

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НИЛЬСА БОРА*Е. Л. Фейнберг*

В течение полувека Нильс Бор пользовался совершенно исключительным уважением, вызывал восхищение прежде всего физиков и, в особенности, физиков-теоретиков. В этом последнем обстоятельстве можно заметить нечто парадоксальное. Надо сказать правду: нередко физики-теоретики кто с открытой, кто с неосознанной ими самими иронией относятся к теоретическим работам, в которых мало математики. Между тем, если перелистать работы Бора по квантовой теории и теории ядра, то ничего сложнее школьной алгебры (да разве еще определенного интеграла), пожалуй, и не встретишь (чисто формальное исключение составляет, может быть, работа, совместная с Розенфельдом, по измеримости напряженности электромагнитного поля, но и там математика не представляет ничего особенного).

Наивно, конечно, было бы думать, что Бору были чужды математические сложности. Его первая профессорская должность (в Манчестерском университете) была должностью профессора*) математической физики. Дело в том, что его всегда интересовали самые трудные, самые глубокие вопросы физики и миропонимания, а в ту эпоху самыми глубокими и трудными оказались не математические вопросы. Своеобразная схема и математический аппарат, которые были развиты при создании квантовой механики, представляли собой лишь путь к более глубоким проблемам понимания основных физических законов, и Бор как бы смотрел поверх этого аппарата. Своими серьезными прозрачно-голубыми скандинавскими глазами он вглядывался во что-то самое непонятное, самое существенное. Бор, конечно, вместе с тем решал и ряд конкретных физических проблем, о чем еще будет речь. Но его замечательный вклад в науку связан с созданием и осмыслением основ той новой физики, которую он сам строил вместе с другими, вместе со своими сотрудниками и учениками, — с пониманием квантовой механики. В совокупности с чертами его характера, удивительным образом сочетавшего мягкость и твердость, доброжелательность и непримиримость, уступчивость и непреклонность, эти особенности его научного творчества создавали совершенно исключительную личность мыслителя. Величие его души, его ума и вызывали то уважение, которое он встречал со стороны мыслящего мира.

Бор родился в 1885 г. в Копенгагене, в семье профессора физиологии. Здесь он учился. Уже в 1906 г., в возрасте 21 года он представил Датскому королевскому научному обществу свою первую научную работу, за которую был награжден золотой медалью Общества. Когда в 1909 г. это исследование, «дополненное некоторыми экспериментами», как сказано

*) «Reader» в английских университетах, по-видимому, соответствует нашему профессору, не заведующему кафедрой.

в примечании, было опубликовано (по представлению Рамсея) в «Philosophical Transactions», оно заняло 37 страниц большого формата хорошо знакомого всем физикам. Это было классическое, «фундаментальное» исследование колебаний поверхности струи жидкости, имевшее целью точное определение поверхностного натяжения воды. Бор продолжил соответствующую работу Рэлея не только в отношении темы, но и по самому стилю. Здесь была большая и подробная теоретическая часть, с решением уравнений гидродинамики, с параграфом, носящим название «Третье приближение»; было описание эксперимента автора, сопровождаемое штриховыми рисунками, где указывалось и положение источника света, и ход лучей, и все остальные подробности, которые нужно знать для суждения об эксперименте; были таблицы первичных данных и сводная таблица двух десятков прежних измерений поверхностного натяжения, и обсуждение их. Все завершилось окончательной цифрой, которую получил сам Бор.

По нашим современным критериям эта работа — прекрасная кандидатская диссертация, а может быть, и докторская. Всем, кто занимался пульсацией струи, эта работа известна не менее, чем боровская теория атома. Когда в 1910 г. Бор написал дополнительную статью на ту же тему, было вполне закономерно, что в журнал статья была представлена Рэлеем.

