

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК**ПРОБЛЕМА «ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ»
В КОПЕНГАГЕНСКОЙ ШКОЛЕ****С. Г. Суворов**

1. В этом выпуске публикуется перевод философской статьи выдающегося физика Макса Борна — «Физическая реальность». Эта статья заслуживает пристального внимания, ибо в ней обсуждается одна из самых острых гносеологических проблем в современной физике — проблема физической реальности, — и обсуждается с позиции, необычной для той школы физиков, к которой принадлежит автор *).

Нет никакого сомнения в том, что работы Бора, Гейзенберга, Борна и всей блестящей плеяды связанных с ними ученых сыграли исключительную роль в развитии современной физики, приведшей к значительным практическим результатам. С этим фактом не могут не считаться даже противники той интерпретации атомных процессов, которую дала эта школа. А. Эйнштейн, до конца жизни считавший эту интерпретацию принципиально неприемлемой, упорно искавший других путей в физике, должен был все же признать, что «она содержит значительную долю истины» **). Ж. П. Вижье, который также ищет возможности новой, антикопенгагенской интерпретации атомных процессов, рисуя обстановку борьбы в физике, признает, что «новая теория (копенгагенская.— С. С.) открыла исключительно богатые возможности и пути для решительного прогресса в физике» ***).

Совершенно очевидно также, что копенгагенская школа не только отыскивала новые физические соотношения в атомной физике, но и размышляла о путях познания, обсуждала гносеологические вопросы. Известно, например, что концепция дополнительности расценивается копенгагенской школой как «абсолютно новый научный метод мышления», как «наиболее важный результат для философии, который выкристаллизовался из современной физики», но является всеобщим и пригодным для всех наук; доказывать теперь наличие таких тенденций и оценок — значит ломиться в открытые двери: их можно немало встретить в статьях Бора, Гейзенберга, Борна, Йордана и других.

*) Некоторые авторы, по-видимому, уже около четверти века называют эту школу копенгагенской, другие же оспаривают правомерность этого названия, имея в виду, что не все обычно относимые к ней ученые работали вместе в Копенгагене; В. Гейзенберг предпочитает название «копенгагенская интерпретация квантовой теории» (см. его статью «The Development of the Interpretations of the Quantum Theory» в сборнике: Niels Bohr and the Development of Physics, Pergamon Press, London, 1955). Если под школой разумеать направление в науке, то укоренившееся уже название вполне возможно сохранить ради краткости, и никто так хорошо не обосновал его правомерность, как В. Гейзенберг в упомянутом историческом обзоре становления квантовой теории.

**) См. письма А. Эйнштейна к М. Борну, УФН, LIX, вып. 1, стр. 131, 1956 г.

***) Ж. П. Вижье, К вопросу о поведении индивидуальных микрообъектов, Вопросы философии 6, стр. 92, 1956 г.

Бесспорно также и то, что этот «новый метод мышления» сами представители копенгагенской школы связывают с развитием позитивизма. П. Иордан, ученик и в прошлом ближайший сотрудник М. Борна, прямо отождествляет позитивистскую концепцию с идеями новой физики *). Совпадают ли действительно результаты новой физики с позитивизмом — это другой вопрос. Несомненно, однако, то, что влиятельная часть основоположников копенгагенской интерпретации стремится придать им толкование в позитивистском духе. Попытки некоторых наших авторов «защитить» копенгагенскую школу от «обвинений в позитивизме» наивны и вредны; наивны потому, что в глазах этой школы позитивизм — прогрессивная философия, единственно разрешающая гносеологические трудности современной физики; вредны потому, что они мешают видеть задачи, стоящие перед материализмом в физике.

В копенгагенской школе физиков получило широкое развитие и позитивистское толкование «физической реальности». Этому способствовал чрезвычайно абстрактный характер современных представлений об объекте физических исследований, сложный путь от экспериментальных результатов к понятию «элементарной частицы». Физик судит о наличии антипротона в его экспериментальной установке по наблюдаемым пикам на осциллограмме; эти пики получают определенный смысл только в результате теоретической расшифровки сложного взаимодействия расставленных им «ловушек» в виде магнитных полей, различного типа счетчиков и т. п. Во многих своих статьях В. Гейзенберг неоднократно и неслучайно возвращается к истории того, как постепенно распыляется наглядность представлений об атоме (элементарной частице): сначала исчезают приписанные ему чувственно воспринимаемые свойства, затем теряются его геометрические формы, и понятие об атоме становится все более абстрактным. В. Гейзенберг усматривает в этом ходе истории закономерный процесс, который он отождествляет с крушением материализма, показывая тем самым, что современный материализм остался ему неизвестным, ибо последний отнюдь не связан с каким-либо конкретным представлением об атоме. В. Гейзенберг считает, что поскольку в понятии атома (элементарной частицы) исчезают чувственно воспринимаемые свойства, постольку атом перестает быть реальным образованием в природе, понятие о нем становится вспомогательным понятием, символом, удобным для расчетов. Об элементарной частице современной физики В. Гейзенберг пишет: «По существу она является не материальным образованием во времени и пространстве, а только символом, введение которого придает

