

щая доказательства или откладывая его до „приложений“. Математика, слишком дорожающего формальной стройностью, такой характер изложения может иногда немного покоробить; однако каждый должен признать, что, несмотря на эту свою особенность или благодаря ей, изложение Куранта стоит на чрезвычайно высоком научном уровне. Это обстоятельство с поразительной конкретностью доказывает, что в математике высокий научный уровень отнюдь не требует логической стройности как обязательного условия.

Наконец необходимо отметить исключительное внимание, которое Курант уделяет приложениям — в первую очередь физике и механике. Это делает его книгу еще более ценной для естествоиспытателя; однако мы полагаем, что все же главная притягательная сила этой книги для физика, механика, химика, астронома — не в этом, а в замечательной конкретности, почти осязательности, с которой Курант умеет подать математический материал. Впрочем, разумеется, эти две стороны дела неразрывно связаны между собой.

Перевод, в общем хороший, страдает отдельными досадными промахами; вот примеры: „Нули и бесконечности функций“ (стр. 286); конечно, так по-русски не говорят — надо сказать „бесконечно большие значения“, в крайнем случае — „бесконечные значения“. На стр. 87: он рассматривает производную второго порядка как предел отношения „равностей второго порядка“; это явно неудовлетворительно, потому что в такой формулировке речь идет о равенствах второго порядка, тогда как имеется в виду равенственное отношение второго порядка (так и следовало переводить).

Наконец нельзя замолчать одного крайне тяжелого факта во внешнем оформлении. Слово дифференциал, напечатанное через одно „ф“ (а так оно напечатано на протяжении всей книги — от заглавия до последней страницы) содержит орфографическую ошибку, какими бы авторитетами ни прикрывалась корректорская Гиза. Эта ошибка останется ошибкой до тех пор, пока у нас не станут печатать коммуны через одно м, коллектив через одно л, и т. д.; а надо надеяться, что этого не будет.

А. Хинчин.

P. A. M. DIRAC. Principles of Quantum Mechanics (Oxford University Press, 1930).

P. A. M. DIRAC. Die Prinzipien der Quantenmechanik, Deutsch von W. Bloch, Verlag S. Hirzel, Leipzig 1930.

П. А. М. ДИРАК. Принципы квантовой механики.

После нескольких лет весьма бурного развития квантовая механика наконец пришла в состояние относительной законченности. Ее основные идеи, казавшиеся в первое время чрезмерно абстрактными и парадоксальными, стали знакомыми и привычными; наряду с этим стали вырисовываться и границы применимости теории, а также и фундаментальные

трудности, мешающие ей перешагнуть через эти границы, — иными словами наступил период кризиса. Нет ничего удивительного в том, что у теоретиков появилась потребность оглянуться на пройденный путь, подвести итоги и тщательно проанализировать основные принципы теории для того, чтобы было видно, в каком направлении следует двигаться дальше. Книга Дирака о принципах квантовой механики является выражением этой потребности. Известно, что возникшие перед теорией трудности связаны с необходимостью построить релятивистскую теорию квантов, т. е. согласовать квантовую механику с принципом относительности. Не может быть никакого сомнения в том, что основные положения квантовой механики верны для электронов и протонов, движущихся со скоростями малыми по сравнению со скоростью света; в этой области не ожидается никаких дальнейших сюрпризов; явления, необъясненные или недостаточно объясненные квантовой механикой (например явление сверхпроводимости), представляют трудности не потому, что основные принципы теории оказываются неверными, а потому, что условия, при которых эти явления происходят, слишком сложны для анализа. Иное дело явления, в которых скорость света играет роль (например, β — распад радиоактивных элементов): для истолкования этих явлений требуется радикальное изменение принципов теории, т. е. новая научная революция. Экспериментальный материал, на основании которого должно быть произведено это расширение теории, чрезвычайно скуден; поэтому весьма важную роль играет рассмотрение самой квантовой механики с целью выяснения ее наиболее уязвимых пунктов, обнаруживающихся при попытках согласовать ее с принципом относительности. Если такое исследование и не может выяснить, как именно должна выглядеть новая теория, то оно сможет по крайней мере выяснить, как она не должна выглядеть.

Эту задачу поставил себе и Дирак. Конечно, в его намерения входило не только написание хорошего учебника квантовой механики; книга, которую пишет один из наиболее выдающихся лидеров физической теории, должна представлять интерес не только для учащихся, но и для специалистов. Первые пять глав книги Дирак посвятил наиболее общим принципам теории; эти принципы содержат все то, что отличает квантовую теорию от классической, а именно принцип суперпозиции состояний и правила, позволяющие вычислять вероятности различных результатов измерений, производимых над физической системой в заданном ее состоянии. Изложенные в этих пяти главах принципы находятся, по мнению Дирака, в согласии с теорией относительности: они, как он утверждает, настолько общи, что не могут зависеть ни от какой специальной теории пространства и времени. В дальнейших семи главах Дирак излагает применение этих основных принципов к специальным физическим системам, механика которых может в первом приближении трактоваться как нерелятивистская; наконец последняя (XII) глава книги посвящена релятивистской теории одного электрона в заданном электромагнитном поле; трудность, связанная с появлением отрицательных

