

**Н. Бор**

**Атомная физика и  
человеческое познание**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 53  
ББК 22.3  
Н11

Н11 **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, клякс, 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.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



## 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»<sup>1</sup>. 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 дополненности. 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 Клейну 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*

<sup>1</sup> «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.

*Н. Бор*



## Введение

**В**ажное 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 и 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, выражающих 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 семь<sup>1</sup> 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

---

<sup>1</sup> 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 волн 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 тонкого 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