*) «Среди современных физиков-квантистов, — писал П. Иордан, — принята, в сущности совершенно единодушно, теоретико-познавательная концепция, находящаяся под сильным воздействием позитивизма; эту теоретико-познавательную концепцию невозможно отклонить, не отклоняя также и самой квантовой механики (или, во всяком случае, не рассматривая ее как все еще не законченную и не объясненную). Необходимость этого вывода абсолютно признается также и вышеупомянутыми физиками (Планком, Лауэ, а также Эйнштейном), которые отвергают «позитивизм» и в силу этого последовательно признают современную квантовую физику незавершенной, возлагая надежду на восстановление в будущем «механической», строго каузальной картины мира. Бавинк, который со своей стороны приветствует преодоление механистического мировоззрения, в силу своего отрицания позитивизма поворачивается против новой физики, которая как раз и выполняла задачу преодоления механицизма. Мы должны рассматривать как неразрывно связанные положения: новая физика немислима без воздействия позитивистской теории познания; наоборот, позитивизм впервые получил свою стабилизацию и уточнение именно в физике благодаря тому, что мышление посредством объективных процессов было заменено новой формой мышления в категориях дополнительности». См. Pascual Jordan, *Die Physik des 20. Jahrhunderts* (Einführung in den Gedankeninhalt der modernen Physik), Braunschweig, 1936, стр. 132.

законам природы особенно простую форму» *). В этой простоте формы законов В. Гейзенберг видит оправдание введения этого «вспомогательного понятия». Стремясь сильнее подчеркнуть символический смысл понятия атома, он продолжает: «Для более ясного представления о символическом характере современного понятия атома следует, может быть, сослаться на то, что вопрос о существовании атома в современной физике имеет некоторое формальное сходство с математической проблемой о существовании квадратного корня из минус единицы. Хотя элементарная математика и учит, что среди обычных чисел такого квадратного корня нет, все же наиболее важные математические положения впервые получили свою простейшую форму лишь после введения этого корня как нового символа, а тем самым было обосновано его существование. Подобным же образом данные современной физики показывают, что атомы не существуют как простые телесные предметы, но что введение понятия атома делает возможной простую формулировку взаимосвязей, определяющих все физические и химические процессы» **).

В. И. Ленин высказал глубокую мысль о том, что идеализм есть *только* чепуха с точки зрения материализма метафизичного, на самом деле он вырастает на живом дереве познания, односторонне превращая один из элементов спирали познания в прямую, ведущую при определенных условиях в поповщину. Конечно, и суждения В. Гейзенберга опираются на что-то, в основе своей реальное. Если в его слова «существуют как» вложить смысл: «обладают теми же свойствами, связями», то его утверждение о том, что «атомы не существуют как простые телесные предметы», окажется справедливым, хотя и тривиальным. Однако когда ставят гносеологические проблемы, то спор идет не об этом. Современный материализм утверждает, что атомы существуют как некоторые материальные, объективные образования и понятия об атомах суть абстрактные образы этих объективных образований, а не символы, смысл которых состоит в упрощении вычислений. В этом *философском* смысле атомы существуют так же, как существуют и простые телесные предметы, т. е. существование и тех и других объективно.

Итак, по Гейзенбергу, исторический ход познания постепенно обнаруживает, будто в понятии атома не содержится ничего, кроме математического символа, упорядочивающего и упрощающего формулировку взаимосвязей физических процессов. В. Гейзенберг исходит из того, что в современной квантовой физике попытки найти переход от экспериментальных результатов к микрочастице как объекту, о существовании которого говорят материалисты, наталкиваются на принципиально непреодолимые препятствия. Эти препятствия возникают вследствие необычных свойств, которые оказывается необходимым приписать микрочастицам, если желать уложить в логическую систему результаты опыта с ними. Так, оказывается необходимым считать, что микропроцессы подчиняются квантовым законам существенно статистического характера, что для микрочастиц существует такой необычный для классических объектов закон, как соотношение неопределенностей координат и импульсов. Измерительные приборы, которыми мы неизбежно должны пользоваться в исследованиях, в конечном счете сами состоят из микрочастиц того же

*) Die Antika, Bd. XIII. Цитируется по сборнику: В. Гейзенберг, Философские проблемы атомной физики, ИЛ, 1953, стр. 49.

