

Н. Бор

**Атомная физика и
человеческое познание**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
Н11

H11 **Н. Бор**
Атомная физика и человеческое познание / Н. Бор – М.: Книга по Требованию,
2013. – 150 с.

ISBN 978-5-458-33662-8

Книга замечательного физика нашего времени Нильса Бора "Атомная физика и человеческое познание", которая выходит в свет в переводе академика Владимира Александровича Фока и А.В.Лермонтовой, без сомнения, вызовет интерес научной общественности и широких кругов читателей. В собранных здесь статьях Н.Бор обращается не только к специалистам в области физики и философии, но ко всем, кто желает обдумать и обсудить большие и сложные теоретико-познавательные вопросы, волнующие автора как ученого-физика.

ISBN 978-5-458-33662-8

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Предисловие редактора

В настоящий сборник вошли работы датского физика Нильса Бора по вопросам, примыкающим к философии естествознания. Заслуги Бора, одного из основателей квантовой механики, одинаково велики как в установлении конкретных физических законов в области микромира, так и в установлении общих принципов описания явлений в этой области. Бору принадлежит решающий шаг в разработке правильной интерпретации корпускулярно-волнового дуализма (волна-частица). Особенный интерес в этом отношении представляют включенные в настоящий сборник статьи Бора «Дискуссии с Эйнштейном» и «Квантовая физика и философия».

Большинство вошедших в этот сборник работ Бора составляют его выступления, предназначенные для нефизиков (медиков, биологов и представителей гуманитарных наук). В этих выступлениях Бор затрагивает, помимо вопросов физики, некоторые общие вопросы данной области знания. Основная мысль Бора состоит в том, что философское обобщение результатов, полученных в физике, расширяет наш умственный горизонт и тем самым помогает пониманию явлений в других областях естествознания.

Философская идея, которая больше всего занимает Бора, есть идея о дополнительности между разными аспектами явлений. По нашему мнению, эту «дополнительность» можно рассматривать как одно из следствий общего положения о материальном характере акта наблюдения. Это положение, конечно, применимо не только в физике, но и в других науках. Но в физике оно уточняется путем введения соответствующих абстракций (например, волновой функции), связанных с понятиями потенциальной возможности и вероятности, тогда как в биологии такого уточнения, по-видимому, еще не сделано. (Здесь я должен оговориться, что, не будучи биологом, я не мог судить об этих вопросах.) Во всяком

случае, рассуждения Бора, столь ясные и убедительные, когда он говорит о физике, становятся гораздо менее конкретными, когда он говорит о других науках. Это особенно относится к статье «Философия естествознания и культуры народов».

Как указывает и сам Бор в своем введении, по его статьям и выступлениям, вошедшим в этот сборник, можно проследить постепенное уточнение в его аргументации и терминологии. Необходимо добавить, что эта эволюция неизменно идет в сторону материализма. Если в первых статьях Бор высказывается против принципа причинности, то в статье «Квантовая физика и философия» он строго разделяет причинность и однозначную детерминированность и прямо говорит, что лишь эта последняя не имеет места в квантовой физике, тогда как причинность остается. Если в первых работах Бора часто встречаются ссылки на наблюдателя и говорится о том, что знает и чего не знает наблюдатель, то в последних своих работах, а также в предисловии Бор подчеркивает, что основная задача теории есть *объективное* описание опытных фактов. Можно было бы указать и другие уточнения, которые свидетельствуют о том, что нынешние взгляды Бора, во всяком случае, далеки от позитивизма.

В русское издание сборника включены также две работы Бора, не вошедшие в английское издание 1957 г.

Печатаемый сборник работ Бора по принципиальным вопросам естествознания, несомненно, представит большой интерес для широкого круга советских читателей — не только физиков, биологов и философов, но и для всех лиц, интересующихся общими вопросами естествознания.

Акад. В. Фок

Январь 1961 г.

