

заны между собой даже их предметы перекрываются, тем не менее это разные научные области.

В нашу задачу не входит освещение собственно науковедческих проблем. Упомянем лишь о простейшей проблеме установления «измерителей» науки: объема научной деятельности, научной информации и т. п. Ограничимся в качестве такого примера упоминанием об одном простейшем подходе к решению вопроса о возможности выработки «измерителей» научной деятельности. В самом начале развития «науки о науке» за «измеритель» научной деятельности были взяты следующие показатели: число публикаций в научных журналах, число людей, работающих в сфере науки, и размеры средств, отпускаемых на научные исследования. Исследования в этом направлении показали, что все три величины с течением времени растут по экспоненциальному закону. Так, например, число публикаций научных работ удваивается примерно за 13 лет. Приблизительно этими же темпами идет рост научных кадров. Уже такое простое исследование приводит к интересным выводам, которые заключаются в том, что в ближайшее время организация науки должна претерпеть изменения. Дело в том, что если и дальше рост научных кадров и число научных журналов будут следовать тому же закону, то скоро все люди, живущие на Земле, должны стать учеными, а вся изготавливаемая бумага — использована для печати научных исследований. Этот самый первый и элементарный результат «науки о науке» уже заставляет задуматься над будущим науки и искать новые пути ее организации, в частности способы научной информации. В дальнейшем были получены новые результаты, которые представляют определенный интерес не только для теории, но и для практики, в частности, могущие иметь значение для решения задачи управления развитием науки. Ограничимся, однако, этим небольшим упоминанием о «науке о науке» и отошлем интересующихся к специальной литературе ¹⁾.

§ 2. О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ. ОСНОВНАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКИ

Остановимся теперь более подробно на вопросе о закономерностях развития физических наук. Как уже было сказано выше, понятие закономерности развития физики, как и науки вообще, очень широкое, имеющее несколько аспектов. Рассмотрим сначала главную, основную закономерность ее развития. Основную, главную закономерность развития физики, как и науки вообще, можно сформулировать так: **развитие физики обусловлено потребностями общественно-исторической практики.** Открытие этой главной закономерности развития науки принадлежит К. Марксу и Ф. Энгельсу.

¹⁾ См., например: Добров Г. М. Наука о науке. Киев, «Наукова думка», 1970; Налимов В. В., Мульченко З. М. Наукометрия. М., «Наука», 1969. Рачков П. А. Науковедение. М., Изд-во МГУ, 1974 и др.

Она вытекает из основного положения исторического материализма, согласно которому развитие всех общественных явлений в конечном счете определяется общественно-исторической практикой и в первую очередь производством. Именно Маркс и Энгельс открыли, что процесс познания человеком природы определяется очень сложным взаимодействием многочисленных материальных и духовных моментов общественной жизни. При этом решающую роль в развитии познания играют материальные условия существования людей и прежде всего производство материальных благ, необходимых для их существования.

Таким образом, основной движущей силой развития науки, в нашем случае физики, является производство, и связь, существующая между ним и физикой, определяет ее развитие. Поэтому для более конкретного выяснения рассматриваемой закономерности нужно прежде всего исследовать особенности этой связи.

1. Физика и производство. Производство определяет в конечном счете развитие всякой науки, но связь наук с производством может носить различный характер. Вряд ли нужно обосновывать, что производство связано с физикой не так, как, например, с юридической наукой или философией и т. д. Физика, как и другие естественные науки, имеет непосредственную связь с производством, с производительными силами, с техникой, и этим она отличается от гуманитарных наук, которые связаны с производством опосредствованно, через базис. Результаты физических исследований непосредственно применяются в производстве, в технике. В результате производство непосредственно «управляет» развитием физики. Это относится и к другим естественным наукам и было подчеркнуто еще Энгельсом, который в одном из своих писем писал:

«Если у общества появляется техническая потребность, то это продвигает науку вперед больше, чем десяток университетов. Вся гидростатика (Торричелли и т. д.) была вызвана к жизни потребностью регулировать горные потоки в Италии в XVI и XVII веках. Об электричестве мы узнали кое-что разумное только с тех пор, как была открыта его техническая применимость»¹⁾.

Существование непосредственной связи физики с техникой можно проследить на протяжении всей ее истории. Разработка Гюйгенсом теории маятника, имевшей значение для формирования механики, происходила под влиянием практической технической задачи конструирования часов. Отправным пунктом развития термодинамики явилась теорема, сформулированная С. Карно в связи с решением практической задачи усовершенствования паровой машины, и т. д. Непосредственная связь физики с техникой становится особенно ощутимой в XX в. Изобретение радио А. С. Поповым положило начало развитию радиотехники и привело к созданию целой области физической науки — радиофизики. Ядерная физика стала развиваться по-настоящему после того, как выяснилась практическая возможность овладения внутриядерной энергией.

¹⁾ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 39, с. 174.