энергий в этой теории, приводит Дирака к его известным парадоксальным идеям о природе протонов. Эти идеи должны, по мнению Дирака, устранить трудности, возникшие перед релятивистской квантовой теорией электрона. Такова общая схема книги Дирака; она находится в связи с представлениями Дирака о возможных путях развития квантовой теории. В последнее время все более и более выясняется, что эти представления глубоко ошибочны. Анализ принципа неопределенности в квантовой механике, произведенный Л. Ландау и Р. Файерльсом (Z. Physik. 69, 56, 1931), показывает, что в релятивистской теории квантов должны потерять смысл такие понятия, как импульс электрона, его координаты, энергия и т. д.; в квантовой механике для всех этих величин верен так называемый „принцип возможности предсказаний“ (das Vorausagbarkeitsprinzip): это значит, что среди возможных состояний, системы обязательно имеются такие, в которых энергия (или импульс, или координата и т. д.) имеет совершенно определенное значение; в релятивистской же теории квантов этот принцип перестанет быть верным, иными словами ни при каких условиях не может быть точно измерена например координата или же импульс электрона и т. д., а это обозначает, что сами понятия этих наблюдаемых величин теряют свой точный смысл. Как в шутку выразился Паули: „Die Observable ist eine Grösse, die man nicht messen kann“; принцип неопределенности обычной квантовой механики чересчур определен для релятивистской теории квантов. С точки зрения этих идей становится совершенно очевидной принципиальная обреченность на неудачу всяких попыток реформировать квантовую механику, не порывая с ее основными принципами вроде принципа возможности предсказаний (этот принцип хотя и не фигурирует в книге Дирака под этим именем, тем не менее является весьма существенной частью понятия „наблюдаемой величины“ по Дираку); „соглашательскими“ и обреченными на неудачу являются как те попытки построения новой теории, которые опираются на дополнительные физические идеи вроде „дырок“ Дирака, так и те попытки, в которых выход из кризиса ищется не в направлении преобразования основных понятий, а в направлении построения новой специальной формы волнового уравнения (например Шредингер, Zur Quantendynamik des Electrons, Berl. Ber. 63, 1931). С этой точки зрения книга Дирака, как попытка логического анализа теории квантов с целью выяснения возможностей ее дальнейшего развития, должна быть признана неудачной. Это находится в связи с тем недостаточным вниманием, которое Дирак уделил принципу неопределенности Гейзенберга; при этом он совсем не затронул вопроса о соотношении между точностью измерения и промежутком времени, в течение которого это измерение производится, и даже допустил несколько ошибочных утверждений, относящихся к возможности повторения измерений.

Мы потому так подробно касаемся здесь недостатков книги Дирака, что они бросаются читателю в глаза гораздо меньше, чем ее совершенно

неоспоримые достоинства. Главное из этих достоинств — простота. Сравнивая книгу Дирака с такими изложениями квантовой механики, как например книги Вейля или Борна и Иордана, мы начинаем понимать, чем должна быть настоящая физическая книга, в которой простой и ясный физический результат не затемнен педантическими конструкциями математика. В этом смысле книга Дирака является наилучшим из существующих изложений квантовой механики. Дирак нигде не пользуется громоздким математическим аппаратом; для целей изложения он вводит особую алгебру, символы которой непосредственно обозначают такие физические понятия, как состояния системы, наблюдаемые величины и т. п., без всяких геометрических иллюстраций вроде векторов в пространстве Гильберта и линейных деформаций в нем. При этом не достигается, правда, никакого формального преимущества (утверждение Дирака о том, что обычная иллюстрация квантомеханических понятий векторами и линейными деформациями сообщает квантовой механике большее число свойств, чем это необходимо, неверно), однако громадное преимущество педагогического характера состоит в том, что символическая алгебра Дирака гораздо более наглядна и менее искусственна, чем геометрическая схема геттингенцев. Главы, содержащие конкретные применения теории, написаны необычайно ясно, хотя и несколько скато; такие главы например, как глава IX (теория возмущений) или глава XI (системы, состоящие из одинаковых частиц), представляют в отношении своих педагогических достоинств образец, который превзойти невозможно. Изложение квантовой механики в книге Дирака полностью опровергает легенду о том, что современная теоретическая физика представляет какой-то густой лес математических формул; все это оказывается „от лукавого“; на протяжении всей книги читатель не найдет ни малейших следов напыщенной учёности и педантизма.

М. Бронштейн.

H. WEYL, *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, 2-te Aufl. Verlag S. Hirzel, Leipzig. 1931.

Г. ВЕЙЛЬ. Теория групп и квантовая механика.

Новое издание известной книги Вейля весьма сильно переработано по сравнению со старым изданием; достаточно сказать, что вместо 288 стр. первого издания мы имеем теперь 366 стр. Все изменения и дополнения преследуют цель повышения элементарности и педагогических достоинств книги, первое издание которой приобрело репутацию весьма солидного и трудного сочинения, недоступного подчас даже физикам-теоретикам. Труд Вейля, как видно из самого заглавия, не является вполне физической книгой; в содержание этого большого сочинения входит главным образом изложение применений теории групп в квантовой механике; но для того чтобы книгу могли читать и математики и физики, изложению применений теории групп в теории квантов