Тема, стиль, имена Рэлея, Рамсея — все говорит о том, что Бор, по существу, еще жил в спокойном, уравновешенном XIX веке. Но уже следующей своей работой, посвященной теории электронов в металле, — диссертацией, которую он защитил в Копенгагене весной 1911 г., Бор вышел на рубеж идей XX века. Неудивительно, что завершив этим свое образование, Бор поехал в Кэмбридж к выдающемуся физiku Дж. Дж. Томсону, одному из классиков электронной теории. Пребывание в Кэмбридже ознаменовалось неоднократными спорами. В качестве примера можно привести эпизод, научная сущность которого, без упоминания имен участников, вошла в учебники. Томсон в то время попытался объяснить диамагнетизм металлов: закручиваясь в магнитном поле, считал Томсон, свободный электрон создает орбитальный магнитный момент, направленный обратно внешнему полю, и приводит к диамагнетизму. Но Бор смотрел дальше. В своей диссертации он показал, что на периферии куска металла конечного размера микроскопические токи, отражающиеся от его поверхности, образуют общий ток, охватывающий весь кусок в обратном направлении и полностью компенсирующий своим магнитным моментом поля томсоновских микротоков. Поэтому, как и вообще в рамках классической электронной теории, диамагнетизм свободных электронов невозможен.

Эти столкновения знаменитого Томсона и молодого датчанина, по-видимому, существенно сказались на их взаимоотношениях. Сыграли они роль или нет (в 1961 г. Бор сказал: «Томсон был гениальный человек, он первый заговорил об электромагнитной массе электрона»*), но менее чем через год Бор сменил Кэмбридж на Манчестер, Томсона на Резерфорда и, главное, модель атома Томсона — на увлечение новой, планетарной моделью, которая была предложена в то время Резерфордом на основе его замечательных экспериментов. Здесь Бор решительно вступил в новую физику и сам стал частью физики XX века — частью замечательной, романтической и героической.

К 1913 г., как известно каждому физiku, относится публикация в «Philosophical Magazine» трех статей Бора, содержащих квантовую теорию

*) Здесь и далее устные высказывания Бора цитируются мною по записям, сделанным во время его пребывания в Москве в мае 1961 г.

водородоподобного атома на основе выдвинутых Бором постулатов, в частности объяснение размеров атома, формулы Бальмера и константы Ридберга, содержащих предсказания относительно других спектральных серий, попытку рассмотрения атомов с числом электронов, превышающим единицу, объяснение характеристических рентгеновских лучей, объяснение энергии ионизации, утверждение о том, что ядра должны испускать β -электроны. По существу, здесь содержится и закон смещения порядкового номера при α - и β -распадах. Была также сделана попытка квантового рассмотрения молекул, и содержался ряд других замечаний.

Эти работы, конечно, имели предшественников. После успехов квантовой гипотезы в объяснении спектра черного излучения (Планк), фотоэффекта и теплостойкости твердых тел (Эйнштейн), естественно возникла идея о связи постоянной Планка со строением атома. Мысль о планетарном строении атома также неоднократно высказывалась ранее. Непосредственный предшественник Бора, работы которого Бор в своих статьях многократно упоминает и разбирает, — Никольсон представлял себе электроны заполняющими некоторые кольца вокруг ядра и говорил о значении момента количества движения при квантовании. Ему удалось получить превосходное совпадение некоторых вычисленных частот с наблюдаемыми. Однако у Никольсона энергия излучаемого кванта считалась пропорциональной частоте обращения электронов, из-за чего, как подчеркивал Бор, получался ряд нелогичностей, да и вообще теория его была далека от успеха.

Решительный шаг Бора по сравнению со всеми другими попытками состоял именно в том, что частота излучения не связывалась так прямо с частотой обращения.

Работы Бора единым образом решили целый ряд труднейших вопросов строения атома, и это поразило современников. В его работах, однако, были и некоторые мало удачные пункты, вроде рассуждений о строении молекул.

Вообще для работ Бора характерно, что все они в движении. Часто наиболее ясная и строгая формулировка достигалась лишь в последующей статье, хотя ничего основного при этом Бор не менял. В этом смысле можно сказать, что стиль работ Бора по теории атома и квантовой механике не был «классическим», сразу завершенным, построение их не было строго аксиоматическим, как, например, у Эйнштейна.