Рассматривая связь между физикой и техникой и отмечая ее прямой характер, нужно подчеркнуть, что эта связь со временем претерпевала известные изменения. Во-первых, она все время укреплялась и расширялась, а во-вторых, при этом несколько изменялся сам характер этой связи. Примерно до середины прошлого столетия связь между физикой и техникой имела такой характер, когда техника, так сказать, шла впереди. Создавались технические устройства, возникали технические проблемы, которые затем вызывали к жизни соответствующие физические исследования. Очень ярко это видно на примере развития термодинамики. Сначала была изобретена паровая машина, а потом уже в рамках физики начиная с Карно развивается термодинамика. Но с середины XIX в. все чаще и чаще наблюдается такая связь, когда появление той или иной отрасли техники является результатом открытий, сделанных в физической науке. Так, открытия в области электродинамики в первой половине XIX в. приводят к мысли о возможности создания телеграфа; появляется новая отрасль техники — техника слабых токов, а затем и электроэнергетика. Новый характер связи техники и физики принимает все более и более общий характер. Радиотехника появилась после соответствующих научных открытий в области электродинамики. Открытия в области теории атома и ядра вызвали к жизни атомную и ядерную технику. Сейчас уже нельзя указать ни одной отрасли техники, которая возникала бы или развивалась, не имея научной основы — достижения физики или какой-либо другой естественной науки.

Одновременно с укреплением связи техники с физикой и естествознанием вообще происходит процесс, в результате которого наука приобретает все большую и большую относительную самостоятельность. Имеется в виду, что за последнее время появляется все больше и больше научных исследований, в том числе и физических, пока не связанных с техникой (исследований, относящихся к так называемой «чистой» науке). Результаты этих исследований получают практическое применение позднее. В качестве примера можно привести развитие теории относительности, которая долгое время никак не была связана с задачами техники и не имела технического применения. Только гораздо позже (приблизительно через 40 лет) специальная теория относительности получила техническое применение в связи с практическим использованием ядерной энергии. Подчеркнем еще раз, что, если первоначально теоретическая проблематика и не связывалась с техникой, позднее она обязательно находила свое техническое применение.

Таким образом, одновременно усиливается относительная самостоятельность науки (увеличивается число и вес теорий, не имеющих практического применения) и укрепляется ее связь с практикой, техникой и производством. Второе положение не противоречит первому. Усиление практического значения науки вовсе не означает, что она становится все более и более утилитарной, а, наоборот, говорит о том, что уровень техники все время возрастает и настолько, что управление ее развитием требует применения научных зна-

ний. Именно в связи с этим роль науки в материальном производстве необычайно возрастает и наука становится подлинной непосредственной производительной силой. Ее значение настолько возросло, что в настоящее время можно утверждать, что экономический и военный потенциал современного самостоятельного государства определяется прежде всего состоянием науки в этом государстве. О необычайно возросшей роли науки в жизни общества говорят быстро растущие цифры, свидетельствующие об огромных затратах на науку, об огромной численности людей, работающих в ее сфере, и т. д. Приведем интересный подсчет роста числа ученых, проведенный Д. Прайсом¹⁾ еще в 1963 г. По его подсчетам, современное поколение ученых составляет 90% общей численности всех ученых, когда-либо живших на Земле.

Превращение науки в непосредственную производительную силу выражается также в научно-технической революции, протекающей в настоящее время. История знает примеры научных революций. Так, например, в XVI—XVII вв. произошла научная революция Коперника и Галилея. Затем на рубеже XIX—XX вв. в физике развернулась научная революция, приведшая к кризису физики, о котором писал В. И. Ленин.

История знает также и случаи технических революций. Техническая революция произошла, например, в Англии во второй половине XVIII в. (так называемый промышленный переворот, вызванный появлением рабочих машин в текстильном производстве). Однако раньше научные и технические революции не были непосредственно связаны и не вызывали одна другую. В настоящее же время научная и техническая революции происходят одновременно. Сейчас уже техническая революция связана с научной, и наоборот. Взаимное проникновение науки и техники вызвало к жизни новое явление — научно-техническую революцию.

Процесс превращения науки в непосредственную производительную силу протекает как в социалистических, так и в капиталистических странах. Однако имеется разница в протекании этого процесса. Она обусловлена различием социального строя этих стран. Если в социалистических странах этот процесс протекает естественным образом, то в капиталистических странах он протекает противоречиво и не имеет перспективы полного завершения (об этом будет сказано ниже).

2. Физика и социальный строй общества. Производство — главная движущая сила научного прогресса. Оно определяет главное направление науки. Но на развитие физики, так же как и на развитие других наук, влияют и многие другие стороны общественной жизни: экономический и политический строй, философия, смежные науки и т. д. Без исследования их влияния невозможно раскрыть все особенности развития физической науки. Так, для физической науки, как и для других естественных наук (конечно, и гуманитарных), важен не только уровень техники или вообще производитель-

¹⁾ Price D. Little science, big science. New York, 1963.

ных сил, но и характер производственных отношений и весь базис в целом. От особенностей и характера экономического строя общества зависит положение науки в обществе, отношение к ней со стороны государства, различных слоев общества и т. д. Экономический строй общества оказывает влияние на процесс развития науки, ускоряя или замедляя его, частично и через политическую надстройку.

