природы: «Вся трудность физики, как будет видно, и состоит в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам изъяснить остальные явления... *Было бы желательно* вывести из начала механики и остальные явления природы, рассуждая подобным же образом, ибо многое заставляет меня предполагать, что все эти явления обуславливаются некоторыми силами, с которыми частицы тел, вследствие причин, покуда неизвестных, или стремятся друг к другу и сцепляются в правильные фигуры, или же взаимно отталкиваются и удаляются друг от друга. Так как эти силы неизвестны, то до сих пор попытки философов объяснить явления природы и

⁹ И. Ньютон. Математические начала натуральной философии.— «Известия Николаевской морской академии», 1915, вып. IV, стр. 592.

оставались бесплодными. Я надеюсь, однако, что или этому способу рассуждения, или другому, более правильному, изложенные здесь (в «Началах». — Б. Д.) основания доставят некоторое освещение (курсив наш. — Б. Д.)»¹⁰.

После грандиозных успехов механики в XVIII в. и в связи с тем, что она, воплотив в себе идеалы нового естествознания, оказалась к началу XIX в. единственной соответствующей им теорией, уверенность в ее универсальности, необходимости и достаточности для познания мира стала гораздо большей по сравнению с периодом ее формирования. «Правильность, которую обнаруживает нам астрономия, без всякого сомнения, имеет место во всех явлениях. Кривая, описанная простою молекулою воздуха или пара, определена так же точно, как и орбиты планет; разницу между ними делает только наше незнание»¹¹. «...Все действия природы не что иное, как математические результаты небольшого числа неизменных (механических. — Б. Д.) законов»¹².

Абсолютизация механического описания природы в целом вела к абсолютизации ее методов и понятий (например, дальностей). Если раньше физики, размышляя о развитии науки, должны были принимать во внимание ее отношение к внешним обстоятельствам, которые могли бы обусловить ее собственное становление, то теперь прежде всего они вынуждены рассматривать соответствующую проблематику в отношении к механике. Включение последней в теоретический актив науки привело к пассиву в историческом осмыслении ее творцами своей деятельности.

Так, типичной для физиков начала XIX в. была следующая трактовка отличия их науки от древней: «Физика древних была только умозрительной, редко основывающейся на наблюдениях, часто неверных, делание же опытов введено физиками в новейшее время»¹³. Причины же прогресса знания заключались, по их мнению, в размножении и усовершенствовании наблюдений¹⁴.

Подобные замечания в общем-то верны, но лишь как констатация внешней видимости. Никакого серьезного анализа причин того, почему, например, древние ограничивались умозрением, почему их наблюдения были часто неверны, какие обстоятельства привели к обновлению науки на опытной основе и т. п., мы не находим. «Мало-помалу», плюс любознательность и плюс гений — вот чем обычно ограничивается объяснение.

К такому пониманию развития науки физиков побуждало и то обстоятельство, что в начале XIX в. еще не были сформули-

¹⁰ «Ньютон (1727—1927)», стр. 12—13.

¹¹ П. С. Лаплас. Опыт философии теории вероятностей, стр. 11.

¹² Там же, стр. 187.

¹³ И. Двигубский. Физика. М., 1814, стр. IV.

¹⁴ См. там же, стр. X.

рованы какие-либо физические теории наряду с механикой, осознание причин появления которых могло бы привести к более глубокому осмыслению истории познания. С другой стороны, истоки механики и причины ее появления были вскрыты уже в предисловии Ньютона к своим «Началам»: «...Рациональная механика есть учение о движениях, производимых какими бы то ни было силами, и о силах, требуемых для производства каких бы то ни было движений, точно изложенное и доказанное. Древними эта часть Механики была разработана лишь в виде учения о пяти машинах, применяемых в ремеслах, причем, даже тяжесть... рассматривалась ими не как сила, а лишь как грузы, движимые сказанными машинами. Мы же, рассуждая не о ремеслах, а об учении о природе, и, следовательно, не об усилиях, производимых руками, а о силах природы, будем главным образом заниматься тем, что относится к тяжести, легкости, силе упругости, сопротивлению жидкостей и к тому подобным притягательным или напирющим силам (курсив наш.— Б. Д.)»¹⁵. Построение механики как теории требовало отказа от телеологических характеристик практических действий человека, замещения их каузальным описанием природных процессов, и если, осуществив это, уже Ньютон не осознавал практических предпосылок существования и развития научной истины, то тем более это оказалось естественным для тех, кто нашел его механику как данное.

Сведёние, по существу, причин развития науки только к познавательным мотивам не позволяло физикам пойти дальше простой констатации отдельных особенностей этого развития, что, впрочем, не мешало им подмечать и интересные моменты в истории своей науки. «При начале образования какой-нибудь ветви наук наблюдатели занимаются только открытием новых явлений, откладывая до другого времени точное их измерение»¹⁶. «В истории всех наук... бывают периоды, в которые, после великих трудов, предполагают, что довели науку до крайнего ее совершенства. Тогда производители опытов становятся весьма робкими... и обыкновенно довольствуются поправкой числовых данных...»¹⁷ «В истории науки имеются эпохи, отмеченные плодотворными открытиями, влекущими за собой множество других новых открытий»¹⁸.

Общим моментом мировоззрения физиков начала XIX в. продолжает оставаться объективизм. Различия в их философских взглядах колебались от материализма до объективного идеализма, субъективная же разновидность еще не имела почвы в собственно научной деятельности физиков. Такая ситуация объясняется опять же наличием одной лишь завершенной те-

¹⁵ «Ньютон (1727—1927)», стр. 12.

¹⁶ Ф. Араго. Биографии..., т. 2, стр. 210.

¹⁷ Там же, стр. 91—92.

¹⁸ А. М. Ампер. Электродинамика, стр. 317.

рии — механики и надеждами описать всю природу на ее основе. Именно поэтому вполне естественно представление, что «наука как система сведений о предмете есть умственный список сего предмета. Форма списка должна быть равна форме его подлинника»¹⁹.

Физика может быть «опытной или умозрительной, или опытной и умозрительной вместе. Последняя близка к идеалу науки; в ней предмет рассматривается с двух возможных сторон: со стороны явления и сущности. Нет сомнения, что в области умозрения, равно как и в пределах опытности — физик может ошибиться; это уже будет зависеть не от способов познания, а от личности познающего»²⁰.

В первые десятилетия XIX в. в науке произошло громадное расширение эмпирического материала. В связи с этим возникает представление, что единая природа, будучи исследована с различных точек зрения, есть совокупность предметов различных дисциплин. Признание относительности познания в этом аспекте обусловлено тем, что стремление получить полное теоретическое описание мира в рамках механики Ньютона сталкивалось с эмпирически обнаруженным разнообразием, так сказать, начальных условий, субстратов и т. д. всеобщего механического движения, с практическими трудностями математизации разрастающегося экспериментального материала.

Значение математики ценится чрезвычайно, чему имеется множество свидетельств. Араго писал, что «математический закон важнее самого явления, потому что он становится источником всех будущих открытий»²¹. «Теории вообще суть более или менее счастливые формулы, приводящие к единству некоторое число известных уже явлений»²². Френель волновую теорию света считал предпочтительной хотя бы «уже вследствие одних тех средств, с помощью которых она позволяет связать между собой все явления оптики, охватывая их общими формулами»²³. Малюс писал о задаче аналитической оптики: «Приложить без всякого ограничения вычисление к явлениям, из одного общего начала вывести все решения, получаемые частными приемами...»²⁴. Подобных высказываний, отмечающих необходимость математического выражения научного знания, можно было бы привести множество.

В рассматриваемый период математизация физики осуществлялась через ее сведение к механике. Именно последняя представляла собой тот предел, приблизившись к которому любящая отрасль физики могла стать теоретической. Механика была

¹⁹ М. Павлов. Основания физики. М., 1833, стр. 29.

²⁰ Там же, стр. 19.

²¹ Ф. Араго. Биографии., т. 2, стр. 77.

²² Там же, стр. 111.

²³ О. Френель. О свете. М.—Л., 1928, стр. 152.

²⁴ Ф. Араго. Биографии., т. 2, стр. 16.

уже математизирована. Поэтому, в отличие от предыдущего исторического периода, когда стояла задача математизировать физическое знание, теперь вопрос заключается в том, как это знание «механизировать». Если это удастся, математизация реализуется автоматически. Поэтому при всем понимании значения математики для науки, физики начала XIX в. уже не видели в ней метода исследования, в отличие от своих предшественников, создавших механику как первичную теоретическую систему естествознания. Френель писал: «Простота же вычислений не может иметь никакого веса в балансе вероятностей (при выборе теоретической системы.— Б. Д.). Для природы не существует трудностей анализа, она избегает лишь усложнения средств»²⁵.

В связи со сказанным можно заметить, что именно детерминация физического исследования (как его методов, так и результатов) одной теоретической схемой механики, преднаходимой этим исследованием и независимой от него, обуславливает переход к представлению о внутренней необходимости природы (в отличие от Ньютона). Вместе с этим изменяются взгляды физиков на объяснение как цель научного исследования. Если Ньютон мог стремиться лишь к описанию проявлений мудрости творца, то последующее поколение ученых уже в механике, как части научного знания, пытается видеть основу для объяснения. Теперь важно не только охватить взаимосвязь физических явлений некоторой формулой (описать их), но и понять их с точки зрения принципов механики (объяснить). Оба эти момента рассматриваются как имманентные научному исследованию. Объяснить явление — это значит указать на не сводимые далее причины, которые его производят, и на механизм их действия. Задачей физики теперь представляется анализ конкретных проявлений всеобщей механической основы (поэтому-то она оказывается центром естествознания в целом).

Но здесь возникает вопрос: «Силы природы, как причины естественных явлений, могут ли и должны ли быть рассматриваемы отдельно от явлений?.. *В сем нет ни малейшего сомнения...*» (курсив наш.— Б. Д.)²⁶ (например, электричество как сила и гроза как явление). А так как в самих телах «природа, при всей бесчисленности явлений, действует немногими силами, то исследовать их в отдельности необходимо»²⁷. Немногочисленность причин обеспечивает познаваемость природы вообще, так как явления «суть перемены в состоянии» тел. Заметим, что указанное разделение сил (причин) и их проявлений

²⁵ О. Френель. Избранные труды по оптике. М., 1955, стр. 141. «Математика наравне с прочими науками, например с логикой, может быть в физике пособием, весьма значительным, но способом исследования никогда: это логически невозможно» (М. Павлов. Основания физики, стр. 17).

²⁶ М. Павлов. Основания физики, стр. 7.

²⁷ Там же, стр. 9.

было одним из оснований превращения первых в самостоятельные субстанции (эпоха физики невесомых).

Представления о науке у физиков начала XIX в. связаны с их представлениями о природе ее предмета. Расчленение науки на теоретическую механику и стремящееся к ней опытное знание, естественно, сливалось с представлением о расчленении предмета на сущность и явление, причину и следствие и т. п. Ученый идет от явления к сущности, причине; обнаруживая их, он формулирует закон в терминах механики и завершает цикл своей деятельности сведением законов в систему. Освободив науку от бога, но вместе с тем не поняв еще общественной природы познания, физики вынуждены были представлять развитие науки как недетерминированный процесс приближения знания людей к абсолютной истине, каковую скрывает в себе противостоящая им природа. Заклучив импульсы прогресса науки внутрь сферы познания, физики должны были принять средства познавательной деятельности (опыт и размышление) как внеисторические феномены, та или иная реализация которых обусловлена случайными (и потому неизбежно лишь индивидуально психологическими) обстоятельствами жизни ученых. История науки предстает перед их взором как филиация идей, история гениев, суммирование их достижений.

Превращение метода познания в явление неисторическое, индивидуально-психологическое по своей природе, мотивам, форме и т. п. ведет к игнорированию его значения в формировании предмета науки и в оценке ее результатов и цели. Познание — лишь процесс приспособления человека (и не вообще человека, а его интеллекта) к объекту; теоретический результат этого приспособления, хотя и возникает в познавательной деятельности ученого, должен быть независим от нее.

Приведем некоторые высказывания физиков, типичные для начала XIX в. и отображающие предпосылки их концепций развития науки. Так, например, Т. Ф. Осиповский писал: «Если прочтем изложение мнений и учений древних греческих философов, то увидим, что нравственные и математические их суждения были вообще хороши; но суждения их о разных явлениях природы большей частью странны и даже смешны. Отчего же сие происходило? Оттого, что они искали всех познаний единственно почти *в самих себе* (кусив наш.— Б. Д.)»²⁸. Этим исчерпывается объяснение целой исторической эпохи.

А вот объяснение более близких конкретных событий: «Но еще более непонятным представляется то, что правильность закона Гюйгенса не признавалась в течение более столетия, хотя она опиралась на экспериментальные данные этого великого человека... Если бы мы взяли... смелость дать объяснение это-

²⁸ Цит. по: А. А. Максимов. Очерки истории борьбы за материализм в русском естествознании. М., 1947, стр. 79.

го странного факта в истории науки, мы сказали бы, что соображения, почерпнутые из волновой теории, которыми руководствовался Гюйгенс, быть может заставили адептов эмиссионной системы предположить, что Гюйгенс не мог прийти к истине, следуя ошибочной гипотезе, и именно это помешало им читать его трактат о свете с должным вниманием (курсив наш.— Б. Д.)»²⁹.

Араго пишет: «Чтобы понять, почему явление, ежедневно и всеми видимое в продолжение двадцати столетий (интерференция.— Б. Д.), не обращало на себя внимания физиков, надобно вспомнить, что не многие одарены способностью удивляться кстати (курсив наш.— Б. Д.)»³⁰. И он же делает характерное заключение: «Причины, ускоряющие или замедляющие рождение иден и различные ее изменения, многочисленны, неуловимы и действуют неправильно»³¹. Так представляется история собственной науки физикам начала XIX в.

Представляя научное исследование по преимуществу как совокупность индивидуально-психологических процессов, физики натолкнулись на проблему превращения наблюдения в теорию, которая стала кардинальной для их концепций развития науки. Действительным развитием для них оказался лишь переход от наблюдения к теории. Здесь было нечто изменяющееся, все остальное в истории превратилось в набор таких удачно совершенных переходов.

Араго пишет: «Во всякой наблюдательной науке (а именно таковой предствляется физика.— Б. Д.) надобно обращать внимание на явления, на связывающие их законы и на их причины»³². Но причины отделены от наблюдаемых явлений. Математика, оформляя знание в систему законов, сама не выступает эвристическим средством раскрытия причин. После создания механики наличие последних постулировано, и они должны быть выявлены. Поскольку же причины механические и математика входит в естествознание лишь в связи с механикой, то выявление причин оказывается предпосылкой установления самого знания. Каким же образом происходит переход от наблюдения к теории (закону)?

Эмпиризм, недоверие к гипотезам или даже резкая борьба против их использования характерны для мировоззрения физиков первой половины XIX в. Это объясняется несколькими причинами. Во-первых, характером самой деятельности ученых, в основном собиравших в то время эмпирический материал. «В конце XVIII и в начале XIX столетия тот казался истинным физиком, кто владел богатым собранием снарядов»³³. (В связи

²⁹ О. Френель. Избранные труды по оптике, стр. 390.

³⁰ Ф. Араго. Биографии., т. 2, стр. 43.

³¹ Там же, стр. 291.

³² Там же, стр. 82.

³³ Там же, стр. 144.

с этим высказыванием заметим, что она выражает и индивидуальный стиль работы ученых того периода, когда институтов и лабораторий еще не существовало. Поэтому-то физики видели в своем творчестве лишь индивидуально-психологический процесс.) И во-вторых, наличием механики как единственной, завершенной, претендующей на основную роль в науке теории.

Механика в период своего возникновения рассматривалась как экспериментальная наука. В начале XIX в.— ситуация другая. Признается существование необходимости, присущей природе. Принципы механики теперь представляются априорными. Необходимость снова оказывается внешне заданной по отношению к исследованиям физиков. «Объяснения должны быть логическими *выводами из явлений*», а не из «личного чувства истинного или ложного». Ошибки возникают, «когда выходят из области наблюдений, *предаются воображению* и оставляют строгое и верное руководство опытов (курсив наш.— Б. Д.)»³⁴.

И хотя опыт может трактоваться как вопрос, заданный ученым природе, но это всегда вопрос, на который по существу уже есть ответ — механика. Проблема лишь в усвоении ее конкретного проявления. Нельзя представить, чтобы способ постановки вопроса влиял на ответ. Познание есть приспособление — не более. Поэтому Био уважает Гей-Люссака за то, что «гипотезы были противны его строгому уму». Ученые не забывают подчеркнуть те моменты в своих открытиях, которые не связаны с гипотезами: «Представленные нами доказательства имеют то преимущество, что они устанавливают те же законы (действия лучей поляризованного света.— Б. Д.) *независимо от какой-либо гипотезы* (курсив наш.— Б. Д.)»³⁵.

Однако само существование теоретической механики, обусловившее распространение представлений о существовании необходимости в самой природе, толкало физиков к признанию значения гипотез. Так, Ф. Араго говорит, что наука получает «характер очевидности от увеличения числа наблюдений»³⁶. Но, например, «теория интерференции кажется более бредом болезненного мозга, нежели строгим необходимым следствием многочисленных опытов, *не подлежащих никакому возражению* (курсив наш.— Б. Д.)»³⁷. «Гораздо легче производить измерения, чем точно знать, что измеряется», — писали Дюлонг и Пти³⁸. «Существуют некоторые законы столь сложные, что одно только наблюдение, подкрепленное аналогией, не могло бы их открыть. Чтобы разгадать эти загадки, необходимо руковод-

³⁴ Ф. Араго. Биографии..., т. 2, стр. 97.

³⁵ О. Френель. Избранные работы по оптике, стр. 307.

³⁶ Ф. Араго. Биографии..., т. 2, стр. 82.

³⁷ Там же, стр. 88.

³⁸ Цит. по: И. Р. Кричевский. Понятия и основы термодинамики. М., 1962, стр. 35.

ствоваться теоретическими идеями, опирающимися на *правильную гипотезу* (курсив наш.— Б. Д.)»³⁹.

Но если уж признается необходимость в гипотезе, то она должна быть непременно правильной. Под гипотезой здесь по сути понимается знание того же самого типа, которое признается и противниками гипотез. Только утверждается, что оно в некоторых случаях может возникать не как непосредственный вывод из фактов, но как результат необъяснимой интуиции, способной предвещать факты и оставаться непосредственным их выражением, правильным описанием.

Но в чем гарантия правильности гипотезы? Начало познания — пассивное наблюдение. Уже на этой стадии можно неправильно понять «язык природы». Размышление противопоставлено опыту как своей абсолютной исходной точке, но он не способен гарантировать истинность гипотезы, которая является результатом индивидуально-психологического акта воображения. Как при этом избежать «личного чувства истины и лжи», если факт воспринимается индивидуально-психологически? Для этого, например, Мелони (в общем следуя Ньютону) вводит следующий критерий: «Каждый может видеть, как гипотезы, придуманные нами для объяснения естественных явлений, приводят нас к определенным экспериментальным исследованиям, *результатами которых проверяется правильность или неправильность этих гипотез* (курсив наш.— Б. Д.)»⁴⁰.

О. Френель пишет по этому поводу: «...Выбор между той или другой теорией не может быть безразличен. Полезность теории не ограничивается только тем, что облегчает изучение фактов, соединяя их в более или менее многочисленные группы по наиболее характерным соотношениям. Другая, не менее важная цель всякой хорошей теории должна состоять в том, чтобы содействовать прогрессу науки открытием связующих фактов и соотношений между наиболее различными и кажущимися наиболее независимыми друг от друга категориями явлений. *Но ясно, что, исходя из мнимой гипотезы о природе света, нельзя достигнуть цели столь же быстро, как в случае овладения искомой тайной природы.* Теория, основная гипотеза которой правильна, с каким бы трудом она ни поддавалась математическому анализу, укажет, *даже между весьма чуждыми ей по содержанию фактами*, на соотношения, которые для другой теории навсегда останутся неизвестными (курсив наш.— Б. Д.)»⁴¹.

В другом месте Френель пишет: «...Все законы цветных колец, которые требуют в системе Ньютона введения специальных гипотез, могут быть связаны между собой и объяснены единым

³⁹ О. Френель. Избранные труды по оптике, стр. 393.

⁴⁰ Цит. по: М. Фарадей. Экспериментальные исследования по электричеству, т. 3. М., 1959, стр. 786.

⁴¹ О. Френель. О свете, стр. 9.

принципом совпадения и несовпадения световых колебаний»⁴².

Итак, гипотеза может быть принята, если она приводит к таким утверждениям о фактах, которые согласуются с опытом, если она позволяет предсказывать новые факты и если она ведет к единству их описания. Все эти соображения представляются объективными критериями. Но для рассматриваемого нами периода развития физики любая гипотеза должна была в итоге соотноситься с механикой Ньютона и соответствовать ей. И если даже не учитывать того, что надежды на достаточность ее потом не оправдались, то все равно выявляется действительная субъективность этих кажущихся объективными критериев.

Исходный способ (метод) познания, выявляющий факты — наблюдения, трактуется как нечто независимое от размышления, формулирующего закон. С другой стороны, причина независима как от факта, так и от методов познания, она не наблюдается, но определяет как факт, так и закон, им управляющий. Таким образом, то, что определяет исходный пункт и результат познания, отнюдь не дано непосредственно, а постулат эмпиризма требует непосредственного перехода от начала к результату познания. Более того, хотя факт есть нечто абсолютно объективное, сознание может воспринять его неадекватно. Соответственно, гипотеза, оказывающаяся необходимым средством перехода от непосредственно данного к причине и закону, может строиться на ложном основании. Поскольку факт есть исходное, то описанная ситуация иллюстрирует или несостоятельность выдвинутых критериев верности гипотезы, или их субъективность.

Противоречие между признанием абсолютности факта как исходного материала обобщения и индивидуально-психологической природой его восприятия, вообще характерное для эмпиризма, ведет к тому, что предсказание на основе гипотезы и последующая его проверка на факте также не гарантируют истинности знания.

Единственный способ избавления от субъективизма — это представить (путем сведения) искомый закон результатом действия механических причин, само действие которых уже описано в теоретической механике. Но поскольку причина и сущность противопоставлены следствию и явлению, такое сведение не детерминировано исходным материалом познания. Только случай, догадка, индивидуально-психологический гений (который как проявление чистого случая также становится необъяснимым) может привести к обнаружению закона.

И хотя ученые могут в тех или иных случаях приходить к соглашению о ценности какой-либо гипотезы с точки зрения описанных выше критериев, в основе этого соглашения неизбеж-

⁴² О. Френель. Избранные труды по оптике, стр. 110.

но лежит психологически-субъективный фактор. Такая точка зрения проявилась в признании «простоты» верховным критерием значимости результатов их деятельности.

«... Все отличительные признаки теории: *простота и всеобщность* (курсив наш.— Б. Д.)»⁴³. «Но при выборе системы следует руководствоваться только простотой гипотез...»⁴⁴. Так в рамках эмпиризма происходит метаморфоза тезиса об ощущении как критерии знания, его объективности. Конечно, новому критерию придается видимость объективности, так как, мол, природа сама проста. «Физики, внимательно изучавшие законы природы, почувствуют, что эта простота и эти отношения между различными сторонами явления утверждают весьма большую вероятность теории, которая их установила»⁴⁵. «...Опыт никогда не доводит до простых законов, если они *не существуют действительно в явлениях*, несмотря на небольшие от них отклонения (курсив наш.— Б. Д.)»⁴⁶.

Поскольку до начала познания не известны ни законы самой природы, ни в чем состоит их простота, постольку вся программа развития науки физиков XIX в. могла бы оказаться состоятельной в том случае, если результатом познания должно быть завершение механического описания природы, завершение науки на основе механики Ньютона. Специфичность же, по сравнению с предшественниками, отношения физиков XIX в. к гипотезе заключается в признании ее необходимости, но лишь как психологического фактора, способствующего достижению результата. В самих же результатах гипотезе не должно быть места, и в этом пункте их позиция столь же эмпирична, как и позиция предшественников. Эмпиризм настолько стал «здоровым смыслом» физиков, что даже Г. Х. Эрстед, бывший под влиянием великого антиэмпириста Шеллинга, не смог выйти за пределы этого «здорового смысла», считая, что только факты могут способствовать уяснению результатов науки.

Подводя итог предшествовавшему анализу, можно охарактеризовать концепцию развития науки физиков, работавших в начале XIX в., следующим образом. Наука понималась как деятельность удовлетворения духовных потребностей людей в познании природы. Это познание, в свою очередь, рассматривалось как процесс приспособления разума человека к объекту, содержащему в себе самом свою (а не внешнюю — божественную, или субъективную) необходимость. Средствами познания являются опыт и размышление. Первый абсолютно предшествует второму, его источник и критерий. Опыт выявляет абсолютные факты, которые и описываются в научном знании. Последнее должно представлять собой систему, абсолютно правильным об-

⁴³ Ф. Араго. Биографии..., т. 2, стр. 279.

⁴⁴ О. Френель. Избранные труды по оптике, стр. 141.

⁴⁵ Там же, стр. 513.

⁴⁶ Ф. Араго. Биографии..., т. 2, стр. 149.

разом описывающую эти абсолютные в своей объективности факты, посредством раскрытия их общих причин, которые независимы от фактов, хотя и определяют их.

Абсолютной объективности фактов соответствует абсолютная объективность причин. Последние познаются при помощи размышления, результаты которого не должны содержать ничего гипотетического, но лишь то, что непосредственно извлекается из опыта. Истина, как противостоящая человеку природа, не только абсолютно объективна, но и бесконечна в своих проявлениях, хотя едина в основе. Этой основой является механическое движение, и соответственно основой знания — механика. Хотя человек и не способен в силу своей субъективной ограниченности познать истину во всех ее проявлениях, однако, поскольку он достигает результата в переходе от фактов к теории, он способен знать части этой абсолютной истины.

Конечно, в силу той же субъективной ограниченности ученый может неправильно воспринять факт и затем получить ложное представление о его причине. Успех в правильном восприятии факта есть результат умения ученого, а правильный переход к знанию причины определен индивидуально-психологическими характеристиками познания. Как неизвестны критерии адекватного восприятия факта, так неизвестны и механизмы индивидуально-психологического творчества.

Поэтому можно воспользоваться гипотезой (так же как наблюдение можно сопроводить целенаправленным опытом), но лишь при условии ее дальнейшей элиминации из познавательного результата. Вообще метод познания не должен влиять ни на его начало, ни на конец. В этом смысле пассивное наблюдение и не зависящее от человека по содержанию знание есть именно те начало и конец, которые определяют эффективность попыток ученого постигнуть истину.

История науки есть совокупность попыток познания истины, история гениев. Если предмету науки присуща закономерность, то ее истории — нет. Самодвижение науки на пути познания детерминированного предмета само недетерминировано. Идеалом и фундаментом прогресса науки является механика. Но поскольку она уже есть и в ней выражена сущность природы, то даже по отношению к ней нет действительного прогресса. Развитие совершается лишь во все большем охвате многообразия явлений природы принципами механики.

Торжество победоносно идущего вперед разума оказывается на деле торжеством застывшего разума. Именно поэтому возникает пренебрежение к его специфической способности развивать знание посредством математики. Эмпирическое естествознание всегда чувствует потребность определить свое отношение к рациональным формам своей организации, и если его осознание творческого процесса реализуется в рамках психологического эмпиризма, то естественным является низведение этих

форм до уровня простых средств выражения содержания эмпирических фактов. Творческая работа не подлежит регламенту и не только не должна организовываться внешними силами, но и внутренне не фиксируема в своем разворачивании. Это психологический акт, для которого математика также есть внешняя «сила», хотя уже и внутри познавательной-психологической деятельности.

Осознание физиками сущности своей деятельности осуществляется без выхода за ее пределы (т. е. за пределы эмпирического изучения природы, результаты которого, конечно, формулируются в общем виде). Неумение ее понять в связи с другими видами материальной и духовной деятельности человека неизбежно ограничивало их мировоззрение здравым смыслом эмпиризма, философствованием, мнящим себя самостоятельным и правильным, но на самом деле оборачивавшемся несвязанным набором взятых у систематической философии элементов.

Не основательность и последовательность в выводах руководили мнениями естественников о науке как таковой, но кажущееся соответствие мнений философов фактам познания. Сначала явился Бэкон, затем Локк, и мысль, что «нет ничего в разуме, чего не было бы раньше в чувствах», предстала перед естественниками как здоровое основание всякой оценки любого, ими самими добываемого знания. Но за Локком последовал Юм и обнаружилось, что развитие принципов эмпиризма ведет к отрицанию здравого смысла, к ниспровержению его исходной веры в объективную истину. Но самому здравому смыслу не дано быть последовательным, ибо он как раз держится не логики, а эмпирии.

Естественник разделяет силу и действие, причину и следствие, бога и природу, механику и физику и т. п. Явление он толкует по Юму, сущность по Локку и игнорирует как предпосылки концепции первого, так и следствия учения второго. То, что в его мировоззрении концы не сходятся с концами, его не волнует, ибо это лежит за пределами его профессионального интереса. Он может взять идею единства природы у Шеллинга и игнорировать ее собственно философское обоснование. Он ужасается при виде систем великих метафизиков, хотя в них трансформируется его здравый смысл, и, становясь последовательным, перестает быть самим собой. Но метафизика порождает свой собственный здравый смысл, который при создании систем мира начинает делать с естествознанием то же, что оно делало с нею. То, что согласуется с принципами метафизики, объявляется и природно действительным.

При этом целостность развивающегося естественнонаучного знания превращается в набор элементов, приемлемых для здравого смысла метафизики. Эфемерность их связей не волнует ее, ибо эмпирическое вне ее профессионального интереса. *«Естественные науки* развернули колоссальную деятельность и на-

копили непрерывно растущий материал. Но философия осталась для них столь же чуждой, как и они оставались чужды философии. Кратковременное объединение их с философией было лишь *фантастической иллюзией*. Налицо была воля к объединению, способность же отсутствовала»⁴⁷. Должно было пройти время, естествознание и метафизика должны были пережить новые потрясения после своего иллюзорного союза и не менее иллюзорного разрыва, прежде чем они смогли осознать правомерность своих претензий.

Кажется, что никто не вправе судить естественника за его философскую непоследовательность, ведь именно он-то и познает природу. Но научное познание не есть познаваемый мир, и тот, кто может высказать что-либо дельное о мире, не обязательно дельно охарактеризует знание о нем. Более того, мировоззрение ученых оказывается итогом преломления через здравый смысл естествознания результатов философии. Работа Галилея и его предшественников была осмыслена со специальной точки зрения Бэконом и его последователями, после чего эмпиризм был усвоен последователями Галилея. Но тогда, когда ньютоновцы еще поклонялись отцу эмпиризма, основы естественнонаучного объективистского здравого смысла были подорваны Юмом. Метаморфозы мировоззрения естественников, при их обращении к новым идолам, обычно происходят уже тогда, когда в самой философии эти идолы уже низвергнуты.

В 1824 г. вышел манифест нового этапа в развитии физики — книга Сади Карно «Размышление о движущей силе огня». Отдавая должное механике, Карно утверждает необходимость расширения и обобщения законов физики. «Машины, не получающие движение от тепла, а имеющие двигателем силу человека или животных, падение воды, поток воздуха и т. п., могут быть изучены до самых мелких деталей посредством теоретической механики. Все случаи предвидены, все возможные движения подведены под общие принципы, прочно установленные и приложимые при всех обстоятельствах. Это — характерное свойство полной теории»⁴⁸. После блестящей характеристики механики как теории С. Карно продолжает: «Подобная теория, очевидно, отсутствует для тепловых машин. Ее нельзя получить, пока законы физики не будут достаточно расширены и достаточно обобщены, чтобы наперед можно было предвидеть результаты определенного воздействия теплоты на любое тело (курсив наш. — Б. Д.)»⁴⁹.

В работе Карно нашли свое отражение две компоненты, определяющие научную деятельность: практическая и познавательная.

⁴⁷ К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М., 1956, стр. 595.

⁴⁸ С. Карно. Размышления о движущей силе огня, о машинах, способных развивать эту силу. М.—Л., 1923, стр. 8—9.

⁴⁹ Там же, стр. 9.

То или иное их осмысление (сознательное или стихийное) и приводит к взглядам, составляющим интересующую нас здесь концепцию. В самосознании ученых на первый план выступает познавательная компонента, которая опосредствует для них практическую, включающуюся, тем не менее, в превращенной форме (через изменение типа мышления, его категориального аппарата и т. п.) в сам процесс познания, регулируемый также социальными требованиями. И поскольку действительная природа этого опосредования отнюдь не наглядна, то естественно, что после оформления термодинамики в трудах Клапейрона, Томсона, Клаузиуса и других в теорию значение практики для ее развития оказалось затушеванным (как это произошло и с механикой).

В 30—70-х годах формулируется и получает признание закон сохранения энергии. Мы уже говорили о стремлении ученых к единству знания (которое предопределялось в те времена верой в справедливость механической картины мира). Завершением героической эпохи открытия закона сохранения энергии была работа Гельмгольца «О сохранении силы».

Ему удалось дать теоретическое выражение (адекватное тогдашнему состоянию физики) этого закона, исходя именно из представления о том, что «конечная цель естественных наук заключается в изучении движений, лежащих в основании всевозможных изменений, и причин, производящих эти движения. Для достижения этой цели приходится прибегнуть к механике... Если все первоначальные силы суть движущие и, следовательно, все одинаковой природы, то все они могут быть измерены одной мерой, именно мерою механических сил. А что это на самом деле так, можно считать уже доказанным (курсив наш.— Б. Д.)»⁵⁰.

С открытием закона единства сил казалось, что развитие физики (а тем самым и науки вообще), по крайней мере в принципиальном отношении, завершается. Конечно, это завершение не считалось актуально достигнутым, ибо, так же как их предшественники, новое поколение физиков признавало бесконечное разнообразие явлений (при конечности числа причин). «Эта цель (сведение всех физических явлений к основным принципам механики.— Б. Д.) никогда не будет достигнута вполне, но уже самый факт, что она признана, дает известное удовлетворение, и приближаясь к ней, мы испытываем самое высокое наслаждение, какое могут доставить нам занятия наукою о природе»,— говорит Г. Р. Кирхгоф⁵¹.

Действительно, во времена Кирхгофа только сведение к механике всего естественнонаучного знания позволяло надеяться, что оно не будет совокупностью несвязанных сведений и не

⁵⁰ Г. Гельмгольц. Популярные речи, ч. I. СПб., 1898, стр. 84.

⁵¹ Цит. по: А. Г. Столетов. Общедоступные лекции и речи. М., 1897, стр. 5—6.

только превзойдет систематику типа линнеевской, но удовлетворяло бы и требованиям научного духа, и требованиям прогресса в господстве человека над силами природы. «Ибо первое требует ясной разумной связи знаний, второе же — предвидения последствий в еще неизвестных случаях и при условиях, которые мы намерены установить уже нашими действиями. Все это достигается при помощи знания закона явлений»⁵².

В этих словах содержатся нюансы, не характерные для высказываний физиков в первые десятилетия XIX в.: акцент на значение науки для эффективности намеренных действий человека и выражение цели науки в категории «закон», а не «причинность». Тем не менее здесь Гельмгольц не отходит от позиции своих предшественников, а указанные нюансы есть скорее произвольное выражение настроений нового времени, еще не осознанных, но начавших фиксироваться в терминологии.

Тенденция к канонизации в 30—70-х годах ньютонианской концепции науки не удивительна прежде всего с точки зрения развития самой физики.

Действительно, механика Ньютона как замкнутая система включает законы движения (второй закон Ньютона) и сил (третий закон). Закон движения физически содержателен лишь в связи с законом сил. Приложимость всей системы к описанию определенного класса явлений осуществляется путем соответствующей конкретизации последнего закона (например, посредством потенциальной функции тяготения, в которой мера расстояния берется в квадрате).

На данной основе и была выработана программа завершения физики, соответствующая ее состоянию к 70-м годам прошлого столетия и провозгласившая обнаружение последних неизменных причин явлений природы конечной целью «теоретических наук о природе». «Ближайшие причины, которые мы кладем в основу явлений природы, сами по себе могут быть неизменными или же изменчивыми; в последнем случае то же основное положение побуждает нас опять-таки искать причины этой изменчивости. Продолжая таким образом, мы доходим, наконец, до последних причин, которые действуют по неизменному закону, то есть которые во всякое время при одних и тех же внешних отношениях вызывают одно и то же действие. Таким образом, конечной целью теоретических наук о природе должно быть открытие последних неизменных причин явлений природы»⁵³.

Основное положение ведет также к представлению о мире как системе неизменных элементов с неизменными силами. И тогда «единственно возможными изменениями в такой систе-

⁵² Г. Гельмгольц. Популярная речь, ч. I, стр. 80.

⁵³ Г. Гельмгольц. О сохранении силы. М., 1922, стр. 5—6.

ме будут изменения пространственные, то есть движения; а внешними отношениями, под влиянием которых видоизменяется действие сил, могут быть также только пространственные; следовательно, силами будут только силы движения, зависящие в своем действии только от пространственных отношений» (другими словами, выражаемые потенциальной функцией $1/r$).

«Но сила, действующая между двумя целыми массами, должна быть разложена на силы, действующие между всеми их частями; поэтому механика обращается к силам материальных точек, то есть точек пространства, заполненного материей. Но между точками нет иных взаимных пространственных отношений, кроме их расстояния; так, направление соединяющей их линии может быть определено не иначе, как в отношении по крайней мере к еще двум другим точкам. Поэтому сила движения между двумя точками может быть также только причиной изменения взаимного расстояния, то есть быть силой притяжения или отталкивания. *Это следует также прямо из закона достаточного основания...* Таким образом, окончательно задача физических наук о природе заключается в том, чтобы явления природы свести к неизменным притягательным и отталкивательным силам»⁵⁴.

Здесь заключено классическое выражение понимания физиками собственно физических задач своей научной деятельности и ее развития. Мы здесь имеем апогей развития ньютоновской, как ее можно было бы назвать (но не ньютоновской), концепции развития науки.

Но вместе с ясным осознанием всех последствий относительно самой физики, вытекающих из ньютоновской концепции развития науки, наступает кризис этой концепции.

Установление закона сохранения энергии, казалось, лишь укрепляет принятые основания науки. Но в действительности он начал их колебать. О предпосылках его открытия Гельмгольц пишет: «Это понятие о количестве силы подготовлено частью в теоретической механике понятием о количестве живой силы движущейся массы, частью в практической механике понятием о движущей силе, необходимой для непрерывности действия машины (курсив наш.— Б. Д.)»⁵⁵. Вторая предпосылка, связанная с практической механикой (техникой), невыводима из принципов теоретической механики, которая не предопределяет невозможности вечного двигателя. Особенность основополагающей работы Гельмгольца «О сохранении силы» как раз заключается в том, что консервативность центральных сил (сохранение которых в механике было известно уже Ньютону) он связал с невозможностью вечного двигателя как всеобщим принципом.

⁵⁴ Там же.

⁵⁵ Г. Гельмгольц. Популярные речи, ч. I, стр. 85.

Но признание влияния практики (техники, в связи с которой по существу была осознана эта невозможность) на движение теоретической науки уже противоречит изложенной выше концепции развития науки. Конечно, после осознания идеи закона можно представить его как вывод из некоторого аксиоматического базиса (принципа достаточного основания у Гельмгольца или равенства причины действию у Майера). Но каким образом этот принцип, признаваемый достаточно давно, должен быть использован в данном конкретном случае — далеко не очевидно. Ввиду этого с необходимостью возникает вопрос о роли гипотезы в таком основании. И здесь обнаруживается противоречие между действительным положением дела и мировоззрением физиков.

Мы уже отмечали, в чем заключалась особенность работы Гельмгольца «О сохранении силы». Особенность же работ Майера состояла в преобразовании самого понятия «сила». Того и другого толкнули к исследованиям физиологические наблюдения, но ни Майер, ни Гельмголец не опирались на эксперименты при формулировании и доказательстве своего открытия. Стиль Гельмгольца был больше математический. Иллюзия, что, исходя из очевидной (не гипотетической) аксиомы, он далее действует только формально (т. е. тоже не гипотетически), привела к тому, что Гельмголец считал, что «этот закон, как и все знания об явлениях в реальном мире, был получен индуктивным путем»⁵⁶. Доказательства же Майера он считал метафизическими⁵⁷.

Но Майер тоже мог считать, что в его работах нет ничего метафизического и гипотетического. Ведь он также исходил якобы из абсолютных фактов, и неважно, что его изложение не столь математическое, как у Гельмгольца. Более того, «теперь (т. е. в результате открытия закона сохранения.— Б. Д.), чтобы получить доступ в науку о движении, нам не надо подниматься на высоту математики; наоборот, природа сама *предстает* в своей простой красоте перед изумленным взором (курсив наш.— Б. Д.)»⁵⁸. Если в его работе по преобразованию понятия «сила» видят нечто метафизико-гипотетическое, так ведь, наоборот, он изгоняет «предрассудки, санкционированные древностью и распространенностью»⁵⁹ и приближает знание к самой природе. И он посвящает свои работы «друзьям ясного, свободного от гипотез мировоззрения»⁶⁰, ибо «все спекулятивные построения даже самых блестящих умов, которые, не довольствуясь установлением фактов *как таковых*, стремились подняться над ними, приносили до сих пор только пустые пло-

⁵⁶ Г. Гельмголец. О сохранении силы, стр. 61.