Характерен рассказ Бора об одной из его дискуссий с Эйнштейном, о которых речь еще будет далее. Эйнштейн сказал: «Давайте твердо зафиксируем сначала то, что в Ваших представлениях я могу принять с моей точки зрения, и, отпавляясь от этой базы, мы будем логически рассуждать далее». На это Бор ответил: «Я считал бы предательством по отношению к науке, если бы я согласился зафиксировать твердо что-либо в этой новой области, где все еще не ясно».

Гениальность Бора состоит именно в том, что в этой колеблющейся атмосфере противоречивых идей и представлений он умел найти путь, приводящий к правильному результату.

Основные выводы первых трех статей послужили базой развития всей атомной физики в работах самого Бора, а также Зоммерфельда, Эренфеста и других теоретиков и исходным пунктом множества экспериментальных исследований.

Бор подходил к необходимости квантования характерным для теоретика путем. Он рассуждал так: установлено, что атом имеет диаметр примерно в одну стомиллионную долю сантиметра. Мы знаем, что в нем имеются электрические заряды определенной величины, находящиеся на телах определенной массы. Но как объяснить размер атома? Из зарядов

и массы нельзя построить величину размерности длины. Значит, либо должны существовать какие-то другие силы, действующие на расстоянии радиуса атома, а такие силы нам неизвестны, и было бы слишком необоснованно предполагать их существование, либо должны играть роль какие-то характерные постоянные, которые вместе с зарядом и массой позволяют получить величину размерности длины. Такая постоянная нашлась — постоянная Планка, и Бор ввел в теорию атома кванты.

После завершения первых работ по теории атома Бор вернулся на год в Копенгаген и читал здесь лекции в университете. С 1914 по 1916 г. он опять был в Манчестере, продолжая работать над теорией атома и теорией потерь энергии быстрых частиц в среде, но затем уже окончательно обосновался в Копенгагене. Здесь впоследствии для него был учрежден Институт теоретической физики, ставший притягательным центром для лучших физиков-теоретиков на последующие сорок лет. В этом институте работали почти все те, кто вместе с Бором создавал квантовую механику.

Уже в 1922 г. Бору была присуждена Нобелевская премия за квантовую теорию планетарного атома. Однако было бы ошибочно думать, что на этом завершились его труды. В течение всего героического периода создания квантовой механики он в буквальном смысле «управлял течением мысли» физиков-теоретиков. Он познал прижизненную славу, был членом более чем двух десятков академий.

Эта слава не изменила чудесных черт его характера и не снизила активности его ума.

Ему были очевидны недостатки его теории атома, так называемой старой квантовой теории. Прежде всего стоял вопрос об уяснении физической природы квантовых закономерностей. Когда в 1905 г. Эйнштейн предложил фотонную теорию света, в которой причудливым образом соединились корпускулярные свойства явления с волновыми, сам Эйнштейн рассматривал ее только как эвристическую точку зрения (эта характеристика фигурировала в названии статьи Эйнштейна), но не как теорию. Он считал, что противоречия в высказанных им взглядах на свет так сильны, что его работа может быть только наводящим указанием. Наоборот, Бор в своей последующей работе исходил из убеждения, что эта «противоречивость» является существом новой теории, новой физики.

Бор нашел квантовые правила, выдвинув очень смелый постулат о том, что в некоторых определенных состояниях атом может пребывать устойчиво, пока он не совершит скачка в другое состояние, выделив или, наоборот, поглотив квант энергии в виде света.

Наличие в теории этих скачков сразу стало камнем преткновения для ее понимания. В 1961 г., когда Бор был в Москве и многие из нас слышали его, он рассказал много интересного. В частности, на вопрос, как реагировал на его теорию Резерфорд, Бор ответил: «Резерфорд не сказал, что это глупо, но он никак не мог понять, каким образом электрон, начиная прыжок с одной орбиты на другую, знает, какой квант нужно ему испускать. Я ему говорил, что это как „branching ratio“ при радиоактивном распаде, но это его не убедило». С другой стороны, Бор узнал через Хевеши отзыв Эйнштейна. Эйнштейн сказал: «Это все мне очень понятно, это близко к тому, что я сам мог бы сделать. Но если это правильно, то это означает конец физики как науки».