В древности при рабовладельческом строе и при феодализме научные знания о природе развивались очень медленно, и это было связано не только с низким уровнем производительных сил, но и с характером производственных отношений, соответствующих этим социально-экономическим формациям. Ни раб, ни его хозяин не были заинтересованы в повышении уровня производительности труда. При феодализме феодал, также используя труд крестьян, не интересовался введением каких бы то ни было технических усовершенствований. Наука была в то время на положении служанки богословия. Только при капитализме изменилось отношение к науке. Она стала служить пришедшей к власти буржуазии, которая стала заботиться о развитии науки, ибо она способствовала развитию производства. В качестве положительного влияния буржуазного строя на развитие физики, да и естествознания вообще, в период прогрессивного развития капитализма можно привести пример развития естественных наук во Франции до и после буржуазной революции конца XVIII в. Уже в середине XVII в. во Франции начало развиваться естествознание и прежде всего физико-математические науки. В 1766 г. была организована Парижская Академия наук, начала издаваться научная литература. До начала революции Франция уже прославилась работами в области физико-математических наук таких ученых, как Р. Декарт, П. Ферма, Б. Паскаль, Ж. Д. Даламбер, Ш. О. Кулон, Л. Лагранж и др. Однако то, что произошло во Франции с наукой после буржуазной революции, не идет ни в какое сравнение с ее предыдущей историей. Революционное правительство взялось за реорганизацию науки и учебных учреждений и прежде всего Академии наук. Вместо Академии наук, выступившей на стороне реакции, был организован Национальный институт наук, переименованный затем в Институт Франции. Открылся ряд учебных заведений и, в частности, знаменитая Политехническая школа, заслужившая всемирную известность. Учениками этой школы были Ф. Араго, Ж. Гей-Люссак, О. Коши, С. Д. Пуассон, О. Френель и многие другие известные ученые. Эти и другие мероприятия Французского революционного правительства, направленные на развитие наук, прежде всего естественных, способствовали тому, что Франция в первой половине XIX в. заняла первое место в мире в области естественных наук.

В дальнейшем капиталистический общественный строй также способствовал развитию науки. Однако по мере того, как происходило обострение противоречий, свойственных капиталистическому обществу, прогрессивная роль этого строя в развитии науки уменьшалась. Появился ряд признаков, указывающих на тормозящую роль этого строя для развития науки. В настоящее время тормозя-

щая роль капитализма особенно сильно проявляется в милитаризации науки в странах империализма. Известно, что в расходах на науку в США доля затрат на исследования, связанные с войной, составляет более 75%. Конечно, научные результаты, полученные для военных целей, могут быть использованы и для мирных целей. Однако милитаризация науки не является положительным фактором ее развития, делая его односторонним и в ряде случаев бессодержательным. О милитаризации науки в США свидетельствует ряд документов, опубликованных в печати. Известны соответствующие высказывания государственных деятелей США. Так, например, Р. Макнамара в 1964 г. заявил:

«Мы не заинтересованы в поддержке многообещающих в интеллектуальном, но бесполезных в военном отношении научно-технических подвигов. Если мы хотим добиваться оптимального использования имеющихся научных и инженерно-технических ресурсов, то мы должны тщательно планировать наши программы и сосредоточить эти ресурсы там, где они сделают наибольший вклад в развитие нашей военной мощи»¹⁾.

С другой стороны, американские ученые жалуются, что государство отпускает недостаточно средств на фундаментальные теоретические исследования. Так, американский журнал «Industrial Research» в 1970 г. поместил статью под заголовком «Фундаментальная наука мертва». В этой статье констатируется сокращение ассигнований на науку правительством Никсона, указывается на непонимание необходимости поддержки «чистой науки», на слепую уверенность, что ученые, изучающие тайны нейтрино, тахионов, кварков, пульсаров и тому подобных непонятных явлений, лишь «зря тратят время»²⁾.

Нужно также указать, что за последнее время темпы развития науки в США уменьшились: по мнению специалиста по науковедению Д. Прайса, в развитии науки начался процесс «насыщения». Как полагает Прайс, этот факт указывает на начало процесса торможения в развитии науки вообще. При этом в американском обществе появляются «антинаучные настроения» или «антинаучное движение», высказываются мнения о бесполезности науки для человека и ее вреда для гуманизма, усиливается интерес к мистике, интуитивизму и т. д.

Влияние общественного строя на науку можно хорошо проследить на истории науки в нашей стране. До революции русское естествознание вписало немало блестящих страниц в развитие мировой науки, но все же оно во многих вопросах отставало от естествознания, например, Англии, Франции и Германии. Великая Октябрьская социалистическая революция в корне изменила положение науки в нашей стране и открыла совершенно новые возможности для ее развития. Наша наука теперь заняла видное и в ряде случаев ведущее место в мировой науке. До пролетарской революции 1917 г. в России был только один научно-исследовательский ин-

¹⁾ Маслянинков В. И. США: государство и наука. М., «Наука», 1971, с. 124.

²⁾ Там же, с. 123—124.

ститут. С приходом к власти большевиков это положение начало изменяться. Уже в октябре 1918 г. в Нижнем Новгороде М. А. Бонч-Бруевичем была организована Нижегородская радиолоборатория. В то же время в Петрограде создается Рентгенологический и радиологический институт, на базе которого впоследствии были образованы некоторые другие институты, в частности, Физико-технический институт и Радиевый институт. В том же году организуется оптический институт в Петрограде, Центральный аэрогидродинамический институт в Москве. В 1921 г. образован электротехнический институт и другие институты, число которых непрерывно возрастает и продолжает расти и в наше время.

Происходит взаимное проникновение науки и техники, стирание граней между ними. Одновременно происходит и стирание граней между учеными и инженерами. Но в Советском Союзе происходит и процесс стирания граней между умственным и физическим трудом, между рабочим и инженером. Мастер или рабочий на производстве или в сельском хозяйстве уже не может ограничиться тем запасом научных знаний, которые дает начальная школа. Его научные знания и культурное развитие приближаются по своему уровню к таковым инженера или ученого. При этом ликвидируется различие между умственным и физическим трудом, социалистический строй способствует этому процессу. Процесс ликвидации различия между умственным и физическим трудом, характерный для социалистического общества, не может быть естественным для капитализма. Причиной этому служит сама сущность капиталистического строя.