**) Там же, стр. 50. Другой видный представитель копенгагенской школы П. Йордан пишет об объекте современной физики в том же духе: «Атом, характеризующийся как система формул, является, подобно геометрической сетке на земле, только вспомогательным понятием для упорядочения экспериментальных фактов», Pascual Jordan, Die Physik des 20. Jahrhunderts, 1936, стр. 123.

порядка, что и измеряемые частицы; взаимодействия приборов и измеряемых частиц подчиняются тем же квантовым закономерностям статистического характера; вследствие соотношения неопределенностей они всегда имеют черты частичной неконтролируемости. Каждое измерение радикально меняет «ситуацию», от которой в квантовой физике нет однозначного перехода к «ситуации», независимой от измерения, к «ситуации самой по себе». Ничего подобного в классической физике не встречалось, ибо в ней «ситуацию до измерения» можно было однозначно вычислить. В квантовой физике понятие «ситуации самой по себе» теряет практический и теоретический смысл. Независимая от измерения ситуация рассматривается как нечто «принципиально ненаблюдаемое», как несуществующее. «Физическая реальность» существует только в экспериментальной установке.

Подобные взгляды развивались в копенгагенской школе на протяжении тридцати лет. Совсем недавно В. Гейзенберг повторил их, выступая в защиту «копенгагенской интерпретации квантовой теории». Формулируя дух копенгагенской интерпретации, В. Гейзенберг проводит различие между понятиями «объективное» и «реальное». Под «объективным» он понимает то, что существует изолированно от человека и его приборов, в виде, не измененном какими-либо связями с внешним миром. Это — чисто формальный прием определения объективного. Естественно, что определенное таким образом «объективное» непостижимо, так как всякое постижение возможно лишь при установлении связи, а установление связи уничтожает «объективное» *). Попытка раскрыть свойства «объективного» столь же безысходна, как и погоня за синей птицей: стоит только ее поймать, как она уже перестает быть синей.

Понятия «объективного» и «реального», как сказано, у В. Гейзенберга не совпадают **). Та картина, которая отображается в приборах — это не объективное, а «реальное». В. Гейзенберг считает, что критика копенгагенской интерпретации квантовой теории основана на боязни, будто она удаляет из физики понятие реального. «Как мы здесь исчерпывающе показали, — пишет В. Гейзенберг, — эта боязнь безосновательна, так как „реальное“ в квантовой теории играет такую же решающую роль, как и в классической физике». С точки зрения В. Гейзенберга, «объективное» есть только описываемое математическими уравнениями возможное, а не реальное. Математические уравнения квантовой теории управляют именно только возможным, а не реальным. Переход же от возможного к реальному всегда скачкообразен, и этот скачок не отражается в математических уравнениях, описывающих возможное. С этим связан вывод о том, что «знание „реального“ по своей природе является неполным знанием». Таковы, еще раз недавно повторенные, взгляды В. Гейзенберга.

Вопрос о том, что такое реальность, физики обсуждают не случайно и не в порядке досуга; они вынуждены размышлять над ним потому, что необходимо осмыслить новые экспериментальные факты. Последние выдвигают перед исследователем много проблем. Если электрон до прохож-

*) «В этом случае (если система замкнута. — С. С.) отображение является полностью «объективным», т. е. оно больше не содержит черт, связанных со знанием наблюдателя; но в то же время оно совершенно абстрактно и непостижимо, так как различные математические выражения $\varphi(q)$, $\varphi(p)$ и т. д. не имеют отношения к реальному пространству или к реальным свойствам; таким образом, оно, так сказать, вовсе не содержит никакой физики». См. упомянутую выше статью В. Гейзенберга в сборнике: Niels Bohr and the Development of Physics, Pergamon Press, London, 1955, раздел III.

**) «Мы можем сказать, что состояние замкнутой системы, представленной вектором Гильберта, в самом деле объективно, но не реально и что классическая идея об „объективно реальных вещах“ здесь должна быть оставлена». Там же.