В последующие годы Бор разработал, развил свою теорию и применил ее к ряду физических и химических явлений. Теория совершила триумфальное шествие. Было объяснено много удивительных закономерностей.

Можно считать, что развитие старой квантовой теории атома исчерпалось и завершилось после того, как Бор сформулировал и применил к процессам излучения света атомами принцип соответствия,

а в 1921 г. объяснил на основе своей теории периодический закон Менделеева. Все эти работы получили всеобщее признание, и, как уже говорилось, в 1922 г. Бору была присуждена Нобелевская премия.

Удивительная вещь, в глазах очень многих эти работы не только главный, но и почти единственный труд Бора. Более того, если мы раскроем энциклопедии, то, например, в Британской энциклопедии 1947 г. научная биография Бора на этом и кончается — вот получил Нобелевскую премию, и конец. В нашей энциклопедии, в томе, вышедшем в 1950 г., после изложения упомянутых мною работ прибавляются весьма нелестные слова по поводу того, что Бор сделал впоследствии при интерпретации квантовой механики. А между тем, вероятно, большинство физиков-теоретиков считает, что осмысление квантовой механики — то, что называют интерпретацией квантовой механики, хотя сам Бор против этого термина возражал, составляет важнейшую, неотъемлемую часть сделанного Бором. Дело в том, что наличие квантовых скачков в атоме, наличие корпускулярно-волнового дуализма для света, дуализма, который вытекал из работ Эйнштейна, создавало крайне трудную для понимания и для стройного представления теории ситуацию. Хотя Эйнштейн в 1918 г. дополнил свою квантовую теорию света законами излучения, введя понятие о вероятностях спонтанных переходов и об индуцированных переходах и тем еще дальше продвинув теорию, он, как и многие другие, не мог примирить две стороны квантового дуализма. Для Бора же эта двойственность составляла суть дела. Того факта, что дуализм был вскрыт на примере света, было для него достаточно, чтобы начать настойчиво осмысливать создавшееся положение и искать стройную единую теорию. Поэтому, когда были открыты волновые свойства электронов, они стали для него просто важным дополнительным элементом: оказалось, что не только у света, но и у электрона имеется сочетание «противоречивых» свойств. Но проблема дуализма, проблема создания непротиворечивой физической схемы стояла перед ним все время. Несомненно, его не могла удовлетворить и его собственная теория атома, даже усовершенствованная Зоммерфельдом и Эренфестом, не только потому, что, как часто пишут в учебниках, она не была способна объяснить интенсивности спектральных линий и т. п., но потому, что это не была последовательная, ясная теория. Труд должен был быть, естественно, продолжен, и он продолжался без перерыва.

В 1924—1927 гг. была создана квантовая механика и был разработан ее математический аппарат, в основном трудами де Бройля, Шрёдингера, Гейзенберга, Дирака и других. Но, как любил подчеркивать Л. И. Мандельштам, «всякая физическая теория состоит из двух дополняющих друг друга частей». Одна часть — это уравнения теории, устанавливающие соотношения между определенными математическими символами. Другая часть — связь этих символов с физическим миром. Без второй части «теория иллюзорна, пуста». Без первой «вообще нет теории». Смысл, значение этой второй части часто забываются после того как теория освоена. В период, когда развернулась работа Бора, когда были написаны уравнения Шрёдингера и уравнения матричной механики Гейзенберга, оставалась труднейшая проблема — уяснить, что значат стоящие в этих уравнениях символы, например что значат «координаты» электрона. Ведь если электрон — волна, то у него нет определенной координаты.

Такие проблемы интерпретации, осмысления, установления связи между математическими символами и физическими объектами в мире вставали при создании каждой теории. В частности, незадолго перед тем они возникли в теории относительности. Так, Лоренц получил формулы преобразования из одной системы отсчета в другую, но в них входила

величина, которую он назвал «местным временем» и рассматривал как математическую, вспомогательную. Между тем создание осмысленных уравнений теории относительности покоится на том, что это «местное время» и есть истинное время, измеряемое наблюдателем в соответствующей системе отсчета. Выяснение этого обстоятельства составляет один из самых главных элементов теории относительности как физической теории, одну из главных заслуг Эйнштейна.