Предисловие автора

Этот сборник статей, написанных по разным поводам в течение последних 25 лет, представляет продолжение более ранних очерков, собранных в книге, озаглавленной «Атомная теория и описание природы»¹. Темой статей является теоретико-познавательный урок, преподанный нам современным развитием атомной физики, и его значение для анализа и синтеза во многих областях человеческого знания. Статьи, вошедшие в предыдущий сборник, написаны в то время, когда установление математических методов квантовой механики создало твердое основание для непротиворечивой трактовки атомных явлений, а условия для однозначного описания опытных фактов на этой основе были характеризованы понятием дополнительности. В собранных здесь статьях логическая формулировка этого подхода развита дальше и ему дается более широкое применение. Конечно, нельзя было избежать многих повторений, но мы надеемся, что самые эти повторения могут послужить для иллюстрации того, как наша аргументация постепенно становится яснее, особенно в отношении более четкой терминологии.

При развитии излагаемых здесь взглядов для меня были очень ценны дискуссии с бывшими и настоящими сотрудниками Института теоретической физики Копенгагенского университета. За помощь при обработке этих статей я особенно благодарен Оскару Клэйну и Леону Розенфельду, в настоящее время находящимся в Оклахомском и Манчестерском университетах, а также Стефану Розенталю и Оге Петерсену из Копенгагенского института. Я также хотел бы выразить благодарность г-же С. Хеллманн за весьма эффективную помощь при подготовке статей настоящего издания.

Копенгаген, август 1957 г.

Нильс Бор

¹ «Atomic Theory and the Description of Nature», Cambridge University Press, 1934.

Предисловие автора к русскому изданию

Мне доставляет большое удовольствие, что это собрание моих работ стало доступно русскому читателю. Я особенно признателен моему старому другу академику Фоку, всегда проявлявшему такой активный интерес к обсуждаемым здесь проблемам, за его инициативу в организации русского издания моих работ и за взятый им на себя тяжелый труд по их переводу.

Копенгаген,
март, 1961 г.

H. Бор

Введение

Важное значение физической науки для развития общего философского мышления основано не только на ее вкладе в наше непрерывно возрастающее познание той природы, частью которой мы являемся сами; физическая наука важна и тем, что время от времени она давала случай пересматривать и улучшать нашу систему понятий как орудие познания. В нашем столетии изучение атомного строения материи обнаружило неожиданное ограничение области применимости классических физических идей и пролило новый свет на содержащиеся в традиционной философии требования к научному объяснению. Необходимый для понимания атомных явлений пересмотр основ и предпосылок однозначного применения наших элементарных понятий имеет поэтому значение, выходящее далеко за пределы одной только физической науки.

Главное содержание урока, преподанного нам развитием атомной физики, состоит, как известно, в признании свойства цельности и неделимости атомных процессов, обнаруженного благодаря открытию кванта действия. Предлагаемые статьи освещают наиболее существенные стороны ситуации в квантовой физике; в то же время они указывают на черты сходства между этой ситуацией и положением в других областях знаний,

выходящих за пределы механистического представления о природе. Мы не рассматриваем здесь какие-либо туманные аналогии, а исследуем условия для надлежащего применения слов и понятий, выраждающих наши опытные знания. Такие рассуждения имеют целью не только ознакомление с новой ситуацией в физической науке; ввиду сравнительно простого характера атомных проблем они могут оказаться полезными и для разъяснения предпосылок объективного описания в более широких областях знания.

Хотя собранные здесь семь¹ статей, таким образом, тесно связаны между собой, они распадаются на три отдельные группы, относящиеся к 1932—1939, 1949 и 1955—1957 гг. Первые три статьи прямо связаны со статьями прежнего сборника; в них обсуждаются биологические и антропологические проблемы, относящиеся к свойствам целостности, характерным для живых организмов и человеческих культур. Конечно, в этих статьях я ни в какой мере не пытаюсь дать исчерпывающее обсуждение этих тем, но лишь указываю, какими представляются эти проблемы на фоне общего урока атомной физики.