Необходимо также отметить, что большое значение науки для современного материального производства, огромные расходы, которых она требует, приводят к необходимости планирования ее развития: планирование научных исследований, внедрения научных достижений в практику и т. д. С вопросами планирования науки в капиталистических и социалистических государствах дело обстоит по-разному. Если для социалистических стран вопрос планирования науки в рамках государства или даже в рамках содружества нескольких социалистических стран (СЭВ) вполне естествен, то для капиталистических стран это трудный вопрос. Как планирование всей экономики в капиталистических странах — неосуществимое дело, так и неосуществимо и планирование всей науки в рамках целого государства. И хотя в США и других капиталистических странах делаются попытки планирования науки, однако они в основном сводятся к предвидению сроков тех или иных научных открытий и изобретений.

3. Физика и философия. Большую роль в развитии физики играет философия. Между этими науками всегда существовала тесная взаимосвязь. Философия всегда опиралась на достижения естественных наук и особенно физики. Ведь даже такие основные философские понятия, как понятия материи, движения, причинности, пространства и времени, развивались вместе с развитием соответствующих физических представлений. С другой стороны, всякая конкретная наука в своем развитии опирается на понятийный ма-

териал, разработка которого является предметом философии. Наука не может развиваться, не опираясь на общие представления об окружающей действительности, на представления о соотношении мышления и бытия, на определенные теоретико-познавательные принципы, на представления о границах и возможностях познания, о методе познания, его истинности и т. д. Но все эти вопросы — предмет философии, причем разные философские учения по-разному их решают.

Следовательно, философия, давая общие представления о природе, об отношении человека и природы, о методе познания и т. д., управляет ходом познания законов тех или иных конкретных наук. Вот почему Энгельс писал:

«Какую бы позу ни принимали естествоиспытатели, над ними властвует философия. Вопрос лишь в том, желают ли они, чтобы над ними властвовала какая-нибудь скверная модная философия, или же они желают руководствоваться такой формой теоретического мышления, которая основывается на знакомстве с историей мышления и ее достижениями»¹⁾.

Вопрос о влиянии философии на развитие естественных наук и, в частности, физики имеет ряд аспектов, на каждом из которых мы, конечно, не имеем возможности останавливаться. Затронем только те из них, которые имеют наиболее важное значение для характеристики влияния философии на физику. При этом не будем останавливаться на вопросе об обратном влиянии, т. е. влиянии естественных наук на развитие философии.

Прежде всего подчеркнем, что связь между философией и физикой изменялась в процессе развития как физики, так и философии, и кратко остановимся на этом вопросе. В древности физики как определенной экспериментальной науки не существовало. Знания о физических явлениях, которыми располагали древние, объединялись с самыми общими представлениями о природе в рамках единой нерасчлененной древней науки — натурфилософии. В то время естествознание и философия представляли собой единое целое, причем общие философские идеи занимали ведущее положение. По мере развития общества естественные науки выделялись в самостоятельные научные области. Процесс выделения физики из натурфилософии относится в основном к XVII в.

Одновременно с формированием естественных наук формировалась в XVII—XVIII вв. и новая философия. В отличие от древней новая философия уже не включала естественные науки, а занималась главным образом вопросами исследования общих законов бытия и познания, отношения мышления к бытию и т. д., т. е. теми вопросами, которые и сейчас относят к предмету философии. Однако в большей или меньшей степени философия еще долгое время пыталась решать и такие вопросы, как вопрос о природе материи, ее структуре, о физических свойствах пространства и времени и т. д., т. е. вопросы, которые сейчас являются предметом изучения кон-

¹⁾ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Изд. 2-е. Т. 20, с. 525.

кретных наук. В XVII—XVIII вв. философия еще нередко претендовала на роль «науки над науками», считая при этом, что обладает истиной в последней инстанции, т. е. знанием абсолютной истины. Философия старалась не только играть руководящую роль в вопросах общего мировоззрения и познания, но и вмешивалась в конкретные естественные науки, пыталась втиснуть их достижения в рамки готовых схем, абсолютных истин, априорных положений.

Со временем философские системы стали в явном виде отказываться от решения конкретных вопросов естествознания, и прежде всего это сделала позитивистская философия. Основоположник позитивизма О. Конт в первой половине XIX в. выступил против метафизики как науки над наукой, как философии, стоящей над естествознанием, устанавливающей основные сверхчувственные принципы бытия. Выступая против метафизики, Конт одновременно утверждал, что естествознание не нуждается ни в какой философии, что наука сама себе философия. Правда, он не отрицал философию вообще, но сводил ее задачу к простому обобщению или синтезу положительных наук, отрицая за ней право устанавливать какие-либо общие законы или принципы. При этом Конт одновременно отрицал и существование материи и ставил перед наукой задачу описания вещей и явлений, а не познание их сущности. И в дальнейшем, отрицая существование материи, позитивизм отказывался от познания сущности вещей и явлений. Э. Мах оставлял за философией только задачу создания теории «научного познания», которая имела субъективный идеалистический характер и основывалась на принципе экономии мышления и идее чистого описания.

