

ется «опасности вызвать мнение, что ты не стоишь на высоте знаний своего времени и не понял основной черты современной культуры»¹⁾. Однако по мере того как естествознание, развиваясь, вступало все больше и больше в противоречие с метафизическим и механистическим взглядом на явления природы и на процесс познания, некоторые естествоиспытатели стали отступать от материализма, с этого времени учение Маха получает распространение среди естествоиспытателей и оказывает влияние на развитие физики.

Говоря об основных направлениях в развитии философии второй половины XIX в., необходимо упомянуть о материалистической философии русских революционных демократов. Здесь прежде всего следует отметить философские произведения А.И. Герцена, написанные, правда, еще в конце первой половины XIX в., но оказавшие влияние на развитие естествознания в России во второй половине XIX в. А. И. Герцен вначале находился под влиянием философии Гегеля, но затем полностью перешел на позиции материализма, по крайней мере в вопросах природы. При этом он сумел до известной степени сохранить много из того, что было прогрессивного у Гегеля. В. И. Ленин писал о Герцене:

«В крепостной России 40-х годов XIX века он сумел подняться на такую высоту, что стал в уровень с величайшими мыслителями своего времени. Он усвоил диалектику Гегеля ... Он пошел дальше Гегеля, к материализму, вслед за Фейербахом ... Герцен вплотную подошел к диалектическому материализму и остановился перед—историческим материализмом»²⁾.

Философские взгляды Герцена и других русских революционных демократов оказали положительное влияние на многих русских естествоиспытателей, в частности и физиков, и в значительной степени обусловили характер их мировоззрения, их боевой материалистический дух. Это проявилось и в том, что большинство из них— активные борцы с махизмом, они также не лишены в известной степени и диалектического подхода к вопросам естествознания.

§ 50. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ФИЗИКИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XIX В.

Развитие физики во второй половине XIX в. еще более тесно связано с производством. Результаты физических исследований приобретают все большее значение для практики, становясь часто условием для дальнейшего технического прогресса. Так, например, без исследований по термодинамике не могло быть и речи о дальнейшем усовершенствовании паровой машины или создании новых типов тепловых двигателей — двигателя внутреннего сгорания, а затем и паровой турбины. Более того, только в результате научных исследований в области электричества и магнетизма, которые долгое время не имели почти никакого практического применения в промышленном производстве, возникла новая отрасль техники — электротехника. Таким образом, развитие физической науки становится теперь необхо-

¹⁾ Мах Э. Принцип сохранения работы. История и корень его. СПб., 1909, с. 24.

²⁾ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 21, с. 256.

димым условием не только для развития уже существующих, но и для возникновения новых отраслей техники, которые не могли бы возникнуть сами собой без предварительных научных исследований, научных открытий.

Понимание возросшей роли науки приводит к тому, что на научные исследования отпускаются все большие и большие средства. При этом создаются специальные лаборатории и институты для научных исследований, финансируемые государством и частными лицами. В докладе «Физические лаборатории у нас и за границей», прочитанном в 1883 г., А. Г. Столетов указывал:

«Было время, когда физика только что складывалась, когда физик содержался в черном теле, и главной своей добродетелью считал «умение пилить буравчиком и сверлить пилой» (слова Франклина)». Теперь, — продолжает Столетов, — физик «обставлен деиьгами, помощниками, техническими исполнителями; разделение труда признано и здесь необходимым... на наших глазах возник вопрос о *физических лабораториях* ...»

Эти физические лаборатории растут не по дням, а по часам. С тех пор как открыт спектральный анализ и настало новое движение в электротехнике, на физику особенно не жалеют денег... Вопрос живой и новый, тип института только что выработался и почти каждая новая лаборатория опереживает прежние комфортом¹⁾.

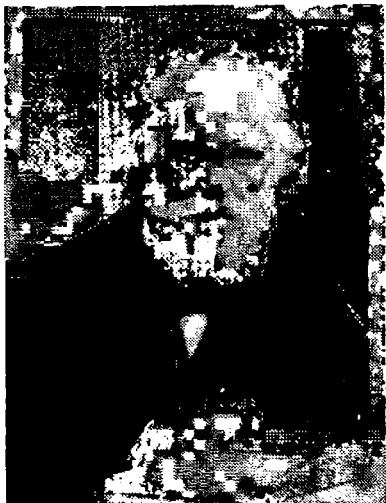
В качестве примера Столетов приводит Германию, где на постройку двух лабораторий в Берлине было затрачено семь миллионов марок — сумма по тогдашним временам весьма значительная.

Вторая половина XIX в. характеризуется быстрым развитием всех существовавших ранее и возникновением новых разделов физики. Однако особенно быстро развиваются теория теплоты и электродинамика. Теория теплоты развивается по двум направлениям. Во-первых, это развитие термодинамики, непосредственно связанной с теплотехникой, во-вторых, развитие кинетической теории газов и теплоты, приведшее к возникновению нового раздела физики — статистической физики. Что касается электродинамики, то здесь главным является, во-первых, создание теории электромагнитного поля, во-вторых, возникновение нового раздела физики — теории электронов.