дения сквозь щели диафрагмы проявлял себя дискретно и при падении на скintиллирующий экран после прохождения диафрагмы — тоже, то почему не удастся определить, сквозь какую из двух щелей диафрагмы он прошел? И почему наличие второй щели оказывает влияние на характер движения электрона? Не говорит ли это о том, что электрон обладает также и волновыми свойствами? Можно ли приписать электрону одновременно дискретно-волновую природу и как это себе представить?

Все это — физические вопросы о структуре и связях электрона, понимаемого как некоторое объективное образование. Но физические вопросы неотделимы от философских. Невозможно возникает вопрос: что же такое объект, какие пути ведут к нему? Попытка создать образ микрообъекта на основе «наглядных представлений» классической физики (твердая частица с фиксированными импульсом и координатами и т. п.) оказывается неосуществимой. Перед исследователем встала сложная задача — воссоздать образ микрообъекта на основе экспериментальных результатов квантовой физики. Но здесь возникла новая трудность: ее экспериментальные результаты, относящиеся к потоку одних и тех же частиц, подчас представляются физикам как исключаящие друг друга. Так возникла проблема, известная под названием «дуализм волн и корпускул».

Позитивизм подсказывает «удобное» решение этой трудности: признанием того, что физическая реальность — это только ситуации в экспериментальной установке, он снимает самую задачу воссоздания образа микрообъекта. Как только физик встал на эту позицию, задача его исследований в известном отношении упрощается: теперь она состоит в том, чтобы констатировать наличие определенных экспериментальных ситуаций; практические требования заставляют его еще научиться предсказывать новые ситуации, однако ему кажется, что и эта проблема вполне решается в пределах того же образа мышления, а именно путем введения понятия вероятности события, которое удобно тем, что оно выглядит так, как будто освобождает от познания *необходимой* связи различных ситуаций.

Если физик исходит не из существования объекта, над которым и производятся эксперименты, если он полагает, что физическая реальность — это только ситуация в экспериментальной установке, то в корне меняется и постановка конкретной физической задачи. Вопрос о прохождении «данного электрона» сквозь ту или иную щель снимается не потому, что он физически неправилен *вследствие специфического характера связей электрона с полем решетки*, а потому, что самая постановка вопроса о поведении объекта признается бессмысленной. Точно так же отпадает необходимость синтезировать результаты экспериментов, создавая тем образ объекта: дискретная и волновая картины выступают перед нами как две различные «физические реальности», две «экспериментальные ситуации», возникающие в приборах двух взаимоисключающих и взаимодополнительных классов. Эта философия действительности и была выражена в концепции дополнительности. Напомним, как оценивал роль идеи дополнительности П. Иордан: «Просветительная сила этой идеи состоит в разрешении кажущейся неразрешимой загадки и противоречия, которое ярко демонстрируется в известной проблеме дуалистической природы света. Свойства, связанные с волновой природой света, с одной стороны, и свойства, связанные с корпускулярной природой, с другой стороны, „дополнительны“ друг к другу в том смысле, что они никогда не могут проявиться в одном и том же эксперименте (и, следовательно, прийти в реальное прямое столкновение). Эксперименты, позволяющие ясно выявить волновую сторону света, принуждают (благодаря вмешательству, связан-

ному с каждым экспериментом) корпускулярную природу света отступить в неопределенное и ненаблюдаемое; другие эксперименты, которые делают выпуклой корпускулярную сторону света, оставляют неопределенными и неразличимыми все свойства, которые прежде обнаруживали нам волновую природу света. Посредством этого удивительного механизма дополнительности природа сочетает в одном и том же физическом объекте свойства и закономерности, которые противоречат друг другу так, что они никогда не могли бы существовать непосредственно в одно и то же время» *).

Мы видим, что П. Иордан воспринимает возможность реального прямого столкновения корпускулярных и волновых свойств в объекте как непостижимую для мышления трудность, которую следует избежать; в экспериментальных ситуациях это всегда удается в силу действия «удивительного механизма дополнительности»: в любом эксперименте противоположная сторона «отступает в неопределенное и ненаблюдаемое». В силу этого мы ограничиваемся только констатацией того, что в «неопределенном и ненаблюдаемом» обе стороны как-то сочетаются, но наше мышление освобождается от необходимости синтезировать в едином образе объекта обе стороны (существующие в нем одновременно в качестве объективной возможности), ибо оно ограничивается только областью того, что наблюдается в приборах.