⁵⁷ См. там же.

⁵⁸ Р. Майер. Закон сохранения и превращения энергии. М.— Л., 1933, стр. 262.

⁵⁹ Там же, стр. 130.

⁶⁰ Там же, стр. 75.

ды (курсив наш.— Б. Д.)»⁶¹. Эта позиция преопределила, кстати, отрицательное отношение Майера к атомистике⁶².

Если форма изложения Гельмгольцем закона сохранения энергии вела к признанию за ним заслуг теоретического выражения якобы индуктивно добытого знания, то с тем большей резкостью ученые того времени противопоставили Майеру экспериментаторов, виднейшим среди которых был Джоуль. Джоуль в своих первых экспериментах определил механический эквивалент тепла равным 838 футо-фунтам (460 кг). Насколько был «абсолютным» этот факт, говорит то, что экспериментальные результаты, из которых исходил Джоуль, колебались от 1026 до 587 футо-фунтов (разница между ними почти равна нижнему результату). Интересно отметить, что известный ученый В. Томсон даже после уточненных экспериментов Джоуля придерживался вещественной теории тепла и перешел на кинетическую точку зрения под давлением запросов своей собственной теоретической работы (после чего он увидел в работах Джоуля, конечно, «абсолютные» факты). Что же позволило в данном случае экспериментаторам, «минуя гипотезу», открыть теоретический закон? Здесь мы имеем поразительное единодушие в их собственных свидетельствах.

В постскрипуме к первой своей работе по закону сохранения энергии Джоуль выражает убеждение, что «могучие силы природы, созданные велением творца, неразрушимы и что во всех случаях, когда затрачивается механическая сила, получается точное эквивалентное количество тепла» (курсив наш.— Б. Д.)⁶³.

Грове утверждает: «Количество действия, которое произвело первоначальное движение, или первичная сила, остается неразрушимой в системе. Движение, возбужденное этой начальной причиной, только изменяет свой вид... Что же касается до причины первоначального движения, то она, по мнению физиков, так же как и происхождение материи, не может быть объяснена без посредства творческого акта (курсив наш.— Б. Д.)»⁶⁴.

Кольдинг характеризует свой путь к эксперименту в следующих словах: «Так как силы суть сущности, которые становятся нам известны только благодаря их господству над природой,— то эти сущности должны быть, конечно, гораздо выше существующей материальной вещи. И так как очевидно, что та мудрость, которую мы замечаем и которой мы удивляемся в природе, выражается лишь при помощи сил, то последние должны находиться в связи с духовной силой нематериальной и интеллектуальной, которая руководит прогрессом природы. Но если дело обстоит так, то решительно невозможно представить

⁶¹ Там же, стр. 227.

⁶² См. там же, стр. 270.

⁶³ J. Joule. On the Calorific Effect of Magneto-Electricity and on the mechanical value of Heat.— «Philosophical magazine», 1843, v. XXIII, p. 435.

⁶⁴ В. Грове. Соотношение физических сил. Харьков, 1863, стр. 173.

себе, чтобы эти силы были чем-нибудь тленным или смертным. Без сомнения, их нужно рассматривать как вечные (курсив наш.— Б. Д.)»⁶⁵.

Физикам начала XIX в. наука представлялась как самодвижущаяся замкнутая система. Практика и бог были исключены из нее. Но в результате открытия закона сохранения энергии обнаружили, что закон этот не выводим из принципов механики Ньютона. Для его обоснования можно было привлечь практику. Но практика в форме эксперимента обнаружила свою зависимость от познавательной функции научной деятельности. Неспособность (прежде всего экспериментаторов) подняться над эмпирической точкой зрения вынудила их обратиться к идее творца. Бог же, не являясь предметом науки, конечно, не был гипотетичен. Однако такое обоснование находилось в противоречии с концепцией развития науки того времени. Положение спасли Майер и Гельмгольц. Они вместо бога использовали как априорные некоторые метафизические аксиомы и теоретическую механику. Пренебрежение происхождением этих аксиом и их отношением к самой механике Ньютона позволило вновь укрепиться вере в последнюю как фундамент и цель всего естествознания.

Но и такая постановка вопроса подрывала ньютоновскую концепцию науки. Различные классы явлений (теплота, магнетизм и т. д.) начинают описываться специальными функциями состояния и константами, отличными от механических. Если допустить, что определение всех их будет получено эмпирически, надо отказаться от идеи единства механического описания природы, что противоречит ньютоновской концепции науки.

Это обстоятельство осложнялось и тем, что еще за год до опубликования работы Гельмгольца В. Вебер пришел к выводу, что силы, с которыми действуют друг на друга движущиеся частицы электричества, зависят не только от их взаимных расстояний, но также от их скоростей и ускорения. Это побудило Гельмгольца отбросить ограничение действия закона сохранения энергии случаями, для которых имеет место равенство действия противодействию. Закон был спасен, но приобрел большую фундаментальность, чем законы самой механики, которая перестает быть фундаментом естествознания.

Феноменологическая физика, к которой стремились постоянно ее творцы, желавшие, чтобы понятия их теорий непосредственно выводились из опыта, выработала два способа описания физических явлений. Первый — это определение механики системы путем задания потенциальной энергии как функции ее конфигурации и описание последней посредством определенного набора переменных (например, материальной точки тремя,

⁶⁵ Цит. по: Э. Мейерсон. Тожественность и действительность. СПб., 1912, стр. 212.

твердого тела — шестью переменными), значения которых фиксируются в опыте. Другой способ — это механика сплошных сред, в которой допускается, что плотность и скорость материи определенным образом зависят от пространственно-временных координат, а взаимодействие ее элементов рассматривается как сила, действующая на поверхность (давление) и являющаяся функцией положения, также фиксируемого в опыте.

Подобные феноменологические способы приложения механики позволяли надеяться на достижение полного описания всех физических явлений. И хотя при этом эмпирическое описание различных их классов включает специальные функции состояния и константы вещества, все же можно было надеяться использовать механику как единую основу их теоретического описания, конкретизируемую путем различного задания (для гравитации, электричества, теплоты и т. п.) закона сил. Но тогда феноменологическое применение механики само выводит науку за пределы феноменологизма, так как надежды на единство науки могли реализоваться лишь в связи с принятием той или иной гипотезы относительно частиц и зависимостей их взаимодействия от расстояния, которые приводили бы к эмпирически фиксируемым решениям. И это ведет к перестройке самого теоретического знания.

Вернемся к работе С. Карно, положившей начало движению, которое было одной из предпосылок установления закона сохранения энергии и связало механику с учением о теплоте. Метод Карно представляет собой единство эмпирии и теории, что естественно для пионерской работы, результаты которой еще не способны догматизироваться. Именно это позволило ему, исходя из представлений о теплороде, получить качественно новые научные результаты. Он сознательно ставит в зависимость от метода исследования ценность результатов. «Явление получения движения из тепла не было рассмотрено с достаточно общей точки зрения. Его исследовали только в машинах, природа и образ действия которых не позволяли ему принять того полного развития, на которое оно способно. У подобных машин это явление сказывается в искаженном и неполном виде; поэтому трудно узнать его основы и изучить его законы».

Чтобы рассмотреть принцип получения движения из тепла во всей его полноте, надо его изучить независимо от какого-либо агента; надо провести рассуждения, приложимые не только к паровым машинам, но и ко всем мыслимым тепловым машинам, каково бы ни было вещество, пущенное в дело и каким бы образом на него ни производилось воздействие»⁶⁶. Если иметь в виду изучение не тепловых, а механических явлений,

⁶⁶ С. Карно. Размышления..., стр. 8.

то слова Карно характеризуют и метод Галилея, который находил свое воплощение в мысленном эксперименте.

В таком эксперименте (а не в эмпирическом) вырабатываются основные понятия (с их взаимосвязями) создаваемой теории, а только лишь после ее построения можно увлечься иллюзией непосредственного обобщения в ней абсолютных фактов эмпирии. Если такая иллюзия могла быть стойкой по отношению к механике⁶⁷, то в термодинамике она разбивалась, даже при ее сведении к механике, необходимостью использования атомно-кинетической модели и мысленного рассмотрения движения ее элементов. Все попытки ограничить термодинамику феноменологическими рамками потерпели крах. Это поражение абсолютной феноменологии (и вместе с ней ньютоновской концепции науки) на почве термодинамики имело место после 70-х годов XIX в., но уже в рассматриваемый период ограниченность ньютоновской концепции начала чувствоваться.

С 60-х годов начинается использование атомистической гипотезы (прежде всего в кинетической теории газов) и то там, то здесь ученые признают, что их «исследования не были столь свободны от мысли о некоторой гипотезе»⁶⁸, правда, по-прежнему стремясь получить результаты, по возможности независимые от «особых гипотез»⁶⁹. Однако уже в 60-е годы положение оказывается таковым, что, например, в одной из рецензий на известную работу Г. Гирна «Аналитическое и экспериментальное объяснение механической теории теплоты» (1862) сказано: «Ясное понимание принципов в высокой степени затруднено тем обстоятельством, что автор планомерно избегает какого бы то ни было гипотетического взгляда на сущность теплоты»⁷⁰.

Ньютоновская концепция науки начала выявлять свою ограниченность не только в отношении процесса создания теории и ее функционирования в гносеологическом плане, но и в отношении понимания собственно физических средств этого создания и функционирования. Необходимость описания движения молекул статистическим методом толкала физиков к отходу от ньютоновских принципов описания природы, ибо при этом становилось невозможным говорить об абсолютности факта, обобщаемого теорией. Вместе со становлением статистического метода, как необходимого средства познания и выражения его результатов, должно было со временем произойти также изме-

⁶⁷ Так, даже М. Фарадей считал, что «сила тяготения представляет собой такой случай, когда они (умозаключения о природе силы.— Б. Д.), по-видимому, исключены» («Экспериментальные исследования...», т. 3, стр. 565—566).

⁶⁸ Р. Клаузиус. Кинетическая теория газов.— «Основатели кинетической теории материи». М.— Л., 1937, стр. 41.

⁶⁹ См. там же.

⁷⁰ Ф. Розенбергер. История физики, т. III, вып. 2. М.— Л., 1936, стр. 210.

нение во взглядах на роль математики в физическом исследовании.

Принцип сохранения и превращения различных сил природы сыграл выдающуюся роль и в развитии другого крыла теоретической физики, оформившегося к 70-м годам XIX в., а именно при изучении электромагнитных явлений. Хотя Фарадей не только не открыл закона сохранения, но и не сумел усвоить известные ему результаты Джоуля и Гельмгольца, он с самого начала своих исследований по электромагнетизму исходил из того, что в результате прогресса научного исследования «разнообразные наблюдаемые нами явления предстанут как нечто единое»⁷¹.

Общий взгляд на науку Фарадей разделял вместе со своими современниками, но в его творчестве объективно выявлялась ограниченность ньютоновской концепции науки.

С одной стороны, Фарадей постоянно подчеркивает, что «здоровым и научным будет подход того, кто будет различать, поскольку это в его силах, *факт от теории* (курсив наш.— Б. Д.)»⁷², что «будет лучше посвятить как время, так и мысль, при содействии опыта, исследованию и выявлению реальной истины и не пользоваться ими для того, чтобы строить такие предположения, которые, быть может, удастся, а может быть, и не удастся обосновать фактами и привести в согласие с последними»⁷³.

Но с другой стороны, Фарадей столкнулся с проблемой, принципиально бессмысленной для ньютоновской концепции науки, а именно: с необходимостью доказать существование предмета исследования. Выработав понятие о физической силе, он пишет: «Я высказываюсь в пользу их существования — главным образом *с целью поставить вопрос об этом существовании* (курсив наш.— Б. Д.)»⁷⁴. Естественно, что в такой ситуации Фарадей должен был признать значение гипотез, но это признание делается в духе Френеля: «Действительно, они полезны не только тем, что делают смутное представление на время более ясным, как бы облекая его в определенную форму, которая помогает подвергнуть его эксперименту и вычислению; главное, они благодаря дедукции и вносимым исправлениям ведут к открытию новых явлений и содействуют таким образом установлению реальной физической истины и приближению к ней. *Эта истина в отличие от умозрения*, которое к ней привело, становится основным знанием, уже *не подлежащим изменению*... Но хотя я высоко ценю их, когда они применяются с осторожностью, я считаю существенной чертой здравого смысла держать их под сомнением. Им не следует придавать

⁷¹ М. Фарадей. Экспериментальные исследования..., т. 3, стр. 588.

⁷² Там же, стр. 393.

⁷³ Там же, стр. 44.

⁷⁴ Там же, стр. 606.

значения убеждений, и нужно расценивать их только как вероятности и возможности; *следует делать весьма большое различие между ними и фактами и законами природы*. В многочисленных случаях сил, действующих на расстоянии, ученый постепенно убедился в том, что *совершенно не достаточно удовлетворяться простым установлением факта...* (курсив наш.— Б. Д.)⁷⁵. В последнем предложении содержится знаменательное признание, но тем не менее гениальный новатор в науке считает, что в итоге теория должна непосредственно исходить из абсолютных фактов, обобщать их и подтверждаться ими. Поэтому, «если действительно существуют физические линии магнитной силы, которые (в смысле реального существования) соответствуют световым лучам, то не представляется столь уже невозможным, чтобы *опыт их ощутил*; получить такой ответ на вопрос об их существовании весьма важно — тем более, что этот ответ будет скорее всего положительным»⁷⁶. Признав правомерность гипотезы, хотя бы в смысле Френеля, Фарадей мог делать уже заявления, вообще-то противоположенные эмпиризму: «Их (экспериментов.— Б. Д.) результаты отрицательны. Они *не колеблют* моего глубокого убеждения в существовании связи между тяготением и электричеством, *хотя и не дают никакого доказательства* в пользу того, что подобная связь существует (курсив наш.— Б. Д.)»⁷⁷.

Если становление термодинамики прорывало границы ньютоновской концепции прежде всего со стороны метода, то формирование теории электромагнетизма — со стороны предмета науки. Обнаружился предмет физического исследования (что было осознано, правда, лишь после 70-х годов XIX в.), который принципиально не мог быть описан на основе механики Ньютона. Уже Фарадей задавал вопрос, ранее не возникавший: «Я спрашиваю дальше: если невозможно уничтожить или заставить исчезнуть силу физически, то не является ли это также и математически невозможным, если не нарушать закона сохранения силы?» Его метод (хотя он сам этого не осознавал) был по справедливой оценке Максвелла «математическим, хотя и не представленным в форме обычных математических символов»⁷⁸. И здесь уже заключалось, также еще неосознанное, противоречие точке зрения ньютоновской концепции науки, противопоставлявшей факт теории, наблюдение — обобщению, лишь для удобства использующего математику, т. е. противоречие традиционному пониманию статуса математики.

Итак, развитие самой физики требовало от ее творцов переоценки ценностей. Но они перешли на новые позиции в по-

⁷⁵ М. Фарадей. Экспериментальные исследования..., т. 3, стр. 566.

⁷⁶ Там же, стр. 723—724.

⁷⁷ Там же, стр. 233.

⁷⁸ Д. К. Максвелл. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М., 1954, стр. 349.

нимании развития науки лишь после 70-х годов, когда оказались вынужденными признать существование предметов и методов науки, отличных от ньютоновских. В процессе же становления этого признания они предпринимали героические попытки сохранить веру в самодвижение науки по пути постижения реальной истины в рамках эмпиризма. Эта вера необходимо была связана с борьбой за сохранение положения в науке механики Ньютона, и эта борьба заставила их сначала среагировать на описанные нами выше изменения в самой деятельности физиков некоторым возвратом от своих исходных (лапласовских) позиций к предшествующим (ньютоновским).

Наиболее последовательную позицию в этом отношении заняли физики, придерживавшиеся, подобно П. Тэту, крайнего эмпиризма. Для них характерно признание объективного существования предмета науки, причинной обусловленности всех происходящих в нем явлений и неизменности законов, описывающих их взаимосвязи. Тем не менее на почве эмпиризма делается вывод, что спиритизм есть «сравнительно безвредное помешательство», материализм же «злостный бред»⁷⁹, и далее, что признание существования бога необходимо для физики как теоретического знания⁸⁰.

Важно также отметить, что для ученого-физика в связи с попытками уяснения хода творческого процесса встает проблема отношения сознания к материи, постижения первым второй. Если он может считать предметом своей деятельности силы в неживой материи и тем самым отводить возможные упреки в его неспособности объяснить живую⁸¹, то эту проблему он вынужден сам ставить перед собой, когда задумывается над судьбами своей науки и своей деятельности. И здесь ньютоновская концепция науки естественным образом сочетается с агностицизмом, утверждением о невозможности познать сущность материи и сознания вообще и их взаимоотношений в частности. Подобные выводы, конечно, начинают обосновываться, исходя из самой физики, в том же духе, как и обоснование бытия бога⁸².

Поскольку в ньютоновской концепции в принципе допускалось использование гипотезы (при условиях, которые мы оха-

⁷⁹ См. П. Г. Тэт, Обзор некоторых из новейших успехов физических знаний. СПб., 1878.

⁸⁰ См. В. Stewart and P. Y. Tait. The Unseen Universe, 3 ed. L., 1876.

⁸¹ Насколько противопоставлялась тогда физиками живая материя неживой, видно хотя бы из того, что они считали необходимым подчеркивать приложимость законов именно к неживой материи в самой формулировке этих законов. Например, постулат В. Томсона гласил: «Невозможно при помощи неодушевленного материального двигателя получить от какой-нибудь массы вещества механическую работу путем охлаждения ее ниже температуры самого холодного из окружающих предметов» («Второе начало термодинамики». М., 1934, стр. 165).

⁸² См. П. Г. Тэт. Обзор некоторых из новейших успехов физических знаний, стр. 22—23.

рактизовали выше), то с возникновением ее кризиса наряду с эмпирической тенденцией, представителем которой был Тэт, возникла и другая. Ее охарактеризовал Секки в следующих словах: «Большинство из них (новейших учений.— *Б. Д.*) предпочитают собирание фактов попыткам научных обобщений. Заметим, однако, что в последнее время против такого ненормального отношения к систематизации знаний начинает проявляться реакция, которая с каждым годом растет, все более и более»⁸³.

Выше мы попытались, прежде всего, выяснить точку зрения физиков на науку, детерминированную самим развитием физики. Конечно, мировоззрение ее творцов во многом определялось их отношением к философии своего времени, согласием или борьбой с ее выводами. Великие философы начала XIX в. Шеллинг и Гегель рефлектировали в своих системах состояние науки конца XVIII и начала XIX в. и довели до логического конца признанное и физиками понимание оформившейся теоретической системы механики как достаточного фундамента, начала и цели естествознания.

Поэтому первоначально естественники приняли, по крайней мере как нечто разумное, результаты философской работы. Но эта работа, т. е. сознательное и систематизированное осмысление истории науки, по необходимости вела к опровержению эмпиризма. Естественники же стихийно тяготели к последнему, и когда физика вступила в новый этап своего развития, то неизбежно должна была наступить отрицательная реакция на философские системы. Такой реакции способствовали умозрительные крайности философствования. Физики, которые сами сплошь и рядом грешили этим под флагом эмпиризма, не поняли, что это была последовательная попытка логически домыслить развитие науки, согласная с ее ньютоновской трактовкой.

Если наука и пришла в противоречие с философией, то недолго существовала и иллюзия правомерности отрицательной реакции последней на первую. Связь между философией и научной деятельностью опосредствована не только общественными условиями, в которых они функционируют, но и результатами самой науки, которые осмысливаются философией как законченные в то время, когда деятельность ученых продолжает развиваться. К тому же существует возможность возникновения конфликта между философией и наукой в связи с тем, что результаты науки для философии выступают как извне ей данные, а деятельность по их получению — как ее собственный предмет.

Сложные взаимосвязи между ними, неумение физиков их осмыслить в ретроспекции и перспективе привели к тому, что

⁸³ А. Секки. Единство физических сил. Вятка, 1873, стр. 31—32.

они вступили в союз с метафизиками, как апологетами теоретического мышления, тогда как прежде всего следовало развивать экспериментальную базу деятельности, и начали борьбу с ними тогда, когда стало необходимо, используя достижения философии, пойти дальше не только в переосмыслении природы теоретического мышления, но и в его сознательном и широчайшем использовании. Это было обусловлено также тем, что для физиков, естественно, всегда была ближе бэконовская традиция (сенсуализм), нежели декартовская (рационализм); к систематическому же осмысливанию их они подойти не могли, не желая отступить от эмпиризма. Иронией истории выглядит третирование физиками Майера как метафизика, Майера, который писал: «К счастью, естественные науки эмансипировались от философских систем и, опираясь на опыт, очень успешно продвигаются своим собственным путем»⁸⁴.

Не менее глубокой иронией истории было то, что философия в форме первого позитивизма среагировала на экспериментальный по преимуществу период в развитии физики начала XIX в. возвратом к одностороннему эмпиризму. И как итог всех этих метаморфоз звучит в словах Дж. Тиндаля упрек уже философам и следующим за ними естественникам-эмпирикам.

«Философы отчасти правы, утверждая, что мы не можем в нашем мышлении быть свободным от опыта. Однако, руководствуясь последним, мысль наша может продолжить путь. Мы можем брать ценные опыты шире, уже, разграничивать их, так или иначе комбинировать и пользоваться ими таким образом для достижения совершенно новых целей. Для того чтобы рассеять мрак, окружающий мир ощущений, мы снабжены даром воображения. Правда, на поприще науки мы встречаем консерваторов, считающих воображение таким свойством, которого следует скорее бояться и избегать, нежели пользоваться им. Эти консерваторы наблюдали действие фантазии, конечно, над слабыми умами и были поэтому не в меру напуганы несчастными последствиями. С одинаковым правом можно было бы в таком случае разорванный паровой котел считать за аргумент против пользования силою пара... Без этой силы (воображения.— Б. Д.) все наши знания о природе были бы лишь табличным сопоставлением одновременности и порядка событий. Мы ждали бы наступления дня и ночи, лета и зимы, как до, так и после них; и при этом сама душа, сила исчезла бы из нашей Вселенной; для нас не существовало бы никакой причинной связи между событиями, а вместе с тем и не существовало бы и науки, соединяющей отдельные части природы в органическое целое (курсив наш.— Б. Д.)»⁸⁵.

⁸⁴ J. R. Mayer. *Mechanik der Wärme*. Stuttgart, 1874, S. 333.

⁸⁵ Дж. Тиндаль. *Речи и статьи*. М., 1875, стр. 65—66.

Воображение, которое в начале века если и допускалось физиками, то лишь как преходящий момент, для Тиндаля становится не только средством получения знания, но и его элементом. «... Из научного опыта *возникает всегда нечто более глубокое, чем опыт сам по себе*. На самом деле опыт служит лишь почвой, вскармливающей растения... (курсив наш.— Б. Д.)»⁸⁶. Если опыт сам по себе недостаточен для достижения целей науки и физик не хочет заниматься лишь табличным собирательством фактов, то в результате развития науки он оказался вынужденным признать роль воображения уже не по-френелевски, но как средство преобразования фактов.

Но если оно необходимо изначально, а не только как индивидуально-психологическое подспорье перехода от абсолютного факта к теории, то природа воображения (то есть одного из необходимых условий науки) уже не может трактоваться чисто психологически. Как же? И Тиндаль приходит к богу, правда не библейскому, а к такому, который должен соответствовать развитию науки и культуры и представления о котором тем самым могут и должны изменяться.

«И когда дух человека... обратится к тайне, из недр которой он вышел, захочет соединять мысль и веру, когда при этом будет изгнан всякий след нетерпимости и изуверства и ясно будет осознано, что здесь для мысли нигде не может быть положено крепкой преграды и что последующим временам должна быть гарантирована свобода установить свои отношения к этой тайне сообразно со своими собственными потребностями; тогда я, разбив те преграды, которые выставляет материализм, буду утверждать, что здесь открывается поле для упражнения благороднейших способностей человека, тех способностей, которые в противоположность познавательным можно назвать творческими способностями»⁸⁷.

Но «человек, как объект, непроходимой пропастью отделен от человека, как субъекта»⁸⁸. «Проявления материи еще находятся в области нашей духовной власти и как далеко бы они ни шли, наши всегдашние исследования распространяются на них. Но вне этих проявлений лежит глубокая тайна Вселенной, которая никогда не будет разгадана человеческим умом»⁸⁹.

Таков финал развития ньютоновской концепции науки. И как точка над *i* выглядят по отношению к этому развитию слова Тиндаля: «Но если бы на окружности каждого колеса или на конце всякого рычага находилось бы своевольное божество, то метод естествознания был бы бессилен по отноше-

⁸⁶ Дж. Тиндаль. Речи и статьи, стр. 177.

⁸⁷ Там же, стр. 173—174.

⁸⁸ Там же, стр. 168.

⁸⁹ Там же, стр. 64.

нию к изучению действия машины. Если бы же движение всех частей было бы строго определено их связью и отношениями между собой, когда бы эти последние были приведены в движение одним самостоятельно движущимся маховым колесом, тогда я, хотя первоначальный фактор и недостаточен моему пониманию, все же буду в состоянии понять механизм, который приводит машину в движение. Мы имеем здесь представление об отношении природы к ее творцу, представление вполне доступное для некоторых умов и положительно невозможное для других. Ньютон и Бойль жили и успешно работали под влиянием такого представления; Гёте в сильных выражениях отверг его; такое же отвращение к нему сказывается у Карлейля»⁹⁰.

Но самосознание науки не могло уже вернуться к представлениям времени Бойля и Ньютона, слишком далеко она зашла в своем внешнем и внутреннем противопоставлении теологии. К 70-м годам XIX в. намечается поворот от приспособления ньютонианской концепции науки к создавшемуся положению в научном творчестве, к ее преобразованию. Наиболее ярко эта тенденция выразилась в высказываниях Максвелла и Гельмгольца. Годы творческого подъема в жизни этих гигантов науки приходится на знаменательное время конституирования науки как необходимого условия общественного прогресса.

С 70-х годов усиливается значение физики не только как подспорья, но и как необходимой предпосылки производства. Теперь начали возникать специальные, субсидируемые государством и промышленниками лаборатории и институты, оборудование которых изготовлялось за производством. Лаборатория Кавендиша в Кембридже, Берлинский физико-технический институт, физические институты в Страсбурге, Вене и т. д.— это знамение перелома в научной жизни, перелома, происходящего явно под давлением социальных запросов. В Кембридже и Берлине работали в новых учреждениях Максвелл и Гельмгольц.

«Важные применения электромагнетизма и телеграфии также повлияли на чистую науку, придав коммерческую цену точным электрическим измерениям и дав изучающим электричество возможность использования аппарата в таких масштабах, которые значительно превосходят возможности обыкновенной лаборатории. Следствия этого спроса на познания в области электричества и экспериментальных возможностей их приобретения уже были весьма большими как в стимулировании энергии передовых, работающих в области электричества ученых, так и в распространении среди людей практики такой степени точного знания, которое имеет шансы повести к общему научному прогрессу всей инженерной профессии»⁹¹. «В настоящее время на людей науки не смотрят уже с почтительным стра-

⁹⁰ Там же, стр. 130.

⁹¹ Д. К. Максвелл. Избранные сочинения., стр. 347—348.

хом или подозрительностью. Предполагается, что они связаны с практическим духом века и образуют как бы передовой отряд человечества»⁹². Уже «почтение к науке так велико, что даже самые абсурдные мнения получают распространение, если только они выражены языком, вызывающим в памяти какие-нибудь хорошо известные научные фразы»⁹³.

Однако традиции и, по необходимости относительно самостоятельная, независимая от производства, организация науки того времени ведут к тому, что и Максвелл связывает главные источники умственного роста лишь «с творцами науки, личное влияние которых на расширение умственного горизонта ничем не заменимо, и с теми материальными предметами, которые впервые были осмыслены благодаря их трудам»⁹⁴ (т. е. с расширением предмета познания). Более того, он видит в возникновении и развитии научных идей причины, «которые вызвали различные одного века от другого»⁹⁵.

Специфику же науки, в общем соответствии со взглядами своих предшественников, он видит лишь в особом роде познания, а именно в таком, который начинает «не с вопроса: хороша ли вещь или плоха, вредна или полезна, но с вопроса о том, какого она рода и сколько много ее имеется... Основными чертами, которые нужно познать при научном исследовании, являются качество и количество»⁹⁶.

Но во взглядах Максвелла уже возникают принципиально новые моменты. Это прежде всего признание того, что мысль не только следует за фактом, но «мысль сочетается с фактом»⁹⁷. И признание необходимости союза науки и философии: «Утверждали, что метафизические спекуляции отошли уже в прошлое и что физическая наука уничтожила их. Однако и в наше время нет оснований опасаться прекращения обсуждения категорий бытия, и спекулятивные упражнения так же продолжают увлекать умы, как увлекали их еще в дни Фалеса»⁹⁸. И именно «в нашей повседневной работе мы приходим к вопросам того же рода, что и метафизики»⁹⁹.

Максвелл предвидел значение философской деятельности, и именно в том месте, где она действительно сыграла в дальнейшем свою историческую роль. «Тот факт, что две теории (корпускулярная и волновая теории света.— Б. Д.), по-видимому, столь существенно противоположные, верны в очень широкой области, общей для них обеих, действительно, имеет фи-

⁹² Д. К. Максвелл. Речи и статьи. М.— Л., 1940, стр. 39.

⁹³ Там же, стр. 18.

⁹⁴ Там же, стр. 74.

⁹⁵ Там же, стр. 39.

⁹⁶ Там же, стр. 12.

⁹⁷ Там же, стр. 10.

⁹⁸ Там же, стр. 43.

⁹⁹ Там же, стр. 11.

лософское значение, которое мы сможем полностью оценить только тогда, когда достигнем такой высоты научного понимания, с которой нами может быть усмотрена действительная связь между столь различными гипотезами»¹⁰⁰.

Максвелл высказывает точку зрения на развитие науки, уже принципиально прорывающую границу ньютоновской концепции. Из тех результатов, которые были получены физикой к 70-м годам и которые привели таких эмпириков, как Тэт, к попыткам спасти свое мировоззрение посредством обращения к богу, Максвелл делает знаменательный вывод: «Физические исследования недавнего прошлого сроднили нас с этой идеей начала в такой мере, какую не мог бы предвидеть никто из наблюдавших развитие научного мышления прежних времен. Однако... мы, которые дышим воздухом нашего века и знаем только характеристики современного мышления,— мы не можем предсказать общий тон науки будущего, так же как не можем предвидеть тех открытий, которые принесет это будущее. Физические исследования постоянно обнаруживают перед нами новые особенности процессов природы, и мы вынуждены находить новые формы мышления, соответствующие этим особенностям»¹⁰¹.

Максвелл был именно тем ученым, который нашел новые формы мышления, соответствующие новому этапу в развитии физики. Те процессы, которые характеризуют этот этап и о которых говорилось выше, нашли в лице Максвелла своего выразителя. Над ним довлели некоторые из традиций ньютоновской эпохи в науке. Но даже там, где он придерживается (объективно, в силу его собственной работы) уже устарелых позиций, его мысль становится новаторской. Он надеялся «привести электрические явления к области динамики»¹⁰², считая, что именно нахождение механического образа объясняет описываемое в теории явление, и что он нужен как «образ, способный вести к общим заключениям»¹⁰³.

Но те, кто пришел ему на смену и понял несводимость творения Максвелла к творению Ньютона, обвиняли его в ограниченности, мало оценили оригинальность максвелловского сведения электромагнетизма к механике. Его усилия были направлены на выделение из последней той части, которую он называл чистой динамикой и в которой он как раз и надеялся обнаружить непреходящий фундамент описания и объяснения естественных явлений. Она представлялась ему чем-то вроде абсолютной геометрии, образующейся из общей части систем аксиом Евклида, Лобачевского, Римана, совокупностью принци-

¹⁰⁰ Там же, стр. 25.

¹⁰¹ Там же, стр. 22—23.

¹⁰² Д. К. Максвелл. Избранные сочинения..., стр. 412.

¹⁰³ Там же, стр. 59.

пов механики без дальнего действия, синтезом концепций Декарта и Ньютона. Он не мог еще знать, что так же как абсолютная геометрия Лобачевского отнюдь не является общим фундаментом геометрии вообще, так и его общая физика не может претендовать на абсолютность, и что история физики приведет к необходимости пересмотра даже более фундаментальных принципов, нежели дальнее действие.

Ограниченная попытка Максвелла преобразовать категориальные основания физики были необходимым подготовительным моментом эффективного их преобразования. Неудивительно, что Максвелл с огромным уважением относится к истории культуры и науки. «Мы должны постоянно стремиться поддерживать живую связь между нашей работой и гуманитарными курсами Кембриджа: литературными, филологическими, историческими или философскими... Мы теряем преимущество быть объединением различных специальностей, если не попытаемся до некоторой степени впитать дух науки даже со стороны тех, чья специальная отрасль знания отлична от нашей»¹⁰⁴.

«Правда, история науки всегда отлична от науки истории. Люди, имена которых встречаются в истории науки, не являются просто составными частями массы, о которых надо судить в совокупности со всеми другими. Но история науки не ограничивается перечислением успешных исследований. Она должна сказать нам о безуспешных исследованиях и объяснить, почему некоторые из самых способных людей не смогли найти ключа знания, и как репутация других дала лишь большую опору ошибкам, в которые они впали»¹⁰⁵.

Физика во времена Максвелла находилась на такой стадии своего исторического развития, на которой даже мыслитель его ранга не смог избежать некоторых существенных ошибок ньютоновской концепции науки. Наряду с тем, что он видел в чистой динамике вечные принципы описания и объяснения природы, он также признавал и в самой природе вечные и неизменные начала — атомы. И это необходимо привело к утверждению, что «мы не можем приписать ни их существование, ни тождество их свойств действию каких-нибудь из тех причин, которые мы называем естественными»¹⁰⁶. Обращение же к богу неминуемо имело своими следствиями тенденции к агностицизму в мировоззрении Максвелла в духе Тиндаля и Тэта. Тем не менее творчество создателя теории электромагнетизма, крупного математика, получившего важнейшие результаты и в кинетической теории газов, теории упругости, термодинамике, небесной механике и т. д., сделало совершенно необходимым переоценку концепции науки у физиков.

¹⁰⁴ Д. К. Максвелл. Речи и статьи, стр. 38.

¹⁰⁵ Там же, стр. 39.

¹⁰⁶ Там же, стр. 42.

Известно использование Максвеллом метода физической аналогии или иллюстрации. Надо сказать, что на этом поприще у него были предшественники, например В. Томсон, написавший специальные работы об аналогии между формулами теорий теплоты и притяжения и о механическом представлении электрических, магнитных и гальванических сил. Но Максвелл первый сознательно, разносторонне (как в теории электромагнетизма, так и в теории газов) и эффективно использовал этот метод.

«Истинно научный иллюстративный метод,— пишет Максвелл,— есть метод, который позволяет понять какое-либо представление или закон одной отрасли науки с помощью представления или закона, взятых из другой отрасли, и который, отвлекаясь вначале от различия физической природы реальных явлений, направляет мысль на овладение математической формой, общей соответствующим идеям в обеих науках»¹⁰⁷. Иллюстративным методом стоит в связи метод изоморфного перенесения «терминологии знакомой нам науки в область науки, менее нам знакомой»¹⁰⁸. «Данный метод является в этом случае истинно научным, то есть не только законный продукт науки, но в свою очередь может способствовать ее развитию»¹⁰⁹.

Подобные положения неизбежно ведут к признанию существенного влияния на развитие науки ее языка. Максвелл подчеркивает, что необходимо «отделаться от всех тех паразитарных представлений, которые так легко связываются с каждым научным термином и придают ему ряд самых разнообразных истолкований за счет того прямого содержания, которое данным словом обозначается»¹¹⁰. В процессе освоения нового класса явлений и использования новых методов их изучения важно вырабатывать такую терминологию, чтобы «когда наши воззрения сделаются более ясными, усвоенный нами язык должен быть для нас помощью, а не препятствием»¹¹¹.

Новаторские мысли Максвелла о процессе познания ведут и к новаторским положениям, относящимся к истории науки. Он говорит о пионерах науки: «Работая в не известной еще области, они в своем продвижении вперед зачастую отрывались (посредством аналогии и т. п.— Б. Д.) от системы связей с уже установленной научной базой (которая мыслилась Максвеллом еще лишь как динамика.— Б. Д.), являющейся единственной гарантией для непрерывного развития науки»¹¹².

«Но мы должны помнить, что научное или научно плодотворное значение усилий, которые были сделаны, чтобы отве-

¹⁰⁷ Там же, стр. 14.

¹⁰⁸ Там же, стр. 23.

¹⁰⁹ Там же.

¹¹⁰ Там же, стр. 75.

¹¹¹ Д. К. Максвелл. Избранные сочинения., стр. 427.

¹¹² Д. К. Максвелл. Речи и статьи, стр. 106.

тить на эти старые вопросы, должно измерять не надеждой получить окончательное решение, а тем, что они побуждают людей к тщательному изучению природы. Всякая постановка научных вопросов предполагает наличие научных познаний, и вопросы, которые занимают человеческий ум при современном состоянии науки, весьма вероятно, могут оказаться такими, что несколько большее развитие науки покажет нам, что ответ вообще невозможен»¹¹³.

«Обычно рост человеческих знаний происходит путем накопления их вокруг ряда отдельных центров. Однако, рано или поздно, должно прийти время, когда два или более раздела науки не смогут более оставаться независимыми друг от друга и должны будут сливаться в одно согласное целое. Но., хотя явления природы все согласуются друг с другом, мы должны иметь дело не только с ними, но и с гипотезами, изобретенными для их систематизации; но отсюда не следует, что... гипотезы будут согласны с гипотезами (созданными для объяснения различных групп явлений.— Б. Д.). Каждая из наук может быть достаточно согласованной внутри себя, но, прежде чем соединить их воедино, нужно очистить каждую от следов цемента, служившего для предварительного соединения ее частей. Поэтому операция слияния двух наук в одну обычно включает критику установленных методов и разрушение многих, считавшихся истинными, теорий, которые долго бы еще сохраняли свою научную репутацию»¹¹⁴.

Эти соображения по поводу истории науки, принципиально невозможные в рамках ньютоновской концепции, связаны именно с новым отношением к методу познания, гипотезам, математике, языку, факту и т. п. И хотя представления о предмете, результате и цели науки у Максвелла в основном остаются еще в рамках традиции, но изменение взгляда на средства познания ведет к ее преодолению.

Уже в вышеприведенной характеристике иллюстративного метода выявляется новая роль математики в физике. Никто, как Максвелл, не содействовал столь успешно развитию математической, относительно самостоятельной по отношению к экспериментальной, теоретической физики. Но Максвелл сознательно противопоставил свой стиль работы манере так называемых математиков, которые развивали теорию электромагнитного поля чисто аналитическими средствами, следуя ньютоновской схеме: от фактов к математическому выражению обобщающего их знания, минуя или элиминируя гипотезу.

Это приводило к бессодержательному нагромождению формул, а Максвелл боролся за то, чтобы при использовании физиком математических соотношений ему было ясно, какие

¹¹³ Д. К. Максвелл. Речи и статьи, стр. 170.

¹¹⁴ Там же, стр. 176—177.

«в природе действительно существуют величины (физические.— Б. Д.), удовлетворяющие этим соотношениям»¹¹⁵. Именно потому он так ценил работы Фарадея, что видел в их результатах установление подобных величин. Оценивая метод Фарадея как математический, он начинает видеть в математике не просто средство выражения обобщающего факта знания, но также и средство функционирования самого объекта теории.

Поэтому, когда он пишет, что «цель точных наук состоит в том, чтобы свести проблемы естествознания к определению величин при помощи действия над числами»¹¹⁶, то он отнюдь не стоит при этом на позициях феноменологизма. Наоборот, необходимо «найти такой метод исследования, который на каждом шагу основывался бы на ясных физических представлениях, не связывая нас в то же время какой-нибудь теорией, из которой заимствованы эти представления, благодаря чему мы не будем отвлечены от предмета преследованием аналитических тонкостей и не отклонимся от истины из-за излюбленной гипотезы»¹¹⁷.

Теперь не только механика, но и другие отрасли физики (причем не обязательно через механику) математизируются. Новая роль математики в физике, которую осознал Максвелл, предопределила последующее разделение последней на теоретическую и экспериментальную. И надо сказать, что только отказ от признания абсолютных фактов, как начала познания, позволил физикам осознать необходимость специальных курсов экспериментальной физики. Они вводятся лишь в 70-е годы.

Максвелл преобразует само понятие гипотезы. Она не является для него просто психологическим средством перехода от факта к теории, которое не должно влиять на содержание и форму последней. Говоря о фарадеевской гипотезе электротонического состояния, он пишет: «Такая догадка ученого, столь глубоко освоившегося с природой, может иногда иметь большее значение, чем наилучшим образом обоснованный экспериментальный закон и хотя существование рассматриваемого состояния мы не можем принимать за точно установленную физическую истину, тем не менее мы должны высоко ценить значение этой новой идеи, способной иллюстрировать наши математические понятия»¹¹⁸. Чтобы оценить значение этих слов, надо учесть, что сам Фарадей, не обнаруживая экспериментальных доказательств своей идеи, склонялся к тому, чтобы отвергнуть ее.