Вопрос о связи естествознания и вообще конкретных наук с философией был разрешен в философии диалектического материализма, который имел своим предметом изучение отношения сознания к бытию, наиболее общих законов движения и развития природы, общества и сознания. Диалектический материализм — методологическая основа и метод познания всех наук. Диалектический материализм не является «наукой над науками», не претендует решать конкретные вопросы естествознания и физики в частности, решать вопросы, какая из конкретных физических теорий правильная. Примером могут служить работы классиков марксизма-ленинизма, затрагивающие методологические вопросы естествознания. Так, например, В. И. Ленин в сочинении «Материализм и эмпириокритицизм», несмотря на остро принципиальный характер этой книги, нигде не ставил своей задачей критиковать или защищать ту или иную конкретную физическую теорию, нигде не высказывался за те или иные конкретные взгляды на строение материи. Ленин подчеркивал:

«Материализм и идеализм различаются тем или иным решением вопроса об источнике нашего познания, об отношении познания (и «психического» вообще) к физическому миру, а вопрос о строении материи, об атомах и электронах есть вопрос, касающийся только этого «физического мира»¹⁾.

¹⁾ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 18, с. 274.

Интересно отметить, что В. И. Ленин не видел ничего страшного для диалектического материализма в предположении, высказываемом в то время, что могут существовать материальные объекты, которые не обладают массой. Он писал:

«Материя исчезает» — это значит исчезает тот предел, до которого мы знали материю до сих пор, наше знание идет глубже; исчезают такие свойства материи, которые казались раньше абсолютными, неизменными, первоначальными (непроницаемость, инерция, масса и т. п.)»¹⁾

Связь между естествознанием и философией диалектического материализма жизненно необходима и для науки, и для философии. Она способствует развитию как естествознания, так и самой философии диалектического материализма. Нужно только отметить, что такая связь установилась, конечно, не сразу после создания диалектического материализма, даже не сразу после выхода в свет книги В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм». Многие буржуазные ученые до сих пор не стоят на позициях диалектического материализма. Да и у нас в Советском Союзе далеко не сразу после Великой Октябрьской социалистической революции диалектический материализм стал мировоззрением ученых-естествоиспытателей. И даже позже, когда диалектический материализм стал основой мировоззрения советских ученых, были случаи, когда связь между философией и естествознанием понималась некоторыми из них не совсем верно.

Затронем теперь вопрос о том, какое конкретно влияние на развитие физики оказывает философия и в чем это влияние проявляется. Во-первых, следует отметить, что, несмотря на важную роль, которую играет философия в развитии физики, она все же не способна изменить общий ход ее развития. Это следует из того, что физика и естествознание вообще непосредственно связаны с техникой, с производительными силами и их первая задача в жизни общества — обслуживание материального производства. Поэтому философия может способствовать развитию физики или же, наоборот, тормозить это развитие. Философия снабжает физику некоторыми общими идеями, которые могут при их научной конкретизации стать руководящими идеями ее развития. Так было, например, с представлением об атомистическом строении вещества, с принципом причинности, с идеей о сохранении материи и движения. Эти общие идеи, высказанные первоначально философией, явились руководящими идеями в развитии физической науки, в рамках которой они получили конкретные выражения. Правда, они были высказаны еще древней философией, включавшей и естественнонаучные учения, когда натурфилософия давала еще положительные знания. Но подобные примеры имели место и в гораздо более поздний период. Так, общая идея В. И. Ленина о неисчерпаемости электрона имеет большое значение в развитии физики и по настоящее время играет эвристическую роль.

¹⁾ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 18, с. 275.

С другой стороны, было высказано немало общих философских идей, которые мешали развитию физической науки и сковывали ее развитие. Так, например, много вреда для развития физики оказали философские системы, в которых отрицалось существование атомов и молекул. В древности прот�вником атомистики был Аристотель. В средние века учение древних атомистов находилось под запретом. Против атомистической гипотезы выступал Гегель, а позднее Мах. Выступление Маха и его единомышленников против атомистической гипотезы, против атомистической теории материи, а следовательно, и против электронной теории отрицательно повлияло на развитие физики конца XIX — начала XX в.

Говоря о влиянии философии на развитие физики, нужно подчеркнуть, что в основном положительное влияние проявлялось со стороны материалистической и, наоборот, отрицательное влияние — со стороны идеалистической философии. Отрицательное отношение к атомистике Гегеля и Маха — результат решения ими основного философского вопроса. Мах, отрицавший существование материи вообще и признававший реальными только наши ощущения, не мог признавать существование объектов, которые непосредственно не действуют на наши органы чувств. Потому он отрицал существование атомов и молекул, отрицал какое-либо научное значение молекулярных теорий. Интересно отметить, что теоретико-познавательные принципы Маха, имевшие субъективно-идеалистический характер, привели его к конкретным физическим ошибкам. Мах одним из самых важных теоретико-познавательных принципов считал принцип аналогий, который он связывал с основным своим теоретико-познавательным принципом «экономии мышления». Будучи противником кинетической теории, он при исследовании процесса превращения теплоты в работу считал возможным использовать аналогию между падением воды и совершаемой при этом работы и переходом теплоты от нагревателя к холодильнику и также совершаемой при этом работы. Эта аналогия сыграла роль в работе Карно, который верил в теплород, при доказательстве теоремы о коэффициенте полезного действия тепловой машины. Но эта аналогия, весьма поверхностная и неглубокая, перестала играть какую-либо эвристическую роль после установления закона сохранения и превращения энергии. Тем не менее она была использована Махом при рассмотрении процессов превращения теплоты в работу. И оказывается, как писал Планк, «подобные взгляды имели тогда всеобщее распространение»¹⁾. В этом, конечно, немалая «заслуга» принадлежит Маху. Почему же Мах, бывший неплохим физиком, применил давно потерявшую научную ценность аналогию? Это было связано с его общими позитивистскими взглядами. Ведь одним из основных методологических принципов Маха был принцип «экономии мышления», потому он и придавал решающее значение аналогии в познании.