Здесь выражено то же понимание, что и у В. Гейзенберга: физическая реальность — это «ситуация в эксперименте», все же, что лежит за этой ситуацией, т. е. материальное образование, объект, вызывающий в экспериментальной установке определенное действие — это, по П. Иордану, «неопределенное и ненаблюдаемое», к чему нет перехода от «экспериментальной ситуации». И у В. Гейзенберга выражается та же идея. В его недавней, упомянутой выше, статье встречаются термины «реальное», «объективное», но от реального, т. е. от «ситуации в экспериментальной установке, нет перехода к «объективному». «Объективное» существует как абстрактная возможность, в конечном счете — как удобный термин для обозначения некоторых математических представлений.

Дело излагается так, будто современная физика доказала эти идеи принудительным образом, открыв принципиальную статистичность элементарных атомных процессов, соотношение неопределенностей, неконтролируемость взаимодействий, принцип дополнительности. Она не только не раскрыла никаких путей перехода от «реального» к «объективному», но, напротив, будто бы доказала, что таких путей и быть не может.

Однако, как мы увидим ниже, эта точка зрения разделяется не всеми представителями копенгагенской школы.

В этом отношении представляет интерес позиция Макса Борна.

2. Макс Борн принадлежит к той ведущей группе теоретиков, которая активно развивала копенгагенскую интерпретацию квантовой теории. Он является основоположником статистической трактовки волновых функций; эту трактовку он противопоставляет детерминизму, который, впрочем, толкуется им как лапласовская однозначная определенность, исключаящая случай. Его высказывания об «идее дополнительности» проникнуты тем же сочувствием, как и высказывания П. Иордана: он видит в ней новый, преобразующий науку метод мышления, имеющий всеобщее значение для всех наук. Он принимает все формулировки, характерные для «копенгагенской интерпретации», относительно наличия элемента неконтролируемости во взаимодействии прибора и микрочастицы, относительно

*) Pascual Jordan, Die Physik des 20. Jahrhunderts, 1936, стр. 110.

того, что граница между объектом и субъектом в современной физике становится менее определенной.

Столь же высоко оценивает М. Борн и роль позитивистской философии в науке. Он считает, что именно позитивизм ниспроверг кантовский априоризм, преграждавший путь к подлинному познанию, и высоко поднял значение опыта в естествознании. Точка зрения позитивистов, по Борну, «толкала физиков на то, чтобы занять критическую позицию по отношению к традиционным взглядам, и помогла им в создании теории относительности и квантовой теории» *). М. Борн вполне отдает себе отчет в том, что многие физики, активно развивавшие квантовую теорию в духе «копенгагенской интерпретации», находятся под прямым воздействием этой философии. Еще двадцать лет назад в лекции «Some philosophical Aspects of modern Physics», читанной в Эдинбурге, М. Борн говорил: «Из трудов последнего (речь идет об Эрнсте Махе.— С. С.) возникла новая философская система, логический позитивизм которой находится в большом фаворе в наши дни. Его влияние можно проследить в фундаментальных трудах Гейзенберга по квантовой теории; правда, он встретился также и с энергичной оппозицией, например, со стороны Планка. Во всяком случае позитивизм—действующая сила в науке» **). В этой же лекции М. Борн излагает позитивистские взгляды П. Иордана и характеризует его книгу «Anschauliche Quantentheorie» (J. Springer, Berlin, 1936) как «блестящее изложение позитивистской точки зрения» ***).

И все же, при всей высокой оценке позитивизма, М. Борн уже двадцать лет назад высказал свое особое отношение к основной позиции позитивизма: он не согласился со взглядом позитивизма на объективный мир. В упомянутой лекции Борн ставил вопрос: «Само наблюдение изменяет порядок событий. Как можем мы в таком случае говорить об объективном мире?». По его свидетельству, некоторые физики-теоретики, вроде Дирака, заявляют, что они не знают, что такое объективный мир, и это их не беспокоит; все, в чем они нуждаются, это в математически согласованной теории, с помощью которой можно предсказать ненаблюдавшиеся явления. «Только позитивисты, претендующие на то, что они обладают исключительно научной философией, ответили на наш вопрос,— говорил Борн.— Их точка зрения (Иордан, 1936) ****) даже более радикальна, чем упомянутая выше точка зрения Дирака. В то время как последний заявляет, что он удовлетворен формулой и не интересуется вопросом об объективном мире, позитивисты объявляют этот вопрос бессмысленным».