Максвелл фактически преобразует и понятие «факт». Его точка зрения поясняется, например, следующим замечанием: «Предложенная на предыдущих страницах теория, очевидно, носит предварительный характер, оставаясь на почве не подтверж-

¹¹⁵ Там же, стр. 14.

¹¹⁶ Д. К. Максвелл. Избранные сочинения., стр. 12.

¹¹⁷ Там же.

¹¹⁸ Там же, стр. 58.

денных еще гипотез, относящихся к природе молекулярных вихрей и характера того воздействия, которому они подвергаются благодаря смещениям среды. Следовательно, всякое совпадение с наблюдаемыми фактами мы должны рассматривать как имеющие значительно меньшее научное значение в теории магнитного вращения плоскости поляризации, чем в электромагнитной теории света, которая, хотя и включает гипотезы относительно электрических свойств среды, отнюдь не основывается на соображениях, касающихся структуры ее молекул»¹¹⁹, т. е. ни о какой абсолютности факта, требующего лишь своего обобщения, уже речи быть не может. Теория сама формирует из данных эксперимента обобщающий его факт. Такое представление совершенно было чуждо эмпирикам-ньютонианцам.

Взгляды Максвелла на науку и научное творчество позволили ему в должной мере оценить также последствия теоретического описания посредством статистического метода атомного уровня физических явлений. Он констатирует, что этот метод «включает отказ от чисто динамических принципов» и далее замечает: «Возможно, что благодаря применению этих, пока еще мало известных и непривычных для нашего сознания методов, будут достигнуты значительные результаты. Если бы действительная история науки была иной и если бы научными доктринами, наиболее привычными и знакомыми для нас, были доктрины, выраженные этими указанными методами, то, вероятно, мы принимали бы существование определенного рода случайности за самоочевидную истину и считали бы философское учение о необходимости чистым софизмом»¹²⁰.

Необходимость преобразования понятий «факт», «гипотеза», отношения к метафизике и т. д., т. е. сердцевины научных концепций, к 70-м годам осознается во всех отраслях физики. Максвелл получает, используя новые методы, замечательные результаты в динамической теории газов, неожиданные, но подтвержденные экспериментом. Все это настоятельно требует обсуждения основ физического познания, ценности его результатов, короче, отношения знания к действительности. То или иное понимание этого отношения лежит в основе любой концепции науки, поскольку деятельность ученых направлена на производство и расширенное воспроизводство знания, как свою непосредственную цель.

Это отношение становится специальным предметом рассмотрения в творчестве философов. По определенным причинам, которые здесь не обсуждаются, философское знание не образует собой дедуктивную систему, аналогичную той, в которой воплощается теоретическое знание в естествознании. Вследствие этого философская терминология (а именно к ней относятся понятия

¹¹⁹ Д. К. Максвелл. Избранные сочинения..., стр. 601.

¹²⁰ Д. К. Максвелл. Речи и статьи, стр. 41.

«гипотеза», «факт» и т. п.) функционирует особым образом. Ее элементы не образуют собой жестко фиксированной системы и могут по отдельности, причем независимо от своей специфической определенности в этой системе (которая все-таки имеет место), рекрутироваться из обыденного языка и включаться в него.

Однако они образуют систему в своем историческом употреблении и развитии. Но естественникам, как правило, не хватает достаточно солидной историко-философской подготовки, с другой же стороны, они обычно употребляют философский язык как обыденный язык своей научной жизни, т. е. не давая себе труда уяснить историко-логическую определенность его терминов. Их же научная деятельность представляет собой отнюдь не однородную систему.

В ней одновременно присутствуют различные устремления ученых по целям, предметам, методам и т. д., различные проблемы и способы их решения и т. п. Это ведет к тому, что в дискуссиях между естественниками относительно «гипотезы», «факта», концепции науки, сплошь и рядом возникает иллюзия согласия или несогласия там, где нет простого взаимопонимания. Подобная ситуация, например, имела место в споре Р. Майера со своими современниками, одинаково с ним поклонявшихся эмпиризму. В творчестве Майера, так же как в творчестве Максвелла, употребление терминов «гипотеза», «факт» и т. п. начало преобразовываться.

Иллюзия же единства потока научной деятельности приводила к спорам, которые (хотя в них и выковывалась будущая концепция науки) для Майера, Максвелла и других новаторов в науке, с одной стороны, и их предшественников в науке (живших в том числе и одновременно с ними), с другой, оказывались результатом непонимания историко-логической изменчивости и развития философских терминов. В каждую конкретную эпоху они наполняются особым конкретным содержанием и их правильное употребление и понимание должно быть обусловлено уяснением их места в истории философии.

И вот при обзоре всего периода 1800—1870 гг. в целом обнаруживается характерная особенность. Если употребление терминов, характеризующих внутренние элементы научного знания или отдельных этапов его производства, изменяется и развивается, то понимание характеристик науки в целом остается действительно постоянным, чем и определяется целостность и выделенность названного периода в эволюции мировоззрения физиков.

Сказанное прежде всего относится к представлению об объективном существовании предмета науки. Так, Максвелл, как и его предшественники, считает, что наука постигает объективно существующую природу, представляющую собой абсолютную истину познания. О фарадеевских линиях сил он говорит: «Они

позволяют нам воспроизвести точный образ предмета»¹²¹. О предмете электромагнитной теории: «Сочетание оптической и электрической очевидности (совпадение скорости распространения электромагнитных волн и света.— Б. Д.) даст такое же доказательство реальности среды, какое мы получаем в случае других форм материи на основании совокупного свидетельства наших органов чувств»¹²². И вообще: «Зрелая теория, в которой физические факты будут физически объяснены, будет построена теми, кто, вопрошая самую природу, сумеет найти единственно верное решение вопросов, поставленных математической теорией»¹²³.

Максвелл не смог преодолеть механистичность взглядов своих современников, хотя и пытался их обобщить. Поэтому он не создал новой концепции науки. Но мы сочли необходимым подробно остановиться на его творчестве, так как в его работах содержится изумительный по своей емкости массив мыслей, дальнейшая схематизация, систематизация и канонизация которых привела после 70-х годов к преобразованию мировоззрения физиков. «Теория Максвелла есть система уравнений Максвелла» (Г. Герц¹²⁴), «Изучая какой-нибудь предмет, я никогда не чувствую удовлетворения, пока не могу построить соответственной механической модели» (В. Томсон¹²⁵) подобные крайние точки зрения выходят из единого источника — Максвелла.

Вера Максвелла в объективное существование предмета науки после преобразования понятия «факт», переоценки роли математики и т. п. требует обоснования, тем более что все это уже подводит к признанию гипотетичности самой системы Ньютона — гаранта подобной веры у физиков на протяжении всего рассмотренного нами периода.

Пусть теория подтверждается экспериментом, но ведь теперь оказалось, что его данные предстают как ее факты лишь в связи с конструирующей их в этом статусе самой теорией. Каким образом можно выйти к реальности? Проблема усугубляется тем, что, по Максвеллу, физическое объяснение фактов теперь покоится на математизированных гипотетических иллюстрациях. В первый период создания своей теории он предпочитал трактовать их именно «как иллюстративные, а не как объясняющие»¹²⁶. Но в дальнейшем, под влиянием успехов теории, он все больше склоняется к признанию того, что его механические аналогии имеют и объясняющую силу.

¹²¹ Д. К. Максвелл. Речи и статьи, стр. 77.

¹²² Д. К. Максвелл. Избранные сочинения..., стр. 551.

¹²³ Там же, стр. 17.

¹²⁴ H. Herz. Untersuchungen über die Ausbereitung der electrischen Kraft, Einleitende Uebersicht. Leipzig, 1892, S. 23.

¹²⁵ W. Thomson. Notes of Lectures on Molecular Dynamics and the War Theory of Light. Baltimore, 1884, p. 270.

¹²⁶ Д. К. Максвелл. Избранные сочинения..., стр. 300.

Однако надежда на полное объяснение новых областей физического исследования, равнозначное для Максвелла их полному описанию как изменения конфигурации и движения материальной системы в терминах динамики (так как «представляемые ими идеи настолько элементарны, что их нельзя объяснить ничем другим») ¹²⁷, не осуществилась. Она осуществилась в термодинамике, но совершенно не приемлемым для ньютоновской концепции развития науки образом: «Для целей научного объяснения и для получения ясных взглядов на динамическую теорию теплоты нужно описать действие машины, совершенно воображаемой, которую невозможно построить, но очень легко понять» ¹²⁸.

Даже сознательные эмпирики уже отказываются видеть в ощущениях критерий знания. Говоря об основаниях своего закона, Майер пишет: «...Двусмысленные и все же подкупающие свидетельства первых чувственных впечатлений, а отнюдь не явления природы *впадают в противоречия с установленными здесь положениями*. Борясь против чувственных впечатлений, мы апеллируем к истории науки (курсив наш.— Б. Д.)» ¹²⁹. Подобная апелляция не разрешает возникшую проблему отношения исходного для эмпирии материала познания — ощущений — к явлениям природы. Спрос порождает предложение. Внутри естествознания к 70-м годам начинает развиваться исследование механизма взаимодействия организма с природой. Это естественно, так как именно те физические теории, создание которых поставило новые гносеологические вопросы, позволили преобразовать физиологию. Гельмгольц пытается на них ответить, основываясь на использовании при исследовании слуха и зрения последних результатов физики. В этом, конечно, уже заключался порочный круг, но в творчестве Гельмгольца ярко выявился второй основной (наряду с творчеством Максвелла) стимул к преобразованию ньютоновской концепции развития науки.

В результате своих физиологических исследований Гельмгольц пришел к выводу, что «...наши ощущения по своему качеству суть только знаки внешних объектов, а отнюдь не произведения их с тою или другою степенью сходства... Кроме одновременности их появления, нет никакого другого сходства» ¹³⁰. Вывод относительно познавательного статуса ощущений не может быть сделан непосредственно из данных физиологических экспериментов, он как свою предпосылку требует также определенной философской позиции. В работах Гельмгольца начала явно проявляться тенденция переосмысливания своей дея-

¹²⁷ Д. К. Максвелл. Речи и статьи, стр. 105.

¹²⁸ J. C. Maxwell. Theory of Heat, 2 ed. L., 1872, p. 138—139.

¹²⁹ Р. Майер. Закон сохранения и превращения энергии, стр. 130.

¹³⁰ Г. Гельмгольц. Популярная речь, ч. I, стр. 96—97. Обстоятельная критика теории нероглифов Гельмгольца дана В. И. Лениным в книге «Материализм и эмпириокритицизм»,

тельности с позиций Юма и Канта. К этому толкало желание оставаться на почве эмпиризма и неумение преодолеть его ограниченность.

Сам Гельмгольц стремится сохранить точку зрения объективного эмпиризма, к чему его побуждала приверженность механистическому мировоззрению, ньютоновской концепции науки. «Мы видели, как в последней инстанции все законы должны слиться в один закон движения. Наконец, мы видели, что наши чувственные ощущения служат только признаком изменения внешнего мира и имеют значение картин только при представлении последовательности во времени.

Именно поэтому они и в состоянии непосредственно передавать закономерность во временной последовательности»¹³¹. Однако это непосредственное отражение законообразности природы оказывается, по Гельмгольцу, результатом опять же индивидуально-психологического акта познания. «...Полная и поразительная гармония между нашими чувственными ощущениями и вызывающими их объектами... является индивидуально приобретенным приспособлением»¹³².

Пришло время кризиса ньютоновской концепции развития науки. Перед лицом осознанной необходимости в творчестве Максвелла переосмыслить роль математики в физике, понятий «факт», «гипотеза», «теория», «эксперимент» и т. п. и перед лицом осознанной субъективизации в творчестве Гельмгольца оснований научного исследования этот кризис должен был превратиться в крах и объективно-эмпирическая позиция физиков трансформироваться в субъективно-эмпирическую.

Тенденция перехода физиков на нее начала выявляться еще перед 70-ми годами. Она звучит в словах Майера: «Важнейшее, чтобы не сказать единственное, правило подлинного естествознания заключается в следующем: помнить, что наша задача заключается в том, чтобы познакомиться с явлениями, прежде чем начать искать каких-нибудь объяснений или спрашивать о причинах высшего порядка. Если какой-нибудь факт известен со всех своих сторон, то он этим самым уже объяснен и задача окончена»¹³³...— и в заявлении Кирхгофа, согласно которому задача механики ограничивается «наиболее полным и возможно более простым описанием движений, происходящих в природе»¹³⁴. В этих словах уже звучит отказ от объяснения, и провозглашение описания как единственной задачи научного познания. Они будут широко использоваться субъективистской концепцией науки Маха, Дюгема, Оствальда и др. Но, конечно, последние искаженно представляли взгляды естествоиспытате-

¹³¹ Г. Гельмгольц. Популярные речи, ч. I, стр. 96—98.

¹³² Там же.

¹³³ Р. Майер. Закон сохранения и превращения энергии, стр. 226—227.

¹³⁴ G. Kirshoff. Vorlesungen über mathematische Physik, Mechanik. Leipzig, 1874, S. 1.

лей, когда пытались приписывать им сознательный и последовательный субъективизм.

Границы объективного эмпиризма в мировоззрении физиков, не способного оправдать себя перед лицом истории науки, могли быть последовательно преодолены лишь с позиции диалектического материализма, который нашел свое выражение в трудах К. Маркса и Ф. Энгельса.

Но диалектический материализм мог быть создан, обоснован и принят лишь в связи с уяснением не только закономерностей развития науки, но и общества в целом, уяснением действительного места науки в обществе и зависимости форм научной деятельности от форм общественно-исторической практики по преобразованию человеком как природы, так и самого себя. Общественные же условия развития науки не позволяли основной массе ее творцов уяснить себе действительный характер этого развития. Они продолжали развивать науку с сознанием, противоречия которого (так же, как и самой науки) ими сплошь и рядом не осознавались. После 70-х годов наступила эпоха борьбы в физике субъективного идеализма со стихийным материализмом, перипетии которой здесь не подлежат обсуждению.

Рассмотрение развития представлений о науке в физике XIX в. показывает, что их характер и развитие обуславливались прежде всего не условиями внутренней последовательности и полноты (как наукоучения), а в связи с конкретными результатами истории физики. Взятые сами по себе, эти представления оказываются противоречивыми, несистематичными, часто алогичными. Задача их систематизации, логического оформления, последовательной экспликации становится одной из задач профессиональной работы философов, которую сейчас пытаются по-своему выполнять и так называемые науковеды. Выполняя эту работу, необходимо учитывать, что развитие самосознания ученых имеет свою логику, обусловленную конкретно-исторически изменяющейся *целостностью* их познавательной деятельности. Отчленение от нее представлений о науке с последующей их систематизацией в соответствии с внутренними нормативами самой философии (науковедения) порождает проблему сохранения у этих представлений *реального значения* для деятельности ученых. Рассмотренный выше материал обнаруживает, что подобным значением для физиков обладали такие их субъективные представления о науке, *противоречивость* которых позволяла им изменяться в связи с изменениями *противоречивых* же объективных условий существования и развития физики. Изложенный выше материал демонстрирует диалектику познания, проблема которой должна осознаваться всеми исследователями науки.

ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ЕЕ РАЗВИТИЯ У ХИМИКОВ XIX СТОЛЕТИЯ

Позиция ученого, работающего в одной из фундаментальных наук, определяется довольно большим и сложным комплексом факторов.

Естественно, что на формирование точки зрения ученого по общим вопросам науки, в частности по вопросу о характере ее развития, оказывает огромное влияние весь ход общественного развития данной эпохи, определяемый в известной степени философией. Причем ученый может быть сознательным адептом той или иной философской системы или он «с молоком матери» абсорбирует идеи, совокупность которых образует интеллектуальный климат данной эпохи.

Так или иначе, господствующая в данное время философия оказывает влияние на методологические позиции ученого, на его мировоззрение, на его представления о логическом и социальном статусе науки, о формах ее развития и т. п., даже в том случае, когда естествоиспытатель «декларирует» свою независимость от философии. Кроме указанного влияния, которое более или менее в равной степени испытывают крупные творцы науки, работающие в ее разных областях, следует иметь в виду, что позиций ученых по перечисленным вопросам в значительной степени зависят от характера науки, в которой они работают, от уровня ее развития, т. е. от специфических особенностей данной стадии ее истории.

Состояние науки играет решающую роль в формировании представлений ученого о природе науки и характере ее развития. Указанные представления являются не внешними по отношению к деятельности ученого в науке, а представляют резюме его раздумий о способе ее существования и путях развития, в них находит свое выражение рефлексия науки.

Способ существования науки охватывает как способ получения новых результатов, создания теоретических «конструктов», проблему обоснования и доказательства, так и социальный статус науки, т. е. ее место в системе общества и типы связи с другими социальными институтами. Одной из важнейших «тем» рефлексии науки является проблема ее развития, т. е. ее движущих сил.

Крупные ученые выступают не только как авторы новых точек зрения, результатов, но и как создатели новых методов исследования, причем не только экспериментальных, но и логических. Отношение между логиками и методологами науки в XIX столетии, с одной стороны, и творцами науки, с другой — это отношение между систематизаторами логических средств науки и их создателями.

Ученые в процессе своей деятельности, ставя и решая определенные задачи, вынуждены создавать нужные для этой цели логические средства и приемы. Пять методов исследования, которые связывают с именем Д. Милля (метод сходства, метод различия, соединенный метод сходства и различия, метод сопутствующих изменений и метод остатков), конечно, «экстрагированы» им из научной «практики», представляют обобщение, систематизацию и определение границ действия тех методов, которые уже сложились в науке, т. е. по сути дела представляют рефлексии соответствующих аспектов деятельности ученых.

Рефлексия на науку имеет методологическую и социальную компоненты. Методологическая компонента «нацелена» на раскрытие того, как «делается» наука и как осуществляется ее движение, т. е. в свою очередь состоит из двух компонент, которые условно можно назвать «логической» и «историко-научной».

Социальная компонента рефлексии направлена на осмысление отношений между наукой и обществом, на определение ее роли в развитии человечества, на установление характера связей между наукой и другими формами духовной деятельности. Рефлексия на науку имеет три временных координаты — прошлое (ретроспекция), современность (интроспекция) и будущее (проспекция).

Естественно, что соотношения между указанными компонентами рефлексии у ученых различны в разное время, и в одно и то же время неодинаковы у представителей разных наук.

Для большинства ученых первых 70 годов XIX столетия характерным является то, что доминантную роль играет методологическая рефлексия, наряду с которой начинает постепенно возрастать вес социальной компоненты рефлексии, что, пожалуй, наиболее сильно было выражено у представителей химической науки.

Несомненно, имеется внутренняя связь между концепцией функционирования науки, как системы, генерирующей знание, и концепциями ее развития, включающими в себя представления о характере связи между ее последовательными состояниями, механизмах перехода из одной ситуации в другую. Грани между этими концепциями весьма условны, они представляют непосредственное продолжение друг друга.

Более четкой представляется граница между концепцией науки как готового знания, интерпретацией ее структуры, и кон-

цепцией развития, между которыми также имеются связи, но выступающие не так «жестко», как в предыдущем случае.

Химики XIX столетия, стоявшие по ряду конкретных вопросов своей науки на различных позициях, как правило, были близки в своих представлениях о характере развития науки, в своих оценках узловых моментов истории своей науки, в своем понимании социального статуса науки. Различие в этих позициях более четко выступает во времени, т. е. на разных этапах развития науки данного периода.

Мы уже подчеркивали, что состояние науки, характеризующееся ее уровнем и составом проблематики, оказывает большое, а в большинстве случаев решающее влияние на концепции науки и ее развития у творцов науки¹.

Поэтому когда речь идет о концепциях развития науки у крупных химиков XIX столетия, то, естественно, нельзя отвлечься от состояния химии в этот период.

В XIX столетии, во всяком случае в его первой половине, среди значительной части философов, математиков, механиков и физиков отношение к химии определялось известным тезисом Канта, согласно которому химия, поскольку она не пользуется математикой, представляет не науку, а вид экспериментального искусства. Эта точка зрения по существу была в XIX столетии (да и ранее) анахронизмом, но тем не менее оказалась достаточно «живучей»².

Для того чтобы охарактеризовать концепции химиков и историков химии по вопросам статуса и развития науки вообще и химии в частности, мы приведем высказывания Дальтона, Бертолле, Либиха, Дюма, Берцелиуса, Коппа, Вюрца, Л. Мейера, Кекуле, Канниццаро, Бутлерова, Шорлеммера, Менделеева, Бергло.

Не у всех ученых имелась стройная система взглядов по всему комплексу интересующих нас вопросов. У одних ученых мы находим соображения только по отдельным вопросам этого круга, у других, как, например, у Либиха, по значительной их части, или по всему комплексу, как у Менделеева.

Некоторые химики первой половины XIX столетия прошли определенную философскую школу (как, например, Либих, ко-

¹ Поскольку состояния, т. е. уровни развития различных наук были неодинаковы, в особенности в первой половине XIX столетия, нельзя говорить об единой концепции науки и ее развития у представителей разных фундаментальных наук. Наряду с этим для XIX столетия характерным является формирование общих, ключевых понятий, утверждавшихся в них по-разному и с различной скоростью.

² Интересно отметить, что И. В. Рихтер (1762—1807), основатель «стехиометрии или искусства измерения химических элементов» (так назывался его главный труд), был последователем Канта и разделял его оценку химии как собрания эмпирических правил, но он поставил перед собой задачу вывести химию из этого состояния и превратить ее в «отдел прикладной математики».

торый начал как шеллингианец³⁾ или находились под влиянием определенной философской системы, как, например, Дальтон — последователь английских материалистов.

Ортодоксальным шеллингианцем был видный химик Хр. Фр. Шенбейн, часто подчеркивавший, что он обязан своими успехами философии.

В одном из своих писем он высказывает свою точку зрения об отношении между философией и наукой, отмечая, что значительные открытия в науке никогда не являются случайными, так как им всегда должна предшествовать мысль, даже если первым толчком к открытию служит случайное наблюдение. Мысль ученого предшествует открытию, а на формирование его мыслей решающее влияние, как это считал Шенбейн, оказывает философия, сознательным или бессознательным адептом которой он является.

Часть химиков начала второй половины XIX столетия находилась под влиянием позитивизма⁴⁾. Большинство же химиков второй половины XIX столетия сколько-нибудь систематически философией не занимались. Но последнее вовсе не означает отсутствия у них определенной позиции по общефилософским проблемам науки. Для этого времени характерно изменение отношения между философией и наукой. Философия утратила «руководящую» роль по отношению к науке; если раньше поток идей шел от философии к науке, то в это время они до известной степени обменялись местами. Инициатива постановки больших вопросов методологии и философии науки принадлежит самим ученым, тогда как философия только «оформляет», систематизирует, поднимает на «философский уровень» рефлексию науки.

³⁾ «Я сам,— писал Либих в 1840 г.,— провел часть своих студенческих лет в университете, где блистал великий философ и метафизик (Шеллинг.— Н. Р.). Кто мог тогда уберечься от заражения?.. Он погубил два драгоценных года моей жизни...» (цит. по: Ю. С. Мусабегов. Ю. Либих. М., 1962, стр. 131).

Но более прав А. Бенрат, который в отношении Либиха писал, что «без основательного философского воспитания, которому он обязан силой и гибкостью своей мысли, совсем немыслим Либих-писатель, от статей которого всюду веет философским духом» (там же, стр. 129).

⁴⁾ Имеется свидетельство К. А. Тимирязева о талантливом русском химике Н. И. Соколове — ученике Либиха и друге Жерара: «Он был первым профессором, на вступительных лекциях которого русские учащиеся знакомилась с мастерским изложением философии Огюста Конта» (К. А. Тимирязев. Статьи по истории науки и о научных деятелях. М., 1939, стр. 150). «Как Соколов первый с русской университетской кафедры излагал учение Конта, так Бекетов (ботаник) никогда не упускал случая проводить идеи, высказанные в логике Милля» (там же, стр. 160). В связи с этим Тимирязев отмечает, что «многие узкие специалисты отрицают значение таких общих трактатов о научном методе, но вспомним, что, по признанию Дарвина, именно подобное произведение Гершеля — «Discourse on the study of Natural Philosophy» (Лекции об изучении естествознания) было главным стимулом, пробудившим в нем желание и самому внести что-нибудь в общую сокровищницу научного знания» (там же, стр. 160—161).

Резко отрицательное отношение к философии, к той ее форме, в которой она нашла свое выражение в трудах представителей немецкой классической философии, выражено в следующих словах знаменитого русского химика Зинина: «Возьмите натуральную философию Шеллинга, прочтите в энциклопедии Гегеля философию естественных наук, особенно постарайтесь вникнуть в смысл кудрявых речей их последователей — Стеффенса, Реймера и других, вы подумаете, что их книги написаны предками астрологов, алхимиков, кабалистов, и, что всего прискорбнее, вся эта игра слов, отличающаяся в совершенном незнании фактов, даже в отсутствии здравого смысла, выдавалась и принималась за высшую премудрость, недоступную непосвященному в таинства философии... И с какой самоуверенностью эти люди берутся не только понять, но и критиковать высшие математические теории без знания элементов этой столь консеквентной науки?»⁵

Филиппика Зинина по адресу Шеллинга и Гегеля для той эпохи была «знамением времени», предельной реакцией на прежнее засилье натурфилософии, на «разгул» спекуляции и априоризма.

Как мы уже подчеркивали, отрицательное отношение к тем или иным направлениям философской мысли, или даже ко всей «профессиональной» философии, не означает эмансипацию ученого от философии, отсутствие в его научной деятельности тех или иных философских установок, к которым он приходит через свою науку, и которыми он оперирует с разной степенью отчетливости и познания их «онтогенетического» генезиса.

Перечислим круг вопросов, по которым мы находим определенные точки зрения у химиков и историков химии XIX столетия.

Это прежде всего вопросы генезиса химии, ее предмета и его изменения в ее истории, периодизации истории химии и оценки ее узловых моментов, характера перехода от одного периода к другому, соотношения между химией и другими науками, формы развития науки (роль гипотезы, теории, эксперимента и соотношения между ними), роли историко-научных исследований для развития современной науки и в области образования для освоения современного знания, отношений между наукой и практикой, проблемы организации науки, соотношение между наукой и другими областями духовной деятельности, наука и нравственность.

⁵ Н. Н. Зинин. Взгляды на современное направление органической химии, 1847, стр. 8.

Дюма писал, что химия родилась в мастерской кузнеца, горшечника и стекольщика, в лавке парфюмера, в аптеке⁶.

Дюма там же отмечает, что впервые зачатки теоретической химии появились недавно, тогда как химическая техника достигла относительно высокого уровня гораздо раньше. Это обстоятельство отмечалось и Шорлеммером, который указывал, что в XVI в. в химии были два направления — металлургическое и медицинское.

Но это еще не делает химию наукой, превращением в которую она обязана теории. Он указывает, что в истории химии развитие практики значительно обгоняло теорию.

Эту ситуацию Дюма иллюстрирует на следующем примере. В 1561 г. Э. Веласкес разработал метод извлечения серебра из мексиканских руд, но теория этого процесса появилась только в 30-х годах XIX столетия, т. е. спустя почти 300 лет.

Во всех этих высказываниях подчеркивается, что корни химии находятся в области практики.

Но наряду с этим химики, занимающиеся проблемой генезиса своей науки, указали, что химия своему становлению как науки обязана была тем, что она эмансипировалась от решения только практических задач и обратилась к задачам познавательного характера. Только тогда, когда химия перестала быть «служанкой» металлургии и фармацевтики, она стала наукой в собственном смысле этого слова, нашла себе достойное место в ряду таких наук, как математика, механика и физика.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ЗНАНИЯ В НАУКЕ (ГИПОТЕЗА, ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ)

В XVII столетии отношение к гипотезе, вслед за Ньютоном, у многих химиков было отрицательным.

Так, Р. Бойль писал, что «если бы люди принимали успехи истинной науки ближе к сердцу, нежели свои личные интересы, тогда можно было бы легко доказать им, что они оказывали бы миру величайшие услуги, если бы посвятили все свои силы производству опытов, собиранию наблюдений и не устанавливали бы никаких теорий, не проверивши предварительно их справедливости путем опытным»⁷. Следовательно, не конструирование гипотез, создание теоретических систем, согласно Бойлю, является первейшей задачей исследователя, а наблюдение и эксперимент. Но эта позиция разделялась не всеми учеными.

⁶ I. V. A. Dumas. Lecons sur la philosophie chimique. Paris, 1837, p. 183.

⁷ Цит. по: Э. Мейер. История химии от древнейших времен до настоящих дней. СПб., 1899, стр. 86.

Эвристическое значение гипотезы отмечалось уже химиками XVIII столетия. Так, Пристли писал, что не обязательно иметь определенные взгляды и правильную гипотезу, чтобы делать настоящие открытия. Гипотез, даже несовершенных, достаточно, чтобы подсказать нам те опыты, которые исправляют их недостатки и вызовут к жизни более совершенные теории. А они поведут к другим опытам, которые еще приблизят нас к истине, и, пользуясь такими методами приближения, мы должны считать себя счастливыми, если достигнем мало-помалу истинных успехов.

По поводу гипотезы нередко одним и тем же ученым в разное время высказывались противоположные взгляды. Так, Лавуазье писал, что «гипотеза есть яд разума и чумы философии; можно делать только такие заключения и построения, которые непосредственно вытекают из опыта»⁸. Но он же писал, что гипотезы, «будучи последовательно изменяемые и исправляемые, по мере того, как их опровергает опыт, должны несомненно путем исключения и отбора привести нас однажды к познанию истинных законов природы»⁹.

В одном случае Лавуазье квалифицирует гипотезы как препятствие к достижению истины, в другом как наиболее верное для этого средство.

Пожалуй, наиболее адекватно позиция Лавуазье по этому вопросу охарактеризована им в предисловии к учебнику химии, где он подчеркивает, что не считал возможным уклониться от требования строгого закона — не заключать ничего сверх того, что дает непосредственно опыт, и не стараться спешными заключениями восполнить «молчание фактов». Лавуазье предпочитал не затрагивать такие вопросы, как, например, вопрос о химическом родстве, в котором, по его словам, «данные недостаточно установлены, чтобы служить основанием для столь важной части нашей науки»¹⁰.

Хотя химия имела в XVIII в., по крайней мере в первой половине XIX столетия, репутацию эмпирической науки, у огромного большинства ее крупнейших представителей мы встречаем положительное отношение к гипотезе, понимание ее «как формы развития науки». Таким было, например, отношение Бертолле, Деви.

Дюма подчеркивал, что вера в свидетельство чувств, слепое подчинение силе фактов, не может привести к созданию настоящей науки, основанной на принципах.

Задачу химической философии Дюма видел в том, чтобы подняться до общих принципов. Он отмечал, что химическая

⁸ Цит. по: Н. А. Наумов. Собр. соч., т. 3. М, 1916, стр. 65.

⁹ «Успехи химии», 1943, т. 12, вып. 5, стр. 368.

¹⁰ Цит. по: Н. А. Меншуткин. История химических воззрений. СПб., 1888, стр. 23.

философия должна не только показать современные принципы, но раскрыть те фазы, через которые они прошли. Наряду с этим Дюма указывал на то, что из науки должны быть изгнаны спекулятивные теории, т. е. теории, которые органически не связаны с опытом, пренебрегают им.

Либих в «Письмах о химии» писал, что факты ценят потому, что они непреходящи и образуют почву для идей, но истинное свое значение факт получает только через идею, которая из него может быть развита. Впрочем, слишком высокая оценка одних только фактов является признаком отсутствия правильных идей. Не богатство, а бедность идеями любит укрываться за горою тряпок или рядиться в оборванные, обносившиеся или несоответствующие одежды. Есть идеи столь великие и широкие, что как бы они ни были подправлены, в них все еще остается достаточно материала, чтобы на сто лет обеспечить мышление человечества достаточной пищей. (См., например, письмо от 29 июня 1865 г.)

Либих считал, что эксперименту предшествует мысль, что все естественнонаучные исследования имеют дедуктивный и априорный характер; эксперимент только вспомогательное средство для мыслительного процесса, как и расчеты. Эмпирического исследования в обычном смысле вообще не существует, эксперимент, которому не предшествует теория, т. е. идея, к научному исследованию имеет такое же отношение, как детская трещотка к музыке.

И хотя значительная часть химиков придерживалась мнения, что изучение какого-нибудь явления проходит следующие этапы: установление факта с помощью свидетельства чувств, раскрытие его причин, для чего необходимо выдвигание соответствующей гипотезы и проверка ее экспериментом, Либих тем не менее считал, что сведущий человек, т. е. знающий состояние науки, делает меньше опытов, чем несведущий, а в ряде случаев обходится без их производства, «так как в этом случае ему помогает сочетание уже известных ему фактов и явлений»¹¹.

Руководителем в научном исследовании, таким образом, является мысль, идея, которая определяет характер эксперимента, его конкретные задачи.

Интересные соображения о роли индукции в химии и ее составных и последовательно применяющихся элементах были высказаны В. Вундтом.

В. Вундт писал, что в отношении развитости определенных логических методов химии можно ставить рядом разве что с математикой. Как в математике дедукция достигает своего полнейшего развития, так в химии — индукция. «Нет другой такой науки, в которой индуктивный процесс можно было бы распознать в столь незамутненной форме и в столь ясной последова-

¹¹ Ю. Либих. Индукция и дедукция. СПб., 1865, стр. 24.

тельности его отдельных стадий»¹². И дальше он указывает, что «химическая индукция достигла своего расцвета в ту эпоху развития новой химии, которая отмечена именами Берцелиуса и Либиха»¹³.

Методологической особенностью химии Вундт считает то, что в ней с редкой ясностью выступают первые простые моменты исследования (анализ и синтез), и по логической отчетливости их различения химия далеко превосходит другие точные науки. Ни в математике, ни в физике анализ и синтез не получили такой детальной разработки, как в химии. Благодаря этому здесь значительно лучше разработаны также и отдельные стадии этих методов.

Анализ, указывает Вундт, состоит из двух частей: разделения некоторого явления на элементы и нахождения причинной связи между ними. Если в физике первый этап заменяется поисками причинности, то в химии не только отчетливо разделены оба момента, но и в первом четко разделяется качественный и количественный моменты. Исследование причинности в большей степени относится к синтезу, но в химии разработана методика ступенчатого анализа, позволяющего получить определенные сведения не только о составе, но и способе соединения частей. Это — аналитическое исследование строения.

Синтез как нечто планомерное и всеобъемлющее приходит в химию значительно позднее, поскольку для успешного осуществления синтеза необходима длительная аналитическая работа разделения и выяснения структуры. Синтез рассматривается и как подтверждение строения вещества, выясненного в анализе. Таким образом, оба метода формируют более сложный метод — индукцию. Если мы понимаем под индукцией извлечение из опытных фактов некоторого общего закона, обосновывающего эти факты, то химическая индукция должна иметь целью нахождение законов, по которым простые вещества вступают в химические соединения, т. е. законов химического сродства.

Однако индукция не ограничивается анализом и синтезом. Она руководствуется гипотезой, которую должна подтвердить или опровергнуть. И здесь химия отличается не только тем, что гипотеза в индукции выступает с особой ясностью, но также процессом последовательного выдвижения гипотез, который в химии особенно регулярен.

«...История новейшей химии есть, может быть, поучительнейший пример плодотворного взаимодействия гипотезы и индуктивного исследования, какой только может привести история науки»¹⁴.

¹² W. Wundt. Die Logik der Chemie.— «Phylosophische Studien». Leipzig, 1883, S. 478.

¹³ Ibid., S. 478.

¹⁴ Ibidem.

Внимание и острый интерес к проблемам гипотезы, ее логической функции, условиям ее проверки и перехода в теорию, критериям истинности теории, соотношения гипотезы и теории с экспериментом и т. п., т. е. к вопросам логического статуса науки, в химии сильно возрос в связи с такими фундаментальными событиями, как крушение флогистонной теории и создание теории горения Лавуазье, утверждением в химии атомистики, а затем быстрой сменой теорий в органической химии первой половины XIX столетия.

«Гипотеза эта (атомная.— *H. P.*),— писал А. Вюрц,— связала между собой многочисленные и разнообразные явления, химические и физические; она лежит в основании современных идей о строении материи. Как и все справедливые идеи, она расширялась со временем, и ничто до сих пор не остановило ее полета; как и все плодотворные идеи, она послужила орудием даже в руках ее противников. Эти последние становятся теперь редки, и гипотеза стоит твердо и перед рутинными возражениями одних, и перед искусными нападками других»¹⁵. Вюрц характеризует условия перехода гипотезы в теорию, приводит к их пересмотру. Отмечая, что Бертолле в состоянии объяснить все факты, группировать их, связывать между собой и, исходя от известных, предсказывать новые, до тех пор, словом, пока она будет казаться плодотворною. Подобная гипотеза возвышается до теории¹⁶.

Если гипотеза плодотворно функционирует, удовлетворяя всем перечисленным требованиям, то она приобретает статус теории. Вюрц подчеркивает значение предсказательной функции гипотезы и теории: «В опытных науках новая доктрина не может приобрести значение одною только критикой; для ее триумфа необходим целый ряд открытий»¹⁷. Появление новых фактов, не укладывающихся в существующую гипотезу или теорию, приводит к их пересмотру. Отмечая, что Бертолле в 1789 г. открыл новые соединения (сероводород и синильную кислоту), которые обладали всеми свойствами кислоты, но были лишены кислорода, Вюрц указывал, что «как обыкновенно случается в науке, эти факты сначала затрудняли теорию, рассматривались ею, как исключение, но послужили впоследствии предлогом и исходной точкой для новых обобщений»¹⁸.

К. Шорлеммер, полемизируя с Кольбе, который считал, что современные химики находятся под влиянием предвзятых мнений и установили ряд догматов, основанных на натурфилософских абстракциях, писал: «Кольбе не в состоянии понять, что

¹⁵ А. Вюрц. Атомистическая теория. Киев, 1882, стр. 1.

¹⁶ См. там же.

¹⁷ Там же, стр. 55.

¹⁸ Там же, стр. 12.

для развития всех отраслей естествознания требуются все новые гипотезы»¹⁹.

Конечная цель химии, указывал А. Купер,— это ее теория. Теория действительно является руководителем в химическом исследовании.

Именно поэтому огромное значение имеет установление того, способны ли теории, принятые в настоящее время химиками, объяснить химические явления, или, по крайней мере, основаны ли они на правильных принципах, которыми следует руководствоваться в научном исследовании.

Согласно Куперу, имеются два условия, которым должна отвечать всякая здоровая теория: 1) должно быть доказано, что она правильна с эмпирической точки зрения; 2) она должна быть не в меньшей степени верна с философской точки зрения. Философская проверка требует, чтобы теория была достаточна для объяснения наибольшего числа фактов по возможности самым простым способом²⁰.

Дальше Купер, на примере критики теории типов Жерара, поясняет, что он понимает под принципом, находящимся в основе научных теорий.

Характеристика этого принципа состоит в следующем: «Чтобы дойти до структуры слова, надо вернуться назад, найти неразложимые элементы, а именно: буквы, и тщательно изучить их возможности и отношения»²¹.

«Нельзя игнорировать тот первый принцип, без которого исследование не может продвигаться ни на шаг, а именно, что целое есть просто производное своих частей»²².

В этих словах не содержится ничего принципиально нового по сравнению с точкой зрения ученых 20—40-х годов, рассматривавших целое тоже как производное его частей, объяснявших свойства химических соединений как функцию их элементарного состава.

Правда, Купер, в соответствии с новой ступенью в развитии химии, переходом на которую она была обязана и его исследованиям, иначе конкретизирует тезис о том, что целое есть производное своих частей, отмечая, что целое (т. е. химические соединения), прежде всего проявляющееся в регистрируемых его свойствах, функция не только элементарного состава, т. е. атомов, входящих в ее частицу, но и отношений между ними, способов их сочетания.

Наиболее полно и последовательно проблемы логического статуса науки, в частности характеристика значения гипотезы

¹⁹ К. Шорлеммер. Возникновение и развитие органической химии. М., 1937, стр. 210.

²⁰ См. А. С. Купер. О новой химической теории.— «Столетие теории химического строения». М., 1961, стр. 31—32.

²¹ Там же, стр. 34.

²² Там же.

и теории, изложены в работах крупнейших химиков XIX столетия — Бутлерова и Менделеева.

Бутлеров считал, что функцией гипотезы является установление связей и взаимных зависимостей между фактами: «Она возбуждает новые вопросы, предвидит новые факты». Чем проще и легче объясняет гипотеза фактические знания, писал Бутлеров, чем естественнее выводится из нее необходимость существования фактов, как неперменных ее следствий, чем шире круг явлений, объяснимых гипотезой, тем ближе она к истине. При значительной широте этого круга гипотеза со всеми ее следствиями, с вытекающими из нее объяснениями и указаниями на зависимость фактов между собою и причины этой зависимости становится теорией.

Только при посредстве теории знание слагается в единое целое, становится научным знанием; стройное соединение фактического знания с теориями составляет науку²³.