¹⁾ Планк Макс. Научная автобиография. — В кн.: Планк Макс. Избранные труды. М., «Наука», 1975, с. 655.

«...Случай сходства имеет еще, — писал Мах, — кроме того, значение в смысле экономии мышления, распространяя известный взгляд на большую, чем раньше, область»¹⁾.

Согласно Маху, наука не отражает какую бы то ни было объективную реальность, поэтому, устанавливая аналогию между разными явлениями, мы всегда движем науку вперед. Установление аналогии между работой тепловой машины и водяного двигателя — продвижение вперед. Соответствует ли эта аналогия действительно или нет — такой вопрос Мах не ставит, исходя из своих теоретико-познавательных принципов. Другим примером отрицательного влияния на физику идеализма служит появление и развитие во второй половине XIX в. так называемого энергетического направления. Отказываясь от понятия материи, «энергетики», из которых наиболее известными были Гельм и Освальд, пытались построить всю физику на понятии энергии. Бесплодность этого направления выяснилась в XX в. Можно было бы указать много примеров, когда идеалистические устремления физиков приводили их к неправильным результатам или заводили в тупик. Рассмотрим подобные примеры при изложении конкретного исторического материала.

Материалистическая философия способствовала развитию физики. Однако влияние домарковского материализма, который нес элемент метафизической ограниченности, на физическую науку было противоречивым. Если первоначально (до середины прошлого столетия) эта ограниченность не давала себя чувствовать, то в последующее время начала все сильнее и сильнее тормозить развитие физической науки. Метафизические устремления ученых сковывали это развитие. Догматизм, являвшийся результатом метафизических устремлений, мешал появлению новых прогрессивных идей и теорий. В частности, метафизика и догматизм мешали признанию статистического понимания второго закона термодинамики, развитию теории электромагнитного поля и т. д. В конце концов образовался разрыв между общими метафизическими взглядами ученых и содержанием физических наук, что привело к научной революции на рубеже нашего столетия.

Однако было бы упрощением полагать, что в идеалистических философских системах не содержалось никаких рациональных идей, могущих способствовать развитию физической науки. Можно привести немало примеров, когда в рамках идеалистических философских систем высказывались идеи, оказавшие положительное влияние на развитие физики.

Рассмотрим, например, философию пифагорцев, согласно которой в основе всего существующего лежит число, числа являются сущностью вещей, а вся Вселенная — гармонией чисел. В этом учении, хотя и в уродливой идеалистической форме, впервые в истории человеческой мысли высказывается идея о существовании количественных закономерностей в природе. Приведем еще один пример. Философия немецкого философа Ф. В. Шеллинга, имевшая ярко

¹⁾ Мах Э. Познание и заблуждение. М., 1909, с. 232.

выраженный идеалистический характер, содержала в себе рациональные идеи, которые имели прямое отношение к естествознанию. Шеллинг проводил идею о единстве электрических, магнитных и химических явлений. Она оказала влияние на датского физика Х. К. Эрстеда, который, руководствуясь именно этой идеей, искал связь между электрическими и магнитными явлениями и сделал важное открытие — обнаружил действие электрического тока на магнитную стрелку.

Однако идеи, возникшие в рамках идеалистической философии, могли играть сколько-нибудь долгое время в развитии естествознания прогрессивную роль только в том случае, если потом они получали материалистическую основу. В противном случае, сыграв известную плодотворную роль, они начинали тормозить развитие естествознания. Так, например, идеи пифагорейцев впоследствии привели к направлению в науке, в основе которого лежала мистика чисел. Это направление существует и в настоящее время и оказало определенное влияние на некоторых физиков, отрицающих реальность микрообъектов, полагающих, что электрон есть не что иное, как каркас формул, и предполагающих, что можно получить новые физические закономерности, комбинируя формулы и числа.

Вопрос о связи философии и естественных наук и вопрос о влиянии философии на их развитие — достаточно сложный и требует дальнейшей теоретической разработки. Нельзя недооценивать влияние философии на физику и другие естественные науки, но нельзя ее и переоценивать. В последнем случае становится непонятно, почему, например, физики-идеалисты способны совершать важные научные открытия и двигать науку вперед. Ведь многие из корифеев физической науки по своему мировоззрению были чистейшими идеалистами, другие — отдавали солидную дань идеализму.