Но в квантовой механике вопрос встал, пожалуй, еще острее и оказался еще более трудным. Те, кто создавал основы квантовой механики, приезжали в Копенгаген и подолгу жили и напряженно работали вместе с Бором, переваривая смысл содеянного. Это было, как подчеркивают в своих воспоминаниях участники, тяжелейшей работой. Гейзенберг вспоминает «изнурительные споры с Бором». Пайерлс уехал «в состоянии полного изнеможения», вспоминает Розенфельд слова Гамова.

Надо было понять, что «координаты», которые стоят в уравнении Шрёдингера, это не координаты точки, в которой «находится» электрон, а, как было объяснено в результате такой работы, координаты точки, в которой будет обнаружен электрон, если произвести эксперимент, переводящий электрон в состояние с вполне определенным положением.

Проблема скачков предстала в новом виде. Действительно, есть две возможности: либо мы поставим на пути электронной волны кристалл, и тогда эта волна будет на нем дифрагировать и изменять характер распространения, по-прежнему заполняя обширное пространство; либо мы поставим регистрирующий прибор, например фотопластинку, и тогда вся эта волна как бы соберется сразу в одной точке, где и будет обнаружено почернение, причем предсказание, в какой именно точке обнаружится электрон, теория может делать лишь в статистическом смысле. Здесь те же «квантовые скачки» — та же трудная проблема, что вставала в связи со старой теорией атома Бора и с теорией фотонов Эйнштейна.

Бор вместе со своими сотрудниками в результате длительных исследований пришел к стройной картине, к стройному пониманию всей схемы квантовой механики. Он подчеркнул, что мы имеем дело с особенностями микромира, которые не могут быть интерпретированы в отрыве от макромира, так как любое суждение об этом микромире, любое высказывание мы делаем, предполагая взаимодействие с макромиром, с тем, что называется прибором; что микромир мы воспринимаем в терминах макромира. Бор подчеркивал, что здесь возникает положение, когда в понятие «явление» нужно обязательно включать взаимодействие объекта с макромиром, представленным измерительным прибором. В 1927 г. Бор сформулировал в ясной форме важнейший принцип — принцип дополнительности. Под этим он понимал констатацию того факта, что при наблюдении микромира невозможно совместить два принципиально разных класса приборов: наблюдение дает либо одну сторону этого микромира, либо другую.

Можно по-разному относиться к этой формулировке, но ясно, что сущность положения, вскрытая Бором, является решающей в нашем понимании принципов микромира. Эта дополнительность имеет такое же фундаментальное значение в квантовой механике, как принцип относительности в теории Эйнштейна.

Против этой концепции, конечно, появились возражения. Ее обвиняли, например, в том, что здесь допускается свобода воли электрона, и в прочих грехах. Бор отвечал на это неоднократно. В частности, в 1949 г. Бор сформулировал сущность вопроса так: «следует ли применять к осуществлению отдельного эффекта (из числа возможных) терминологию, предложенную Дираком, согласно которой мы имеем дело с выбором со стороны „природы“, или же мы должны говорить, как это предложил Гейзенберг,

о выборе со „стороны наблюдателя“, построившего измерительный прибор и сделавшего отсчет результатов. Любая такая терминология, — говорит Бор, — представляется, однако, сомнительной. Едва ли допустимо приписывать волю природе в обычном смысле, с другой стороны, наблюдатель никак не может повлиять на события, которые протекают при созданных им условиях. По моему мнению, у нас нет никакого другого выхода, как признать, что в этой области физики мы имеем дело с элементарными (неделимыми) явлениями и что все сводится к выбору между различными дополнительными типами явлений, которые мы хотим исследовать.