Бутлеров указывал, что только тогда, когда появляется понимание явлений, обобщение, теория, когда более и более постигаются законы, управляющие явлениями, только тогда начинается истинное человеческое знание, возникает наука.

Научная теория, как подчеркивает Бутлеров, имеет конкретную историю; она возникает, развивается и на определенном этапе уступает место другой теории.

Бутлеров отмечал одно существенное обстоятельство в истории большинства научных теорий, состоявшее в том, что когда теория уже находится на нисходящей ветви своей эволюции, вступает в противоречие с новыми фактами, добытыми не на ее основе, а «вопреки» ей, то предпринимаются попытки адаптировать ее к новой ситуации путем присоединения к ней частных гипотез, дополняющих или видоизменяющих ее в известной степени²⁴.

Но вместе с необходимостью этих изменений и дополнений выступает яснее недостаточность основной гипотезы; очевидно, что она неудовлетворительна, если сама по себе недостаточна для объяснения всего ряда известных фактов, и на смену ее является новая теория²⁵.

Новая теория, объясняющая большее количество фактов, обладающая большей предсказательной силой, не отрицает полностью свою предшественницу, подготовившую ее появление, включает ее в более или менее измененном виде как часть в свой состав.

²³ См. А. М. Бутлеров. Соч., т. III. М., 1958, стр. 53—54.

²⁴ Это обстоятельство подчеркивалось многими химиками. К такому заключению они пришли под влиянием анализа «великой системы» Берцелиуса, когда она вступила в конфликт с новыми фактами, и Берцелиус пытался ее «спасти» путем конструирования гипотез *ad hoc*. (См. А. Вюрц. История химических доктрин от Лавуазье и до настоящего времени. СПб., 1869, стр. 38.)

²⁵ См. А. М. Бутлеров. Соч., т. III, стр. 53—55.

Зависимость между фактами, которая была указана прежней теорией, подтверждается, расширяется и объясняется еще лучше новой теорией, а те открытия, к которым старая теория привела, остаются прочными памятниками ее заслуг.

Подчеркивая роль теории как систематизатора и интерпретатора имеющегося знания и важнейшего элемента в генерации нового знания, Бутлеров наряду с этим предупреждает против излишнего доверия к ним.

Слепое верование в непогрешимость научных теорий, писал Бутлеров, ведет к ненаучному, к не оправдываемому ничем скептицизму и зачастую мешает видеть новые реальные истины, лежащие вне области излюбленных теорий.

С этой позицией Бутлерова созвучно то, что писал русский историк химии Ф. Савченков: «Каждая теория, как обобщение известного ряда фактов, представляет могучий двигатель науки; она, связывая некоторые факты, дает повод к попыткам распространить эту связь на другие разрозненные факты и более подробно исследовать явления с той точки зрения, которую теория ставит на первый план. Но чем сильнее возбуждает работу теория, тем короче ее существование, потому что исследования, предпринятые к подтверждению теории, всегда при своем развитии, т. е. при более тонкой работе, указывают на неточность ее, доказывают общее свойство человеческой природы слишком смело обобщать. Так как в науке при ее нормальном развитии теории держатся силою удовлетворительного объяснения фактов, а не силою авторитета, то теории двигают науку, а не задерживают ее. Если бы теории принимались как догмат, как вечные истины, в которых нельзя сомневаться, которые нельзя проверить на фактах, потому что высказывавшие их авторитеты не могли ошибаться, тогда теории были бы препятствием к развитию наук, развитию опытных знаний, без которых невозможно удовлетворение все более и более развивающихся потребностей человеческой жизни»²⁶.

Без предположений, руководящих в исследовании, указывал Бутлеров, немислим строгий процесс в собирании фактического материала, но беда, когда исследователь перестает замечать границу между своими предположениями и фактами и принимает предположение за реальную истину, или — что еще хуже — в угоду своим предположениям не замечает фактов.

Указывая на руководящую роль теории в процессе научного исследования, Бутлеров подчеркивает, что основа знания складывается из фактов, «между которыми никогда нет ни одного, которым пренебрегла бы наука. Факт, сегодня кажущийся мелочным, одиночным и не имеющим значения, завтра, в связи с новым открытием, может сделаться зерном новой плодотворной области знания»²⁷.

²⁶ Ф. Савченков. История химии. СПб., 1870, стр. 226.

²⁷ А. М. Бутлеров. Соч., т. III, стр. 19—20.

Именно поэтому в связи с теорией строения Бутлеров выдвигает тезис о том, что принцип в науке не должен переходить границы, в которых он полезен, успешно работает, что его не надо прилагать насильно там, где не следует этого делать и где приложение не ведет к успеху этого принципа.

Нет никакого сомнения, писал он, что принцип химического строения весьма полезен в тех пределах, в которых он развился и до сих пор развивался. Но, если идти далее, то нет никакого сомнения, что найдутся такого рода случаи, в которых этот принцип окажется недостаточным, так что придется хлопотать о новых и более широких взглядах²⁸.

Принципы теории в науке, согласно этому взгляду, имеют определенное поле действия, при выходе за пределы которого перестают успешно «работать». Указанный «выход» требует формулировки нового, более обширного принципа, который будет заключать в себе как часть предыдущий принцип. Такой принцип, надо полагать, первоначально выступает в форме гипотезы.

Л. Мейер писал, что для современной химии роль гипотезы в научном исследовании огромна.

Достоинства гипотезы, указывал Мейер, бывают двоякого рода.

1. Практическая польза; поскольку на изложении или подтверждении гипотезы посредством опыта основывается успех науки. Польза их в химии сказалась с самого ее начала самым блистательным образом.

2. Простое понимание вещей, как они есть или как они кажутся человеческому духу; человеческий дух старается проникнуть в причинную связь вещей, в их будущее и настоящее. Однако эта цель никогда не достигается, они могут приближаться все более и более и передать подобно тени точнее и точнее все предметы²⁹.

Условия перехода гипотезы в теорию, по Мейеру, одинаковы с теми, которые сформулированы были Бутлеровым и др.

Мейер считал, что развитие науки характеризуется увеличением в ней инвариантных результатов, которые хотя и достигнуты на базе соответствующих гипотез и теорий, но переживают их, переходя из поколения в поколение. Перевороты в науке, потрясающие ее основы, писал Л. Мейер, с большой силой и убедительностью раскрывают в ней зерна, которые независимы от господствующих теорий, но не погибают вместе с ними, имеют непреходящее значение³⁰.

Несколько иначе подходит к вопросу о соотношении между гипотезой и теорией Кекуле. Он указывает, что всякая теория

²⁸ Там же, стр. 279.

²⁹ Л. Мейер. Новейшие теории химии и их значение для химической статистики. СПб., 1866, стр. 93.

³⁰ Там же.

отличается от гипотез тем, что она всегда состоит из большого числа простых гипотез. Теория есть логически связанный комплекс гипотез или, лучше сказать, сложная, логически расчлененная гипотеза³¹.

Следовательно, основным «параметром» теории, согласно Кекуле, является логическое развитие из основных посылок ряда следствий, естественно связанных между собой ее исходным пунктом; каждое следствие представляет гипотезу.

Проблематика структуры науки, логических аспектов ее функционирования, наиболее полно и всесторонне рассматривалась Д. И. Менделеевым.

Наука, согласно Менделееву, представляет неразрывное единство теорий, принципов и эмпирического материала. Теория должна быть органически связана с фактами, игнорирование которых приводит к превращению ее в «фикцию». «Лишь связь идей с фактами и наблюдений с направлением мысли, по моему, может действовать в надлежащую сторону, иначе действительность ускользает и на месте ее легко станет фикция»³².

Но организатором и руководителем научного исследования является теория, принципы.

Менделеев много внимания уделяет «закону». Законы природы, указывает Менделеев, исключений не терпят, и этим явно отличаются от правил и правильностей, подобных, например, грамматическим и другим людским изобретениям, приемам и отношениям. Утверждение закона возможно только при помощи вывода из него следствий, без него невозможных и не ожидаемых, и оправдания тех следствий в опытной проверке³³.

Проблема закона в науке рассматривается Менделеевым в связи со спорами о приоритете вокруг открытия периодического закона.

Менделеев считает, что автором закона следует считать того, кто понял, что он открыл новый, до этого не известный закон природы (1) и кто сумел сделать основные выводы, вытекающие из него (2). Хорошо известны слова Менделеева о том, что ученые, которым приписывают открытие периодического закона, «не рисковали предугадывать свойства неоткрытых элементов, изменить принятые веса атомов, и вообще, считать периодический закон новым строго поставленным законом природы, могущим охватить еще доселе не обобщенные факты, как это сделано мною с самого начала»³⁴.

Высшей целью науки является открытие законов природы, но никогда не может наступить время раскрытия всех законов, ибо наука, познавая бесконечное, сама бесконечна и нет

³¹ См. Г. В. Быков. Август Кекуле. М., 1964, стр. 58.

³² Д. И. Менделеев. Основы химии. Предисловие к 8-му изд.— Соч., т. XXIV. М.— Л., 1954, стр. 51.

³³ См. Д. И. Менделеев. Соч., т. XXIII. М.— Л., 1952, стр. 153.

³⁴ Там же, стр. 153—154.

повода видеть где-либо грань познанного и обладания веществом.

Закон у Менделеева выступает как всеобщее. Закон точнее представляет ту основу, исходя из которой можно конструировать гипотезы. Смелые гипотезы, указывал Менделеев, имеют нечто притягательное для нашего ума, иногда даже обуславливают временный прогресс, но еще чаще ведут они к неверным выводам и предаются забвению, особенно, если они не основаны на научных законах. Открытие таких законов должно быть ближайшей задачей научного стремления. Нужно отметить, что особенно высоко Менделеев ценил атомно-молекулярную гипотезу, в отношении которой он писал: «Она скрепляет отрывочное эмпирическое здание химических наук в такой же мере, как уверенность во всеобщности общих законов природы и в неисключаемости вещества»³⁵.

Гипотеза, по Менделееву, является тем компасом, без которого невозможно ориентироваться в хаосе фактов и двигаться вперед по линии их систематизации и получения новых результатов.

Причем полезную функцию играют не только гипотезы, которые в дальнейшем приобретают статус теории, но и гипотезы, оставляемые в ходе дальнейшего развития науки.

Так, говоря о значении научных задач, предположений, гипотез, Менделеев отмечал, что обоснование теории не падает с неба в готовом виде. У истока некоторых из них была первичная гипотеза как направляющий ориентир в деле изучения природы.

«...И всего поучительнее признать,— писал Менделеев,— что даже единоличные предположения или гипотезы, оказавшиеся затем неверными, не раз давали повод к важным открытиям, увеличивающим силу наук»³⁶.

Теория, подчеркивает Менделеев, начинается гипотезой, кончается теоретическим открытием новых явлений, выводом всего из одного положения.

Это положение Менделеев иллюстрирует на примере с периодической системой элементов.

«Периодический закон был сперва гипотезой, которая малопомалу превращается в общепринятую истину только под влиянием оправдания тех неожиданных следствий, которые эта ги-

³⁵ Д. И. Менделеев. Периодический закон. Основные статьи. М., 1958, стр. 174.

³⁶ Д. И. Менделеев. Соч., т. XX. М.—Л., 1950, стр. 158. Менделеев считал, что предвидение в науке представляет по сути дела теоретический прогноз, реализация которого приводит к открытию и к раскрытию сущности вещей.

«Предвидеть или предсказать то, что еще неизвестно,— значит, во всяком случае, не менее открытия чего-либо существующего, но еще не описанного (например, новой страны или неизвестных явлений тел, приемов промышленности и т. п.), а имеет то высшее значение, что указывает на возможность людям проникнуть в самую сущность вещей....» (Д. И. Менделеев. Соч., т. XXIV, стр. 89).

потеза вызвала... под впечатлением той новой точки зрения, которую открывает гипотеза и подтверждает действительность»³⁷.

Менделеев считал, что гипотезы в современной химии должны быть ориентированы на раскрытие свойств тел (простых и сложных, в зависимости от коренных свойств элементов, из которых они состоят, причем последняя часть указанной задачи (свойства элементов) решается индуктивным образом, а в целом (установление зависимости) — дедуктивным способом³⁸. Менделеев различает «правду» и «истину»; «правда» — это свернутая истина или ее отдельные элементы. «Изучая мир путем индукции (от многого наблюдаемого к немногому проверенному и несомненному, подвергаемому уже дедуктивной обработке), наука отказалась прямо познать истину саму по себе, а через правду старается и успевает медленным и трудным путем изучения доходить до истинных выводов, границы которых не видно ни в природе внешней, ни во внутреннем сознании»³⁹.

Наиболее полно свои взгляды на научное познание, его элементы и последовательность, Менделеев излагает в следующих словах: «Изучать в научном смысле — значит: а) не только добросовестно изобретать или просто описывать, но и узнавать отношение изучаемого к тому, что известно или из опыта и сознания обычной жизненной обстановки, или из предшествующего изучения, т. е. определять и выражать качество неизвестного при помощи известного; б) измерить все то, что может, подлежа измерению, показывать численное отношение изучаемого к известному, к категориям времени и пространства, к температуре, к массе и т. п.; в) определять место изучаемого в системе известного, пользуясь как качественными, так и количественными сведениями; г) находить по измерениям эмпирическую (опытную, видимую) зависимость (функцию, «закон», как говорят иногда) переменных величин, например, состава от свойств, температуры от времени, свойств от массы (веса) и т. п.; д) составлять гипотезы или предположения о причинной связи между изучаемым и его отношением к известному или категориям времени, пространства и т. п.; е) проверять логические следствия гипотез опытом и ж) составлять теорию изучаемого, т. е. выводить изучаемое как прямое следствие известного и тех условий, среди которых оно существует. Очевидно, что изучать что-либо возможно лишь тогда, когда нечто признается за исходное, несомненное и готовое в сознании. Таковым должно признать, например, число, время, пространство, вещество, форму, движение, массу»⁴⁰.

³⁷ Д. И. Менделеев. Соч., т. XXIV, стр. 89.

³⁸ Там же, стр. 16.

³⁹ Там же, стр. 89.

⁴⁰ Там же, стр. 88.

Из приведенного материала видно, какое огромное внимание химики уделяли проблемам логического статуса науки, анализу проблемы получения нового знания.

Довольно распространенное среди представителей физико-математических наук в XIX столетии, да и позже, мнение, что химики весьма беспечно относились к проблемам теоретического знания, потому что они представляли эмпирическую науку, в которой не было строгой математической теории, конечно, в корне неверно.

Глубоко справедливой является следующая оценка мощи одной из наиболее плодотворных теорий в химии, созданной в 60-х годах прошлого столетия,— структурной теории. «Ни одно обобщение в науке, даже дающее точные математические формулировки, не достигало большего успеха по объединению в простой форме множества наблюдений, чем та группа идей, которую мы называем структурной теорией»⁴¹.

Создание этой теории проходило в «муках», ей предшествовало много теорий, сменявших друг друга. В 40-х годах, после крушения «великой системы» Берцелиуса и калейдоскопа теорий, имевших сравнительно непродолжительную жизнь, действительно, среди известной части химиков, как реакция на эту ситуацию, получило распространение антитеоретическое поветрие, ориентация на эмпирические исследования. Но, конечно, не эти «настроения» были доминирующими в химической науке. Не они определяли магистральный путь ее развития, для которого характерны были поиски «сильной» теории, выполняющей не только объяснительные функции, но обладающей и предсказательной мощью, «дедуктивной» силой.

ПРОБЛЕМА ОБЪЯСНЕНИЯ И ПОНИМАНИЯ

Имела ли какую-нибудь специфику проблема объяснения в химии, в сравнении, например, с физикой?

В физике решение этого вопроса сводилось, как писал Максвелл, к следующему: «Когда какое-нибудь явление можно описать как частный случай какого-нибудь общего, приложимого к другим явлениям принципа, то говорят, что это явление получило объяснение. Однако объяснения бывают весьма различными в зависимости от степени общности применимого принципа»⁴².

И далее Максвелл указывает, что «...когда физическое явление может быть полностью описано как изменение конфигурации и движения материальной системы, то мы имеем полное

⁴¹ Г. Н. Паргон. Влияние успехов физиков на химическую науку.— «Методологические проблемы современной химии». М., 1967, стр. 99.

⁴² Д. К. Максвелл. Статьи и речи. М., 1968, стр. 98.

динамическое объяснение явлений. Мы не можем представить себе ни необходимости, ни желательности, ни возможности дальнейшего объяснения, так как если мы знаем значение слов «конфигурация», «движение», «масса» и «сила», мы видим, что представляемые ими идеи настолько элементарны, что их нельзя объяснить ничем другим. Явления, изучаемые химиками,— это в большинстве своем те явления, которые не получили полного динамического объяснения»⁴³.

С этой точки зрения наиболее высоким (предельным) уровнем объяснения является динамическое объяснение, до которого, вследствие большей сложности изучаемых явлений и меньшей развитости теоретической системы, «не дотягивает» химия.

Эта концепция объяснения представляет по сути дела не что иное как то, что Эйнштейном было названо «Программой Ньютона», реализация которой должна связать в единое целое различные области физики и экспансия которой не должна остановиться у порога химии.

Но вместе с тем Максвелл был одним из первых физиков, отступившим от ортодоксии этой программы.

Так, характеризуя значение открытого Гельмгольцем закона сохранения энергии, Максвелл указывает, что Гельмгольц дает нам схему, при помощи которой мы можем представить факты любой физической науки как примеры превращения энергии из одной формы в другую. Он также говорит нам, что при изучении любого нового явления нашим первым вопросом должно быть: каким образом объяснить это явление с точки зрения превращения энергии? Какова первоначальная форма энергии? Каков ее конечный вид? И каковы условия ее превращения? Объяснение, которое дает явлениям принцип сохранения энергии, не является «динамическим», не вписывается в «программу Ньютона». «Онтологический» статус объяснения здесь иной, хотя в методологическом плане совпадает с предыдущим, так как сводит его к охвату явления общим принципом.

Объяснение в химии, несмотря на различия его конкретных видов и отличие его в этом плане от объяснения в физике, сводится также к включению явления в соответствующую теорию или к дедуцированию явления из нее.

Для химии XIX столетия в отличие от химии XVIII столетия характерен не глобальный, а дифференцированный подход к решению данной проблемы, т. е. выделение определенных групп явлений, обладающих специфичностью, характерным для них способом «поведения».

Точнее было бы сказать, что в химии XIX столетия (что, кстати говоря, в какой-то мере характерно и для химии XX столетия), происходила спецификация глобального подхода (если

⁴³ Д. К. Максвелл. Статьи и речи, стр. 98—99.

под последним понимать атомно-молекулярное учение в его наиболее общей форме, т. е. основные принципы этого учения).

Развитие этого подхода к объяснению явлений было связано с его конкретизацией применительно к различным группам явлений, с нахождением для них «особенных» ключей, имеющих между собой то общее, которое определяется основами атомно-молекулярного учения.

Возьмем, например, органическую химию, имевшую, по крайней мере в течение первой половины XIX столетия, первенствующее значение в химии.

Первый способ понимания химических феноменов и соединений, утвердившийся в органической химии, восходит к Лавуазье и связан с дуалистической теорией Берцелиуса. По существу он состоит в представлении, что свойства частиц, которые определяют физические свойства и химическое поведение вещества, зависят от природы атома (или радикала), входящего в частицы.

Эта точка зрения развивалась и Либихом, и до появления теории замещения была общепризнанной среди химиков. Ведущим компонентом объяснения здесь является установление элементарного состава соединений⁴⁴.

Дальнейшее развитие органической химии показало, что установление состава соединений необходимо, но недостаточно для понимания поведения соединений и их разнообразия. После создания теории замещения, вытеснившей теорию Берцелиуса, формируется новое понимание поведения органических соединений.

Позиция творца этой теории — Дюма характеризуется его словами: «Лавуазье установил влияние природы молекул. Берцелиус в своих бессмертных трудах охарактеризовал значение их веса. Можно сказать, что открытие Митчерлиха (изоморфизм) сводится к выявлению влияния форм, а будущее нам покажет, способны ли современные французские химики дать нам ключ в руки для определения положения молекул»⁴⁵.

Следовательно, с этой точки зрения решающее значение для основных свойств соединений имеет расположение (а не природа) атомов, но создать модель этого расположения, выразить его в виде формул, казалось неразрешимой задачей. Поэтому реализовать этот «способ понимания» в сколько-нибудь законченном виде его авторам не удалось.

⁴⁴ В этой связи интересно отметить, что, когда Либих разработал новый метод определения элементарного состава органических соединений, простота которого не требовала, как раньше, высокого мастерства, он сказал, что «отныне химией могут заниматься и обезьяны». Этот тезис соответствовал его представлению, от которого он, кстати, позднее отказался, что «гвоздем» химического исследования является установление элементарных составов соединений, дающих ключ к раскрытию всех их свойств.

⁴⁵ Цит. по: Э. Гельмт. История органической химии с древнейших времен до наших дней. Харьков — Киев, 1937, стр. 81.

Хронологически третий способ понимания и объяснения химических соединений и явлений связан с теорией типов Жерара, согласно которой химические явления начинаются лишь тогда, когда вещество изменяется, т. е. перестает быть тем, чем оно было до этого, а поэтому химические признаки позволяют познать лишь прошлое и будущее вещества, так что структура вещества не может быть определена из химических свойств.

Следовательно, химические реакции не могут служить указанием на строение вещества. Понять и объяснить химические соединения, с точки зрения Жерара, возможно, лишь представив их как производные четырех основных типов химических соединений (аммиака, воды, водорода, хлористого водорода). Поэтому главной задачей исследования является не определение элементарного состава, не нахождение расположения атомов (что в то время только декларировалось, но представляло неразрешимую задачу), а установление того, к какому из четырех основных типов относится данное соединение. Различие же между соединениями одного и того же типа дается их положением в гомологическом ряду.

Таким образом, единый принцип, который дает теория, по мнению Жерара, состоит в сведении всего многообразия химических соединений к простейшим типам и гомологическим рядам.

Формирование нового способа понимания и объяснения химических феноменов было связано с созданием структурной теории в органической химии, утверждение которой происходило в обстановке острой борьбы различных точек зрения.

В течение нескольких лет в органической химии господствовало убеждение, что изомерия объясняется различием в способах образования вещества, т. е. различием или своих генераторов, или реакций, в результате которых произошло их образование.

В соответствии с этими представлениями рациональные формулы трактовались только как формулы превращения, но не как конституционные.

Для этих химиков, писал Бутлеров, формулы суть сокращенные выражения уравнений образования веществ, но они, по-видимому, забывают, что уравнения могут быть различны, а происходящие вещества тем не менее тождественны.

Согласно новой точке зрения (Бутлеров) объяснение поведения химического соединения может и должно быть сведено к раскрытию «порядка взаимодействия» атомов в молекуле, к типу их связи; это дает ключ к пониманию всех возможных превращений данного соединения и различных способов их генезиса ⁴⁶.

⁴⁶ Кекуле в 1872 г. писал: «Основное направление современной химии состоит без сомнения в изучении конституции соединений, но под последней понимается не, как раньше, положение атомов в пространстве, а скорее их взаимная связь в молекуле». (Цит. по: Г. В. Быков. Август Кекуле, стр. 156.)

Дискуссия, которая шла вокруг структурной теории, имела большое методологическое значение, так как одними из ее основных положений были вопросы о способе понимания и объяснения химических феноменов, а также о границах действия теории.

Н. А. Меншуткин писал, что теория строения не может решить проблему строения органических соединений до выяснения вопроса о физическом смысле валентности атомов, раскрытия природы сил, действующих между атомами.

Решение вопросов, которые Меншуткин ставил условием признания теории строения, пришло спустя 70—80 лет после ее создания, но это не задержало ее триумфального марша, хотя перед ней вставали все новые вопросы, требовавшие своего решения.

В числе аргументов, которые Меншуткин выдвигал против теории строения, были и «историко-научные».

В своей книге «Очерки развития химических воззрений» Меншуткин пытался доказать, что теория строения появилась не в результате закономерного развития предшествующих теоретических воззрений, а представляет собою историческую случайность.

Бутлеров противопоставил этому хорошо аргументированный тезис, в котором делается акцент на том, что «к понятию о химическом строении привела историческая необходимость»⁴⁷.

В какой степени, говорил Бутлеров, законно существование учения о химическом строении, доказывается и уроками прошлого, когда это учение еще не существовало и только подготавливалась почва для него, прорывались с большей или меньшей необходимостью суждения, в основном смысле которых уже лежало понятие о порядке химической связи атомов в частице.

Суждения эти были тогда, можно сказать, полусознательными⁴⁸. В этих словах Бутлеров подчеркивает, что новая теория не рождается абсолютно новой, что фундаментальное понятие, представляющее стержень этой теории, имело ближайших «предков», выдвигалось «полусознательно» ранее то, что подготавливало почву для создания этой теории, в исторической перспективе делало ее возникновение неизбежным.

⁴⁷ А. М. Бутлеров. Соч., т. I. М., 1953, стр. 432.

⁴⁸ См. А. М. Бутлеров. Соч., т. I, стр. 380. Г. В. Быков приводит карандашный набросок программы курса по истории химии, найденный им в архиве Бутлерова (см. Соч., т. III, стр. 345): «Исторический очерк теоретической химии за 1840—1880. Расположение по идеям: возникновение и развитие. Таблицы важных фактов по годам,—связь идей и фактов,—рубрикой. Постепенное развитие идей в поколениях, постоянное хватание через край».

Следовательно, главным в историко-научном исследовании Бутлеров считал анализ генезиса идей и их постепенного развития. Под «постоянным хватанием через край» Бутлеров понимает, по-видимому, тенденцию новых идей (понятий) выходить за границы применимости, их необоснованную экспансию в области, где они перестают «работать».

Бутлеров четко формулировал требования, которые предъявляются к теории. Прежде всего она должна быть работающей, т. е. в определенном ключе решать более или менее строго очерченный круг вопросов, вовлечь в свою орбиту соответствующий эмпирический материал, а также выделить актуальные для ее области проблемы, которые ею не могут быть решены.

Достоинство теории, конечно, не в том, что она не могла сделать, а в том, что ею сделано, в реальном прогрессе науки, обязанном этой теории. Этот подход Бутлерова в какой-то мере перекликается с известными словами В. И. Ленина: «Исторические заслуги судятся не по тому, чего *не дали* исторические деятели сравнительно с современными требованиями, а по тому, что они *дали нового* сравнительно с своими предшественниками»⁴⁹.

ОТНОШЕНИЕ ХИМИИ К МЕХАНИКЕ

Научные позиции химиков XIX столетия в значительной степени характеризовало их отношение к механике, которая до последних десятилетий столетия была лидером науки и в огромной степени определяла научное мировоззрение эпохи.

Через все столетие в химии проходит борьба двух линий, менявших свои формы, но в главном остававшихся одинаковыми: на заре столетия борьба между атомистами и антиатомистами, а в его конце борьба между атомистами, к которым принадлежало большинство выдающихся химиков, и энергетистами, ратовавшими за сдачу «атомистики в архив».

Для антиатомистов в начале столетия характерны две тенденции: сделать руководящими принципами химии законы механики и построить химию как дедуктивную науку, по образу и подобию механики⁵⁰. Виднейшим представителем этой линии был Бертолле.

Конечная цель учения о сродстве заключается в том, чтобы преобразовать химию в отдел прикладной механики; эта цель, отмечал Э. Мейер, уже Бертолле и Лапласом была указана как самая высшая, к которой наука должна стремиться⁵¹. Бертолле, например, пытался свести разнообразие химических явлений к определенным неизменным основным свойствам материи, как астрономия сводит явления к единственному принципу всеобщего тяготения.

Если Бертолле поставленную им цель считал осуществимой при достигнутом уровне науки, то Мейер указывал, что путь

⁴⁹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 2, стр. 178.

⁵⁰ Антиатомисты в конце столетия (В. Оствальд) ставили те же задачи, но вместо механики они выдвигали как основание химии — термодинамику.

⁵¹ См. Э. Мейер. История химии..., стр. 428.

к реализации данной цели лежит через атомистику, через решение «противоположной» задачи, состоявшей в открытии тех величин, которые остаются неизменными при всех обстоятельствах, а также в отыскании законов, выражающих зависимость явлений от этих постоянных величин (т. е. атомов.— *H. P.*) и изменяющихся внешних условий⁵².

На разных уровнях науки Бертолле и Мейером ставится одна цель, но сроки и пути ее осуществления представляются им существенно по-разному.

Линия на сведение химии к механике отчетливо выражена у одного из крупнейших химиков второй половины XIX столетия, М. Бертолле.

Характеризуя цель своей основной работы, М. Бертолле отмечал, что его труд, как бы он ни был ограничен, представляет первый шаг на новом пути, идти далее по которому все призываются, пока химическая наука не будет преобразована на новых основаниях. А высокая цель подобной ей эволюции — переход химии из науки описательной в ряды наук чисто физических и механических, что позволит заложить основы новой науки, призванной преобразить всю химию, сводя ее к рациональным понятиям, опирающимся на основные законы механики.

Из всего этого видно, что тенденция сведения химии к механике в XIX столетии была достаточно сильна и на определенных этапах была господствующей.

Следует различать два варианта этой тенденции. Первый вариант состоял в непосредственном распространении понятий механики на область химии, в попытках (или декларировании необходимости) основать химию на законах механики. Этот вариант указанной тенденции представлен антиатомами и непоследовательными атомами.

Второй вариант состоял в указании необходимости ввести механику в атомистику, сделав механику атомов основанием химической науки. Известную дань этой тенденции отдал даже Ван-Гофф.

На невозможность сведения химии к механике, пожалуй, наиболее последовательно, «полным голосом», указывал Д. И. Менделеев, исходя из специфичности предмета химии.

⁵² Ряд ученых второй половины XIX столетия считали, что привести явления природы к «возможно малому числу возможно простых положений» можно будет в результате создания механики атомов. Вопрос о сущности химического сродства, писал Ян, в настоящее время, когда мы можем измерить его действия, поставлен несравненно яснее, чем во время Бертолле, и если, по словам знаменитого автора истории индуктивных наук Уэвелла, научный вопрос уже наполовину решен, если он ясно поставлен, то мы можем надеяться, что разрешение задач сродства возможно, и что химик действительно достигает своей конечной цели: перерастания своей науки в механику атомов (см. *Ян. Основание термодинамики и ее значение для теоретической химии*. СПб., 1893, стр. 178).

Предмет химии, если суммировать высказывания Менделеева по этому вопросу, сводится к изучению вещества (1) и его превращений (2).

«Посвятив свои силы изучению вещества,— указывает Менделеев,— я вижу в нем два таких признака или свойства: *массу*, занимавшую пространство и проявлявшуюся в притяжении, а яснее или реальнее всего в весе, и *индивидуальность*, выраженную в химических превращениях, а яснее всего формулированную в представлении о химических элементах»⁵³.

Соответственно этому Менделеев считал принципиально неверным отождествление химического сродства с силами всеобщего притяжения.

Химическое сродство, писал там же Менделеев, невозможно вполне отождествлять со всеобщим притяжением, ибо последнее зависит только от массы и расстояний, а не от качества вещества, от которого сильно зависит сродство.

Следовательно, в химии, в отличие от механики, решающую роль играет качество, своеобразие, специфика вещества, а не его количество. Конечно, эта позиция не сбрасывала со «счетов» роль количества вещества в химическом превращении.

Таким образом, проблема взаимоотношения механики и химии имеет два аспекта. Первый — в какой мере, до каких пределов могут в химии работать понятия механики. С этим ее аспектом в значительной мере связана проблема соотношения количественных и качественных моментов в химии. Если в ней имеет приоритет категория количества, т. е. все стороны ее предмета могут быть охарактеризованы «цифрой», то, по представлениям ряда химиков XIX столетия, она, т. е. химия, может быть сведена к механике, против чего решительным образом возражала большая часть выдающихся химиков этого столетия. Второй вопрос — «структурный»: может ли химия быть построенная как механика, т. е. иметь дедуктивный строй.

ИСТОРИКО-НАУЧНЫЕ ПОЗИЦИИ ХИМИКОВ

Вопросы преемственности знаний, соотношения между старым и новым, вопросы будущего науки привлекали внимание к себе выдающихся творцов химии и историков химии хотя бы потому, что их определенное решение создает основу для оценки современной ситуации в науке, для того, чтобы составить известное представление о ее будущем ходе развития.

⁵³ Д. И. Менделеев. Соч., т. XXIV, стр. 155. В связи с этим важно отметить, что Менделеев не считал незнание природы химического сродства, на современном ему этапе истории химии, препятствием к ее прогрессу. Ведь добилась же астрономия точности и общности предсказаний без знания природы всеобщего тяготения!

Решение этих вопросов представляется совершенно необходимым для ученых, которые пытались обозреть состояние своей науки в целом, ее связи и отношения с другими науками и пути ее дальнейшего развития.

Почти для всех крупных химиков XIX столетия характерен огромный интерес к истории своей науки и науки в целом. В ней они искали зародыши тех идей, которые стали господствующими в современной химии.

Можно привести ряд высказываний химиков по вопросам истории науки, из которых следует, что круг их интересов в этой области не ограничивался одной историей химии, что последнюю они рассматривали как важное течение в общем потоке развития человеческой мысли, между всеми компонентами которого имеется определенная связь.

Так, например, Менделеев в статье «Перед картиною А. И. Куинджи» отмечает органическую связь между возникновением в живописи нового жанра — пейзажа и становлением естествознания. Общим, по мнению Менделеева, для человеческой мысли до возникновения указанных феноменов, разных по своему значению, но имеющих общие корни, было сосредоточение всего на человеке, в котором «находили бесконечное и божественное, вдохновляющее; тогда поклонялись уму и духу людскому. В науке это выразилось тем, что ее венцом служила математика, логика, метафизика, политика. В искусстве людское самообожание выражено в том, что художников занимал и вдохновлял только человеческий образ»⁵⁴.

В силу определенных причин, которые Менделеев специально не анализирует, «люди разуверились в самобытной силе человеческого разума, в возможности найти верный путь лишь углубляясь в самих себя»⁵⁵. Для них стало понятным, что «направляя изучение на внешнее, попутно станут лучше понимать и себя, достигнут полезного, спокойного и ясного, потому что к внешнему можно отнестись правдивее»⁵⁶.

Таким образом, становление современной науки, которое Менделеев относит не к Возрождению, а к XVII столетию, связывается с обращением интереса к внешнему, к природе, раскрытие законов которой дает ключи к объективному изучению «венца природы» — человека.

У ряда химиков XIX столетия мы находим экскурсии в историю античной науки. Различные оценки характера и значения античной науки мы встречаем у Э. Мейера и К. Шорлеммера.

Характеризуя древнейший период до появления алхимии, Э. Мейер писал, что это время может быть отмечено «как период грубого эмпиризма, шедшего наперекор химическим фак-

⁵⁴ Д. И. Менделеев. Соч., т. XXIV, стр. 247.

⁵⁵ Там же, стр. 247—248.

⁵⁶ Там же, стр. 248.

там. У древних народов мы встречаем, с одной стороны, упорное нерасположение к производству опытов, которые одни только и дают возможность раскрыть тайны природы, а с другой — болезненную склонность ко всякого рода смелым догадкам, стремящимся к нахождению конечной причины всех вещей. Аристотель, который долгое время давал направление естественным наукам, считал, что дедуктивный путь скорее всякого другого ведет к намеченной цели...

Состояние всех естественных наук вообще и особенно химии древних времен служит красноречивым доказательством, как вкрадывались и прочно укреплялись самые грубые ошибки, исключительно благодаря методу мышления»⁵⁷.

Шорлеммер полемизирует с укореившимся взглядом, что древние философы следовали «предательской тропинкой спекуляции вместо надежного пути наблюдения и эксперимента.

Этот взгляд не может считаться истинным, так как мы находим и среди древних много проницательных наблюдателей. Достаточно взглянуть в произведения Страбона и ознакомиться с тем, что говорил Посидоний о приливах и отливах, или прочесть Гераклита, чтобы найти у них доказательства более ясного понимания необходимой связи между материей и движением, чем это выражено у многих современных физиков»⁵⁸.

Оценка характера античной науки и ее значения для последующего развития научного познания у Шорлеммера существенно отлична от традиционного подхода, в русле которого, как правило, находилось большинство ученых XIX столетия, и который выражен в приведенных словах Мейера.

Не в нашей власти, писал Г. Копп, присваивать себе опыт и результаты, которые может принести только будущее, но в некотором смысле мы в состоянии продлить нашу жизнь назад, в прошлое, усваивая опыт тех, кто жил до нас, и знакомясь с их взглядами так, как если мы были их современниками⁵⁹.

Мысль Коппа, что вся история науки должна «принадлежать» современному ученому, характерна для господствующих уонастроений в химии в течение всего XIX столетия.

Знакомство с историей современной химии, писал Менделеев, крайне необходимо не только для специалистов по этому предмету, но и для всех тех, кому желательно уразуметь эволюцию мысли естествоиспытателей нашего времени в отношении ко всему природному, т. е. к механическому, физическому и биологическому мировоззрению⁶⁰.

Менделеев считал, что история науки нужна не только для понимания пути науки, но и для «восприятия» результатов нау-

⁵⁷ Э. Мейер. История химии..., стр. 5.

⁵⁸ К. Шорлеммер. Возникновение и развитие органической химии, стр. 46.

⁵⁹ См. там же, стр. 285.

⁶⁰ См. Д. И. Менделеев. Предисловие.— Э. Мейер. «История химии...», стр. VII.

ки в единстве со способом их получения, а также для пробуждения активного интереса к современным проблемам науки, что в значительной степени достигается только тогда, когда у человека появляется масштаб для их разносторонней оценки, который может дать история науки.

«Сопоставляя прошлое науки с ее настоящим,— писал Менделеев,— я старался развить в читателе дух пытливости, не довольствующийся простым описанием или созерцанием, а возбуждающий и приучающий к упорному труду и стремящийся везде, где можно, мысли проверять опытом»⁶¹.

С. Канницаро писал: «... понять и определить значение работ в этом отделе науки (атомистика.— *Н. Р.*) возможно только тогда, когда мы обратимся назад и отыщем происхождение не только теперь господствующих идей и методов, но также и тех теорий, которые хотя и покинуты и даже позабыты, однако оставили в науке, прежде всего в языке, до сих пор не изгладившиеся следы»⁶².

Бутлеров отмечал, что изучение истории науки приводит к выводу, что «наряду с самыми плодотворными и развитыми идеями высказываются зародыши других идей, которые самими авторами остаются почти незамеченными. В каждый данный промежуток времени обыкновенно думают, что те воззрения и те идеи, которые развиты вполне и на которых мы выучились, составляют, так сказать, последнее слово науки. Но здесь легко впасть в ошибку. Вообще желательно, чтобы не придавали большой важности частностям и чтобы побольше обращали внимание на зародыши новых идей, значение которых еще не выяснилось, но которые всегда находятся и разрешение которых ведет нередко к определенному и действительно серьезному движению науки вперед»⁶³.

Он указывает, что часто ученые, стоящие на различных позициях и ведущие острую полемику между собой, приходят в конце концов к одной и той же цели и развитию одного и того же воззрения.

Будем надеяться, писал Бутлеров, заканчивая свой «Исторический очерк развития химии», что при взгляде на прошлое молодые химики будут черпать для себя наставление для того, чтобы работать с большей пользой в будущем⁶⁴.

Ф. Савченков видел основную задачу истории науки в раскрытии «происхождения научных мыслей и их изменений».

⁶¹ Д. И. Менделеев. Основы химии. Предисловие к 8-му изд.— Соч., т. XXIV, стр. 48.

⁶² С. Канницаро. Обзор развития понятий об атоме, частице и эквиваленте. Киев, 1873, стр. 2.

⁶³ А. М. Бутлеров. Исторический очерк развития химии.— Соч., т. III, стр. 279.

⁶⁴ См. там же, стр. 280.

Он указывал, что нельзя писать историю химии XIX столетия, описывая работы каждого ученого отдельно, не упоминая о современных им исследованиях других ученых.

Историко-научная концепция Савченкова наиболее рельефно выражена в известных словах Паскаля, к которым он присоединяется и считает их наиболее адекватной «формулой» историко-научного процесса: на поколения, сменяющиеся во все века, нужно смотреть как на одного человека, который постоянно живет и учится.

Эта формула объединяет в себе, органически сливает принцип непрерывности развития и принцип создания нового в историческом движении.

Савченков писал: «Каждое поколение человечества, заимствовав от предыдущих поколений сделанные ими наблюдения и собранные ими результаты, продолжало их работу и передавало следующему поколению полученное им наследство, увеличенное своею собственною работою. В научной работе все человечество может быть рассматриваемо как один человек, постоянно занятый работою наблюдения и размышления.

Начинающий изучение науки находится на той точке, с которой этот один человек — человечество начало известный ряд наблюдений, с ним он должен постепенно доходить до тех результатов, до которых оно дошло, и тогда ему станут понятны эти результаты, тогда только он увидит, что искало, как искало и что нашло человечество. Самый естественный путь изучения наук — исторический; если указаны условия, при которых возникли известные вопросы, то и самые вопросы станут понятны; если затем указать приемы решения этих вопросов, как удачные, так и неудачные, то станет понятно движение этих вопросов к разрешению, станут ясны выработанные наукою истины, развивающие понимание человека, делающие его разумным в социальной машине, в которой он в одно и то же время и двигатель и приемник движения, — разумным деятелем, который должен знать, как действовала до него машина, как она действует, побуждаемый деятельностью прошлого человечества, обязанный сдать свою деятельность будущим поколениям»⁶⁵.