Точка зрения, изложенная в статье «Материализм», помещенной в Философской энциклопедии¹⁾, согласно которой в своем творчестве всякий ученый сознательно или несознательно является материалистом, требует дополнения. В этой статье все естествоиспытатели делятся на пять категорий: стоящие открыто на позициях диалектического материализма; стоящие на позициях естественно-научного материализма и открыто выступающие против идеализма; стоящие на позициях стихийного материализма, но не выступающие в его защиту; делающие уступки идеализму в области философии, хотя, в общем, стоящие на позициях материализма; открыто выступающие против материализма, хотя на деле стоящие на позициях стихийного материализма. Если придерживаться этой точки зрения, то нужно признать стоящими на позициях стихийного материализма не только таких физиков, как А. С. Эддингтон, П. Йордан и др., известных как воинствующие и даже активных идеалистов, но и прежде всего самого Э. Маха, так как последний был не только философом, но и физиком (ему принадлежат работы по акустике, оп-

¹⁾ См.: Философская энциклопедия. Т. 3. М., «Советская энциклопедия», 1964, с. 356.

тике и термодинамике, в которой как раз и проявилась его идеалистическая философия). Дело заключается в том, что всякий ученый-естествоиспытатель, в частности физик, в первую очередь опирается на факты, на действительность. И какую бы идеалистическую окраску он ни придавал теории, построенной на основе этих фактов, она обязательно содержит рациональное зерно. Иначе она не будет «работать», приводить к правильным выводам. Являясь бесплодной, она не сможет продержаться в науке сколько-нибудь долгое время. Создавая теорию, обобщая факты, ученый, следующий идеалистической философии, может внести в теорию элементы идеализма, но все равно, если эта теория не относится к бесплодным, она отражает объективную реальность и в какой-то степени правильно. Кроме того, нужно иметь в виду, что та или иная идеалистическая философская система содержит в себе не только отрицание материи или утверждение первичности сознания, но в большей или меньшей степени отражает действительность — действительные связи, существующие в природе.

«Философский идеализм, — писал В. И. Ленин, есть только чепуха с точки зрения материализма грубого, простого, метафизического. Наоборот, с точки зрения *диалектического* материализма философский идеализм есть *одностороннее*, преувеличенное, *überschwengliches* (Dietzgen) развитие (раздувание, распухание) одной из черточек, сторон, граней познания в абсолют, *оторванный* от материи, от природы, обожествленный. Идеализм есть поповщина. Верно. Но идеализм философский есть (*«вернее» и «кроме того»*) *дорога* к поповщине *через один из оттенков* бесконечно сложного *познания* (диалектического) человека»¹⁾.

Таким образом, в идеалистической философии отражается действительность и идеалистические конкретные системы могут содержать рациональное зерно. Больше того, начиная с XVII в. философия в большей или меньшей степени опирается на достижения естествознания. Она должна теперь согласовывать свои выводы с выводами конкретных наук и обобщать их. Поэтому даже в рамках идеалистических систем философских нередко высказывались глубокие и правильные идеи, хотя часто в искаженном виде. Вот почему эти идеи могли на некотором отрезке времени оказывать определенное положительное влияние на развитие физики.

Между общими философскими взглядами ученого-физика и его научной деятельностью, его творческими способностями не существует простой прямой зависимости. В. И. Ленин подчеркивал это обстоятельство, считая возможным противоречие между общими философскими взглядами ученого и его научным творчеством. Он писал:

«Ни единому из этих профессоров, способных давать самые ценные работы в специальных областях химии, истории, физики, нельзя верить ни в едином слове, раз речь заходит о философии»²⁾.

¹⁾ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 29, с. 322.

²⁾ Там же. Т. 18, с. 363.

В. И. Ленин резко критиковал неправильные философские взгляды крупнейших естествоиспытателей своего времени. В книге «Материализм и эмпириокритицизм» он подвергал критике философские высказывания Г. Гельмгольца.

«Гельмгольц, — писал Ленин, — крупнейшая величина в естествознании, был в философии непоследователен, как и громадное большинство естествоиспытателей»¹⁾.

В. Освальда. В. И. Ленин называл крупным химиком и мелким философом. Критике философских взглядов крупнейшего ученого Пуанкаре посвящено немало страниц в «Материализме и эмпириокритицизме». В. И. Ленин остро критиковал П. Дюгема, высказывал критические замечания по адресу Г. Герца и ряда других ученых. Таким образом, В. И. Ленин, по существу, указывал на необходимость разделять общие неправильные философские взгляды буржуазных ученых естествоиспытателей от их положительного вклада в естественные науки. Забвение этого положения может привести к ошибкам как в оценке научного вклада ученого в конкретную естественную науку, так и в оценке его философских взглядов. Так, например, известны случаи, когда, создавая ту или иную научную теорию, ученый, настроенный идеалистически, может связать ее с положениями идеализма, хотя в действительности эти теории ничего общего с идеализмом не имеют. Иногда этого бывает достаточно для того, чтобы некоторые ученые отвергли ее как основанную на идеалистических принципах.

Бывали случаи и среди советских ученых-философов, когда ту или иную научную теорию объявляли лженаучной, исходя только из того, что за рубежом ее связывали с идеализмом (т. е. использовали для обоснования идеализма). Так, например, было с теорией относительности, с кибернетикой. Возможны случаи и обратного характера, когда того или иного авторитетного ученого, внесшего большой вклад в развитие той или иной конкретной науки, без достаточного анализа его философских взглядов объявляли материалистом. Такого рода ошибки, конечно, являются результатом неправильного понимания связи философии и естествознания, вопроса, который еще требует дальнейшего глубокого анализа.