Все усиливающиеся противоречия между содержанием физической науки и формой мышления физиков — характерная особенность развития физики второй половины XIX в. Открытие закона сохранения и превращения энергии, развитие теории электромагнитного поля и кинетической теории теплоты требовало диалектического подхода к осмысливанию физиками этих открытий. Но физики в основном продолжают оставаться в кругу метафизических и механистических идей. И теория электромагнитного поля, и кинетическая теория теплоты развиваются на основе механистических представлений. Закон сохранения и превращения энергии, подводящий к диалектическому пониманию существования качественно различных форм движения, превращаемых друг в друга, понимается многими физиками как закон, подтверждающий всеобщность механического движения в природе,

¹⁾ Столетов А. Г. Собр. соч. Т. II. М.—Л., Гостехиздат, 1941, с. 203—204.

так, как его понимал Гельмгольц. Больше того, многие физики видят в этом законе опору для такого чисто механического подхода к пониманию физических явлений. В связи с этим у них крепнет надежда построения механической теории теплоты, механической теории электрических и магнитных явлений и т. п., основанных на представлении о движении атомов, молекул, эфира и т. д. При этом возрождаются в известном смысле картезианские идеи, в основе которых лежит представление о возможности объяснения немеханических явлений движением скрытых сред. Это общее направление в физике является одним из основных направлений в ее развитии во второй половине XIX в.



Николай Алексеевич Умов

Одним из приверженцев теории скрытых сред был русский физик Николай Алексеевич Умов (1846—1915), который сделал новый шаг в развитии этой теории. В статьях, относящихся к 1873—1874 гг., Умов защищал идею о том, что все физические явления должны рассматриваться как результат механического движения видимых и невидимых тел или сред. В соответствии с этим всякая энергия, по Умову, сводится к кинетической энергии, потенциальная же энергия есть не что иное, как кинетическая энергия скрытых движений невидимых, неосязаемых сред. Идея Умова о потенциальной энергии как о кинетической энергии скрытых сред затем высказывалась рядом физиков, а также была положена Герцем в основу построенной им механики, правда, без каких бы то ни было упоминаний об Умове¹⁾.

Идея о скрытых средах не оказалась бесплодной, она приводит Умова и к правильному представлению о локализации энергии в пространстве, и к понятию плотности и ее движению. Ясно, что такие понятия не могли бы возникнуть, если признавать принцип дальнего действия. Признавая принцип дальнего действия, нельзя, строго говоря, представлять себе локализацию потенциальной энергии в пространстве. Руководствуясь представлением о локализации энергии в пространстве, Умов составил уравнение движения энергии, которое в современных обозначениях имеет вид

$$\frac{\partial E}{\partial t} + \operatorname{div} \sigma = 0,$$

где E — плотность энергии, σ — вектор плотности потока энергии.

¹⁾ Подробнее об идеях Умова и об их развитии в последующем см. в кн.: Гуло Д. Д. Николай Алексеевич Умов. М., «Наука», 1971.

Теорию локализации энергии и ее движения Умов опубликовал в 1874 г. и представил в качестве докторской диссертации. Защита диссертации, состоявшаяся в том же году, проходила тяжело. Хотя Умову и была присуждена ученая степень, тем не менее его теория встретила непонимание и было сделано очень много замечаний, что свидетельствовало о новизне идей, развиваемых Умовым. В последующем ученые, рассматривая вопрос о движении энергии, в подавляющем большинстве случаев о работах Умова не упоминали.

Наряду с идеей о скрытых средах в теории теплоты и теории электрических и магнитных явлений появляется мнение о бесперспективности теории, основанной на таких представлениях. Оно основывалось на трудностях, которые возникли при попытке объяснить второй закон термодинамики на основе молекулярных представлений, а также трудностях теории эфира в оптике и электродинамике. Ряд ученых высказывается за чисто описательные теории, имеющие такой же характер, как термодинамика. Они также опираются на закон сохранения и превращения энергии, используя его эвристическое значение, т. е. пользуясь тем, что применение этого закона к физическим процессам часто приводит к положительным результатам без исследования конкретного механизма процессов и не требует раскрытия их существа.

В этом направлении и развивается термодинамика: не рассматривается существо тепловых явлений, не строятся картины механизма тех или иных процессов, будь то тепловые или электромагнитные, или какие-либо другие процессы. Трудности молекулярно-кинетического обоснования второго закона термодинамики способствовали развитию такого направления, возникновению идеи о принципиальной невозможности объяснения этого закона исходя из атомистических представлений о строении вещества. Вместе с тем в физике к 80-м годам начинает формироваться так называемое энергетическое направление.

«Если мы спросим об истинной причине, почему физика в настоящее время предпочитает пользоваться при своих рассматриваниях языком учения об энергии, — писал Герц, — то мы можем ответить на это так: потому что таким образом она может лучше всего уклониться от рассуждений о вещах, о которых она так мало знает и которые не имеют никакого влияния на сущность рассматриваемых положений»¹⁾.