Мы видим, что здесь работа Бора граничит с философскими, гносеологическими проблемами. Он неустанно развивал и уточнял свои представления, но он не мог всех убедить. Как ни парадоксально, создатель аппарата квантовой механики Шрёдингер никак не мог примириться с этой точкой зрения и умер, считая, что все же нужно избавиться от вероятностного элемента. Когда в результате длительного обсуждения в 1926—1927 гг. его очередная попытка была опровергнута Бором, Шрёдингер воскликнул: «Если мы собираемся сохранить эти проклятые квантовые скачки, то я жалею, что вообще имел дело с квантовой теорией», — на что Бор ответил: «Но зато все остальные благодарны Вам за это».

Чрезвычайно интересна дискуссия Эйнштейна с Бором. Эйнштейн, создавший замечательные, фундаментальные разделы квантовой теории, много раз пытался уязвить концепцию, выработанную физиками во главе с Бором. У Бора с Эйнштейном были неоднократные встречи, во время которых разгорались страстные споры. Бор о них изумительно рассказывал в 1961 г., когда был у нас в ФИАНе. Один за другим он перечислял трудные вопросы, физические парадоксы, время от времени на протяжении почти двух десятков лет выдвигавшиеся Эйнштейном. Каждый раз, изложив очередной парадокс Эйнштейна, Бор заново приходил в волнение, пережитое им двадцать — тридцать лет назад. Его лицо вытягивалось, мрачнело, глаза почти беспомощно устремлялись вверх, и он говорил: «Это был трагический момент. Ведь если бы Эйнштейн оказался прав, то все рухнуло бы! Но этого не произошло. Вот что недосмотрел Эйнштейн», — и он переходил к объяснению, его лицо добрело, расплываясь в счастливой, обаятельной улыбке. Затем следовало изложение нового парадокса, и снова: «Это была страшная ситуация», — и палец тревожно поднят кверху, и снова после разъяснения удовлетворенность и почти детская радость на лице. И в третий раз: — «Это был тяжелый вопрос».

Надо сказать правду, слушавшая Бора почти тысячная молодая аудитория не переживала вместе с ним эти драматические моменты. Эта аудитория наслаждалась общением с Бором, но в своем большинстве никогда даже не задумывалась над тонкими парадоксами Эйнштейна. Ей было со школьной скамьи известно, что Бор все разъяснил. Бор как-то, весело смеясь, рассказывал: после одной из его лекций в Америке вперед вышел студент и спросил: «Неужели действительно были такие идиоты, которые думали, что электрон вращается по орбите?».

«Умным» этого студента сделал Бор.

Многолетняя дискуссия с Эйнштейном была страстной, но благородной дискуссией. Бор восхищался Эйнштейном.

В частном разговоре в ФИАНе он говорил: «Эйнштейн был не только гений, он был еще и прекрасный, очень добрый человек. Его улыбка и сейчас стоит передо мной. Но он привык все делать сам, и делать прекрасно... А для понимания квантовой механики были необходимы совместные обсуждения. Бор неоднократно, и в печати и устно, подчеркивал, что критика со стороны Эйнштейна чрезвычайно способствовала выработке более глубокого понимания квантовой механики.

В 1949 г. к семидесятилетию Эйнштейна в Америке был издан сборник статей, написанных как философами, так и физиками. Принял в нем участие и Бор. Большая статья Бора, как это ни кажется странным для юбилейного сборника, была посвящена тому же вопросу — изложению истории их споров и доказательству того, что в каждом случае Эйнштейн в выдвигаемом парадоксе был неправ. При этом Бор опять подчеркивал, какие замечательные вопросы ставил Эйнштейн и как они помогли в развитии теории. В этом сборнике были и другие статьи творцов квантовой механики, а в заключение был помещен обширный ответ Эйнштейна, в котором он отстаивал свою точку зрения и полемизировал с Бором и его единомышленниками. В конце своей статьи Эйнштейн написал: «Я вижу, что я был... довольно резок, но ведь... ссорятся по-настоящему только братья или близкие друзья».