4. Физика и другие науки. Помимо философии на развитие физики оказывают влияние другие науки; между ними и физикой существует связь и взаимодействие. Иногда это влияние настолько существенно, что, не учитывая его, нельзя понять причины и характер развития того или иного раздела физики. Между физикой и астрономией всегда существовала непосредственная связь, которая определяла ряд особенностей развития как физики, так и астрономии. Первые шаги в механике (кинематике) были сделаны в связи с исследованием движения небесных тел. При этом появились зародыши понимания относительности механического движения.

Огромное значение для развития оптики имели потребности

¹⁾ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 18, с. 245.

астрономии. Начиная с XVII в. астрономы получили в свое распоряжение телескоп, ставший основным инструментом исследований. И сразу же астрономия поставила задачу усовершенствования этого оптического инструмента, которая оказала стимулирующее действие на первых этапах развития инструментальной оптики, что в свою очередь способствовало изучению свойств света. В это время и сформировалась геометрическая оптика (по крайней мере, в ее начальном виде, т. е. оптика тонких линз).

Спектроскопия первоначально в значительной степени начала развиваться под влиянием задач астрономии, которая использовала методы спектроскопии для определения химического состава звезд, для нахождения лучевых скоростей небесных тел и т. д. Возникшая в связи с этими исследованиями еще в XIX в. пограничная наука — астрофизика — в последнее время приобрела исключительно важное значение для развития физики. Изучение физики небесных объектов, где вещество находится в особых предельных состояниях, недостижимых в настоящее время в лаборатории, приносит все новый и новый научный материал для физики, общей теории относительности, теории элементарных частиц, электродинамики и т. д.

Химия также влияла и влияет на развитие физики. Она стимулировала развитие спектроскопии, но уже в области разработки методов химического анализа в земных условиях. Огромное значение для развития физики атома имело открытие периодического закона Менделеева. Химические исследования вплоть до нашего времени способствуют развитию квантовой механики, теории твердого тела и других разделов физики.

Иногда связь с той или иной наукой играет решающую роль в развитии тех или иных физических исследований. Так, например, важную роль в развитии изучения электрических явлений в конце XVIII — начале XIX в. сыграла медицина. В XVIII в. было установлено, что электрический разряд оказывает сильное действие на живой организм. Врачи-физиологи заинтересовались этим свойством электричества, рассчитывая использовать его в лечебных целях. В XVIII в. писались сочинения об «электричестве человеческого тела», «электрической лечебной материи» и т. д. Не случайно, что очень важное открытие конца XVIII в., открытие так называемого гальванического электричества, было сделано врачом Гальвани при исследовании действия электрического тока на органы лягушки.

Тесная связь существует между физикой и математикой. Физика, развиваясь, непрерывно ставила все новые и новые задачи перед математикой, вызывая к жизни целые ее разделы. С другой стороны, успехи физики в значительной степени зависели и зависят от успехов математики, так как математика уже давно стала одним из самых могучих орудий физического исследования. В нашем столетии математика приобрела особо важное значение для развития физики. В развитии теории относительности, квантовой механики и других новых разделов физики математика нередко приобретала ведущую роль. Иногда применение математического аппарата приводило к новым теоретическим результатам, физический смысл ко-

торых был еще не ясен и устанавливался позже. В современной теоретической физике широко применяется математическая гипотеза, которая нередко играет эвристическую роль в полном смысле этого слова.

§ 3. О ВНУТРЕННИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ

1. О эволюционно-революционном характере развития физики. Развитие физики определяется влиянием различных сторон общественной жизни при решающем влиянии производства. Однако, как уже было отмечено выше, особенности этого развития определяются также и особенностями предмета исследования физики, и особенностями человеческого познания. Для исследования вопроса о том, как и в чем проявляются эти особенности в процессе развития данной науки, полезно рассматривать процесс ее развития как процесс самодвижения. При этом как раз и выявляются особенности развития физики, определяемые свойством человеческого познания вообще и свойствами предмета, который она изучает. Конечно, такое рассмотрение является лишь допустимой абстракцией. Она позволяет выяснить особый тип закономерностей развития физической науки, называемых иногда внутренними закономерностями или внутренней логикой развития. К их числу прежде всего следует отнести закономерность, которую можно сформулировать следующим образом: развитие физики есть процесс чередования отнюдь не спокойных периодов (эволюционных) и периодов революционных изменений теорий, понятий, основных принципов и т. д. В самой общей форме указание на существование данной закономерности в развитии физики можно было встретить давно. Так, например, А. Рей в книге «Физическая теория у современных физиков» отмечал эту закономерность. Его слова приводит Ленин в книге «Материализм и эмпириокритицизм»:

«В истории физики, как и во всякой истории, можно отличать крупные периоды, которые характеризуются различной формой, различным общим видом теорий... Как только наступает одно из тех открытий, которые отзываются на всех частях физики, устанавливая какой-либо кардинальный факт, неизвестный до тех пор или неполно оцененный, так весь вид физики меняется; начинается новый период. Так было после открытий Ньютона, после открытий Джоуля—Майера и Карно—Клаузиуса. То же самое происходит, видимо, после открытия радиоактивности...»¹⁾

Действительно, проследившая историю развития физики, можно легко различить периоды эволюционного развития и периоды революционных изменений. Это относится не только ко всей физике в целом, но и к развитию ее отдельных областей и даже отдельных теорий. В эволюционный период физика или какая-либо ее область развиваются спокойно, следуя уже сложившимся общим взглядам физиков или даже естествоиспытателей вообще. В это время господствуют определенные традиции, определенная методология или

¹⁾ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 18, с. 323.