Четвертая статья касается дискуссии между физиками о проблемах теории познания, поставленных квантовой физикой. По характеру самой темы нельзя было избежать некоторых ссылок на математический аппарат, но для понимания аргументации не требуется специальных знаний. Споры привели к разъяснению новых сторон проблемы наблюдения, обусловленных тем обстоятельством, что взаимодействие между атомными объектами и измерительными приборами составляет неотъемлемую часть квантового явления. Поэтому данные, полученные в различных экспериментальных установках, не могут быть объединены в том смысле, как обычно; необходимость принимать во внимание условия, при которых получены те или иные опытные данные, прямо требует дополнительного способа описания.

Последняя группа статей тесно связана с первой, но я надеюсь, что уточненная терминология, которой я в них пользуюсь, чтобы изобразить ситуацию в квантовой

¹ Последние две статьи настоящего сборника, содержащего девять статей, в английское издание 1958 г. не вошли.—Прим. ред.

физике, сделала общую идею и общий ход рассуждения доступнее. Прилагая эти идеи к более широкой области, я делаю особый упор на предпосылки для однозначного применения понятий, используемых при описании опытных фактов. Самая суть аргументации состоит в том, что для объективного описания и гармоничного охвата опытных фактов необходимо почти во всех областях знания обращать внимание на обстоятельства, при которых эти данные получены.

Свет и жизнь

1932

Как физик, чьи исследования ограничиваются свойствами неодушевленных тел, я не без колебаний принял любезное приглашение выступить с речью перед этим собранием ученых, которые встретились для того, чтобы способствовать нашему познанию благотворного действия света при лечении болезней. Будучи не в состоянии внести новое в эту прекрасную отрасль науки, столь важную для благосостояния человечества, я мог бы самое большее поговорить о чисто неорганических световых явлениях, которые во все времена особенно привлекали к себе физиков хотя бы потому, что свет является нашим главным орудием наблюдения. Однако я подумал, что в данном случае, может быть, будет интереснее рассмотреть в таком обсуждении вопрос о том, насколько результаты, достигнутые в более ограниченной области, а именно в физике, могут повлиять на наши взгляды на положение, занимаемое живыми организмами внутри общего здания естественных наук. Несмотря на утонченный и неуловимый характер загадок жизни, эта проблема возникала на каждой стадии развития науки, поскольку самое существо научного объяснения состоит в разложении более сложных явлений на более простые. В данный момент этой старой проблеме придает новый интерес то обстоятельство, что недавнее развитие атомной теории выявило существенную ограни-

ченность механистического описания явлений природы. Это развитие как раз и началось с более пристального изучения взаимодействия между светом и материальными телами; оказалось, что некоторые особенности этого взаимодействия несовместимы с известными требованиями, выполнение которых всегда считалось обязательным для всякого физического объяснения. Как я попытаюсь показать, усилия физиков овладеть положением в какой-то мере похожи на позицию биологов, которую те всегда занимали более или менее интуитивно перед проявлениями жизни. Тем не менее я хочу сразу же подчеркнуть, что аналогия между светом и жизнью существует только в этом чисто формальном отношении, поскольку свет является, пожалуй, наименее сложным из всех физических явлений, а жизнь представляет такое необозримое разнообразие, что едва поддается научному анализу.

С физической точки зрения свет можно определить как передачу энергии на расстояние между материальными телами. Такие эффекты находят себе, как известно, простое объяснение в рамках электромагнитной теории, которую можно считать рациональным расширением классической механики, пригодным для того, чтобы смягчить контраст между действием на расстоянии и действием при соприкосновении. По этой теории свет представляет электрические и магнитные колебания, связанные между собой и отличающиеся от обычных радиоволн только большей частотой колебаний и меньшей длиной волны. В самом деле, практически прямолинейное распространение света, на котором основана локализация тел прямым видением или с помощью оптических приборов, всецело зависит от малости длины волны по сравнению с размерами рассматриваемых тел, а также приборов. В то же время волновой характер распространения света важен в двух отношениях. Он не только дает основу для объяснения цветовых явлений, которые благодаря спектроскопии дали столь важную информацию о строении материальных тел; волновой характер света существенно важен также и для всякого утонченного анализа оптических явлений. В качестве типичного примера я упомяну лишь об интерференционных полосах, которые возникают, если свет от одного источника может идти к экрану двумя различными