Трудно, говорил в своей речи 10 сентября 1887 г. на заседании Русского физико-химического общества Н. Бекетов, предвидеть будущий ход науки и тем более составить будущий план для будущих исследований, но возможно до некоторой степени схватить, так сказать, момент движения и уяснить себе связь настоящего состояния науки с прошедшим и понять смысл ее задач.

«Схватить момент движения» — это, конечно, означает понять современное состояние науки в его движении, превращении в будущее, для чего совершенно необходимо знать прой-

⁶⁵ Ф. Савченков. История химии, стр. 3—4.

денный наукою путь, раскрыть связи настоящего с прошлым науки.

Внимание к истории науки со стороны химиков XIX столетия объясняется острым «ощущением» ими прогресса науки, бесконечности этого процесса, преходящего значения существующих теорий и представлений, а отсюда пониманием того, что необходимо видеть «сцепления» между различными измерениями времени в движении науки.

■

Периодизация науки, выделение в ней узловых и поворотных моментов, представляет исключительно важную компоненту историко-научной концепции ее автора. Центральным вопросом всякой периодизации являются ее основания, критерии, которыми пользуется автор для выделения соответствующих периодов в истории науки.

В литературе XIX столетия нет единства в решении проблем периодизации, но, несмотря на различие оснований периодизации, их авторами, в основном и главным, выделяются хронологически те же периоды, но оценки их значения в истории химии и характеристики того, что же для каждого из них представляет доминанту, — разные.

Наиболее интересная периодизация истории химии, пожалуй, принадлежит Либиху, который считал, что в ней последовательно возникают следующие категории: свойство, отношение, количественный закон.

В первый период развития химии, указывал Либих, все силы были направлены на определение свойств тел: этот период — период алхимии⁶⁶. Второй период обнимает исследования взаимных отношений, или связи между этими свойствами; это составляет период флогистонной химии; в третьем периоде, в котором находимся и теперь, мы определяем посредством мер и веса отношение между собою свойств тел. Индуктивные науки начинаются с вещества, потом следуют правильные идеи, наконец, является математика со своими числами и заканчивает собою дело⁶⁷.

С иных позиций подходили к периодизации химии Копп и Э. Мейер. Последний выделяет в истории химии следующие периоды⁶⁸.

1) Алхимический, начавшийся в IV в. и тянувшийся вплоть до первой половины XVI столетия. Несмотря на ложное на-

⁶⁶ В письме к Моору (от 29 июня 1849 г.) Либих писал: «...Я занялся историей алхимии и натрохимии и открыл, что они являются не заблуждением времени, а естественной ступенью развития» («J. von Liebig und F. Moor in ihren Briefen...» Leipzig, 1940).

⁶⁷ См. Ю. Либих. Индукция и дедукция, стр. 64—65.

⁶⁸ См. Э. Мейер. История химии..., стр. 2—4.

правление, указывает Мейер, труды алхимиков, впрочем, немало способствовали расширению круга сведений о химических фактах.

2) В первой половине XVI столетия в химии становится заметным новое направление, хотя и алхимические тенденции не совсем еще прекратили свое существование. Э. Мейер отмечает, что это новое направление (период медицинской химии — натрохимии) начался почти одновременно с реформацией и началом нового периода всемирной истории.

3) С середины XVII столетия натрохимическое направление вытесняется новым, которое характеризуется, во-первых, стремлением к образованию отдельной отрасли естествознания и к независимости от других наук и, во-вторых, к изучению состава тел (начиная с Р. Бойля).

Лишь после принятия и точного установления этой задачи можно говорить о химии, как о такой науке, которая, не обращая внимания на узко практические выводы, стремилась исключительно к цели идеальной — к познанию истины путем точного исследования.

Этот период, когда внимание химиков в основном было привлечено к установлению химизма горения, может быть назван периодом флогистона.

4) Антифлогистонная система Лавуазье знаменовала наступление нового периода. Этот период, который может быть назван переходным (между флогистоном и атомистическим учением), Мейер вслед за Коппом называет периодом количественных исследований.

Его непосредственным продолжением является период атомистического учения, начавшийся с Дальтона.

В предложенной периодизации первые три периода выделены по предмету химии (т. е. его изменению).

Дальнейшая периодизация ведется по концептуальным системам, образующим теоретическое основание химии.

Историко-химические работы XIX столетия освещают поворотные моменты в развитии химии: создание в ней первой генеральной теории (теории флогистона), революцию в химии (Лавуазье), результатами которой было возникновение в ней нового логического строя (утверждение теории, имевшей логические параметры, характерные для теорий, возникающих в горниле научной революции XVII столетия), и перевод ее развития на количественные рельсы, становление новой атомистики, ставшее основным руслом развития химии, развитие органической химии, сопровождавшееся вначале частой сменой в ней теоретических представлений, а также общие закономерности развития науки, в частности проблемы генезиса понятий и соотношения между последовательными теориями в науке.

Последний вопрос глубоко интересовал химиков в связи с научной революцией, крушением «великой системы» Берцеллиу-

са и калейдоскопом сменявших друг друга теорий в органической химии.

В связи с судьбой теории флогистона в историко-научных работах высказываются общие соображения относительно роли отброшенных в истории науки теорий. В 8-м издании «Основ химии» Менделеев писал, что «понятие флогистона соответствовало духу времени, когда в науку вводились невесомые жидкости» и что «учение Шталаля включает в себе, в сущности, представление о выделении энергии, но при этом упущено, что все явления есть только следствие происходящего соединения»⁶⁹. В отношении Лавуазье, персонифицировавшего революцию в химии в конце XVIII столетия, в этих исследованиях подчеркивается, что его заслуга состоит не столько в новых экспериментальных открытиях, сколько в создании новой теоретической системы, полученной в результате критического анализа, как совокупности фактов, имевшихся в фонде химии, так и представлений о них.

Другой крупной вехой в истории химии была, несомненно, атомистика Дальтона.

Атомное учение Дальтона, несмотря на оппозицию к нему со стороны отдельных химиков, вскоре после своего появления стало играть роль фундамента всего здания химической науки.

В свете этой теории прежде всего получил рациональное объяснение закон определенных отношений. Учение об определенных отношениях, отмечал Дальтон, кажется мистическим, если мы не признаем атомной гипотезы. Так же выглядели мистическими и законы Кеплера, пока их столь удачно не разъяснил Ньютон.

Насколько важными для химической науки представлялись идеи Дальтона, насколько химия «сжилась» с ними, хорошо выражено Либихом: «Все наши понятия так сплетены с дальтоновской теорией, что мы не можем себе представить время, в которое она не существовала еще»⁷⁰.

Канницаро позднее писал, что «...атомная теория все более и более вплелась в основу самой химии, и что ее невозможно отделить без нарушения всего строя науки»⁷¹.

Канницаро различает в создании атомистики, как и всякой другой теории, два аспекта — логический и психологический — обусловленность становления новой теории всем ходом развития науки и то, какими путями ее автор пришел к результатам, имевшим эпохальное значение.

«Я не желаю принимать участия в весьма оживленном споре между биографами Дальтона о том, знал ли он или нет о

⁶⁹ Д. И. Менделеев. Соч., т. XIV. М.—Л., 1949, стр. 97.

⁷⁰ Цит. по: С. Канницаро. О пределах и о форме теоретического преподавания химии. Киев, 1873, стр. 3.

⁷¹ Там же.

законах Венцеля и пользовался ли он аналогиями тогда, когда зарождалась его теория, или же, напротив того, он дошел до своей теории одним из тех особенных путей, которыми многие избранные таланты, от немногих и несовершенных экспериментальных данных достигают истины.

Такое рассмотрение если и имеет некоторую важность для истории ума манчестерского химика, имеет весьма малое значение для общей истории развития науки⁷². Таким образом, для истории важно выяснение причин создания новой теории, которые коренятся в логике ее развития, а не раскрытия того, как творец науки выполнил «веление времени», что составляет прерогативу психологии творчества.

В химии, писал Э. Мейер, уничтожалась бы всякая возможность теории, даже всякого конкретного представления, если бы захотели бросить атомистику.

Кекуле писал, что теория Дальтона объясняет закон постоянства состава, но в отношении закона кратных отношений делает это лишь в общей и довольно неопределенной форме. Теория Дальтона не отвечает на вопрос, почему различные элементы соединяются в тех, а не в других пропорциях. Теория атомности представляет собой то дополнение к теории Дальтона, которое позволяет полностью объяснить закон кратных отношений⁷³.

Атомистика, по утверждению Менделеева, сочетала учение древних атомистов с учением древних динамистов, а в сущности развилась самобытно. В атомно-молекулярной гипотезе Менделеев видел то начало, которое скрепляет обрывочные эмпирические знания химических наук в такой же мере, как уверенность во всеобщности законов природы и в неисчезаемости веществ.



Не только научная революция в химии и создание атомистики были предметом историко-научного анализа, но и более ранние и более поздние периоды истории химии. Историко-научные исследования крупных ученых-химиков (Бутлеров, Шорлеммер и др.) завершаются анализом генезиса современных понятий и теорий химии, характеристикой современной ситуации в ней и тенденций ее дальнейшего развития. Более того, анализ прошлого развития химии они используют для более углубленного понимания настоящего, для раскрытия его «корней». Историко-научные исследования используются ими как аргументы в пользу соответствующих научных концепций, т. е. история

⁷² С. Канниццаро. Обзор развития понятий об атоме, частице и эквиваленте и различных системах эквивалентов, стр. 13.

⁷³ Цит. по: Г. В. Быков. Август Кекуле, стр. 109—110.

науки самым тесным образом «вплетается» в актуальную научную деятельность.

В трудах химиков мы встречаемся с вопросом о «возвращении» к прошлому науки. «Возвращение», как это следует из анализа исторического развития науки, может иметь двоякий характер: наука на новом уровне развития «воскрешает» представления, которые были оставлены, вытеснены другими (естественно, что в этом случае речь идет не о реставрации старых представлений, а о «переключке» концепций, весьма разделенных во времени и существенно различающихся по своей основе и мощи); в других случаях «возвращение» имеет более буквальный характер, и оно состоит в выдвигании на первый план научного направления, которое в силу определенных причин ранее было отодвинуто, находилось известное время в тени.

Следовательно, «возвращения» могут иметь концептуальный или тематический характер.

То, что взгляды, высказанные очень давно, указывал Бутлеров, оказываются впоследствии справедливыми — не редкость. Примером может служить взгляд Бертолле о влиянии массы и физических условий на ход химических процессов и на состав образующихся соединений. Наконец, даже мнение Бертолле, что химические соединения не обладают всегда одинаковым составом, кто знает, может быть, со временем, окажется также не лишенным основания ⁷⁵.

Дальше Бутлеров говорит, что «...часто известный взгляд изменяется таким образом, что проводящий этот взгляд (или его наследники) снова возвращаются к первоначальному взгляду» ⁷⁶.

Случай с возвращением к оставленным представлениям, на который указывал Бутлеров и ряд других видных химиков XIX столетия, специфичен в том смысле, что химия «вернулась» к тем идеям, которые в свое время играли в ней видную роль, но в ходе дальнейшего развития были «позабыты», так как на первый план выдвинулась другая проблематика, поглотившая все силы и внимание ее наиболее крупных представителей. Канниццаро обращает внимание на возвращение в истории химии к идеям, которые в свое время не были приняты, так как считались ошибочными или не имеющими доказательной силы. «Вначале казалось, — писал Канниццаро, — что физические факторы были в несогласии с гипотезой Авогадро и Ампера, так что она была оставлена в стороне и очень скоро забыта; но затем химики самой логикой их исследования и в результате спонтанной эволюции науки, незаметно для них, были подведены к той же теории» ⁷⁷.

⁷⁵ См. А. М. Бутлеров. Соч., т. III, стр. 170.

⁷⁶ Там же, стр. 186.

⁷⁷ С. Канниццаро. О пределах и о форме теоретического преподавания химии, стр. 3.

Представление о предмете науки и ее месте в системе наук, конечно, составляет важную компоненту концепции науки. Частично эти представления отражены в анализе принципов периодизации истории химии. Проблема предмета конкретной науки включает вопрос о соотношении этой науки с другими.

Либих указывал, что поскольку сама природа составляет единое целое, постольку и все естественные науки находятся между собой в необходимой связи, так что одна не может вполне развиваться без участия всех других. В процессе своего развития отдельные науки, даже первоначально не связанные друг с другом, должны прийти в близкое соприкосновение. Шорлеммер считал, что возникновение различных наук, в дальнейшем весьма связанных друг с другом, имело не синхронный характер, а характеризовалось определенной последовательностью.

«Химия как наука об атомах является отраслью физики, науки о молекулах, а последняя в свою очередь зиждется на механике — науке о массах. Следовательно, физика и механика должны были хотя бы в зачаточной степени развиваться несколько ранее химии, чтобы сделать возможным ее возникновение»⁷⁸. В приведенном отрывке характеризуются предметы основных наук о неорганической природе. Физика, с этой точки зрения имеет своим предметом явления и процессы, обусловленные «игрой» молекул, при которой не изменяется их состав, не происходит разрыв или перегруппировка в них связей между атомами, тогда как химия имеет дело с атомами, т. е. с изменением их связей в молекулах.

Определение предмета физики и химии, данное К. Шорлеммером, разделялось в основном и другими химиками.

Так, Кекуле химию рассматривал как «учение о вещественных превращениях материи... Предмет химии составляет отношение тела к тому, чем оно было раньше, и к тому, чем оно может стать»⁷⁹.

Взаимоотношения химии с другими науками характеризуются Менделеевым следующим образом:

«Исходя из общих философских или абстрактных представлений древности, химия сперва была только особою главою физики. Но, постепенно обогащаясь своеобразными наблюдениями, она мало-помалу обособилась, нашла свои устои и, оставаясь связанной со всем теоретическим и прикладным естествознанием, выработала и продолжает развивать свой особый кругозор, который идет в параллель с чисто механическим и обещает его пополнить, хотя и доньше еще многие желают всю химию подчинить чисто механическим представлениям. Но ес-

⁷⁸ К. Шорлеммер. Возникновение и развитие органической химии, стр. 46.

⁷⁹ Цит. по: Г. В. Быков. Август Кекуле, стр. 143.

ли науки об организмах неизбежно приводят к пониманию индивидуальных особенностей, а науки физико-механического содержания стараются устранить совершенно это понятие об индивидуализме, то химия, уже своим учением о самостоятельности химических элементов, очевидно занимает срединное положение, оправдывающее тот интерес, который она представляет для философской мысли»⁸⁰.

Рассмотренный круг вопросов, которые были предметом анализа химиков первых 70 лет XIX столетия, указывает на то, что ими обсуждались все аспекты развития науки как системы знания (а из дальнейшего материала будет видно, что не последнее место в их «раздумьях» занимали вопросы, относящиеся к развитию науки как социального института).

Представления этих ученых о характере развития науки не утратили своего значения и в наше время. Среди большого круга вопросов, рассматривавшихся учеными, следует выделить следующие группы проблем — проблему преемственности в развитии науки, отношений между последовательными теориями, решения которых в значительной мере предвосхищают принцип соответствия, проблему функционирования науки как системы, генерирующей знание, и вопросы логического статуса основных феноменов науки и их динамики.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАУКИ И ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ КАДРОВ

Вопросы организации науки и подготовки ученых приобрели в XIX столетии в области химии большое значение. Интерес к этим вопросам ученых-химиков был вызван непрерывным расширением научных исследований и ростом контактов между химией и практикой. В XIX столетии занятие наукой становится профессиональным делом; работа в области науки для ученого превращается в источник его существования. Естественно, что это обстоятельство должно было выдвинуть проблему подготовки ученых. Начал существенно меняться облик химических лабораторий: вместо частных лабораторий XVIII столетия, существовавших на средства богатых ученых, в которых, как правило, они работали сами, без коллектива и помощников, начали создаваться лаборатории при университетах и других высших школах, имевших уже коллективы работников.

В XIX столетии возникают первые научные школы в химии, сыгравшие большую роль как в формировании ученых, так и в развитии ряда областей химической науки.

⁸⁰ Д. И. Менделеев. Предисловие.— Э. Мейер. История химии... стр. VII—VIII.

Первая научная школа создана была Ю. Либихом (1824—1852) в Гисенском университете. Трудно переоценить значение этой школы в истории науки.

Бутлеров, отмечая значение этой школы для развития химии, писал: «Слава этой школы со всех сторон влекла в нее учеников разных национальностей; сделавшись мастерами под руководством знаменитого мастера, ученики эти в свою очередь делались центрами, около которых группировались молодые научные силы. Бывшие гисенцы всюду разносили с собою характеризовавший школу дух строго научного исследования, бескорыстной преданности знанию и безграничной любви к истине. Один из младших учеников гисенской школы, уже давно и так рано утраченный русский химик Н. И. Соколов, говорил мне когда-то, что известное изречение Либиха «in Giessen gilt nur Wahrheit» казалось хвастливым преувеличением издали, но прибывшие в Гисен скоро убедились, что оно было точным выражением действительности»⁸¹.

К. Тимирязев указывал, что школа Либиха сыграла большую роль в развитии в России не только химии, но и всего естествознания⁸².

В. Оствальд подчеркивал, что школа Либиха сыграла исключительную роль в развитии германской химической промышленности.

Организатор и руководитель этой школы формулирует ряд принципов, которые должны быть положены в основу подготовки ученых — это воспитание инициативы, самостоятельного мышления, критического отношения к авторитетам, соединения теоретических знаний с экспериментальным мастерством и др.

Из школы Либиха вышел ряд выдающихся химиков, которые в свою очередь имели своих учеников. Научные школы были созданы Бунзенем, Кольбе, Гофманом. Все они, указывает Э. Мейер, усвоили основные положения учебного метода Либиха, прибавив к ним некоторые новые, и развивали чрезвычайно плодотворную деятельность.

Начиная с Либиха, вопросы подготовки ученых прочно вошли в «состав» деятельности крупных химиков XIX столетия.

В XIX столетии ставятся по-новому проблемы организации науки.

Менделеев, пожалуй, был первым из ученых, который подверг широкому обсуждению проблемы организации науки. Чрезвычайно интересная постановка этих вопросов содержится в недавно опубликованной его записке — «Какая же Академия нуж-

⁸¹ А. М. Бутлеров. Соч., т. III, стр. 95.

⁸² Зинин, как и большинство европейских химиков того времени, писал Тимирязев, был учеником Либиха, и к Гисену сходятся все пути, по которым проникала к нам (т. е. в Россию. — Н. Р.) не только современная химия, но косвенно и все экспериментальное естествознание (К. Тимирязев. Статьи по истории науки и о научных деятелях, стр. 149).

на России»⁸³. В ней Менделеев подчеркивает преимущество конструктивного подхода перед критическим и потому делает упор не на критике существующей организации науки, а на позитивных предложениях. Менделеев высказывает свое убеждение в том, что формы организации науки имеют исторически переходящий характер, что каждая эпоха в развитии науки характеризуется своим типом ее организации. Отсутствие соответствия между формой организации науки и ее задачами, как вытекающими из логики ее развития, так и обусловленными запросами практики,— тормозит ее прогресс, поэтому ликвидация этого несоответствия выступает как необходимое условие сообщения науке темпов развития, возможных при достигнутом ею уровне.

Форма организации науки устанавливается в результате соответствующих поисков, ее реализация часто является довольно сложным процессом. Менделеев отмечает, что наука за прошедшую историю знала три типа организации — монастырь, академию и университет, которые последовательно сменяли друг друга, причем известные формы организации, игравшие прогрессивную роль на определенной ступени развития науки, на следующем этапе ее истории начинают играть консервативную роль.

«Если так можно выразиться,— писал Менделеев,— то роль монастыря по отношению к науке сперва была прогрессивной, а потом стала консервативной. Такова (последовательно) и роль академий. Будучи первоначально передовыми, академии стали со временем, можно сказать, местом действительного консервирования науки»⁸⁴.

Менделеев отмечает, что «консерватизм в науке совершенно неизбежен»⁸⁵. Значит, по Менделееву, консерватизм в науке состоит в удержании результатов науки, но ее функционирование имеет и другую сторону — непрерывное творчество, получение новых результатов в форме теорий, методов исследования, фактов. Устаревшая форма организации науки выполняет одну из функций науки, но не в состоянии обеспечить выполнение ее основной функции — продуцировать новые результаты, обеспечить ее перманентный прогресс.

Менделеев указывает, что «академии учредили как корпорации, как цехи в то время, когда нужно было людям, занимающимся известного рода предметами, собираться вместе для того, чтобы сосредоточивать вместе силы. Хотя академии, с одной стороны, имели целью своей развивать науку для общего употребления, но они всегда, так сказать, сторонились народа и более или менее были замкнуты, составляли, так сказать, Олимпиаду науки, с массой никакой прямой связи и отношения не имели»⁸⁶.

⁸³ «Новый мир», 1966, № 12.

⁸⁴ Там же, стр. 181.

⁸⁵ Там же.

⁸⁶ Там же.

Менделеев правильно отмечает их замкнутый, кастовый характер, подчиненное значение их пропагандистской работы, ориентированной на очень узкий круг людей и то, что они не занимались подготовкой и воспитанием ученых. Но трудно переоценить ту роль в развитии науки, которую сыграли академии, в частности, например, Королевское общество в Англии.

Следующей ступенью организации науки стали университеты, соединяющие подготовку людей для научной деятельности с научными исследованием и распространением знания. Объединение этих функций в университетах подчеркивается Менделеевым.

«Не таковы университеты (в отличие от академий, имевших одну функцию — развивать знания.— *Н. Р.*). Их роль прямая — учить развивать и распространять знание в массах. Следовательно, если перейти от монастыря через академию к университету, то последовательное приближение к жизни, к общему распространению знания и науки будет совершенно очевидным»⁸⁷.

Таким образом, эволюция науки, сопровождающаяся сменой форм ее организации или, во всяком случае, возникновением новых типов организации наряду с существовавшими, характеризуется укреплением и развитием ее связей с жизнью, с практической деятельностью. Именно последнее обстоятельство — необходимость решения задач, выдвигаемых практикой, — оказывает решающее влияние на смену типов организации науки, на выдвижение той или иной формы ее организации на первый план.

Менделеев отмечает, что в последнее время (т. е. в 80-е годы, когда он составляет записку «Какая же Академия нужна России») наука вступила в новую фазу отношений с жизнью, что должно было привести к развитию нового типа ее организации, элементы которого уже появились.

Он писал: «В самое последнее время, можно сказать, на памяти еще молодых людей, наука сделала еще один дальнейший шаг, она вступила прямо по себе в жизнь... Почти всякому министерству нужен ученый комитет, заводские Каилте и Пикте. Механики на заводах уже делают замечательные опыты сгорания газов. Пивовар Грис занимается химическими исследованиями с большой тонкостью, так же как и производитель коньяку Лекок де Буабодран... Вследствие всего этого рождается новая ступень научного развития, следующая за университетом. Так что общий порядок будет такой: монастырь, академия, университет и практические, жизненной потребностью вызванные учреждения»⁸⁸.

В этих словах Менделеева отмечаются два новых явления,

⁸⁷ «Новый мир», 1966, № 12, стр. 181.

⁸⁸ Там же.

получивших несколько позднее — в конце XIX — начале XX столетия — довольно широкое развитие: возникновение крупных заводских лабораторий (в Германии — лаборатория «Бадише анилинунд сода фабрик» и «ИГ Фарбениндустри», в США — на «Дженерал электрик»), которые ставили перед собой задачу использования уже имеющихся научных результатов для улучшения технологии и решения ряда технических проблем, а затем для этих же целей широко развернули исследовательские работы, стали давать богатые научные результаты, и возникновение нового типа государственных научных учреждений (в России ученых комитетов при министерствах), как, например, организованный в 1912 г. в Германии Институт физической химии (Институт кайзера Вильгельма).

Эти научные организации, по словам Менделеева, прямо шагнули в жизнь, были непосредственно связаны с нуждами производства. Менделеев на самой заре возникновения нового типа организации науки правильно понял его значение и то, что в скором будущем ему предстояло стать ведущей формой организации научной деятельности. Таким образом, Менделеев отмечает начало четвертого этапа в развитии организационных форм науки, этапа, принципиальные стороны которого сохранились и в наши дни бурного развития науки, ее активного вторжения во все сферы социальной деятельности.

Менделеев отмечает еще одну важную черту нового этапа развития науки — это возросшее значение в ней «числа», количества работников в связи с расширением ее задач, в частности, практического характера. Общие усилия многих, писал он, превосходят по своему результату усилия даже так называемых гениальных людей.

Менделеев также указывает на существенную особенность в развитии науки, достаточно четко определившуюся в последней четверти столетия — возникновение новых направлений. Количество специальностей прибавляется, можно сказать, каждый десяток лет, так что раз определенный состав академиков был бы неудовлетворителен через небольшое число лет.

Основной пафос статьи Менделеева, пожалуй, состоит в подчеркивании огромной роли науки для государства. «Государству,— писал он,— на каждом шагу нужно заботиться о науке для того, чтобы идти правильно в различных своих мероприятиях»⁸⁹.

Менделеев считал, что каждое крупное государственное мероприятие должно предварительно получить научную апробацию, что может быть сделано высокоавторитетным научным учреждением. Он писал, что «вот эту роль французская академия выполняет, и всякое новое дело по всем ведомствам во Фран-

⁸⁹ Там же, стр. 182.

ции, так сказать, проходит через цензуру Парижской академии наук»⁹⁰.

Менделеев выступает с предложением коренной реорганизации академии наук, преодоления ее кастовости, оторванности от жизни, превращения ее в организацию, оказывающую большое влияние на развитие науки и ее применение. За академией должны остаться, указывал Менделеев, двойные обязанности: во-первых центрального научного общества, которое было бы действительным центром действительных научных сил страны, во-вторых, центрального научного комитета, в распоряжение которого должны перейти и предприятия практического государственного значения. Таким образом, по замыслу Менделеева, академия наук должна представлять собрание наиболее выдающихся ученых страны по разным специальностям и быть органом, который координирует и направляет работу всех ученых комитетов.

Менделеев наиболее полно и глубоко выразил одну из существенных особенностей науки, достигшей достаточной степени зрелости и большого влияния на развитие соответствующих отраслей экономики, а именно, что необходимым условием ее успешного развития является адекватная организация научной деятельности. Эти формы организации научной работы должны быть найдены, что для прогресса науки, по мнению Менделеева, имеет не меньшее значение, чем научные открытия.

ПРОБЛЕМА ДИСКУССИЙ В НАУКЕ

В XV и XVI столетиях, когда рождающаяся наука начала теснить схоластику, возникло отрицательное отношение к спору и дискуссиям. Так, Леонардо да Винчи считал, что опыт обнаруживает и удостоверяет истину, приобретающую после этого несомненный характер, так что нет необходимости в «вербальном» ее обсуждении. Но уже в XVII в., и в особенности в XVIII столетии эта точка зрения, игнорирующая роль и значение дискуссий в науке, была оставлена. Для ученых стало очевидным, что наука представляет «коллективное предприятие» и что условием ее успешного развития является кооперация усилий и обмен мнениями.

Все крупные события в химии конца XVIII столетия и в XIX столетии были отмечены горячими дискуссиями, столкновением противоположных точек зрения.

Научная революция в химии в конце XVIII столетия сопровождалась исключительно жаркой дискуссией между сторонниками и противниками флогистонной теории.

Дискуссии представляют противоядие в отношении ситуации,

⁹⁰ «Новый мир», 1966, № 12, стр. 182.

которую Берцелиус характеризует как привычку к какому-нибудь мнению, часто порождающую убеждение в его справедливости⁹¹.

Вюрц относительно спора между Бертолле и Пру по вопросу о постоянстве состава химических соединений, который начался в 1808 г., писал: «Воспоминание о нем неизгладимо столько же по громадности результатов, сколько по достоинству приемов, употребленных этими двумя могущественными соперниками, одинаково одушевленными любовью к истине»⁹².

Дюма в своей дискуссии с Берцеллиусом, в которую втянулись крупнейшие химики, работавшие в области органической химии, писал: «...иногда наши взгляды расходились, мы отдалялись друг от друга благодаря горячности споров; возникали дискуссии, о бурности которых мы сожалеем. Впрочем, кто осмелится оспаривать пользу, даже необходимость таких дискуссий? Кто может отрицать, что они вызвали к жизни много прекрасных исследований? Подобные споры сопутствуют всякой развивающейся теории»⁹³.

Менделеев отмечал необходимость дискуссий, потому что выдвижение всякой новой проблемы сопровождается созданием крайних гипотез.

На плодотворность выдвигания разных точек зрения еще в 1836 г. указывал Либих: «Если имеется два взгляда, с точки зрения которых можно поставить в определенную связь целый ряд химических соединений, то это при всех обстоятельствах должно считаться полезным для науки. Естественным следствием этого является стремление найти факты для подтверждения того или иного другого взгляда, а это может привести к важным и интересным открытиям. Эти взгляды не должны противоречить обычным законам, а чтобы иметь силу доказательств, они должны быть чем-то большим, чем простые аналогии. В качестве лучших взглядов мы бесспорно должны принять те, которые наиболее непринужденно и естественно истолковывают ряд изменений»⁹⁴.

Химики рассматривали дискуссию как весьма эффективную форму общения ученых — общения, которое стало совершенно необходимым для развития науки, превратилось в один из факторов ее прогресса.

⁹¹ «Постоянство по отношению к мнениям, — говорил Деви, — медленный яд умственной жизни, разрушитель ее блеска и энергии» (Цит. по: Р. А. Грегори. Открытия, цели и значение науки. Пг., 1923, стр. 78).

⁹² А. Вюрц. История химических доктрин..., стр. 18.

⁹³ Цит. по: Э. Гельм. История органической химии, стр. 64.

⁹⁴ Там же, стр. 62.

Начиная с XIX столетия химическая промышленность приобретает темпы развития, сравнимые с темпами других отраслей промышленности и даже их превосходящие.

Хотя целый ряд химических процессов, пишет Гриневиц, как, например, добыча металла из руды, приготовление стекла, мыла, были известны человеку с древних времен, другие (добыча серной кислоты, разных солей и т. д.) со средних веков, однако только начиная с XIX столетия даже и эти уже до того известные человечеству процессы приобретают совсем другую основу, благодаря развитию химических и технологических наук⁹⁵. Химическая наука выяснила сущность процессов, лежащих в основе производства соответствующих продуктов, позволила их усовершенствовать, разработала способы получения новых продуктов.

Больше чем какая бы то ни было другая отрасль промышленности химическая промышленность связана тесными нитями с научными достижениями теоретической химии, и обратно, эти достижения химии находят гораздо более скорое практическое применение, чем теоретические достижения какой-либо другой отрасли науки. Успехи химической науки были одним из решающих факторов не только развития химической промышленности, но оказали влияние на другие области промышленности, в которых важную роль играют или химические процессы, или добыча химических продуктов, а чаще и то и другое одновременно (например, производство кокса, металлургическая промышленность).

Побочные продукты, получаемые при производстве кокса, служат исходными продуктами производства всех искусственных красок (анилиновых, ализариновых, искусственного индиго, а также взрывчатых веществ). Естественно, что тесная связь между химической наукой и промышленностью, возникшая и окрепшая в XIX в., не могла не получить отклика в раздумьях ученых химиков об этих взаимосвязях, об их влиянии.

Связь между успехами в химии и реализацией их большей части в промышленности в первой половине XIX столетия подчеркивается А. А. Воскресенским. «Удивляясь быстрым успехам химии в теоретическом отношении, мы не должны выпускать из виду ее обширное влияние на благосостояние общества. Нет почти ни одной ветви промышленности, ни одного искусства, по-видимому, совершенно механического, которые бы не получили большего или меньшего изменения, сообразно с успехами новейшей химии, где бы не видно было ее могущественного влияния. Наука едва успевала дать ответ в открытиях, уж вслед за этими открытиями являлся целый ряд фабрик, которые обяза-

⁹⁵ См. В. Гриневиц. Народное хозяйство Германии. Берлин, 1924, стр. 90.

ны были им своим существованием. Шеврель еще не совсем окончил свои исследования о жирных веществах, а уже, основываясь на немногих данных, какие он сообщил публике, мы успели усовершенствовать мыльные заводы, нашли новое средство выгодным образом сбывать наши отечественные произведения, приготовляя стеариновую кислоту, которая в последние годы вошла во всеобщее употребление»⁹⁶.

Каждый успех в области теории, по словам Воскресенского, приводит ко все большему срастанию химии с жизнью. Однако узко утилитарная ориентация науки, как подчеркивал Воскресенский, не дает ожидаемых результатов, которые являются значительными в практической области, если наука не нацелена на решение коренных вопросов, на основательное изучение явлений, вместо поисков «плодов в почве, которая еще не возделана».

Я хотел только показать, писал там же Воскресенский, что науки имеют двойную цель: одна состоит в материальных выгодах, другая, высшая, служит основанием для них; она состоит в приобретении ясных понятий и расширении пределов нашего знания. Если последнее выпустить из виду, едва ли можно надеяться на успех в первом. «Быстро следовавшие одно за другим открытия по химии,— писал Г. Гесс,— поставили ее в течение немногих лет наряду с точными науками. Многочисленные открытия ученых уже сделались основанием предметов мануфактурной промышленности, и очевидность доказывает, что в некоторых странах Европы наука и промышленность ежедневно все более и более сближаются к обоюдной их пользе»⁹⁷.

Все химики XIX столетия считали, что рост познавательной мощи химии является совершенно необходимым условием ее успехов в практической области.

В XIX столетии многие выдающиеся химики занимались вопросами практического характера, что в большей степени определило их взгляды на соотношение между теорией и практикой, наукой и ее практическими приложениями⁹⁸.

⁹⁶ «Журнал народного просвещения», 1840, вып. 6.

⁹⁷ Г. И. Гесс. Основания чистой химии. Предисловие. СПб., 1831, стр. 1.

⁹⁸ Хорошо известны основополагающие работы Либиха в области сельской химии (правда, проведенные им после окончания его основных исследований в области теоретической химии). В отношении этих исследований, составивших эпоху, К. Маркс писал в «Капитале», что «выяснение отрицательной стороны современного земледелия, с точки зрения естествознания, представляет собой одну из бессмертных заслуг Либиха» (К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 23, стр. 515). Эти работы Либиха, связанные с изучением кругооборота элементов в природе и повышением урожайности в сельском хозяйстве, имели не только большое практическое значение, но привели к созданию новой области химии (агрохимии). Либих считал, что принципиальное решение какой-нибудь проблемы в науке, вывод ее за пределы теоретических, переводит в прикладные области науки. Причем определились две позиции, сторонники которых считали, что успешное развитие науки — предпосылка совершенствования существующих областей промышленности и создания новых производств.

Различие между ними выступало в следующем: одни исходили из того, что наука, решая собственные задачи, передает промышленности определенные результаты, которые ее обогащают и развивают, т. е. считали, что «ток» идет в одном направлении — от науки к промышленности. Другие считали, что эта связь между наукой и промышленностью является «двусторонней», т. е. что промышленность не пассивно ждет от науки результатов, а ставит перед ней соответствующие проблемы, включение которых в контекст науки представляет дополнительный стимул ее развития и что по мере развития науки и роста промышленности контакты между ними усиливаются, увеличивается их взаимосвязь.

Для иллюстрации этих позиций приведем высказывания Бутлерова, Менделеева и Берглю.

Плодотворные теоретические исследования всегда, по словам Бутлерова, приводят к значительным практическим результатам.

«Очевидно,— писал Бутлеров,— что только многочисленные разнообразные исследования над щелочами — исследования, которые не имели сами по себе никаких технических целей,— позволили пойти рациональным путем до удобного приготовления анилина и до получения из него массы разнообразных красильных веществ...»⁹⁹

«Мы видели, какие блестящие приложения получили эти труды, а между тем они понесены были на пользу науки без задних мыслей, без утилитарной цели. И если лет 20—30 тому назад спросили химика, только сделавшего то или другое из относящихся сюда открытий, зачем нужны нитрованные продукты углеводородов, на что годится бензоидам и проч., то ему в то время, конечно, пришлось бы ответить, что тела эти имеют лишь один научный интерес... Исследования всегда ведут за собою те или другие практические результаты, и не одно получение анилиновых красок составляет результат исследований органических щелочей»¹⁰⁰.

Далее Бутлеров пишет, какое влияние на экономику ряда стран окажет вытеснение краппа искусственным ализарином, что «такой переворот совершится вследствие массы химических исследований, которые не гнались за практическими целями, но обогатили науку общими понятиями и общими методами»¹⁰¹.

«Руководясь соображениями, основанными на изучении хинонов, Гребе, начавший свои исследования без всякой утилитарной цели, легко пришел к методу искусственного получения ализарина из антрацена»¹⁰².

⁹⁹ А. М. Бутлеров. Соч., т. III, стр. 16.

¹⁰⁰ Там же.

¹⁰¹ Там же, стр. 19.

¹⁰² Там же, стр. 18—19.

То, что развитие науки не может получить оптимальное осуществление, если общество не будет в этом заинтересовано, подчеркивалось Бутлеровым в его выступлении на торжественном собрании Академии наук 29 декабря 1870 г., где он говорил: «Легко и привольно живет наука лишь там, где она окружена полным сочувствием общества. Рассчитывать на это сочувствие наука может, если общество достаточно сближено с нею. Оно не считает тогда ее интересы чужими и сознает, что в науке лежит лучший источник его сил, что путь знания и путь развития в каком бы то ни было направлении всегда между собою совпадают. Для сближения необходимо знакомство — знакомство общества с целями науки и со средствами, которыми она их достигает; обществу нужна уверенность, что избранный наукой путь действительно плодотворен»¹⁰³.

Нужно, следовательно, убедить общество, что прогресс науки представляет необходимые условия прогресса любой области человеческой деятельности, необходимо ознакомление общества с проблемами и средствами их решения, необходимо убеждение общества, что путь, выбранный наукой, в каждый момент ее развития — наиболее перспективный, включает в себе наибольшие возможности, при достигнутом ее уровне, для получения результатов, в которых общество заинтересовано. Нужно убедить общество, говорил Бутлеров, что то, что делает лаборатория, где синтезируются вещества со странными названиями, и пока что не известное ни аптекарю, ни красильщику, необходимо для полного и быстрого развития науки, которая не останется в долгу перед теми лицами, труд которых непосредственно, практически пригоден для общества.

В своем отчете о поездке за границу летом 1861 г. Бутлеров приводит классификацию зарубежных химиков по вопросу о характере их интересов. Он отмечает, что «в старейшем слое их заметны две категории, обе приобретшие своими заслугами справедливую знаменитость: к одной можно причислить тех, которые, как Либих и Мичерлих, уже успокоились на своих лаврах и дают науке изредка новые факты, не отыскиваемые ими, но попадающиеся им. Они интересуются теперь скорее приложениями химии, чем чистой наукой, и, согласно сказанным однажды словам Либиха, что занятия теорией хороши для молодых людей, представляют ее новому поколению. Вторая категория старейшего слоя включает специалистов, усердно продолжающих работать; эти также не много заботятся о теории, но своими работами, наблюдениями, идеями продолжают обогащать известные отделы науки; таковы Бунзен, Велер, Шеврель, Стас и пр.

Ко второму слою химиков, младшему по сравнению с первым и весьма разнообразному, можно причислить всех осталь-

¹⁰³ Там же, стр. 9.

ных... Большинство этих химиков, несмотря на различие возрастов и положений, связано между собою сходством научных стремлений; почти все они занимаются преимущественно органической химией как наиболее интересной и наиболее обещающей для теории в настоящее время.

Главная цель их работы — обобщение или подтверждение и опровержение известных теоретических воззрений»¹⁰⁴.

Бутлеров здесь отмечает характерную особенность химической науки XIX столетия — в области теоретических исследований успешно работали представители молодого поколения, тогда как часть старейших химиков больше интересовалась приложениями химии.

Менделеев, который занимался не только теоретическими проблемами науки, но много уделял внимания и ее практическим приложениям, в своих выступлениях по этим вопросам неизменно подчеркивал органическое единство двух функций науки — познавательной и практической.

«Химия, как и всякая наука, — писал он, — есть в одно время и средство и цель. Она есть средство для достижения тех или других практических, в общем смысле этого слова, стремлений... В этом смысле роль наук служебная, они составляют средство для достижения блага. К этому, уже почтенному, призванию присоединяется, однако, другое; в химии, как и в каждой выработанной науке, есть ряд стремлений высших, не ограничиваемых временными и частными целями (хотя и приводящих к ним и несколько им не противоречащих), и знакомство с нею в этом отношении, воодушевляющее ее приверженцев и деятелей, выражается прежде всего известным мирозерцанием на предмет ее исследований»¹⁰⁵.

«Прямые применения знаний к сознательному обладанию природою, — пишет Менделеев, — составляет силу и залог дальнейшего развития наук»¹⁰⁶.