Этот героический период создания стройной системы физических идей квантовой механики, по существу, завершился в начале тридцатых годов. Затем квантовая механика развивалась, охватывая теорию электромагнитного поля и другие более сложные вопросы. Бор и тогда не прекратил интенсивной научной работы. Он перешел к исследованию новой проблемы, более конкретной, — проблемы строения ядра. Характерно, что и здесь он заложил основы для плодотворного развития теории. В то время возникло очень трудное положение, когда попытки взаимно согласовать новые эксперименты, особенно по рассеянию нейтронов ядром, вступили в противоречие с привычной картиной, которую применяли теоретики. Создавшаяся сложная ситуация не требовала фундаментальных изменений основ квантовой механики или физики. Однако необходимо было по-новому взглянуть на проблему. Бор в маленькой заметке, не содержащей ни одной математической формулы, проанализировал вопрос и показал, как нужно подходить к процессу взаимодействия нейтронов с ядром. Как отметил Бор, когда нейтроны соударяются с ядром, они не просто рассеиваются, а сначала образуют промежуточное состояние, существующее относительно долго. Подобные простые замечания создали несколько необычную схему процесса. После них вся физика ядра развивалась по новому направлению. Бор вновь возвращался к вопросам теории ядра, например при разработке теории деления. Затем он вернулся к прохождению заряженных частиц через вещество, которым он занимался в молодости, и выпустил книгу, подытожившую эти исследования. И в то же время он не уставал пропагандировать квантовую механику, разъяснять ее физическую сущность, все более и более уточнять ее интерпретацию, объясняя специфику тех новых явлений, с которыми мы встречаемся в микромире.

Имя Бора связано также с драматическим эпизодом создания атомной бомбы во время войны.

Можно по-разному подходить к его участию в этом страшном начинании, но надо помнить, что тогда была одна цель — спасти мир от фашизма, что Бор принадлежал к тому поколению, которое видело каблук гитлеровского сапога у самого своего лица. То, что пережил Бор и другие люди в Европе, не встречалось ни в какую другую эпоху, и самая его жизнь в то время, известное бегство — сначала на лодке, а затем на самолете — от гитлеровских преследований — факты, подобные которым вряд ли встречались в жизни ученых такого масштаба на протяжении последних сотен лет. Может быть, он, как и некоторые другие ученые, испытывал иллюзию, что, помогая создать атомную бомбу, он сможет повлиять на ее использование. Однако, как только война закончилась, еще за несколько месяцев до того, как настоятельные советы ученых были отвергнуты и бомбы были сброшены на Нагасаки и Хиросиму, он резко порвал с работой над атомным

оружием и вся его последующая интенсивная деятельность была посвящена сближению народов и предотвращению войны.

Когда он был у нас в последний раз, он произвел огромное впечатление своей энергией, своей непосредственностью, страстностью, доброжелательством. Я и сейчас вижу, как он, сутулясь, выходит из ФИАН на широкие каменные, освещенные солнцем ступени, высокий, в легком коротком пальто и в шляпе, с сосредоточенным лицом потрудившегося старого моряка или рыбака. Я думаю, его хорошо сыграл бы таким Жан Габен. И разве только то, как он чрезмерно старательно ставил ногу на следующую ступеньку, показывало, что 76 лет, из которых двадцать отданы созданию квантовой механики, а десять — борьбе с гитлеризмом, — не проходят даром.

Умер Бор неожиданно, проведя месяц в Италии и хорошо, казалось, отдохнув.

Бывают ученые, великие ученые, которые видят свое назначение в том, чтобы завершить теорию, создать вершину науки и на этом успокоиться в уверенности, что все ими сделано. Бор прекрасно понимал: за тем, что он сделал, последует новый этап. В этом отношении в высшей степени характерен для него эпизод, случившийся в Америке на одной научной конференции, за несколько лет до его смерти. Его сотрудник и ученик Гейзенберг предложил новую смелую теорию. Выступая в дискуссии, Бор сказал свою знаменитую фразу: «Это, конечно, сумасшедшая теория. Однако она мне кажется недостаточно сумасшедшей, чтобы быть правильной новой теорией».

Вот такой жизнью и деятельностью, этим своим духом неуспокоенности он и заслужил славу, ту «славу мира», которая не проходит.