Одним из первых четко сформулировал энергетическое направление немецкий ученый Гельм. Он утверждал, что основным понятием физики должно быть понятие энергии. «Энергия есть истинный элемент мира, ибо все, что мы знаем, мы знаем через энергию»²⁾. В связи с этим основными законами природы Гельм считал закон сохранения энергии, а также закон, являющийся, по его мнению, обобщением второго закона термодинамики и указывающий направление течения процессов. Этот закон Гельм формулировал следующим образом: «Всякая форма энергии имеет стремление переходить от мест, в которых она обладает

¹⁾ Герц Г. Принципы механики, изложенные в новой связи. М., Изд-во АН СССР, 1959, с. 32.

²⁾ Hel m G. Die Lehre von der Energie. Leipzig, 1887, S. 56.

высшей интенсивностью, к местам с низшей интенсивностью»¹⁾). В случае тепловых явлений за интенсивность энергии следует принимать температуру, а за величину энергии — количество тепла. По Гельму, из этих основных законов нужно стремиться вывести все остальные физические законы. Так, например, он пытался из закона сохранения живых сил, используя обычные выражения для кинетической энергии и полагая потенциальную энергию функцией координат материальных точек, получить всю механику системы таких точек. Однако это невыполнимо, и Гельм, пытаясь все-таки решить эту задачу, был вынужден ввести дополнительные положения, которые не следуют из его основных законов. Критику теории Гельма дал Больцман в одной из своих статей, направленных против энергетизма²⁾.

Наиболее последовательно энергетическое направление в физике развивал немецкий химик Оствальд. Он не признавал вообще существование материи и считал, что единственная субстанция мира — энергия. Поэтому Оствальд отрицал существование атомов и молекул и какое-либо значение атомных и молекулярных теорий.

Энергетическое направление в основном играло отрицательную роль в развитии физики, мешало развитию молекулярной физики. Оно являлось проявлением идеализма в физической науке и против него резко выступали наиболее прогрессивные ученые второй половины XIX в. и начала XX в. Противниками Оствальда были Больцман, Планк, Столетов. Высмеивая попытки энергетиков представить всю физику как учение о «чистой энергии», Столетов писал:

«Оствальд внушает нам, например, что энергия имеет *упругость* (!) и носит-ся через *абсолютную пустоту* (!) ... Но в области физических наук эта «очищенная» энергетика до сих пор не открыла ничего, что не лежало бы в обыкновенных теориях...». И далее: «Общие энергетические рассуждения в книге Оствальда нубиликут странностями и недоразумениями, и нельзя не пожалеть, что почтенный химик берется за несвойственную ему задачу»³⁾.

Идеализм энергетиков был с радостью подхвачен Махом. Он писал:

«В своей *тенденции* независимые друг от друга работы Поппера и Гельма (Поппер также развивал идеи энергетиков. — Б. С.) совпадают как между собой, так и с моими исследованиями настолько, что мне редко приходилось читать в такой мере симпатичные мне вещи ...»⁴⁾.

Со своей стороны представители энергетики солидаризировались с Махом. Так, например, Оствальд в предисловии к своим лекциям по натурфилософии в 1901 г. пишет:

«Я хотел бы здесь упомянуть только одно имя из числа современников, как имя человека, имевшего решающее влияние на мое мышление: Эрнст Мах...»⁵⁾.

Между физиками, оставшимися на позициях материализма, и физиками, ставшими последователями энергетического направления или

1) Helm Y. Die Lehre von der Energie, S. 62.

2) Больцман Л. Очерки методологии физики. М., Изд-во Тимирязевского научно-исследовательского института, 1929, с. 61.

3) Столетов А. Г. Собр. соч. Т. II, с. 320—321.

4) Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. СПб., 1909, с. 424.

5) Оствальд В. Философия природы. СПб., 1903, с. 6—7.

последователями Маха, разгорается все более и более острая борьба. При этом физики-материалисты начинают постепенно отходить от последовательно механистического взгляда на природу. Так, например, Больцман, полемизируя с Оствальдом, писал в 1896 г.:

«... никто не утверждает, что существует доказательство того, что совокупность явлений природы может быть без всяких сомнений объяснена механически ... Я сам когда-то ломал копыя за механическое воззрение на природу, но только в том смысле, что оно является колоссальным прогрессом по сравнению с прежним, чисто мистическим» 1).

Н. А. Умов, первоначально сводивший все физические явления к чистой механике и пытавшийся восстановить в правах картезианство, в своем выступлении «Значение Декарта в истории физических наук» в 1896 г. также солидаризируется с этим высказыванием Больцмана. Однако быстрое развитие физики на рубеже XIX—XX вв. приводит к революционной ломке общих представлений и понятий классической физики и делает недостаточным отказ только от механистических представлений о физических явлениях. Необходим одновременный отказ от метафизического взгляда на характер процесса познания и сознательного перехода на позиции диалектического материализма. Но, как было отмечено выше, физики были еще далеки от диалектического материализма. Такое положение при усиливавшейся активности идеализма привело к так называемому «кризису физики».

1) Б о л ь ц м а н Л. Очерки методологии физики, с. 85—86.