У Бутлерова мы находим подчеркивание примата теоретического исследования над исследованиями, предпринятыми с утилитарной целью, указание на то, что решение практических задач приходит в результате успехов в области теории.

Менделеев солидаризируется с этим положением¹⁰⁷, но наряду с этим развивает тезис об огромном значении для дальнейшего развития науки, выдвижения и решения практических задач, подчинения сил природы власти человека.

¹⁰⁴ А. М. Бутлеров. Соч., т. III, стр. 79.

¹⁰⁵ Д. И. Менделеев. Предисловие к 3-му изд. «Основ химии». — Соч., т. XXIV, стр. 5.

¹⁰⁶ Там же, стр. 4.

¹⁰⁷ Он, например, писал: «Так, привыкли мы утверждать, что наш век есть век практический, что весьма полезно получить лишний раз убеждение в том, что интересы, совершенно чуждые практических задач, заслуживают общественное внимание» (Д. И. Менделеев. Соч., т. XXIV, стр. 235).

Вопрос о связи между теорией и практикой в XIX столетии в значительной степени сводится к вопросу о связи между наукой и техникой, между наукой и экономикой. Двусторонний характер этой связи, т. е. тот факт, что наука выступает по отношению к технике не только «донором», но и «акцептором», отмечается некоторыми химиками XIX столетия.

На взаимное оплодотворение науки и техники указывал известный историк химии Э. Мейер.

Химическая индустрия, писал он, есть детище нового времени. Ее развитие идет рука об руку с разработкой чистой химии. Отмечая помощь, оказанную научной химией основным отраслям химической промышленности, Э. Мейер пишет: «Если этим путем научная химия оказала услугу технике, то и последняя ответила первой весьма важными данными: напомним об открытии селена и галлия, о некоторых в высшей степени ценных исследованиях, например над степенями окисления азота (Лунге) и т. д. Всем этим научная химия некоторым образом обязана технике»¹⁰⁸.

Изучение фактического хода развития химии привело Мейера к указанным выводам.

Широкую постановку вопроса о связи между наукой и важнейшими сторонами жизни мы находим у М. Бертло, который рассматривает науку как фактор, преобразующий жизнь, оказывающий огромное влияние на ее основные области. М. Бертло раскрывает большое влияние науки не только на сферу материального производства, но и на все области духовной жизни.

С наукой, указывал Бертло, родился новый фактор, простирающий свое влияние на сферу политическую, экономическую и моральную, фактор, не существовавший ранее даже в зачатке, сила, постоянно растущая и все более выдвигающаяся против узкого косного духа партий, цепляющихся за темное прошлое.

Бертло видит «знамение настоящего времени, когда современная наука начинает входить в житейские дела с диктованием своих законов и методов, с активностью и успехами, увеличивающимися с каждым днем. Минеральный мир будет управляться физикой и химией, в ожидании отдаленного дня, когда наука, может, возьмется за превращение живых существ»¹⁰⁹.

Основную заслугу науки Бертло видит в том, что наука освободила мысль, а свободная мысль освободила народ.

Развитие человеческого общества Бертло связывает с прогрессом науки; ее значение в настоящем велико, а ее роль в осуществлении самых благородных мечтаний людей — огромна.

«Наука господствует решительно надо всем, она одна оказывает прочные услуги. Ни одна человеческая личность, ни

¹⁰⁸ Э. Мейер. История химии..., стр. 462.

¹⁰⁹ М. Berthelot. Science et Libre Pensee. Paris, 1905, p. 186—187.

одно человеческое учреждение не будут иметь прочного авторитета, если не будут соотносываться с требованиями науки.

Благодаря науке наступят, наконец, благословенные времена равенства и братства всех перед светлым законом труда»¹¹⁰.

Таким образом, химики XIX столетия отмечают решающее влияние науки на развитие техники, а через нее на все области хозяйственной деятельности, обратное влияние запросов техники и практики на развитие науки, влияние науки на все области духовной жизни людей.

Наряду с этим подчеркивается, что оптимальным способом существования науки, который обеспечивает наибольшее развертывание ее возможностей и решение ее задач практического характера, является тот, при котором наука ориентирована в первую очередь на решение фундаментальных вопросов, поставленных на «повестку дня» ходом ее развития.

Все ученые, начиная с Воскресенского и Зинина, подчеркивающие только одну сторону отношения между наукой и жизнью — ее значение для развития промышленности, до Менделеева и Бертолле, отмечавшими влияние науки на все сферы материальной и духовной науки, — акцентировали, что указанные явления — дитя XIX столетия и что они имеют устойчивую тенденцию к их дальнейшему развитию.

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Необходимость подготовки ученых — химиков и высококвалифицированных инженеров для химической промышленности привлекла внимание к различным аспектам данной проблемы, в частности к вопросу — как составлять основные курсы химической науки. Центральными вопросами, которые в этой связи становятся предметом обсуждения, являются вопросы о соотношении в изложении науки, ее результатов и путей, приведших к ним: что брать в качестве исходного пункта — современное состояние науки или ее историческое развитие. Наиболее интересные мысли по этим вопросам были высказаны выдающимся химиком-мыслителем С. Канниццаро, поставившим вопрос: нужно ли, чтобы учащийся «прошел» весь путь науки, или он должен начинать ее изучение с основ, заложенных ранее, но не с начала истории науки?

Этот вопрос Канниццаро ставит прежде всего в отношении изучения химии и конкретизирует его следующим образом: в основе современной химии лежит атомистика, к созданию которой она пришла после долгого и трудного пути — так, с чего начинать изучение химии, с атомистики или следует «проходить длинный и утомительный путь индукции для того, чтобы подняться до нее».

¹¹⁰ *M. Berthelot. Science et Morale. Paris, 1897, p. 11.*

Отвечая на этот вопрос о пути науки, Канниццаро пишет: «Весьма полезно поспешить дойти до нее (т. е. до атомистики.— *Н. Р.*) с помощью одной из тех уловок, к которым нередко прибегает человеческий ум для того, чтобы быстро подняться до высоты, с которой сразу можно открывать соотношения между явлениями»¹¹¹.

Но вместе с тем он указывает, что «весьма часто случается, что ум начинающего заниматься изучением какой-либо науки должен пройти через все те фазы, через которые прошла сама наука при своем историческом развитии.

При преподавании, например, астрономии можно до известного пункта постепенно идти восходящим путем индукции потому, что сама наука следовала ему при своем развитии: именно законы Кеплера были открыты прежде, чем они были выяснены и связаны в одно целое — теорию тяготения. Не то было при развитии химии. Атомная теория со своим появлением не ожидала пока независимого не будут открыты и точно выражены все эмпирические законы: напротив, она-то и дала возможность предугадать и открыть большую часть их, она-то и помогла оценить значение того небольшого, что было известно относительно этого предмета: она-то, наконец, снабдила и языком для выражения всех этих законов»¹¹². Эта развитая и усовершенствованная теория (атомистическая) в настоящее время и должна быть вводимая в преподавание при самом начале курса¹¹³. В приведенной цитате по сути дела содержится как концепция развития химии, в отличие, например, ее от особенностей истории астрономии, а также определенная позиция по вопросу о преподавании химии, причем вторая вытекает из первой позиции.

Атомистика с этой точки зрения представляет тот пункт, который «вобрал» в себя все то «немногое», что было до него (в том смысле, что она дала рациональное объяснение ранее открытым эмпирическим законам) и развитие которого обусловила непрерывное наращивание «мощи» химии.

Важно, конечно, и то обстоятельство, подчеркиваемое Канниццаро, что атомистика дала химии «общий язык», объединивший ее разные отделы и направления в единую науку, успешно развивающуюся в фарватере атомно-молекулярного учения.

Канниццаро различает собственно историко-научное исследование, в котором следует соразмерить развитие различных частей и строго следовать хронологическому порядку, и привлечение истории для того, чтобы сделать более очевидными приводимые доказательства.

¹¹¹ *С. Канниццаро*. О пределах и о форме теоретического преподавания химии, стр. 1.

¹¹² Там же, стр. 2.

¹¹³ См. там же, стр. 3.

Ф. Н. Савченков считал, что исторический способ изложения материала имеет преимущество перед изложением современного состояния науки, как суммы результатов, «но если до сих пор отдается преимущество второму способу, то это, конечно, происходит, во-первых, от желания уменьшить объем изучаемых предметов, во-вторых, от трудности найти ту точку отправления, с которой должно начинаться историческое значение науки, а главное, от невыработанности системы истории науки»¹¹⁴.

Таким образом, проблема преподавания химии обсуждалась, главным образом, в плане выбора для этой цели исходной точки, в качестве которой предлагается или современное состояние науки, или теория, сформировавшаяся прежде, но в ключе которой наука на данном этапе своего развития продолжает работать, или история науки, в ее концентрированном выражении. Выбор последнего варианта, по мнению Савченкова, является более верным, но его реализация лимитируется отсутствием хорошо разработанной системы истории науки. Канницаро в качестве такого отправного пункта предлагал выбрать атомистику, в фарватере которой после ее создания, шло развитие химической науки.

ПРОБЛЕМЫ ТВОРЧЕСТВА

Вопросы механизма научного творчества, наиболее подробно и систематически рассматриваются Либихом. Он уделяет большое внимание той роли, которую в научном творчестве играет фантазия, воображение и соотносит это с ролью дискурсивного мышления.

Разум и фантазия, указывал Либих, одинаково необходимы для наших знаний и равноправны в науке. Они оба принимают известное участие во всех проблемах физики и химии, медицины, политической экономии, истории и оба занимают известное место в этих областях. Часть этих областей, в которой властвует сила воображения, бывает тем больше, чем меньше определено и менее ясно положительное знание, которым ограничивается разум; прогресс заключается в том, что с увеличением наших знаний исчезают представления, обязанные своим происхождением силе воображения. Так, в первые периоды развития науки в ней властвует одна фантазия, но затем она все более и более подчиняется разуму, становясь его полезной и ревностной служанкой¹¹⁵.

Таким образом, Либих считал, что фантазия (воображение) представляет одно из средств, с помощью которого создаются представления, достигаются определенные результаты, но ее

¹¹⁴ См. Ф. Н. Савченков. История химии, стр. 8.

¹¹⁵ См. Ю. Либих. Индукция и дедукция, стр. 26.

роль уменьшается с прогрессом науки, приобретает служебный характер. Либих связывает с воображением и разумом два основных метода науки — индукцию и дедукцию. Индукция, указывает Либих, ведомая фантазией, созерцает и творит, но она неопределенна и безмерна; направляемая же разумом, дедукция анализирует и ставит пределы; она определена и измерима.

Одно из существенных отличий дедуктивных исследований в области естествознания есть мера; конечную цель, к которой направляются все подобные работы, составляют численное выражение свойств предмета, явления или факта. Фантазия сравнивает и различает, но не измеряет, потому что для измерения нужен масштаб, который есть продукт разума¹¹⁶.

Следовательно, фантазия, равная индукции, дает результаты качественного характера; количественные результаты — прерогатива дедукции, равной разуму.

Либих не объединяет оба метода исследования в одном ученом; он производит расщепление ученых на индуктивных исследователей, для которых наиболее важно широкое знакомство с чувственными явлениями, сферой деятельности которых являются физические, физиологические и химические лаборатории, и дедуктивных мыслителей, чьей стихией являются законы, обобщения.

Но вместе с тем Либих считал, что большинство результатов в науке, в том числе и в наиболее абстрактной науке — математике, получены не дедукцией, а силой воображения или эмпирическим путем. Либих ссылается на свою беседу с одним математиком, который считал, что математик, как и естествоиспытатель, без художественного дарования ничего не может сделать для чистой науки.

Как в науке, так и в повседневной жизни, указывал Либих, умственные операции не совершаются по правилам логики, а доказательству всегда предшествует представление некоторой истины, созерцание какого-либо процесса или причины явления. Ученый не приходит к заключительным выводам от предпосылок, а наоборот, эти выводы им предшествуют, предпосылки же впоследствии точно разыскиваются, как доказательства.

Согласно этой концепции научный результат достигается не последовательным логическим движением мысли, а ее «скачком», закрепление которого необходимо требует отыскания предпосылок и реализации всей логической «процедуры».

Интересно отношение Либиха к использованию математики в естествознании.

Либих математику рассматривает как инструмент, служащий средством для достижения известных целей. «Но если естествоиспытатель ограничивает свое исследование применением

¹¹⁶ См. там же, стр. 26—27.

математики, то его работа превращается в чисто механическую, требующую только памяти; но совершает дела не инструмент, а человеческий дух. Мы должны согласиться, что без разума, остроумия и дара наблюдательности все математические сведения не принесли бы и пользы»¹¹⁷.

Ученый начинается с умения ставить вопросы, определять связь явлений и находить их причины, выражать результаты своих исследований языком математики, находить эти формулы «в явлениях и тем доказывать их справедливость».

«Математика, сама по себе, не может делать открытий в науке естествознания — она всегда разрабатывает только данное, наблюдаемое посредством чувств, созданную духом новую мысль»¹¹⁸.

Таким образом, математика, согласно точке зрения Либиха, не имеет эвристического значения, т. е. с ее помощью не могут быть получены новые результаты, а ее функция служит к обработке эмпирического материала и в сообщении определенной формы идеям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Химики XIX столетия интересовал весьма широкий круг вопросов, охватывающих все стороны способа существования и развития науки, причем интерес к этой проблематике был продиктован чувством ответственности за развитие науки, стремлением сделать саму науку предметом изучения. Для XIX столетия характерно выдвижение тех проблем, которые приобрели исключительную актуальность во второй половине XX столетия.

От выдающихся ученых не ускользало появление новых проблем, прежде всего проблем социального контекста развития науки, форм ее связи с другими социальными институтами.

Внимание этой проблематике ученые-химики уделяли значительно больше по сравнению хотя бы с математиками. Это объясняется тем, что связи химии с химической промышленностью и химической областью других отраслей промышленности (например, с металлургией) были весьма тесными. Более того, возникновение в XIX столетии новых химических производств (например, производства синтетических красок) было связано с успехами химической науки.

Эта линия достаточно отчетливо прослеживается, начиная, по крайней мере, с Либиха, и идет, усиливаясь, к Бертолю и Менделееву.

В связи с этими особенностями развития химии выдвигается проблема подготовки ученых, создание первых научных школ. Тем не менее в XIX столетии, в особенности в первые его

¹¹⁷ Ю. Либих. Письма о химии, т. I. СПб., 1861, стр. 6.

¹¹⁸ Там же, стр. 7.

70 лет, доминирующую роль в рефлексии науки играла методологическая компонента, т. е. вопросы, относящиеся к характеристике логической (а не социальной) природы науки. Химии приписывался статус эмпирической науки, что исходило от философов (Кант) и представителей физико-математического раздела науки, а также поддерживалось «изнутри» некоторыми учеными-химиками.

Эта характеристика химии не соответствовала действительной ситуации, отмеченной весьма напряженной работой теоретической мысли, в результате которой химия в то время обогатилась рядом новых фундаментальных понятий и появлением «сильных» теорий и обобщений, таких, как структурная теория, периодическая система и др.

Пожалуй, проблемы ретроспекции в химии играли большую роль, чем в других точных науках, развивавшихся под эгидой ньютоновской механики. Отсутствие в первой половине XIX столетия в химии стабильности в теоретической сфере, относительно быстрая сменяемость теорий (в органической химии, в области которой работало большинство выдающихся химиков того времени) обусловило повышенный интерес к проблемам генезиса научной теории, способа ее функционирования, к проблеме сосуществования конкурирующих теорий, к условиям их проверки и т. п., а также к проблеме связи между последовательными теориями (анализ последней проблемы привел химиков к решениям, предвосхищающим принцип соответствия).

Концепции науки и ее развития в трудах ученых-химиков XIX столетия представляют интерес как веха в эволюции рефлексии науки, как рефлексия на соответствующие ситуации в науке. Многие в их воззрениях имеет не только ретроспективное, но и актуальное значение, так как составляет часть пополняющегося и обновляющегося фонда представлений о способе функционирования и развития науки.

С. Р. МИКУЛИНСКИЙ, Н. Ф. УТКИНА

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ В ТРУДАХ БИОЛОГОВ XIX в.

Биология XIX в. предоставляла огромный материал для обсуждения многих проблем развития науки. По интенсивности изменений, происходивших в методах и принципах изучения живой природы, по влиянию на интеллектуальную жизнь общества, биология в середине XIX в. лидировала среди других естественных наук. По крайней мере, биологи воспринимали ситуацию именно таким образом. В 1876 г. Т. Гексли в одной из лекций говорил: «Во всей истории науки нет ничего более замечательного, чем быстрота развития биологического знания на протяжении последних пятидесяти лет; глубокие изменения, происшедшие в биологии, оказали сильное воздействие на фундаментальные представления естествоиспытателей»¹. Крупные открытия в биологии заметно влияли на философские и социологические искания; биология придала новые силы сторонникам материалистического миропонимания, предоставив им новый, обильный и существенный материал.

Наиболее значительными в развитии биологии были такие события, как создание клеточного учения, в соответствии с которым обнаружилось структурное единство всех организмов; доказательство того, что законы физики и химии действуют и в органическом мире, подтвердившее единство законов природы и открывшее путь к объяснению многих процессов жизнедеятельности организмов; создание теории эволюции органического мира, которая изменила весь строй биологического мышления, переориентировав его на принцип историзма.

Теорию Дарвина не раз сопоставляли по ее значению с теорией тяготения Ньютона; одно из таких сопоставлений принадлежит Э. Геккелю: теория Дарвина «могла быть поставлена непосредственно подле теории тяготения Ньютона»². К. А. Тимирязев вслед за Л. Больцманом предлагал называть XIX век «веком механического истолкования природы, веком Дарвина»³.

¹ *T. Huxley. Science and Culture and other Essays. London — New York, 1888, p. 149.*

² *Э. Геккель. Естественная история миротворения. Лейпциг — СПб., 1908, стр. 32.*

³ *К. А. Тимирязев. Соч., т. IV. М., 1938, стр. 24.*

Высоко оценивая работы Дарвина, Энгельс проводил параллель между его заслугами, связанными с открытием закона «развития органического мира», и заслугами Маркса, открывшего «закон развития человеческой истории»⁴.

Естественно, что в науке, пережившей рождение теории дарвиновского типа, резко возрастает степень напряженности теоретических исканий, сопровождаемых полемикой по весьма широкому кругу проблем.

1. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ НАУКИ

Биологов, быть может, больше, чем представителей других наук, на протяжении почти всего XIX в. занимал вопрос о соотношении эмпирических и теоретических знаний, или, точнее, какое место должно принадлежать им в науке, претендующей на то, чтобы называться точной и зрелой. Два обстоятельства делали этот вопрос особенно острым для биологии. Во-первых, в отличие от физики и химии, в которых со времен Галилея и Бойля экспериментальный метод завоевал прочное положение и составлял основу этих наук, биология в XIX в., за исключением немногих ее разделов, таких, как физиология и микробиология, оставалась в значительной степени описательной наукой. Во-вторых, к началу XIX в. в биологии накопился огромный эмпирический, описательный материал. Но множество добытых фактов оставалось разрозненным, не сведенным воедино. Оценить их значение, их место в науке в этих условиях было невозможно. Чтобы овладеть этим материалом, требовалось выработать какой-то общий взгляд на органический мир. Многие биологи начала XIX в. понимали, что сами факты еще не составляют науку, и осознавали потребность в обобщающей теории.

В начале века решение этой проблемы осложнялось претензиями натурфилософии Шеллинга. Наблюдая современное ему состояние наук, Шеллинг отметил огромную эмпирическую работу, не завершенную теоретическим осмыслением наблюдаемых явлений. Однако Шеллинг возвел современное ему состояние науки в норму и пришел к выводу, что наука может лишь описывать явление, сущность же их способно вскрыть только философское умозрение. Шеллингианская натурфилософия вызвала двойственную реакцию среди ученых, и в частности биологов. Одни увидели в натурфилософии выход из тупика, в который, как им казалось, зашла наука. Другие резко выступали против узаконения разрыва между эмпирическим и теоретическим элементами науки и недооценки опытного исследования.

⁴ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 19, стр. 350.

Показательны в этом отношении работы русских биологов — И. Е. Дядьковского, М. А. Максимовича, А. М. Филомафитского, К. Ф. Рулье, в которых признание роли теории, идеи единства и развития, содержащихся в натурфилософии Шеллинга, сочеталось с критикой идеалистической сущности шеллингианства, противопоставления опытного и теоретического путей исследования⁵. Позже, оглядываясь назад, Г. Гельмгольц писал об этом времени, как периоде вражды философии и науки, когда философия хотела «найти без помощи опыта, но путем чистого мышления те конечные результаты, коих должны были достигнуть опытные науки»⁶. И. И. Мечников характеризовал натурфилософскую агрессию как процесс, который «в общем значительно замедлил прогресс естествознания»⁷.

Во второй половине века во взаимоотношениях философии и науки возникла ситуация, как бы обратная той, которая наблюдалась в начале века. Под влиянием успехов естествознания и распространившегося позитивизма многие естествоиспытатели либо вообще отказывали философии в праве на существование, либо считали ее создание делом самих естествоиспытателей. Гельмгольц писал по этому поводу: в школах Шеллинга, Гегеля «философия хотела забрать все: теперь же мало склонны уступать ей то, что ей по праву должно принадлежать»⁸.

Такая позиция была реакцией на идеалистическую натурфилософию с ее подменой подлинного опытного исследования природы построением умозрительных схем, навязыванием природе неких сверхъестественных сущностей.

Вместе с тем многие естествоиспытатели вполне сознавали значение теоретического обобщения, общего мировоззрения для развития науки.

В среде биологов наибольшую увлеченность и готовность к построению нового, единого мировоззрения проявил Э. Геккель, замысливший создать систему «монистической философии». «Экспансионистские» устремления в сферу философии поддерживал Мечников: единая теория, охватывающая весь мир, должна быть построена на материале и методами естественных наук, так как «теоретическая разработка вопросов ес-

⁵ См. *И. Е. Дядьковский*. Рассуждение об образе действия лекарств на человеческое тело (1816); *М. А. Максимович*. Различие науки по способу познания (1828), О физике «Атенея» (1828); *А. М. Филомафитский*. Первая лекция физиологии (1836); *К. М. Бэр*. Всеобщий закон природы, проявляющийся во всяком развитии (1934), Взгляд на развитие наук (1836); *К. Ф. Рулье*. Сомнения в зоологии как науке (1841), Общая зоология (1850), О первом появлении растений и животных на земле (1851). Все эти работы собраны в книге «Избранные произведения русских естествоиспытателей первой половины XIX века». М., 1959.

⁶ *Г. Гельмгольц*. Популярная речь, ч. II. СПб., 1896, стр. 5.

⁷ *И. И. Мечников*. Академическое собр. соч., т. I. М., 1955, стр. 189.

⁸ *Г. Гельмгольц*. Популярная речь, ч. II, стр. 5.

тествознания (в самом широком смысле) одна только может дать правильный метод к познанию истины и вести к установлению законченного мирозерцания или, по крайней мере, по возможности приблизить к нему»⁹.

Таким образом, взаимоотношения науки и философии на протяжении XIX в. складывались поистине драматично. Амплитуда колебаний в ответах на вопрос — какими должны быть отношения между опытом и теорией, наукой и философией — достигала крайних пределов: от утверждения, что только философия способна вскрыть сущность явлений, и признания за наукой лишь функций описания явлений до полного отрицания познавательного значения философии и передачи ее теоретико-методологических, мировоззренческих функций естествознанию.

Разумеется, эти крайности не вмещали всего многообразия понимания отношений науки и философии. Мировоззренческие элементы всегда присутствовали в работах естествоиспытателей. Сторонники строгой эмпирии нередко разделяли наиболее ординарные воззрения века — церковную авторитарную догматику; биологи-виталисты тяготели к спиритуалистической философии; среди ученых большой популярностью пользовался рационализм кантианского типа и позитивизм; значительная часть разделяла материалистические философские воззрения, в том числе материалистически интерпретируемый позитивизм.

В соотношении между эмпирией и умозрением, экспериментом и теорией не просто было разобраться и в пределах самого естествознания.

Идея об основополагающей роли эксперимента в развитии науки для XIX в. была далеко не новой, но характер и возможности эксперимента в изучении живой природы нуждались в тщательном выяснении. Относительно теоретических построений возникали вопросы такого рода: может ли быть получено объяснение любых процессов в органическом мире, в том числе самого возникновения и развития органической природы, в пределах самого естествознания, полностью исключаящее обращение к религиозным и «метафизическим» (в старом смысле этого слова) сущностям, должен ли естествоиспытатель удовлетворяться найденной функциональной зависимостью, или ему следует продвигаться к обобщающей теории и т. п.

Обсуждая соотношение опытных и теоретических элементов в науке, биологи подчас обращались к истории науки, чтобы выяснить, не свойственны ли науке в ее историческом прогрессе какие-либо закономерности в этом соотношении. В статьях, посвященных истории дарвинизма, И. И. Мечников проводит идею, что в науках существует чередование периодов, насыщенных теоретическими построениями и бедных ими. Что касается зоологии, то здесь явно «периоды преобладания теоретического

⁹ И. И. Мечников. Академическое собр. соч., т. 13, М., 1954, стр. 124.

направления сменялись периодами, когда ученые, пресытившись доведенными до крайностей обобщениями, устремлялись на изучение непосредственных фактов; при этом от одной крайности круто переходили к другой, никогда не достигая желаемого гармонического сочетания индуктивного и дедуктивного приемов»¹⁰.

Несомненно, что Мечников заметил смену в истории науки периодов интенсивного, связанного с поисками новых теорий, новых воззрений, и экстенсивного развития, хотя и не развил эту мысль. Эти периоды осознавались также как периоды революционных изменений в науке и эволюционного, постепенного увеличения знаний. Именно для биологов, переживших после опубликования «Происхождения видов» Ч. Дарвина коренную ломку традиционных представлений, изменение всего строя биологического мышления, такое представление было особенно близким и естественным. И не случайно, что в среде первых биологов-дарвинистов с большой четкостью формулируется мысль о зависимости смены периодов в развитии науки от появления новой теории, или создания принципиально новых методов.

Так, современник и соратник Ч. Дарвина по борьбе за утверждение дарвинизма Т. Гексли в начале 60-х годов, обозревая историю науки, писал, что знания благодаря открытию все новых и новых фактов постоянно возрастают в своем объеме, но этот плавный постепенный процесс количественного накопления знаний время от времени сменяется коренными перестройками, кардинальными сдвигами в науке. Происходит, писал Гексли, сбрасывание ставшей не по росту теоретической оболочки, и знание облекается в новую, но тоже временную форму. Во всем этом есть нечто похожее на периодически происходящую линьку. Европейская наука, писал Т. Гексли, сбрасывала «шкурку» в XVI в. и в конце XVIII в.; в середине XIX в. «чрезвычайное развитие всех отраслей физических наук доставило нам умственный корм такого питательного и вместе с тем возбуждающего свойства, что кажется следует ожидать нового линяния». Не столь часто повторяющиеся кардинальные перемены в теории научного знания сопровождаются «мучительными усилиями, болезненными припадками, ослаблением организма и даже, быть может, более важными повреждениями». Долг любого ученого, оказавшегося современником кардинальной трансформации,— в меру своих сил и возможностей «помочь вскрытию надтреснувшей оболочки»¹¹.

«Узловые» точки развития науки связывали с деятельностью гениев. Клод Бернар сравнивал их с факелами, которые время от времени вспыхивают, чтобы осветить ход науки. «Из века в

¹⁰ И. И. Мечников. О дарвинизме. М.—Л., 1943, стр. 3.

¹¹ Т. Гексли. О положении человека в ряду органических существ. СПб., 1864, стр. 66.

век повторяется одно и то же историческое явление,— писал Изадор Жоффруа Сент-Илер,— толпа тружеников с каждым разом все более и более многочисленная, стремится разрабатывать открытые вновь пути в науке, немногие избранные открывают собою новое направление»¹².

Великие открытия — это не столько новые факты, сколько новые идеи. «Обыкновенно имя открытия дают познанию нового факта, но я думаю,— писал Клод Бернар,— что в действительности открытие составляет та идея, которая связана с открытым фактом. Факты сами по себе не бывают ни велики, ни малы. Великое открытие есть факт, который, появляясь в науке, породил светоносные идеи, сияние которых рассеяло темноту многих мест и показало новые пути»¹³. Продуктивные идеи, великие теории, по мнению Мечникова, создают люди, «не вдающиеся в специальности, не обнюхивающие ничтожных деталей, а обозревающие природу в ее целостности и останавливающиеся только на крупных фактах»¹⁴.

О смене периодов постепенного накопления знаний «полной революцией» в науке писал, имея в виду воздействие теории Дарвина, и В. О. Ковалевский¹⁵. Что касается науки, которая занята лишь погоней за приращением фактов и их описанием, без попытки осмыслить и выявить закономерности, присущие изучаемой области, то такую науку, писал В. О. Ковалевский, «даже нельзя назвать и наукою, так как это слово предполагает законы и связь их в теорию»¹⁶.

Допускалось, что теоретическое начало может преобладать в естественнонаучных исследованиях не только в различные периоды, но и у различных народов. По мнению Н. И. Пирогова и К. А. Тимирязева, преобладание теоретического начала свойственно для «умственного склада» ученых России. Среди них мало ценится «простое обладание фактом», писал Тимирязев¹⁷. Одну из причин этой особенности Тимирязев видел в относительной молодости русской науки: «Мы все боимся от кого-то отстать, куда-то опоздать, боимся задержаться на мелочах и требуем поскорее самого главного, самого общего, последнего вывода»¹⁸.

В объяснении, выдвинутом Тимирязевым, есть известная доля истины. Можно было бы прибавить к нему и то, что у народов, позже других вступивших на путь научного развития, ученые не обременены в такой степени грузом сложившихся традиций и общепринятых представлений, пренебречь которыми решаются

¹² И. Жоффруа Сент-Илер. Общая биология, т. I. М., 1860, стр. 45—46.

¹³ К. Бернар. Введение к изучению опытной медицины. СПб., 1866, стр. 44.

¹⁴ И. И. Мечников. Академическое собр. соч., т. I. М., 1955, стр. 192.

¹⁵ В. О. Ковалевский. Собр. научных трудов, т. III. М., 1960, стр. 26.

¹⁶ Там же, т. II. М., 1956, стр. 93.

¹⁷ К. А. Тимирязев. Соч., т. V. М., 1938, стр. 53.

¹⁸ Там же, стр. 54.

лишь немногие. Но и с этим дополнением вряд ли объяснение Тимирязева может быть признано достаточным. В США, например, широкое развитие науки началось позже, чем в России, но в XIX в. оно приняло там другое направление, чем в России. В американской науке этого периода настолько преобладала не теоретическая, а утилитарно-прагматическая направленность, что, кроме Гиббса, трудно назвать среди американских естествоиспытателей этого периода другого крупного теоретика.

Дело не в национальных особенностях того или иного народа, а в тех социально-исторических условиях, которые определяют направление развития науки, формируют «умственный склад» ученых и сами национальные особенности народов. Что касается России, то связь между направлением развития естествознания в ней в середине XIX в. и социально-историческими условиями, в которых она жила в этот период, прослеживаются так же отчетливо¹⁹, как связь между характером классической немецкой философии и условиями Германии конца XVIII — начала XIX в.,

Но Тимирязев безусловно был прав, утверждая, что русская наука в XVIII—XIX вв. проявила себя главным образом «не в накоплении бесчисленных цифр метеорологических дневников, а в раскрытии основных законов математического мышления, не в изучении местных фаун и флор, а в раскрытии основных законов истории развития организмов, не в описании ископаемых богатств своей страны, а в раскрытии основных законов химических явлений,— вот в чем, главным образом, русская наука заявила свою равноправность, а порою и превосходство. Следовательно, русская научная мысль наиболее успела не в том вообще направлении, в котором была ограждена от конкуренции на несколько веков опередившей ее европейской науки. Нет, она завоевала себе именно те почетные места, которые приходилось брать грудью, с бою у своих конкурентов»²⁰.

Наряду с этими общими закономерностями развития науки, к числу которых можно отнести и отмеченное Клодом Бернаром неравномерное развитие отдельных отраслей естествознания и отдельных разделов в той или иной науке (он писал, что та или иная наука «складывается не во всех пунктах одновременно», что прежде всего достигается зрелость «в тех отделах, где возможно научное применение, в то время как остальная часть науки будет еще темна»²¹), в трудах биологов XIX в. рассматривалось соотношение теоретических и эмпирических моментов в рамках отдельного исследования.

¹⁹ См. С. Р. Микулинский. Развитие общих проблем биологии в России. М., 1961, стр. 7—16.

²⁰ К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 42.

²¹ К. Бернар. Лекции по экспериментальной патологии. М.—Л., 1937, стр. 347.

Подробную схему соотношения опытного и теоретического моментов в научном исследовании предложил Клод Бернар. Идея, писал он, предваряет опыт; она может и не быть ясной, отчетливой, но в той или иной форме она всегда предшествует опыту. Если придерживаться требования непрременной ясности идеи, то «часто пришлось бы ждать долго и даже напрасно; всегда выгоднее делать опыты»²².

Экспериментатор тот, кто «ради более или менее вероятного, но предвзятого истолкования наблюдаемых явлений, учреждает опыт так, чтобы по логическому порядку его догадок он дал результат, могущий служить поверкою гипотезе или предвзятой идее»²³. Сравнивая, комбинируя, размышляя, продвигаясь вперед ощупью, он ищет «опытные условия, наиболее годные для достижения предполагаемой им себе цели»; ум экспериментатора «должен быть деятелен, то есть он должен вопрошать природу и предлагать ей запросы во всех направлениях, смотря по различным гипотезам, ему представляющимся»²⁴.

За этой стадией следует стадия наблюдения за данными опыта. Здесь любая предвзятость должна быть полностью исключена. На этой стадии происходит трансформация самого исследователя: «экспериментатор тут должен исчезнуть или, скорее, мгновенно превратиться в наблюдателя»²⁵. Экспериментатор предлагает вопросы природе, но, «как только она начинает говорить, он должен молчать; он должен констатировать, что она отвечает, выслушать ее до конца и во всяком случае подчиниться ее решению»²⁶.

Принуждая природу выдавать свои тайны, экспериментатор «никогда не должен отвечать за нее или не вполне выслушивать ее ответы, выбирая из опыта только часть результатов, благоприятствующих или подтверждающих гипотезу»²⁷. Именно эта стадия заключает в себе большую опасность, состоящую в том, что исследователь, который «продолжает сохранять свою предвзятую идею» во время наблюдения и «констатирует результаты опыта только с этой точки зрения, необходимо впадает в ошибку». Ни в коей мере не следует забывать, что «экспериментатор должен дорожить своею идеею только как средством вызвать ответ природы. Но он должен подчинять свою идею природе и быть готовым оставить ее, исправить или изменить, смотря по тому, что покажет ему наблюдение вызванных им явлений»²⁸.

²² К. Бернар. Введение к изучению опытной медицины. СПб., 1866, стр. 26.

²³ Там же, стр. 28.

²⁴ Там же.

²⁵ Там же.

²⁶ Там же, стр. 29.

²⁷ Там же.

²⁸ Там же.

После констатации результатов опыта наступает третья стадия, когда вновь возрастает роль умозаключений, суждений, и тогда приходит решение — «оправдана ли или опровергнута этими самыми результатами опытная гипотеза»²⁹. Опасения, касающиеся предваряющих суждений, столь часто встречающиеся в науке, вызваны непониманием различных стадий исследования. «Те, которые осуждали употребление гипотез и предвзятых идей в опытном методе, были неправы, смешивая изобретение опыта с констатированием результатов. Справедливо, что нужно констатировать результат опыта с умом, свободным от гипотезы и предвзятых идей. Но никак не следует изгонять употребление гипотез и идей, когда дело идет об учреждении опыта, или об изобретении средств наблюдения. Напротив, как мы это скоро увидим, нужно давать полный простор своему воображению. Идея есть принцип всякого рассуждения и всякого изобретения и от нее исходит всякого рода инициатива»³⁰. В реальном исследовании, отмечал К. Бернар, стадии сливаются, переплетаются, смешиваются, и лишь значительная доля абстракции позволяет выделить их и провести между ними различия. Знания рождаются, по Бернару, в эксперименте, опыте, наблюдении. Они являются главной основой науки. Все это верно, но только нужно помнить, что тот, кто не знает, что он ищет, не поймет, что он нашел.

Процесс синтезирования теоретического с эмпирическим таит в себе немало неожиданностей. В науке — на это обратил внимание Мечников — может возникнуть ситуация, когда эмпирия ждет теорию, а теория уже создана, существует, но синтез оказывается невозможным из-за того, что, при всей своей правильности, теория носит слишком общий характер или оперирует понятиями, недоступными опытной проверке. Так случилось, по мнению Мечникова, с целлюлярной патологией Вирхова. Прочитав основные ее положения — все болезни в конце концов сводятся к активным или пассивным повреждениям большего или меньшего количества жизненных элементов, т. е. клеток, способность которых к деятельности изменяется соответственно их молекулярному составу в зависимости от физических и химических изменений их содержимого, — Мечников заключает: «Столь общая, почти метафизическая формулировка клеточной патологии не могла проникнуть в область медицинской практики, которая оставалась в прежнем эмпирическом состоянии»³¹.

По-другому сложилась, писал Мечников, ситуация в микробиологии. Теоретические положения Пастера исходили из прак-

²⁹ К. Бернар. Введение к изучению опытной медицины, стр. 29.

³⁰ Там же, стр. 30.

³¹ И. И. Мечников. Основатели современной медицины. Пастер — Листер — Кох. М., 1915, стр. 9.

тики и немедленно получали подтверждение в ней, что и определило их сильное преобразующее влияние на биологию и медицину. Можно спорить, насколько точна оценка, которую давал роли целлюлярной патологии Вирхова Мечников, но сама мысль его, несомненно, интересна.

В работах Ламарка Мечников обнаруживает другое любопытное явление — мнимый синтез теоретического с эмпирическим. «Законы», «зоологические принципы», «аксиомы» устанавливаются Ламарком чаще всего на «чисто теоретическом основании», и примеры, приводимые им, «взяты не из действительности, а придуманы им с целью наглядного пояснения теоретических принципов». Если же он сам переступает на чисто научную почву и начинает исследовать и распределять факты, то он является таким же точно зоологом и систематиком, как и все другие»³². «Принципы» и «аксиомы» остаются без применения.

Когда речь шла об эмпирическом изучении, то подразумевались два вида операций — наблюдение и эксперимент. Считалось, как это видно на примере Клода Бернара, что наблюдение менее чем эксперимент связано с теоретическими построениями. Однако вопрос о степени зависимости был совсем не прост и не бесспорен. Ч. Дарвин, по свидетельству Френсиса Дарвина, «часто говорил, что ни один ученый не может быть хорошим наблюдателем, если он не является продуктивным теоретиком»³³.

К биологу-экспериментатору предъявлялись повышенные требования относительно того, что Бернар называл «исполнительной частью экспериментального метода», т. е. искусству и технике биологического эксперимента. В биологии особенно трудно «хорошо экспериментировать и получать факты при точно определенных условиях»³⁴. «Искусство получения точных фактов среди бесчисленных источников ошибок, связанных с патологическим состоянием, вивисекцией и употреблением инструментов разного сорта... составляет естественную и существенную основу экспериментального метода. Во всех науках оно имеет основное значение, но нигде в такой степени, как в биологических науках, потому что, действительно, трудности экспериментирования всегда возрастают вместе со сложностью явлений»³⁵.

Недостатки приемов исследования, писал К. Бернар, могут стать источниками серьезных ошибок и замедлить развитие науки, сбить ее с дороги³⁶. В биологическом эксперименте огром-

³² И. И. Мечников. О дарвинизме, стр. 31—32.

³³ Ф. Дарвин. Воспоминания о повседневной жизни моего отца.— Ч. Дарвин. Соч., т. 9, 1959, стр. 339.

³⁴ К. Бернар. Лекции по экспериментальной патологии, стр. 353.

³⁵ Там же.

³⁶ К. Бернар. Введение к изучению опытной медицины, стр. 18.

ную важность приобретают «счастливый выбор животного, устроенный известным образом инструмент, употребление одного реактива вместо другого часто достаточны для того, чтобы разрешить самые высокие общие вопросы»³⁷.

В связи с обсуждаемыми здесь проблемами интересно напомнить о забытой книге знаменитого швейцарского ученого Жана Сенебье (1742—1809) «Об искусстве наблюдения», изданной в Женеве в 1775 г.³⁸ В 1802 г. вышло ее четвертое, расширенное (в трех томах), издание под названием «Очерк об умении наблюдать и производить опыты». Она заслуживает специального рассмотрения. Удивительно, что это произведение, исключительно интересное и с точки зрения истории науки, и с точки зрения истории философии, в частности истории логики, не получало освещения ни в литературе по истории биологии, ни в литературе по истории философии. Беглые упоминания о нем мы встретили лишь в нескольких статьях К. А. Тимирязева и в книге Зигмунта Гюнтера по истории наук о неорганической природе (1911).

Сенебье был одним из основоположников физиологии растений, одним из первых ученых, кто своими исследованиями способствовал ее превращению в экспериментальную науку. Успех Сенебье в этой области был связан в первую очередь с тем, что он подошел к проблемам физиологии со стороны изучения химизма процессов жизнедеятельности растений и их количественного анализа. Его исследования по химическому действию солнечного света на разложение растением углекислоты получили мировую известность и всеобщее признание.

Любопытно, что, начав свою научную деятельность с обсуждения путей и методов научного исследования, Сенебье не оставил эту проблему после того, как перешел к экспериментальным исследованиям по физиологии растений, и вновь вернулся к ней, обогащенный собственным опытом экспериментирования, что говорит об устойчивости его интереса к философско-методологическим проблемам науки.

Книга «Об искусстве наблюдения» интересна во многих отношениях. Отметим здесь лишь наиболее существенные моменты. Прежде всего она показательна тем, что в ней находит яркое выражение тот поворот во взглядах ученых на назначение науки, который был связан с идеологической подготовкой Великой французской буржуазной революции и началом промышленного переворота. «Подлинный ученый,— писал Сенебье,— не запирается больше в своем кабинете, чтобы заниматься бесплодными расчетами, или чисто абстрактными размышлениями... Родина, вся Земля вправе спрашивать у него отчет в

³⁷ К. Бернар. Введение к изучению опытной медицины, стр. 18.

³⁸ J. Senéquier. Essai sur l'art d'observer et de faire des expériences. Genève, 1775.

том, как он использует свое время»³⁹. Назначение науки в том, чтобы служить улучшению жизни людей, избавлению их от изнуряющего труда и физических страданий. Настоящий ученый, «приступая к исследованиям, прежде всего задается вопросом, какие преимущества смогут извлечь люди из его трудовых бедней»⁴⁰.

Ботаник или энтомолог получает удовлетворение «в радости хлебопашца, которому он спас урожай, и признательности людей, которым он дает возможность лучше питаться при меньших расходах»⁴¹. «Нужно, чтобы ученый посвящал себя Родине и всему человеческому роду, чтобы он заходил в ремесленные мастерские, чтобы он изучал рабочие процессы с целью упростить их и сделать не такими мучительно трудными... чтобы он описывал ремесла и совершенствовал их»⁴². От ученого требуется не простое созерцание или описание явлений, а «активная деятельность», направленная на познание природы и использование этих знаний в практических целях. Нужно не ограничивать природу, чтобы втиснуть ее в узкие рамки схем нашего разума, но расширять рамки познания до охвата природы такой, как она есть.

Отсюда вторая принципиальная установка Сенебье — только наблюдение и опыт (эксперимент) могут служить основой подлинного знания. «Быстрый прогресс наук на протяжении примерно столетия, — по Сенебье, — является плодом наблюдения»⁴³. Наблюдение — «единственное эффективное средство, чтобы делать открытия»⁴⁴. Но научное наблюдение совсем не простое дело, и, чтобы овладеть им, недостаточно только желания и убеждения в его важности. Необходимо разработать «фундаментальные правила искусства наблюдать»⁴⁵. Разработка таких правил, по мнению Сенебье, явилась бы предпосылкой «наиболее серьезных революций в совершенствовании человеческого ума», а следовательно, и революции в науке⁴⁶. Таким образом, важнейшим фактором прогресса науки Сенебье считал совершенствование ее методов.

Размышление над этими проблемами приводит Сенебье к третьему выводу. Он состоял в том, что «обычная логика (т. е. классическая, формальная логика. — Авт.) недостаточна, чтобы достичь этой цели»⁴⁷ и требуется разработка наряду с ней специальной логики науки. Традиционная логика, писал

³⁹ Ibid., p. VI—VII.

⁴⁰ Ibid., p. VIII.

⁴¹ Ibid., p. VII—VIII.

⁴² Ibid., p. VIII—IX.

⁴³ Ibid., p. XII.

⁴⁴ Ibidem.

⁴⁵ Ibidem.

⁴⁶ Ibid., p. XIII.

⁴⁷ Ibidem.

он, «является чисто интеллектуальной наукой, которая пренебрегает чувственными объектами»⁴⁸. Она суть наука «об искусстве думать», а науке нужна, кроме того, наука о том, как вести наблюдения и извлекать из них новые знания.

Сенебье не только выдвинул идею разработки логики научного исследования как особой отрасли науки и процедур научного исследования, но предпринял широкую попытку конкретно решить эту задачу. Вряд ли могут быть сомнения в том, что постановка такой задачи отражала назревание серьезных изменений в положении науки в обществе, расширение ее функций в связи с начавшейся промышленной революцией.

Сенебье подробно рассмотрел трудности, с которыми встречается исследователь, изучающий природу, возможность ошибок, возникающих от неумения правильно поставить наблюдения и опыты и делать из них выводы. Он посвятил особые главы своего труда таким вопросам, как значение для правильной постановки исследования исходных знаний ученого, владения им математикой, умения ставить под сомнение полученные данные, значение выбора объекта изучения, средств («орудий») исследования, способов подтверждения и оценки достоверности полученных данных, согласования противоположных данных, полученных различными исследователями относительно одного и того же объекта, и т. п.

Все это говорит о том, что труд Сенебье представляет большой интерес и для истории философии, и для истории науки. Существенно проследить связь между демократическими и философскими течениями второй половины XVIII в., в частности сенсуализмом и французским материализмом XVIII в. (известно, что одно из специальных сочинений Сенебье публиковалось в знаменитой французской энциклопедии) и воззрениями Сенебье, их связь с начавшейся промышленной революцией и состоянием науки.

Большое познавательное значение имело бы выяснение, с одной стороны, воздействия, которое оказали философские взгляды Сенебье на его последующую деятельность как экспериментатора, а с другой — тщательное сопоставление текстов первого и последующих изданий работы Сенебье с точки зрения выявления того влияния, которое оказал на Сенебье его личный опыт экспериментатора, учитывая, что перед нами редкий случай, когда один и тот же человек сначала работает как философ-методолог науки, затем превращается в крупного естествоиспытателя-экспериментатора, а затем через много лет вновь возвращается к работе над философско-методологическими проблемами науки.

Интересно также проследить, оказал ли труд Сенебье

⁴⁸ J. Senebier. Essai sur l'art d'observer..., p. XIII.

влияние, и какое именно, на современное ему естествознание и последующее развитие методологии и логики науки.

Существенную особенность биологического исследования отметил И. Мюллер. Она состоит в том, что биолог, следуя за природой, должен стремиться «из знания целого познать значение частей его и исходить также от частей к познанию их соотношений, при условии, что, двигаясь по пути анализа, следует сохранять в уме понятие целого»⁴⁹.

Что касается теории, то во второй половине XIX в. стало всеобщим убеждением естествоиспытателей, что она должна основываться на эксперименте и наблюдении и проверяться ими, а наиболее надежным путем ее построения является индукция.

Тем, кто хочет познакомиться с различными способами, при помощи которых ученые приходят к своим заключениям и теориям, Гексли советовал первым делом прочесть «Систему логики» Джона Стюарта Милля.

Основные принципы биологической теории должны быть — это мнение преобладало — теми же, что и в теориях физиков, химиков. Прежде всего имелся в виду детерминизм. На протяжении XIX в. он завоевал в биологии прочные позиции. На смену телеологическим представлениям в биологии пришли вопросы «почему» и «как». Но биологи быстро обнаружили, что этих двух вопросов им все же недостаточно, что они не всегда могут обойтись без вопросов «зачем» и «для чего». Но эти вопросы ставились теперь по-новому. Еще в 1850 г. московский зоолог К. Ф. Рулье писал, что вопрос «для чего» в итоге, в ответе совпадает с вопросом «от чего».

Дарвин, как отметил К. Маркс, нанес смертельный удар телеологии, раскрыв ее рациональный смысл. По сути, он создавал новую, рациональную телеологию. Тимирязев писал в связи с этим, что дарвинизм не снимает вопрос «зачем», «для чего», но делает его «вполне научным»⁵⁰. Понятие выживания, сохранения вида, включенное Дарвином в его теорию, разъяснило смысл биологических явлений; в то же время в его теории были выяснены естественные причины и механизмы, обуславливающие относительную целесообразность в органическом мире, сохранение полезных органов или свойств, и само выживание выступило как составной элемент естественного процесса эволюции видов. Раскрыв, *для чего* организму тот или иной орган или свойство, в чем их значение и полезность для организма, мы постигаем, *почему* они сохранились и усовершенствовались в процессе эволюции.

⁴⁹ J. Müller. Die Geschichte der Bildung der Genitalien aus anathomischen Untersuchungen der Embryonen des Menschen und der Tieren. Berlin, 1830, S. 10.

⁵⁰ См. К. А. Тимирязев. Соч., т. I, стр. 237.

Среди детерминистских способов объяснения наибольшим распространением пользовался редукционизм — сведение сложного к более простому. Цель биологических исследований видели в раскрытии физических и химических основ живого и процессов его жизнедеятельности. Вне этого пути, писал Ф. Мажанди, любое объяснение опирается лишь на «простые метафоры»⁵¹. Позже Гексли писал: «Идеи, что процессы жизни могут быть объяснены тем же путем, что и другие естественные явления, и, следовательно, что живой организм является механизмом... превратились ныне в фундаментальный принцип всей доктрины научной физиологии»⁵². Параллельно созревало убеждение, что для объяснения сложных биологических явлений и процессов недостаточно разложения их на более простые — это только одно из средств, способов продвинуться к цели, завершающим же звеном биологической теории является раскрытие биологической сущности этих явлений и процессов в целостном живом организме, находящемся в сложном и неразрывном единстве с биотической и абиотической средой. Этим двум научным направлениям противостоял витализм, чья живучесть обуславливалась трудностями познания жизни, ограниченностью механистических воззрений и влиянием идеалистического мировоззрения.

В середине XIX в. значительно усилились контакты биологии с науками о неживой природе, прежде всего физикой и химией. Естественно, что в наибольшей мере это проявилось в физиологии. В биологию пришли и обогатили ее первоклассными работами физики — Гельмгольц, Дюбуа-Реймон, химики — Либих, Пастер. Речь шла, собственно, не столько о контактах, сколько о том, что «физиология, — как писал Дюбуа-Реймон в предисловии к книге «Исследования животного электричества», — с ее особыми интересами, целиком входит в огромное государство теоретического естествознания для того, чтобы целиком раствориться в органической физике и химии»⁵³, что «физиология есть прикладная физико-химия»⁵⁴, что «физиология не что иное, как физика, примененная к биологии»⁵⁵.

«Прогресс во всех науках, — писал Клод Бернар, — заключается в том, чтобы упрощать проблемы, вводя в изучение самых сложных явлений знания, вытекающие из более простых и лучше известных фактов»⁵⁶. Редукционизм при всей его по-

⁵¹ Ф. Мажанди. Краткое основание физиологии, т. 1. М., 1830, стр. 3.

⁵² T. Huxley. Science and Culture and other Essays, p. 199.

⁵³ Du Bois Reymond. Untersuchungen über tierischen Elektrizität, Bd. 1, 1848, S. 5.

⁵⁴ И. М. Сеченов. Автобиографические записки. М.—Л., 1945, стр. 53.

⁵⁵ К. А. Тимирязев. Соч., т. I, стр. 467.

⁵⁶ К. Бернар. Лекции по экспериментальной патологии, стр. 13.

зительной роли обнаруживал ограниченность, неспособность дать подлинное объяснение сложных биологических явлений. Одним из тех, кто видел и отмечал это, был К. А. Тимирязев. Ограниченность редукционизма в полной мере выявилась в наше время.

Победа дарвинизма привела к быстрому распространению в биологии исторического метода, преобразившего биологическое мышление. Естествоиспытатели, и не только они, увидели в принципе развития «многозначительнейший духовный факт нашего времени»⁵⁷. Вторая половина XIX в. ознаменовалась триумфом исторического метода. Ни одна биологическая теория не могла теперь рассчитывать на успех, если она не учитывала принцип развития. Среди широких кругов ученых начало складываться убеждение, что учение об естественном отборе и эволюции дает окончательное объяснение биологических явлений. Отрезвляя «слишком горячих поклонников» такого взгляда, К. А. Тимирязев писал, что за общей биологической задачей встанет «бесконечный ряд физиологических задач»⁵⁸.

Уже в 70-е годы XIX в. Тимирязев (см. его речь «Основные задачи физиологии растений»)⁵⁹ убедительно развивал мысль о том, что только сочетание двух главных методов исследования живых существ — экспериментально-физиологического, основанного на применении физики и химии, и историко-биологического, «служащих опорой и продолжением один другого»⁶⁰, но ни в коем случае не их противопоставление, является подлинным путем развития науки. Непонимание необходимости взаимосвязи этих методов он считал большой ошибкой. Работы Тимирязева положили начало, во всяком случае в нашей стране, глубокого, специального, в том числе и историко-научного, изучения взаимодействия различных наук и их методов и роли этого взаимодействия в прогрессе науки.

Наряду с теоретико-методологическими проблемами развития науки, о которых мы до сих пор говорили, во второй половине XIX в. среди ученых широко начали обсуждаться вопросы организации научных исследований, условия и факторы, способствующие или препятствующие развитию науки, пути и методы совершенствования подготовки специалистов, овладения быстро увеличивающимся потоком новых научных данных и т. п., т. е. вопросы, выражаясь современными терминами, функционирования науки как особого социального института, как особой формы деятельности. К этому мы теперь и перейдем.

⁵⁷ Э. Геккель. Происхождение человека [Доклад на 4-м Международном конгрессе зоологов. Кембридж, 1898]. Пг., 1919, стр. 32.

⁵⁸ К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 32.

⁵⁹ Там же, т. VIII, стр. 143—169.

⁶⁰ Там же, т. V, стр. 32—33.

2. ПРОГРЕСС НАУКИ И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Людам нашего времени кажется небывалым прирост знаний, свидетелями которого они являются. Но это ощущение, вероятно, свойственно каждому новому поколению. Ученые прошлого века отчетливо ощущали, что науке свойственно ускоренное развитие; ощущение это с годами нарастало и обострялось. В докладе, прочитанном в 1835 г. на публичном заседании Петербургской академии наук, К. Бэр, например, говорил, что знания в любой науке так возросли, что ни один человек не способен их объять и никто не дерзнет предпринять их очертание. Если 90 лет тому назад, говорил он, было известно не более 600 видов животных, то теперь число известных видов только одного из семейств насекомых в четыре раза превышает эту цифру.

Тот, кто хотел бы сейчас похвастаться, говорил Бэр, что ему известны все сведения не то что в области зоологии, но хотя бы в области одного только крупного ее раздела, разоблачил бы в глазах знатоков свою полную неосведомленность. «Подобную необъятность,— продолжал Бэр,— встречаем мы во всех областях познания... Ход наук быстро ускоряется по мере их успехов, и, чем более сделано в новейшие времена, тем вернее можно надеяться, что в последующие будет сделано еще более»⁶¹.

Степень ускорения, свойственного развитию науки, Ф. Энгельс выразил следующим образом: начиная с эпохи Возрождения «развитие науки пошло гигантскими шагами, ускоряясь, так сказать, пропорционально квадрату удаления во времени от своего исходного пункта»⁶².

А. Уоллес полагал, что успехи естествознания XIX в. можно сравнивать не с каким-либо отдельным веком, а со всеми предшествующими веками в совокупности. К. А. Тимирязев перевел и включил в свою книгу «Насущные задачи современного естествознания» речь немецкого профессора О. Винера, в которой говорилось, что развитие науки «напоминает реакцию какого-нибудь взрывчатого вещества... Каждое открытие создает состояние, ускоряющее дальнейшее развитие»⁶³.

Автор связывал ускорение развития науки с ростом числа занятых в ней и развитием техники. «Каждое открытие,— говорил он,— создает новые точки соприкосновения, оно создает также и технические применения, а в свою очередь, научная техника, электротехника, оптическая техника, химия нуждаются в новых научных силах. Их завоевания делают снова возможными быстрые дальнейшие успехи науки, и таким-то образом создается то движение, которое... производит на нас впечатле-

⁶¹ К. М. Бэр. Взгляд на развитие наук.— «Избранные произведения русских естествоиспытателей первой половины XIX века», стр. 217.

⁶² К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 509.

⁶³ К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 356—357.

ние какого-то взрыва»⁶⁴. Многие места этой речи звучат так, как будто она произнесена в наше время. Автор обращает в ней внимание на «глубокое изменение наших условий существования» и говорит о росте перегрузок. «Взрывчатый характер этого процесса развития предьявляет к человеку и необычайные требования, в особенности по отношению к его нервной системе»⁶⁵. И это говорилось почти сто лет тому назад об обществе конца XIX в.

Биологи были, возможно, особенно чувствительны к лавинообразному приращению знаний потому, что наука, которой они занимались, расширялась на их глазах с невиданной интенсивностью. В конце 60-х годов XIX в. Гельмгольц говорил, что наука о жизни в последние сорок лет сделала больше успехов, чем в предшествующие два тысячелетия.

Рост числа занятых в науке сопровождался к концу XIX — началу XX в. ростом научной литературы, который воспринимался как «беспримерный», и он действительно был таким по сравнению с еще недавним прошлым. Вызывало беспокойство, что нарастание числа публикаций ведет к поспешности и упадку качества публикуемых научных сообщений.

К. А. Тимирязев в 1884 г. со свойственной ему яркостью следующим образом обрисовал эту ситуацию: «Едва схваченная, недозревшая мысль спешно набрасывается на бумагу, незасохший листок летит в типографию, не успели еще его оттиснуть, как вслед за ним добавление — какой-нибудь Nachtrag или Berichtigung. Журнал убил книгу, газета убивает журнал; каждая лаборатория, каждый институт стремятся создать свой орган, который необходимо чем-нибудь наполнить. Еще один шаг, и мы дойдем до ежедневных бюллетеней о том, что такой-то ученый сделал сегодня, что он предполагает сделать завтра, и, быть может, эти бюллетени будут извещать о деятельности не тех именно ученых, которыми наиболее интересуется наука. Можно подумать, что эта лихорадочная поспешность объясняется естественным желанием обеспечить за собой право на открытие, на новую мысль; но и в этом отношении средство убивает цель. Мысли затериваются, вновь открываются, нередко через десятки лет приобретают всю прелесть новизны»⁶⁶.

Нужно сказать, что эта ситуация хорошо нам известна по нашему времени. Многим нашим современникам представляется даже, что она возникла лишь в последние два-три десятилетия. Но если за прошедшие (с того времени, как ее обрисовал К. А. Тимирязев) почти сто лет она только усугубилась и тем не менее наука достигла огромных успехов, может быть, нет основания воспринимать ее трагически? За тысячелетия своего

⁶⁴ Там же, стр. 357.

⁶⁵ Там же.

⁶⁶ Там же, стр. 56.

развития наука и общественная практика выработали средства отбора ценных результатов.

Это не означает, конечно, что можно ослабить поиски выхода из трудностей, порождаемых лавинообразным ростом публикаций. Напротив, их нужно усилить, так как нарастание этого процесса ведет не только к напрасной растрате материальных средств, труда наиболее квалифицированных специалистов, снижению эффективности науки, но и нарастанию хаоса в научных публикациях, в котором становится все труднее разобраться.

Следовательно, наряду с безусловно необходимым усилением мер, обеспечивающих защиту общества от публикации незрелых, поспешных и бессодержательных работ, главное внимание, вероятно, нужно сосредоточить на системе информации. При хорошо поставленной информации и научной критике скорее будут выявляться и отсеиваться сообщения, не заслуживающие внимания, а их авторы терять доверие и престиж в глазах общества.

Ускоренное движение биологии сопровождалось в XIX в. интенсивной дифференциацией ее областей. Возник вопрос — «как справиться с двумя угрожающими вредными последствиями быстрого роста науки, с колоссальным накоплением фактического материала и постоянно возрастающей специализацией научного труда»⁶⁷.

Одни ученые, как, например, Тимирязев, считали, что «интенсивность современного научного труда исключает его экстенсивность»⁶⁸ и специализация является неизбежной — в ней слабость, но в ней же и сила современной науки. Выход из создавшегося положения, по мнению Тимирязева, в совершенствовании обмена продуктами разделенного труда, а ближайшее средство к этому — объединение ученых в научные общества, где непосредственное общение работающих в разных областях и направлениях будет способствовать взаимному обогащению и воссоединению разрозненных результатов в единое целое. Вторым важным средством для достижения этой цели он считал популяризацию научных достижений. Без нее не сохранить средний уровень развития, если учесть, что при современной специализации научной деятельности коллеги, занимающиеся смежными проблемами, уже не понимают друг друга.

Таким образом, популяризация знаний, по Тимирязеву, имеет не только просветительские функции, но является одним из способов развития науки, восстановления ее единства. В последнем случае имелась, конечно, в виду не популяризация, рассчитанная на самые широкие слои общества, которой Тимирязев придавал огромное самостоятельное значение, а творческие обобщения развития той или иной области науки.

⁶⁷ К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 55.

⁶⁸ Там же, стр. 57.

Другие ученые видели в односторонней дифференциации временное явление, свойственное начальному этапу развития. Так, В. О. Ковалевский полагал, что периоду дробления, после того как он принесет все свои плоды — тщательное и по возможности полное изучение отдельных областей и явлений, — придет на смену новая фаза — период обобщений. Отдельные отрасли начнут не только соприкасаться, но и сливаться друг с другом, при этом центр внимания переместится на изучение переходных явлений, связующих различные отделы науки между собою⁶⁹.

Нетрудно уловить непосредственную связь между этими мыслями В. О. Ковалевского о постоянной смене периодов дифференциации и синтеза знаний и тем состоянием, которое переживала в 70-е годы XIX в. та область науки — палеонтология, в которой он работал. После примерно полувекового периода быстрого накопления разрозненных данных о животных и растениях геологического прошлого, благодаря теории Ч. Дарвина и усилиям главным образом самого В. О. Ковалевского, впервые удалось осмыслить разрозненные данные и воссоздать в общих контурах целостную картину развития органического мира. Палеонтология обрела теоретический фундамент и превратилась в науку, и только теперь многие факты, накопленные исследователями, обрели свое подлинное значение и объяснение, — нередко совсем иное, чем им давали прежде.

Тем же путем обобщений могут быть устранены сложности, порожденные быстрым ростом объема научных сведений. Положение, возникшее в науке начала века, К. Бэр, например, считал уже угрожающим. Но «необъятность пределов» найдет свое разрешение. В отдельных областях науки оно осуществлялось практически неоднократно, и на каком-то этапе это же решение придет для науки в целом. Решение заключается, по его мнению, в том, что «частные познания, совокупляясь вместе, исчезают в общих идеях»⁷⁰.

Так было с изучением электричества: бездну опытов и частных положений поглотили немногие общие законы. Строгие и ясные законы небесной механики, благодаря Копернику, Кеплеру, Ньютону, заменили громоздкую и сложную птолемеевскую астрономию. То же произойдет и в биологии: бесконечные и хаотические сведения описательной ботаники и зоологии высятся до «умозрений более общих», к которым придет биология, «изучая теорию органического строения тел и отыскивая следы превращения органических форм от действия времени, места и других условий жизненности»⁷¹.

⁶⁹ См. В. О. Ковалевский. Несколько слов о границах между юрской и меловой формациями... — Собр. научных трудов, т. I. М., 1950, стр. 159—160.

⁷⁰ К. М. Бэр. Взгляд на развитие наук. — «Избранные произведения русских естествоиспытателей первой половины XIX века», стр. 218.

⁷¹ Там же, стр. 219.

Но, питая надежды на спасительный синтез, все же нельзя было не думать о способах овладения колоссальным по объему научным материалом. Гельмгольц считал, что «чем колоссальнее этот объем, тем более требуется хорошая и верная организация и распределение, чтобы не потеряться безнадежно в лабиринте учености. Чем лучше распределение и систематика, тем больше может быть накоплено частных фактов, без вреда для системы. Наше время может лучше разрабатывать частные факты, потому, что наши предшественники научили нас организации знания»⁷².

Эта организация, прежде всего, состоит во «внешнем механическом распределении, какое представляют наши каталоги, лексиконы, реестры, указатели, обозрения литературы, годовые отчеты, собрания законов, естественноисторические системы и прочее»⁷³. Но «внешнее механическое распределение» не является идеалом систематизации. Работу по сбору и распределению научного материала следует организовать так, чтобы ее выполнял «лишь тот, кто сознает цель такого собирания, органически усвоил себе внутреннее содержание данной науки и ее методы,— а для такого человека каждый отдельный факт представляется в связи с целою системой науки и имеет свой особенный интерес»⁷⁴.

Таким образом, все яснее становилась огромная роль в сложившейся ситуации обобщающих обзоров развития и состояния естествознания в целом и отдельных наук и их отраслей. С этой же ситуацией связан был возросший во второй половине XIX в. интерес к истории науки как способу осмысления ее проблем, состояния и перспектив. Многие биологи считали эту работу исключительно важной для развития науки и уделяли ей большое внимание. Среди русских биологов особое значение ей придавали К. А. Тимирязев, И. И. Мечников, И. М. Сеченов. Их обзоры и исторические исследования стали крупными явлениями не только научной, но и общественной жизни.

Рост науки и ее роли, увеличение числа занятых в ней людей и потребность в пополнении их рядов уже к середине XIX в. усилили интерес к выяснению качеств, которыми должны обладать работники науки, условий, способствующих формированию этих качеств, и к постановке образования. Никто из биологов не написал такой работы, как «Великие люди» В. Оствальда (1909), специально посвященной этим вопросам, но, как и других естествоиспытателей, их живо занимали упомянутые вопросы.

В сочинениях биологов разбросаны многочисленные ценные наблюдения и высказывания, относящиеся к этим проблемам.

⁷² Г. Гельмгольц. Популярные научные статьи, вып. 1. СПб., 1866, стр. 14.

⁷³ Там же.

⁷⁴ Там же, стр. 15.

К сожалению, они до сих пор не собраны и не проанализированы, а такая работа могла бы иметь существенное научное и даже практическое значение. Отмечались такие личные качества, как глубокая преданность делу, полная поглощенность предметом своих исследований, умение сосредоточиться на деталях и в то же время охватывать вопрос в целом, во всех его взаимосвязях, умение видеть перспективу, наблюдательность, упорство в достижении цели, оригинальность мышления и решимость идти наперекор общепринятым мнениям и, конечно, одаренность. Ближе к XX в. больше стали подчеркивать важность богатого воображения, способность к сотрудничеству и т. д.

В 1869 г. двоюродный брат Ч. Дарвина Фрэнсис Гальтон (1822—1911) выпустил книгу «Наследственность таланта». В ней, как и в своей следующей книге «Английские люди науки. Их природа и воспитание» (1874), Гальтон стремился доказать, что способности к научной работе определяются наследственностью и передаются от поколения к поколению точно так же, как форма и другие физические признаки организма.

Роль наследственных задатков признавалась многими. Ч. Дарвин, отвечая в 1873 г. на анкету, которую Гальтон разослал ряду ученых, на вопрос «кажутся ли Вам ваши научные склонности врожденными?», ответил: «конечно, врожденными»⁷⁵. Однако вывод Гальтона о том, что решающим в формировании ученого и успехе его научной работы является наследственность, встретил возражения.

Одним из первых выступил против такого взгляда ботаник, автор классических исследований, сыгравших важную роль в развитии географии растений, основоположник учения о происхождении культурных растений, активный сторонник дарвинизма Альфонс Декандоль (1806—1893). В 1873 г. он выпустил на французском языке большой труд «История науки и ученых за два века»⁷⁶. В 1885 г. в Женеве же вышло второе расширенное издание этого труда, а в 1911 г. В. Оствальд издал его немецкий перевод⁷⁷.

В настоящее время книга Декандоля основательно забыта. Между тем она представляет значительный интерес как один из первых опытов социологического и социально-психологического анализа науки и одна из первых попыток применения статистического метода в истории науки. Декандоль совершенно не касается в своей работе истории научных идей. Предметом его изучения явились социальные и некоторые естественноисториче-

⁷⁵ Ч. Дарвин. Соч., т. 9. М., 1959, стр. 243.

⁷⁶ A. de Candolle. Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles. Genève — Bâle — Lyon, 1873.

⁷⁷ A. de Candolle. Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten seit zwei Jahrhunderten. Leipzig, 1911.

ские условия, способствующие или препятствующие развитию науки.

В поисках объективных показателей Декандоль избрал следующий путь. Считая, что при выборах иностранных членов и членов-корреспондентов в наибольшей мере критерием оценки являются научные заслуги и меньше действуют не относящиеся к науке обстоятельства, он проанализировал списки иностранных членов Парижской академии с 1666 по 1883 г., Лондонского Королевского общества с 1750 по 1869 и Академии наук в Берлине с 1750 по 1869 г. При этом он учитывал специальность, социальное происхождение, национальность избранного и проследил изменения за каждые 50 лет. Он выяснил процентные соотношения представителей различных стран в упомянутых академиях и их изменения на 1750, 1789, 1829 и 1869 гг., процент избранных на один миллион населения страны, из которой избран ученый, процентные соотношения и их динамику во времени представителей различных наук, соотношения в процентах представителей различных классов — дворянства, буржуазии и выходцев из семей низших служащих, крестьян, ремесленников, солдат, матросов и т. п.

Здесь нет возможности подробно рассмотреть содержание этого новаторского, оригинального исследования. Это потребовало бы слишком много места. Известное представление может дать перечисление основных вопросов, обсуждавшихся в книге Декандоля. Необходимость заставляет ограничиться лишь беглым рассмотрением главных положений автора.

Книга Декандоля открывается изложением исходных принципов и обоснованием метода исследования. Затем следует изложение фактических данных, полученных путем обработки списков трех академий за двести лет. Часть четвертая называется «Анализ фактов и исследование причин, которые способствуют или препятствуют развитию науки». Здесь рассматриваются: 1) динамика распределения числа ученых по отраслям наук в течение двух веков; 2) рост специализации; 3) участие женщин в развитии науки; 4) распределение ученых по социальному происхождению; 5) причины, влияющие на направленность интересов, успех и число людей, способствовавших прогрессу науки, в том числе влияние наследственности, воспитания, образования, материальных средств, необходимых для научной работы, влияние религии, традиций семьи, общественного мнения, политического устройства и правительств, научных обществ, размеров страны, языка, географического положения, климата и расы.

Декандоля интересовали не только причины, влияющие на развитие ученых, но и продолжительность их действия. Он рассмотрел также географию районов распространения науки и современное ему состояние математических, физических и естественных наук в различных странах. Шестая часть посвящена

сравнению развития исторических и социальных наук с развитием естественных и математических наук.

Декандоль признавал новаторский характер своей работы. Он подчеркивал, что обычно работы по истории науки посвящены либо истории одной из наук, либо отдельному ученому, или определенной школе, либо развитию научных понятий, либо, наконец, науке в отдельных странах. Совокупность же наук рассматривается очень редко, да и то, писал Декандоль, только с самой общей точки зрения, когда речь идет о прогрессе культуры.

Декандоль пошел по другому пути. В отличие от традиционного типа сочинений по истории науки, он поставил своей целью рассмотреть развитие науки как целого, как особого рода деятельность, и выяснить зависимость прогресса науки от социальных, политических и культурно-исторических условий, от социально-психологических установок среды, воздействующих на формирование личности и ориентацию ее интересов. Правда, социальные условия он понимал еще весьма ограниченно. Его анализ сосредоточен почти исключительно на формировании личности ученого, его наклонностей и интересов. Социальные условия выступают лишь как фактор, способствующий или препятствующий ориентации личности на науку, благоприятствующий или препятствующий деятельности ученого. Более глубокое взаимодействие науки и социально-экономических условий, влияние общественного производства, экономических потребностей общества на направление развития науки, в то время уже вскрытые марксизмом, остались вне поля зрения Декандоля. Поэтому его исследование носит скорее социально-психологический, чем социологический характер в полном смысле слова.

Тем не менее принципиальное отличие исследования Декандоля от работ по истории науки, изданных до него, очевидно, так же как и то, что при всей своей ограниченности оно перекликается в ряде вопросов с той проблематикой в изучении истории науки, которая была выдвинута марксизмом, и теми направлениями в современной истории и социологии науки, которые в центр внимания ставят задачу изучения зависимости развития науки от социальных условий. Тем удивительнее, что книга Декандоля до сих пор привлекала к себе так мало внимания⁷⁸.

Применив статистический метод к рассмотрению истории науки, Декандоль избежал абсолютизации этого метода и подчеркнул необходимость его сочетания с содержательным анализом рассматриваемых явлений. «Используемые в статистическом

⁷⁸ Подробнее о Декандоле и его книге см.: С. Р. Микулинский. Альфонс Декандоль и его работа «История науки и ученых за два века». — «Из истории биологии», вып. 4. М., 1972.

методе цифры являются только способом группировать факты с целью лучше оценить их значение и причины... Здравый смысл должен доминировать при каждом исследовании, иначе будет только одна из тех мнимых статистик, без всякого значения, которая заполняет газеты»⁷⁹. Декандоль говорил далее, что «считать, взвешивать, классифицировать и сравнивать» нужно для того, чтобы разобраться в малоизвестных фактах и их причинах. Имея светлую голову, это можно проделать и без цифр, писал он. Но собирая и группируя цифры, мы подразделяем проблему на ее элементы и делаем наши рассуждения более убедительными, более доступной проверке степени вероятности выводов.

Задавшись целью выяснить, какие слои общества дали наибольшее число видных ученых, Декандоль установил, что из ста иностранцев, избранных в Парижскую академию, выходцы из дворянства и богатых семей составляют 41%, из среднего класса 52%, из класса ремесленников, крестьян и т. д. 7%. Такое распределение он объясняет исключительно социальными условиями.

Декандоль выразил решительное несогласие с выводами Ф. Гальтона о доминирующей роли наследственности в формировании ученых. Он собрал обширный (значительно больший, чем Гальтон) материал о предках и родственниках многих ученых; факты на первый взгляд подтверждали выводы Гальтона, но Декандоль, не отвергая факты, дал им совсем иную интерпретацию. Для успешной научной работы безусловно необходимы определенные природные задатки, но преобладание среди ученых людей, вышедших из семей, проявивших себя в интеллектуальной области, связано, по его мнению, не столько с наследственностью, сколько с условиями воспитания и образования и другими социальными и психологическими факторами (влиянием семьи и ближайшего окружения, школы, общественного мнения, политических институтов страны и т. п.).

Основой всех открытий, писал Декандоль, является любопытство. Если в семье и в школе ребенку ставят вопросы или он помещается в такие условия, когда он сам задается вопросами, его любопытство возбуждается. Если, наоборот, ему не устают говорить, что не надо заниматься такими-то и такими-то вещами, что не нужно быть любопытным, что учителя и родители должны решать все проблемы, что бесполезно, вредно или запрещено доискиваться до сути вещей, которые не понимаешь, то порывы любопытства подавляются, и ум становится постепенно безразличным и робким. «Вреднейшим для науки, на мой взгляд, — писал Декандоль, — является тот, кто представляет ее как нечто завершенное, законченное»⁸⁰.

Влияние религии на науку, по Декандолю, осуществляется

⁷⁹ A. de Candolle. Zur Geschichte..., S. 242.

⁸⁰ Ibid., S. 259.

прежде всего через прямое или косвенное воздействие духовенства на воспитание и образование и через общее влияние на нравы и идеи. Любая религия, по Декандолю, в принципе противоположна науке⁸¹. Сами по себе религиозные догмы, писал Декандоль, имеют очень небольшое значение. Гораздо большее значение, по его мнению, имеет насаждение религией духа авторитарности через принуждение признавать религиозные догмы на веру, независимо от их понимания. Поскольку авторитарность противоречит духу научного исследования, постольку развитие науки меньше страдает от той религии, которая в большей мере, чем другие, допускает свободу мнений.

Декандоль сопоставил по этому признаку протестантскую и католическую религии. Он считал, что протестантская церковь оказывает не такое интенсивное давление на умы, как католическая. Уже само возникновение протестантизма через бунт против догматов официальной церкви, по его мнению, послужило некоторым поводом для борьбы против всяких авторитетов. Чтобы обосновать свой тезис об отрицательном влиянии религиозной авторитарности и подавления свободы мысли, Декандоль подсчитал число крупных ученых, вышедших из среды католиков и протестантов, и показал, что из протестантских семей за два века вышло в четыре раза больше крупных ученых, чем из семей католиков, хотя католиков в Европе было в этот период в полтора раза больше, чем протестантов.

В качестве примера влияния авторитарного давления Декандоль привел свою родину. «История маленькой Женевской республики,— писал он,— представляет прекрасный пример того, как воздействует (на науку) авторитарная власть. На протяжении почти двух столетий (с 1535 по 1725), абсолютные принципы первых реформаторов полностью господствовали как среди мирян, так и среди духовенства. Образование находилось в руках церкви. Почти все граждане учились в гимназиях, и многие среди них проходили затем специальные курсы в университете. Однако на протяжении всего этого периода ни один женевец не отличился в науках. С 1720—1730 гг. началось ослабление влияния кальвинизма; образование и нравы изменились в духе свободы, и начиная с 1739 г., с первого избрания женедца в солидное научное учреждение за границей, а именно, Лондонское Королевское общество, Женева не переставала давать заметное число математиков, физиков и натуралистов, по отношению к своему небольшому населению»⁸².

Этот пример, собственно, служит пояснению влияния не только церкви, но и государства, политической власти. Хотя Декандоль придавал им меньшее значение, он довольно подробно рассматривал положение ученых при разных формах обще-

⁸¹ Ibid., S. 283.

⁸² Ibid., S. 268.

ственного устройства. Более существенными для развития науки он считал общественное мнение, характер воспитания и образования, наличие людей, обладающих достаточным досугом и материальными средствами, позволяющими отделиться от научных занятий, а главное для развития науки, по его мнению, личная свобода и безопасность.

Любопытно, что Декандоль не ограничился рассмотрением различных обстоятельств, влияющих на развитие науки, но, подводя итоги своему исследованию, четко сформулировал 20 (в первом издании 18) конкретных условий, благоприятствующих ее развитию, т. е. пытался сделать практические, нормативные выводы⁸³. Возможно, что здесь сказался обычай, принятый у ботаников и зоологов, давать после описания того или иного вида его сжатую характеристику.

Большинство из этих выводов Декандоля так или иначе уже нашло свое отражение в нашем изложении его взглядов. Все же, вероятно, целесообразно подчеркнуть, что Декандоль в особые пункты выделил: наличие у большего процента населения достаточных средств к существованию, позволяющих заниматься наукой; традиции изучения реальности; хорошо организованная система начального и особенно среднего и высшего образования, стимулирующая исследования и поощряющая молодых людей и профессоров, преданных науке; богатая и хорошо организованная база для научной работы (библиотеки, обсерватории, лаборатории, коллекции); «свобода высказывать и публиковать любое мнение, по крайней мере на научные темы, без каких-либо неприятных последствий» (п. 9); «общественное мнение, благоприятствующее наукам и тем, кто ими занимается» (п. 10); «свобода выбирать любую профессию» (п. 11); «религия, которая не считает своим основным принципом авторитарность» (п. 12); свободное владение иностранным языком; «независимость малых стран или объединения маленьких независимых стран» (п. 16); близость центров цивилизации; многочисленность академий или научных обществ; распространенность путешествий, особенно в другие страны, и т. д.

Мы несколько отступили от структуры статьи и изложили здесь взгляды Декандоля в целом на развитие науки. Мы сделали это главным образом для того, чтобы лучше передать характер его исследования, которое по праву можно назвать одной из ранних специальных науковедческих работ.

Большое внимание биологи XIX в., как и ученые, работавшие в других областях науки, уделяли проблемам образования. В XIX в., особенно во второй его половине, естествоиспытатели все больше связывали эту проблему с вопросом о формировании творческих способностей, будущим науки. Естественно, что, обсуждая проблемы образования, они исходили из своих пред-

⁸³ A. de Candolle, Zur Geschichte., S. 326—328.

ставлений о таком типе ученого, который в наибольшей степени соответствует современному состоянию науки, ее потребностям и тенденциям, новым формам ее организации, которые начали складываться к тому времени. Поэтому, если многое из того, что вызывало тогда жаркие споры, например дискуссии о классическом и естественнонаучном типе школ, может быть и устарело, то в целом вопросы, которые тогда были подняты в связи с проблемой образования, сохраняют живой интерес.

Наиболее интенсивно среди биологов вопросами образования занимался Т. Гексли. Ему принадлежит множество работ, посвященных критическому обзору традиционных воззрений на обучение и тому новому, что должно быть введено в систему образования, чтобы создать наилучшие условия для формирования интеллекта. Биографы Гексли, учитывая объем и значение этих работ, признают его не только выдающимся естествоиспытателем, но и крупным деятелем в области образования⁸⁴.

Гексли энергично защищал естественнонаучное направление образования от нападков многочисленных поклонников классической системы обучения. Но он подчеркивал пагубность одностороннего развития ума. Он писал, что школьное обучение и воспитание должны быть поставлены так, чтобы будить и культивировать различные способности человека, с тем, чтобы способный человек мог стать и писателем, и государственным деятелем, и ученым, и художником, т. е. они должны «содействовать развитию всех способностей человека, — в чем и состоит истинное образование»⁸⁵.

Гексли был противником односторонней специализации. Он признавал, что в обществе появилась потребность в узкоспециализированных высших технических училищах, но все его симпатии на стороне университетов. Здесь, если говорить об идеале, человек должен получать знания во всех областях науки, и именно университеты, по его мнению, останутся в качестве «хранилища истинной учености центра свободного исследования и фокуса умственного света»⁸⁶.

Гексли считал вредными ранние и большие интеллектуальные нагрузки, полагая, что в юности люди нуждаются в интеллектуальном покое, — иначе наступит преждевременное истощение: быстро исчезнут качества, необходимые исследователю, — «свежесть и энергия», свойственные юношеству. Энергичность, увлеченность, приподнятость чувств чрезвычайно существенны для творческой деятельности, писал он. Знания, как таковые, «менее важны, чем люди обычно склонны полагать»⁸⁷, поэтому в университетах учащиеся должны не просто получать

⁸⁴ См. В. Cyril. T. H. Huxley. Scientist, Humanist and Educator. London, 1959.

⁸⁵ Т. Гексли. Об университетском воспитании. СПб., 1876, стр. 3.

⁸⁶ Там же, стр. 15.

⁸⁷ T. Huxley. Science and Culture and other Essays, p. 74.

знания, но одновременно окунуться в атмосферу энергичных исканий истины, почувствовать напряженность, доходящую до энтузиазма, — и это будет их наибольшим приобретением⁸⁸.

В России столь же большую заинтересованность в вопросах образования и воспитания проявил Н. И. Пирогов. Его педагогические сочинения составляют весьма объемистый том⁸⁹. Одной из основных тем его трудов является сравнительный анализ классического и идущего ему на смену «реального» образования. Последнее включало в себя изучение естественных наук и предполагало введение специализации на ранних этапах обучения. Целесообразность изучения естественных наук Пирогов не подвергал сомнению, но он считал абсолютно неприемлемой идею ранней специализации. Он соглашался с тем, что «исполнительские успехи наук и художеств нашего столетия сделали специализацию необходимой потребностью общества», но вместе с тем считал, что «никогда не нуждались истинные специалисты так сильно в предварительном общечеловеческом образовании, как именно в наш век»⁹⁰. Наиболее благотворной он считал такую систему образования, при которой все люди «до известного периода жизни, в котором ясно обозначаются их склонности и их таланты, должны пользоваться плодами одного и того же нравственно научного просвещения»⁹¹. «Не спешите с вашей прикладной реальностью» и не распространяйте ее «на счет общего человеческого образования»⁹².

Противники классической школы нередко отличались скептическим отношением к образовательной ценности гуманитарных наук. Пирогов готов понять этот скепсис, так как «ничто так легко не принимает безжизненную, оцепенелую форму, как гуманитарные (гуманитарные.— *Авт.*) науки», но, замечает он, это происходит только тогда, когда они излагаются «непризнанными наставниками»: все может быть иначе, если суметь воспользоваться тем «живительным началом, которое в них заключается»⁹³. Для воспитания интеллекта высшую образовательную силу он признавал за изучением языков, истории и математики⁹⁴. Но в общем-то на первом этапе образования дело заключается не столько в выборе тех или иных наук, сколько в применении основного правила педагогики, а именно: наставникам следует иметь в виду «не подробное преподавание того или другого предмета, а развитие той или другой умственной способности учащихся посредством науки»⁹⁵. «Не самая

⁸⁸ *T. Huxley. Science and Culture and other Essays*, p. 38.

⁸⁹ См. *Н. И. Пирогов. Избр. педагог. соч.* М., 1953.

⁹⁰ Там же, стр. 61.

⁹¹ Там же, стр. 59.

⁹² Там же, стр. 56—57.

⁹³ Там же, стр. 159—160.

⁹⁴ Там же, стр. 201.

⁹⁵ Там же, стр. 74.

наука, а стройное методическое приготовление умственной восприимчивости учащихся к науке и возбуждение самостоятельности ума»⁹⁶ — вот что должно являться целью обучения. Среди различных форм высшего образования Пирогов отдавал предпочтение университетам.

Односторонность — на это обратил внимание Гельмгольц — нежелательна не только в процессе образования, но и на протяжении всей деятельности ученого: «Соединение всех наук, можно сказать, необходимо для сохранения здорового равновесия духовных сил. Каждая отдельная наука особенно напрягает известные духовные способности,— она соответственно и укрепляет их постоянным упражнением. Но каждое одностороннее развитие представляет и свои опасности,— оно делает человека неспособным к родам деятельности, в которых он менее упражнен, оно закрывает для его взора связь целого, оно ведет особенно легко к самообольщению»⁹⁷.

Наиболее важными для будущих исследователей способностями Пирогов считал память, фантазию и внимание. Дарвин, анализируя свой интеллект, полагал, что единственными его качествами, подававшими надежду, были «сильно выраженные и разнообразные вкусы, большое усердие в осуществлении того, что интересовало меня, и острое чувство удовольствия, которое я испытывал, когда мне становились понятными какие-либо сложные вопросы или предметы»⁹⁸. Мечников, говоря об успехах Пастера, отмечал в нем «две замечательные особенности: необыкновенную аккуратность и точность в работе, соединенные с неудержимым энтузиазмом»⁹⁹.

Наука требует огромной трудоспособности, постоянной интеллектуальной напряженности и всепоглощающей сосредоточенности. Без них не бывает успеха в науке. Такое состояние трудно выдержать, порой оно мучительно, зато в случае успеха разрядка сопровождается волной восторга и радости, эмоциональная сила которой почти несоизмерима с ощущениями, доставляемыми другими переживаниями. Для успешной работы в большинстве областей науки ученому не меньше, чем художнику, поэту или писателю, необходимо богатое воображение, если даже оно и несколько иное по своей природе. Все это должно учитываться в подготовке людей к научной деятельности. Образование и воспитание помимо всего прочего призваны развивать в человеке высокую эмоциональную и эстетическую культуру.

Это понимали многие естествоиспытатели, и поэтому они возражали против мифа об эмоциональной обедненности чело-

⁹⁶ *Н. И. Пирогов. Избр. педагог. соч.*, стр. 74.

⁹⁷ *Г. Гельмгольц. Популярные научные статьи*, вып. 1, стр. 12—13.

⁹⁸ *Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера. (Автобиография.)* М., 1957, стр. 59.

⁹⁹ *И. Мечников. Основатели современной медицины*, стр. 67.

века науки и ходячего представления об ученом, как человеке, лишенном волнений, восторгов и вдохновения, присущих эстетическому чувству. Напротив, эмоционально-эстетическая сфера у настоящего ученого очень развита. Ее не замечают потому, что она направлена на предмет исследований ученого, до поры до времени никому не известный или понятный только немногим специалистам, и еще потому, что в окончательном продукте своего труда — научной публикации — ученый всегда старательно скрывает свои чувства, исключает из него все, непосредственно не относящееся к предмету его занятий. Только в письмах, воспоминаниях, иногда в предисловиях, ученые позволяли себе рассказать о своих переживаниях, да и то редко.

Дарвин, например, считал науку источником самых глубоких эмоций¹⁰⁰. Гельмгольц говорил, что научная работа дает «нечто вроде художественного удовлетворения»¹⁰¹. Глубокие и сильные эмоции у ученых вызывает не только процесс научного поиска, но и результаты науки. «Ни поэт кисти, ни поэт пера, — писал К. А. Тимирязев, — не говорят нашему воображению, не создают перед нашим умственным взором такой величественной, безграничной, всеобъемлющей картины солнца, как та, которую разворачивает современная наука. И уж, конечно, не жалким поэтикам *fin de siècle*, не простирающим своего искусства далее подбирания диковинных эпитетов или просто щекочущего ухо сочетания звуков, не им пристало упрекать науку в иссушении мысли. Скорее наука могла бы укорить конец века в том, что он не дал второго Байрона, второго Шелли, который сумел бы воплотить в поэтические образы широкий полет его научной мысли»¹⁰².

Вопросы образования, как уже отмечалось, входили в более широкий круг проблем, связанный с выяснением условий для развития науки. В XIX в. быстро стали изменяться формы научной деятельности. Университетский профессор, работающий лишь с книгами или экспериментирующий в одиночку в примитивной личной лаборатории, стал сходить со сцены. Правилom становилось наличие при каждой университетской кафедре исследовательской лаборатории, в которой постоянно работал профессор со своими помощниками и студентами, где под руководством профессора сразу разрабатывалось несколько тем, а иногда и направлений, т. е. исследовательская работа становилась коллективной.

Возникновение таких лабораторий началось в 50-е годы XIX в. К концу века на этой основе стали возникать специальные исследовательские учреждения, которые преследовали единствен-

¹⁰⁰ См. Ч. Дарвин. Соч., т. 9, стр. 201—202.

¹⁰¹ Г. Гельмгольц. Популярные речи, ч. I. СПб., 1896, стр. 37.

¹⁰² К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 408.

ную цель — развитие науки, и где исследовательская работа была полностью отделена от преподавательской. Масштабы этого процесса при его зарождении никто не мог предвидеть. Но уже тогда возникли разногласия в оценке благотворности отделения исследовательской работы от преподавательской. Гексли считал совмещение исследовательской работы с лекционной весьма полезным уже потому, что оно вынуждает овладеть определенной наукой в целом. Противоположного мнения придерживался Мечников, находивший, что человек, не связанный с преподаванием, относится «несравненно свободнее к науке»¹⁰³. Изучая предшественников Дарвина, сравнивая работы Бюффона и Линнея, Мечников предполагает в качестве одного из объяснений живого, философски свободного ума Бюффона то, что он никогда не был профессором, в противоположность Линнею, преподававшему науку более четверти столетия.

Эта проблема не решена до сих пор, и споры вокруг нее не сходят со страниц печати. Она приобрела особую остроту в конце 40-х годов нашего века в связи с развитием в промышленно развитых странах по примеру Советского Союза широкой сети научно-исследовательских учреждений, что, естественно, вызвало отток большей части творческих работников из университетов. В США многие ученые с тревогой говорят о том, что это приведет и уже приводит к резкому ухудшению подготовки специалистов в американской высшей школе. Вопрос этот весьма сложный и не может быть решен альтернативно. При всяком новом большом деле что-то полезное, ценное в старом теряется ради решения главной, решающей задачи, удовлетворения главной потребности.

Процесс выделения исследовательских организаций в самостоятельные учреждения был необходим и вряд ли может приостановиться. Он необратим. Но возможны многообразные формы организации, которые, сохраняя безусловные преимущества исследовательских институтов, снизят возможность их отрицательного эффекта в деле образования. Такими формами могут стать создание комплексов учебных и научно-исследовательских центров, стажировка студентов и преподавателей в научно-исследовательских институтах, система тематических контрактов с вузами на совместную разработку научных проблем, система совмещения работы в НИИ с преподаванием в вузах, периодическое и притом систематическое предоставление преподавателям вузов возможности на относительно длительный срок сосредоточиться на исследовательской работе и т. д.

Новый этап в организационной структуре науки, связанный с появлением исследовательских институтов в XIX в., не успел развиваться в достаточной мере, чтобы предоставить обильный материал для размышлений о его достоинствах и недостатках.

¹⁰³ И. И. Мечников. О дарвинизме, стр. 12.

Но коллективность труда и новый тип взаимоотношений исследователя с администрацией с самого начала привлекли внимание ученых.

Коллективная организация работы в науке под руководством администрации вызвала бурный протест у Тимирязева: «Подобная искусственная организация, именно напоминающая бюрократический прием «получения сведений», не подвинет науки. Артельное, даже подчиненное строго иерархическому контролю производство науки представляется мне таким же невозможным, как и подобное производство поэзии»¹⁰⁴, и, наконец, о какой подчиненности может идти речь, когда «только гений в науке дает право на руководство, только он и внушает подчинение»¹⁰⁵.

Зная Тимирязева, его высокую, страстную гражданственность, легко понять, что его реакция на постановку вопроса о коллективных формах работы в науке была вызвана не столько рассмотрением этой проблемы по существу, сколько опасением, что в условиях царской России с ее бюрократическим аппаратом, стремившимся все нивелировать и со времени Николая I с тупой последовательностью действовавшим по правилу: если какая-нибудь голова поднимается выше других, ее нужно немедленно снять,— в России, где университеты с самого начала находились в ведении государства, расширение коллективных форм работы, делающих необходимой определенную централизацию и управление, приведет к бюрократизации науки и подчинению ученых царской администрации.

Иначе говоря, позиция Тимирязева определялась не принципиальным отрицанием возможности и целесообразности коллективных форм работы в науке, а социальными мотивами, пониманием опасности распространения таких форм работы в данных конкретных социальных условиях.

Однако «артельное» производство науки диктовалось потребностями времени и развитием самой науки. Более того, история науки свидетельствовала, что в экспериментальных науках уже давно существует и разделение труда и определенная кооперация ученых.

К. Бернар в связи с этим писал: «Всего чаще случается, что в развитии науки различные части опытного рассуждения составляют достояния многих людей. Так, есть люди, которые и в медицине и в естественной истории только собирали наблюдения, другие были в состоянии составить более или менее остроумные и более или менее вероятные гипотезы, основанные на этих наблюдениях; затем третьи явились, чтобы опытным образом осуществить условия, нужные для того, чтобы произошел опыт, который мог бы быть проверкою этих гипо-

¹⁰⁴ К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 60.

¹⁰⁵ Там же, стр. 61.

тез; есть, наконец, такие, которые особенным образом трудились над обобщением и систематизированием результатов, полученных различными наблюдателями и экспериментаторами. Такое раздробление опытной области весьма полезно, потому что каждая из этих различных частей от этого лучше обрабатывается. В самом деле, легко понять, что в известных науках средства наблюдения и производства опытов становятся совершенно особенными инструментами, так что обращение с ними и употребление их требуют известной привычки, известной ловкости руки и усовершенствования известных чувств»¹⁰⁶.

Но дело было не только в росте специализации и разделении труда в конкретных научных исследованиях. По мере повышения общественной роли науки, общественной потребности в ускорении ее развития, что, собственно, и служило главным импульсом увеличения числа работников науки, специализации и разделения труда в ней, росло сознание значения научной общественности и коллективной работы для быстрого продвижения в решении научных проблем. Зародышами таких коллективов были научные школы, складывавшиеся вокруг выдающихся профессоров. Обычно это была небольшая группа учеников, становившихся единомышленниками своего профессора и разрабатывавших близкую ему проблематику, но вынужденных оставлять его и занимать кафедры в различных учебных заведениях, как только к этому представлялась возможность. На их место приходила другая молодежь. В XIX в. возникла тенденция расширения таких школ и превращения их в постоянные, совместно работающие коллективы.

Этот процесс хорошо прослеживается на примере институализации университетской школы В. В. Докучаева в форме известной докучаевской Почвенной экспедиции. Сознание принципиального значения коллективности для продвижения науки проявлялось и в форме усиления тяги ученых к объединению в научные общества. И тот же К. А. Тимирязев, который так страстно выступал против бюрократизации науки, с не меньшей страстностью подчеркивал важность научных обществ для ускорения развития науки.

Это сознание принципиального значения коллективности в научной работе хорошо выразил выдающийся психиатр С. С. Корсаков в конце XIX в. в речи на первом заседании Московского общества невропатологов и психиатров. «Я глубоко убежден, — говорил он, — что при соединении людей в кружки является не только сумма способностей отдельных членов, но вследствие взаимодействия происходит творческий акт, является нечто новое, развивается то, что называется общественным сознанием, и эта новая форма сознания является могучим и

¹⁰⁶ К. Бернар. Введение к изучению опытной медицины, стр. 32.

неотразимым фактором в деятельности отдельных членов общества»¹⁰⁷.

Описание организации деятельности одного из первых крупных исследовательских институтов — Пастеровского института в Париже — дал Мечников. Институт управлялся советом, в который входили государственные деятели, адвокаты, ученые. Совет собирался очень редко, и директору, который был крупным ученым, фактически была предоставлена полная свобода. Он, в свою очередь, «мало вмешивается и не стесняет работающих, вследствие чего в институте отсутствует дух принуждения и дисциплины, столь дурно влияющий на серьезно относящихся к делу ученых»¹⁰⁸. Однако невмешательство руководства в работу института не представляется Мечникову идеалом. Какое-то начала организации и планомерности он считал все же необходимыми, хотя подчеркивал, что проводить их следует осторожно, не ущемляя свободы деятельности. «Для более успешного хода работ было бы очень желательно, — писал он, — чтобы, не стесняя исследователей в их свободной деятельности, рядом с этим были планомерно организованы работы на заданные темы»¹⁰⁹.

Ученые затрагивали многие темы, касающиеся организации науки. Были протесты по поводу обилия ученых степеней, званий и множества экзаменов, сдаваемых для их получения. Любой экзамен рассматривался как несовершенный тест знаний и еще более несовершенный тест некоторых способностей, бессильный обнаружить главное — степень исследовательских способностей человека. Множество экзаменов свидетельствует о невысокой организации. Пирогов полагал, что они «есть мера, означающая вообще недостаточную образованность общества»¹¹⁰.

Были попытки выяснить путем самоанализа существование наиболее плодотворных стадий в исследовательской деятельности и временных пределов исследовательских возможностей. По наблюдениям Пастера, «каждый человек, посвятивший себя экспериментальным наукам, достигает возраста, когда время приобретает необычайную цену: это быстро проходящий период, когда цветет дух изобретательства и когда каждый год должен быть отмечен новыми достижениями»¹¹¹.

Исследователю следует торопиться в этот период постараться сделать максимум возможного в решении крупных задач, оставляя кое-что незавершенным во второстепенном, в деталях. Пастер предварял этими мыслями публикацию лекций «Исследования о молекулярной дисимметрии естественных органических соединений», прочитанных в Парижском химическом обще-

¹⁰⁷ Цит. по: А. О. Эдельштейн. С. С. Корсаков. М., 1948, стр. 89.

¹⁰⁸ И. И. Мечников. Страницы воспоминаний, стр. 112.

¹⁰⁹ Там же, стр. 113.

¹¹⁰ Н. И. Пирогов. Избр. педагог. соч., стр. 167.

¹¹¹ Л. Пастер. Избранные труды, т. I. М., 1960, стр. 9.

стве в 1860 г.; в лекциях изложены исследования, проводившиеся им в течение 10 лет. На протяжении этого периода у него не раз возникало желание объединить их, внимательно просмотреть детали, сделать все необходимые добавления, но останавливаться для работы такого рода в то время он считал нецелесообразным: никакое удовольствие, полученное от распространения своих идей, не могло бы компенсировать времени, упущенного для более важной работы.

Возрастная динамика творчества привлекала внимание многих ученых.

Дарвин в молодости в беседе с Лайелем высказал мнение, что, перешагнув за 60 лет, ученые «обязательно начинают оказывать сопротивление новому учению». Много лет спустя Лайель, который только на старости лет стал сторонником эволюционной теории, напомнил Дарвину его слова. В записях, относящихся к 1876 г., Дарвин, когда ему было 67 лет, отметил, что не усматривает каких-либо изменений в складе своего ума за последние 30 лет. Разве только произошло общее снижение сил и почти атрофировался вкус к поэзии, живописи, музыке. Вместе с тем, продолжал он, «я стал несколько более искусным в умении находить правильные объяснения и придумывать методы экспериментальной проверки»¹¹².

Сходными впечатлениями делится Мечников. После 65 лет ослабла потребность в музыкальных ощущениях, появилось равнодушие ко многим благам жизни, и лишь научная работа продолжала вызывать у него «неугасаемый энтузиазм»¹¹³. Более или менее общим мнением в XIX в. было, что в жизни ученого несомненно существует определенный, наиболее плодотворный период, но наряду с этим полагали, что научное творчество, вероятно, можно отнести к разряду стойких и долго сохраняющихся потенций человека. Этот вопрос слабо разработан до сих пор, хотя в наше время он приобрел существенное значение. Чтобы решить его, нужно отказаться от рассмотрения этого вопроса только с точки зрения возрастных физиологических изменений и учитывать состояние области, в которой работает ученый (бурная смена теорий и методов, или доработка, обоснование и распространение их на новые объекты), влияние смены характера занятий (переход от экспериментальной работы к теоретической и обратно, от фундаментальных исследований к прикладным, от исследовательской работы к преподаванию, или наоборот) и т. д.

Исследуя условия прогресса науки, многие естествоиспытатели отмечали, что он зависит не только от внутренних закономерностей развития самой науки, но и от того сложного комплекса отношений, который устанавливается между наукой и об-

¹¹² Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера. (Автобиография), стр. 146.

¹¹³ И. И. Мечников. Страницы воспоминаний, стр. 174.

ществом. Как мы видели, эта проблема нашла широкое отражение в книге А. Декандоля. По существу, она занимала в ней основное место. С различной глубиной и детальностью эта проблема обсуждалась в работах многих биологов XIX в.

3. НАУКА И ОБЩЕСТВО

Приступая к рассмотрению воззрений естествоиспытателей на эту проблему, следует помнить, во-первых, ее исключительную сложность и, во-вторых, что она, как и любая проблема развития науки, по своей природе не может быть решена в рамках естествознания. Это социальная проблема, и она требует особого способа исследования — сочетания социально-экономического и философско-теоретического анализа, т. е. научного освещения лишь с позиций материалистического понимания истории. Ни тем, ни другим никто из естествоиспытателей XIX в. не владел. Поэтому напрасно было бы ожидать в работах естествоиспытателей XIX в. ее всестороннего научного освещения. Даже знание основ того подхода, которого требует эта проблема, не может еще гарантировать успеха, так как для ее решения, если иметь в виду не самые общие формулы, необходимы специальные исследования, которые могут осуществить лишь люди, овладевшие специальными методами и имеющие возможность сосредоточиться на этих исследованиях.

Это, однако, не означает, что высказывания естествоиспытателей по проблеме взаимодействия науки и общества лишены научного интереса. Напротив, многие их наблюдения и мысли имеют существенное значение и для углубления современных исследований по этой проблеме (поскольку, изучая взгляды предшественников, мы обнаруживаем тонкости, которые ускользнули из поля нашего внимания), и для восстановления реальной исторической обстановки в XIX в., и того, как она воспринималась, и для изучения путей формирования мировоззрения естествоиспытателей.

Одно из первых мест в проблеме взаимодействия науки и общества занимает вопрос о роли общественных потребностей в развитии науки.

Значительная часть естествоиспытателей XIX в. придерживалась той точки зрения, что потребности общества оказывают решающее воздействие на положение и направление развития науки. Любопытные высказывания содержатся в статьях профессора Московского университета А. А. Иовского. «Познание, — писал он в 1827 г., — есть не что иное, как мысль, родившаяся в наблюдении, оплодотворяющаяся в исследованиях и опытах, а сие возможно только в быту общественном»¹¹⁴. Поэтому он

¹¹⁴ А. А. Иовский. О важности химических исследований... — «Избранные произведения русских естествоиспытателей первой половины XIX в.», стр. 309.

считал, что «не за чертою гражданского общества мы должны искать оценки науки и искусства (ремесла.— *Авт.*)..., но в сем самом обществе, которому они служат опорой и в коем они сами заимствуют всю силу к дальнейшему своему совершенству»¹¹⁵.

«Запросы жизни,— писал К. А. Тимирязев,— всегда являлись первыми стимулами, побуждавшими искать знаний»¹¹⁶. Они же, по его мнению, являются главным критерием оценки успехов науки. Вместе с тем многие естествоиспытатели подчеркивали, что если общее направление развития науки во многом зависит от общественных потребностей, запросов жизни и тех возможностей, которые общество предоставляет науке, то в своем конкретном выражении движение науки определяется законами, логикой ее собственного развития. Наука всегда изучает только то, что в данный момент созрело, для чего открыты методы исследования; никакие потребности не могут нарушить закономерного хода развития научной мысли, привести к решению проблемы, которая пока еще не созрела в науке.

XIX век был периодом расцвета капитализма. Буржуазные правительства и предприниматели в известной мере поддерживали науку.

Однако капитализм породил очень узко утилитарный подход к науке. Мерилом всех ценностей стал чистоган. Во введении к «Истории развития естественных наук» Ж. Кювье писал: «Большая часть правительств считает себя в праве признавать и поощрять в науках только их ежедневные приложения к потребностям общества»¹¹⁷. Буржуазия выдвинула лозунг «прикладной науки». Науке было тесно в этих рамках, и ученые не могли согласиться с этим.

Пастер, чьи работы всегда были связаны с насущными практическими проблемами, доказывал, что «не существует прикладных наук», есть только «применение науки». Гексли в 1880 г. говорил: «Я нередко хотел, чтобы фраза «прикладная наука» никогда не была бы изобретена, так как она предполагает, что существует научное знание, которое используется непосредственно в практике и которое может изучаться отдельно от другого вида научного знания, не имеющего практического использования и называемого «чистой наукой». Но нет большего заблуждения, чем это. То, что люди называют прикладной наукой, есть не что иное, как приложение чистой науки к определенному роду проблемам. Прикладная наука представляет собой дедуцирование общих принципов, установленных рассуждением и наблюдением и составляющих чистую науку»¹¹⁸.

¹¹⁵ Там же.

¹¹⁶ К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 423.

¹¹⁷ Цит. по: К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 45.

¹¹⁸ T. Huxley. Science and Culture and other Essays, p. 20.

Свои благодеяния наука осуществляет, как говорил Дарвин, «только обходным путем, именно в процессе искания абстрактной истины»¹¹⁹. В числе защитников «чистой науки» были К. А. Тимирязев и большинство выдающихся ученых XIX в. За их высказываниями не было и тени недооценки практических общественных нужд и потребностей. Девизом всей жизни К. А. Тимирязева было, что ученый должен стремиться к тому, чтобы там, где произрастал один колос, росло два. «Практическим применением результатов естествознания,— говорил Гельмгольц,— преобразована вся жизнь современного человечества»¹²⁰. Спор, если в нем и допускались порой крайности, таким образом, шел не о том, должна ли наука служить практике, а о том, каким путем она в наибольшей степени может удовлетворять потребности общества. Передовые ученые боролись за науку не ради ее самой, а ради лучшего использования ее возможностей для человечества. Но капиталиста интересовала прибыль, а не человечество.

И. И. Мечников с горечью вспоминал историю организации Пастеровского института, создатель которого, как выразился Гексли, «один своими открытиями уплатил большую часть немецкой контрибуции», наложенной на Францию. Первоначально собранных по подписке денег и небольшой правительственной субсидии хватило только на покупку земли и постройку здания. Спасая свое любимое детище, Пастер обратился за помощью к богатейшим людям Франции — к Альфонсу Ротшильду и барону Гиршу. Настойчивые усилия Пастера заинтересовать их в судьбе института не привели к успеху; ни Гиршу, ни Ротшильду оказалось невозможным растолковать, какая может быть от института польза. Везение пришло лишь с миллионером Озирисом, завещавшим институту значительную часть своего состояния. Его решение Мечников объясняет тем, что тщеславный, не имевший наследников Озирис счел пожертвование институту самым надежным способом сохранения своего имени в памяти потомства¹²¹.

Положение отдельных ученых было не лучше: Гексли не осмеливался советовать студенту, обнаруживающему способности и оригинальность, избрать научную карьеру, так как не мог дать ему уверенности, что профессионализация в биологической науке «принесет ему хлеб и сыр хотя бы в скромных размерах»¹²².

Если целый ряд сложностей окружал идею вещественной пользы науки, то, пожалуй, еще более серьезные проблемы возникали по поводу того, как отразится эта польза в конце концов на судьбах человечества. Под прикрытием высоких слов о

¹¹⁹ Цит. по: К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 439.

¹²⁰ Г. Гельмгольц. Популярные речи, ч. I, стр. 78.

¹²¹ См. И. И. Мечников. Страницы воспоминаний, стр. 100—102.

¹²² T. Huxley. Science and Culture and other Essays, p. 55.

высшей ценности человеческой природы и духа на всем протяжении XIX в. на науку нападали сторонники религиозных доктрин и всякого рода другие моралисты; число их почитателей увеличилось к концу века. Наука обвинялась в том, что она привлекла все силы общества к вещному благосостоянию, оставив в небрежении высокие, истинно человеческие цели и идеалы. Появилось представление об антагонизме науки и нравственности. В качестве дополнительной аргументации широко использовалась ссылка на эволюционное учение Дарвина в специфической трактовке социал-дарвинизма. Ф. Энгельс высмеял эти жалкие попытки лжеморалистов в «*Анти-Дюринге*», а Гексли посвятил им специальную работу «*Эволюция и этика*».

С опасностью прикладного направления считались многие ученые, Дюбуа-Реймон, например, видел в нем существенное зло, зародыш гибели всей современной цивилизации. Среди ученых было не редкостью мнение, что наука нейтральна по отношению к нравственности, безразлична к добру и злу, поэтому ее следует дополнить или верой, или внерелигиозными социальными, этическими, эстетическими воззрениями. Предложения зависели от характера философской концепции, разделяемой учеными. Но наряду с этим существовала тенденция сблизить с наукой и социальные и нравственные проблемы. Сторонники этой тенденции не находили причин для противопоставления науки и нравственности.

Дело на сей раз шло не о том, чтобы к проблемам нравственности приложить принципы и методы научного исследования, имелось в виду другое — то, что наука улучшает не только материальную сторону жизни, что занятие ею развивает не только интеллект человека, но и его нравственность, что черты истинного ученого важны для любого человека в его общении с другими людьми, с обществом, они нужны для человека-гражданина. Пастер в речи «*Почему во Франции не нашлось людей, когда ей грозила гибель?*» говорил, что развитие наук, быть может, еще более необходимо для нравственного здоровья народа, чем для его материального процветания.

Нравственные качества человека сами ученые, как правило, оценивали намного выше, чем интеллектуальные. Дарвин, вспоминая о своем знакомстве с Д. С. Генсло, огромный объем знаний которого внушал всем благоговейный трепет (о нем говорили, что «он знает все»), заканчивает воспоминания словами: «С благодарностью и уважением думая о его характере, я нахожу, что его моральные качества превосходят его интеллект, что и должно быть свойственно самым высоким натурам»¹²³.

В научной деятельности отрабатываются и проверяются нравственные черты человека. Исследователю приходится научиться

¹²³ Ч. Дарвин. Соч., т. 9, стр. 165.

преодолевать страх ошибок; иначе, парализованный им, он не двинется вперед в своей работе, ему «нужно быть смелым и свободным в обнаружении своих идей»¹²⁴, не останавливаться перед страхом противоречия уже существующим теориям, быть готовым встретить оппозицию и сопротивление своим работам, и в то же время он не имеет права расставаться с сомнениями и питать слишком большую веру в свои теории. С исчезновением сомнений уменьшаются шансы на беспристрастное исследование, ведущее к открытиям,— «люди слишком верящие в свои теории, недостаточно верят в теории других»¹²⁵.

Исследователь без умения замечать и анализировать неблагоприятные для его теории факты, уже не ученый, хотя приобрести такое умение и сохранить его очень трудно. В сфере науки отчетливо обнаруживают свою опасность и фанатики, и безоглядные ниспровергатели. С резкой отповедью тем, кто напал на науку под флагом этики и морали, выступил К. А. Тимирязев. «Нет, не дарвинизм, не естествознание XIX века,— писал он,— могут упрекнуть в разладе с этикой. Эту славу они охотно уступают таким его практическим деятелям, как Бисмарк, таким философам, как несчастный Ницше»¹²⁶.

Наука оказывает влияние не только на нравственные чувства и воззрения человека. Ученые располагали многими доказательствами того, что «вся наша теория жизни находится под глубоким воздействием, осознанно или нет, общих представлений об универсуме, которые внедряются в нас естественными науками»¹²⁷. Но «теория жизни», о которой они говорили, весьма существенно расходилась с идеями, признанными государством и освященными церковью. Конфликт науки с официальной идеологией обострялся. Острота конфликта несколько варьировала в зависимости от страны.

Гельмгольц полагал, что в середине и во второй половине века в Германии сложилась более благоприятная обстановка для научной деятельности, чем во Франции и Англии. Успехи немецких физиологов и медиков, в сравнении с французскими и английскими, он объяснял тем, что последние в вопросах о природе жизни, тесно связанных с психологией и этикой, «почти всегда... должны были подчиняться общественным и церковным предрассудкам, и если они хотели высказать свои убеждения, то могли это сделать только в ущерб своему общественному влиянию и своей деятельности»¹²⁸. Гельмгольц, вероятно, идеализировал обстановку в Германии, утверждая, что «у нас меньше, чем где-либо, боятся результатов полной и прямой ис-

¹²⁴ К. Бернар. Введение к изучению опытной медицины, стр. 52.

¹²⁵ Там же, стр. 49.

¹²⁶ К. А. Тимирязев. Соч., т. V, стр. 427.

¹²⁷ Т. Никлей. Science and Culture and other Essays, p. 15.

¹²⁸ Г. Гельмгольц. Популярные речи, т. I, стр. 100.

тины»¹²⁹. В принципе такая боязнь существовала везде и определяла соответствующее отношение к ученым. В России удаление профессоров в силу господствующей по отношению к ученым «теории неблагонадежности» было вполне обычным делом¹³⁰.

Союзником государства в борьбе с учеными была церковь. С блистательной критикой этого союза выступили Геккель, Гексли, Тимирязев. «Хуже всего, конечно, то, что современное культурное государство бросается в объятия враждебной культуре церкви»¹³¹, — писал Геккель, подробно разбиравший взаимоотношения церкви с наукой. Предельную ожесточенность вызвала теория эволюции, так как церковь «верно угадала в ней смертельного врага господствующего мифа о сотворении мира и вообще угрозу для основ всей церковной догмы»¹³². Биологам казалось, и не без оснований, что «если три века тому назад натиск реакции приходилось выдерживать астроному, то теперь он направлен главным образом на биолога»¹³³. Разумеется, далеко не все они держались воинственно по отношению к церкви и государству, и все же в их среде поддерживалась надежда, что «слепые церковные верования будут низложены наукой разума»¹³⁴.

Противодействуя контролю со стороны государства и церкви, некоторые ученые старались детально разобраться в отношениях науки и государства. Интересный анализ содержится в статьях Н. И. Пирогова «Чего мы желаем?», «Университетский вопрос», «Письма из Гейдельберга» и др. Как происходило бы развитие науки без государственного вмешательства, писал Пирогов, об этом трудно говорить, так как полной свободы, по крайней мере после падения античного мира, наукам никогда и нигде не давали, такого «эксперимента еще не делали»¹³⁵. Но известно с полной достоверностью, что все попытки направлять науку приводили к результатам совсем не тем, которых старались достигнуть; «следствия принудительных мер, обязательных регулятивов, инквизиционных правил были вовсе неожиданные»¹³⁶.

Несмотря на тщетность усилий, попытки направлять науку продолжают. Между тем угрожающе растут и накапливаются непредвиденные следствия предпринимаемых вмешательств. Без специального изучения отношений государства к науке и сознательного применения на деле полученного знания, по мнению Пирогова, трудно рассчитывать на успех в будущем.

¹²⁹ Там же.

¹³⁰ См. *И. М. Сеченов. Автобиографические записки*, стр. 174.

¹³¹ *Э. Геккель. Мировые загадки*. М., 1937, стр. 70.

¹³² *Э. Геккель. Борьба за идею развития*. М., 1907, стр. 34.

¹³³ *К. А. Тимирязев. Соч.*, т. V, стр. 23.

¹³⁴ *Э. Геккель. Борьба за идею развития*, стр. 46.

¹³⁵ *Н. И. Пирогов. Избр. педагог. соч.*, стр. 431.

¹³⁶ Там же.

Влияния государства в делах научных не следует исключать полностью. Пирогов подразделяет сферу науки на три части: научное исследование, преподавание и применение результатов исследования. Процесс преподавания государство может регулировать, способствуя распространению того учения, которое оно считает более отвечающим своим насущным и нравственным интересам. Право государства неоспоримо особенно в тех случаях, когда противоположное учение еще не утвердилось, и мнения научного света противоречат одно другому. Строгий контроль необходим в реализации научных открытий; Пирогов рекомендует здесь «действовать ограниченно и более консервативно». Но никакого снисхождения не может быть к попыткам государственного вмешательства в научное исследование с намерением поддержать или запретить какое-либо направление в науке.

В возникновении различных направлений, по Пирогову, участвуют следующие факторы: объект науки, господствующие убеждения ученых и предшествующее развитие науки. Ни один из них не связан с государством и не подвластен ему. И все же «история доказывает, что государство иногда присваивало себе право вмешательства во внутренние дела науки. Иногда то или другое направление казалось ему, почему бы то ни было, опасным, вредным или противоречащим его интересам. А иногда слишком ревностные приверженцы одного какого-нибудь направления, с пристрастием, свойственным всем сторонникам одной доктрины, старались посредством государства препятствовать другому, противоположному направлению. В этом случае государственные интересы были, конечно, одним предлогом для достижения личных целей. Тогда придумывалась, обыкновенно основанная на бюрократическом и инквизиционном начале, система искусственных препятствий к распространению направления, почитавшегося вредным...»¹³⁷. Если вмешательство и сопровождалось успехом, то он был временным, окончательный результат всегда оказывался противоположным тому, который являлся целью вмешательства.

Естествоиспытатели XIX в., касаясь вопроса о влиянии общества, государства на развитие науки, имели в виду капиталистическое общество и буржуазные или феодально-буржуазные государственные формы. К концу века их выводы стали приобретать все более мрачный оттенок, так как интенсивно накапливались факты, заставляющие «с тревогой вглядываться в будущее нашей науки в нашем обществе»¹³⁸. Эпоха империализма породила вполне реальную угрозу самому существованию культуры, и тогда те ученые, которые подобно Тимирязеву были наиболее близки прогрессивным социальным силам,

¹³⁷ Н. И. Пирогов. Избр. педагог. соч., стр. 435.

¹³⁸ К. А. Тимирязев. Соч., т. IX, стр. 231.

заговорили о том, что «современный буржуазный строй не отказывает науке в известном почете, он готов предоставить ей крупницы, падающие с роскошной трапезы капитализма, и это невольно заставляет задуматься о будущности этой науки; разделяя с сегодняшними победителями их добычу, не будет ли она когда-нибудь вместе с ними привлечена к ответу?»¹³⁹

Науку, по мнению Тимирязева, может спасти только одно, а именно установление союза с демократией, так как «цели и потребности науки и демократии, истинной науки и истинной демократии одни и те же»¹⁴⁰. Собственно, этот союз будет решающим не только для будущего науки, но и для истории всего человечества: «в мировой борьбе, завязывающейся между той частью человечества, которая смотрит вперед, и тою, которая роковым образом вынуждена обращать свои взоры назад, на знамени первой будут начертаны слова: «*Наука и демократия* — сим победишь»¹⁴¹.

¹³⁹ К. А. Тимирязев. Соч., т. IX, стр. 243.

¹⁴⁰ Там же, стр. 15.

¹⁴¹ Там же, стр. 242.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бурова Ирина Николаевна — кандидат философских наук, доцент кафедры философии Академии наук СССР.

Грязнов Борис Семенович — кандидат философских наук, и. о. заведующего Сектором логики развития науки ИИЕиТ АН СССР.

Дынин Борис Семенович — кандидат философских наук, старший научный сотрудник Института философии АН СССР.

Микулинский Семен Романович — член-корреспондент АН СССР, доктор биологических наук, заместитель директора ИИЕиТ АН СССР.

Родный Наум Иосифович — кандидат технических наук, заведовал Сектором логики развития науки ИИЕиТ АН СССР.

Уткина Нина Федоровна — кандидат философских наук, старший научный сотрудник Института философии АН СССР.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
<u>Н. И. Родный</u> . Общая характеристика состояния науки периода 1800—1870 гг.	7
<i>И. Н. Бурова</i> . Взгляды французских математиков XIX в. на науку и ее развитие	29
<i>Б. С. Грязнов</i> . Представления математиков Германии XIX в. о науке и ее развитии	50
<i>Б. С. Дынин</i> . Логика развития представлений о науке у физиков XIX в. (1800—1870 гг.)	67
<u>Н. И. Родный</u> . Проблемы науки и ее развития у химиков XIX столетия	112
<i>С. Р. Микулинский, Н. Ф. Уткина</i> . Проблемы развития науки в трудах биологов XIX в.	166
Сведения об авторах	210

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ В ТРУДАХ
ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ XIX ВЕКА
(начало столетия — 70-е годы)

*Утверждено к печати
Институтом истории естествознания и техники
АН СССР*

Редактор *Л. Б. Габриэлов*
Редактор издательства *Л. К. Насекина*
Художественный редактор *Н. Н. Власик*
Технический редактор *А. М. Сатарова*

Сдано в набор 9/X 1972 г. Подписано к печати 11/XII 1972 г.
Формат 60×90^{1/16}. Усл. печ. л. 13,25. Уч.-изд. л. 14,5.
Тираж 3000. Т-20314. Тип. зак. 1241. Бумага № 2.

Цена 1 р. 11 к.

Издательство «Наука», 103717 ГСП,
Москва К-62, Подсосенский пер., д. 21
2-я типография издательства «Наука», 121099,
Москва Г-99, Шубинский пер., 10

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
20	23 св.	Дюллога	Дюлонга
51	23 св.	показательной	доказательной
117	1 св.	генезис химической истории	генезис химической науки
168	8 сн.	1934	1834

Проблемы развития науки в трудах естествоиспытателей XIX века.

1697



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»