Полагая, что классификация вопросов на осмысленные и бессмысленные является большой заслугой позитивизма, М. Борн, однако, не согласился с тем, что вопрос об объективном мире относится к числу бессмысленных. «Позитивизм,— утверждал Борн,— полагает, что единственные исходные утверждения, которые непосредственно очевидны, это утверждения, описывающие непосредственные чувственные восприятия. Все другие утверждения суть не прямые, теоретические построения, имеющие целью описать в кратких терминах связи и отношения первичных восприятий.

*) M. Born, *Physics in my Generation*, Pergamon Press, London — New York, 1956, стр. 49.

**) Впервые опубликовано в *Proc. Roy Soc. Edinburg*, т. LVII, Part I, стр. 1 — 18, 1936—1937. Статья эта осталась неизвестной широкому кругу советских ученых. Недавно она опубликована в книге: M. Born, *Physics in my Generation*, Pergamon Press, London — New York, 1956, стр. 37—54.

***) Надо думать, что на свидетельство М. Борна можно вполне положиться, ибо его никто не заподозрит в предвзятом отношении к копенгагенской школе.

****) Имеется в виду указанная выше книга: P. Jordan, *Anschauliche Quantentheorie*, J. Springer, Berlin, 1936.

Только последние и имеют характер реальности. Вторичные утверждения (т. е. понятия, теории, вообще выводы на основе восприятий.— С. С.) не соответствуют чему-либо реальному и не имеют ничего общего с существованием внешнего мира; они суть соглашения, искусственно изобретенные для того, чтобы упорядочить и „экономически“ упростить поток чувственных восприятий. Эта точка зрения,— заключает М. Борн,— не имеет основания в самой науке; никто не может доказать с помощью научных методов, что это правильно.

Думается, что точка зрения позитивизма на реальность изложена здесь объективно, равно как и отношение к ней подлинной науки.

Далее, М. Борн привел свои аргументы против этих взглядов позитивизма на реальность. Он указал, что уже в простейших актах восприятия мы имеем не набор несогласованных ощущений, а образ (Gestalt) целостного предмета, который создается нашим подсознанием. «Когда эти образы рассматриваются сознанием, они становятся понятиями и снабжаются словами. Несомнительно разум убежден, что они являются не произвольными продуктами мышления, а впечатлениями, которые вызываются в мышлении внешним миром. Я не могу усмотреть какой-либо аргумент для опровержения этого убеждения в научной области». И далее: «Позитивисты говорят, что это допущение внешнего мира есть шаг в метафизику, оно бессмысленно, так как мы никогда не будем знать о нем что-либо иначе, как через восприятия наших чувств. Это очевидно. Кант выражал ту же точку зрения, отличая эмпирическую вещь и „вещь в себе“, которая лежит позади нее. Если позитивисты продолжают говорить, что все наши утверждения, принимающие во внимание внешний мир, являются только символическими, что смысл их условен, то я возражаю. Ибо тогда каждое единичное предложение было бы символическим, условным, даже если я говорю только: „я сижу здесь в кресле“... Вопрос о реальности не является поэтому бессмысленным, а применение этого понятия не только символично или условно» *).

Спустя почти двадцать лет М. Борн вновь возвращается к вопросу о физической реальности, посвятив ему специальную статью, перевод которой публикуется в этом выпуске.

В этой статье М. Борн безоговорочно высказывается против тех философских течений, которые «учат, что реален только духовный мир и что физический мир — только кажимость, тень без субстанции». М. Борн именует эти течения «физическим солипсизмом», который не разрешает проблему познания, а уклоняется от нее. Нельзя не согласиться с его утверждением, что от понятия реальности могут отказаться только те люди, «которые живут в изолированных воздушных замках, вдали от всего опыта и от всех действительных дел и наблюдений». М. Борн вновь критикует логических позитивистов, считающих понятия «чисто мыслительными орудиями», с помощью которых обзревается и упорядочиваются чувственные восприятия; он отклоняет трактовку чувственных восприятий как первичных данных, «единственно за которыми они (позитивисты.— С. С.) и признают характер реальности».

Макс Борн приводит аргументы в пользу того, почему физик не может считать молекулы только «игральными фишками» в игре нашего мышления. В самом деле, говорит М. Борн, в своих исследованиях физик идет многообразными путями, но всегда обнаруживает одни и те же константы молекул. «Небольшое число молекулярных констант определяет, на основе молекулярной гипотезы, неограниченное число феноменологических свойств. Поэтому каждое новое свойство, которое предсказано, является

*) М. Борн, *Physics in my Generation*, 1956, стр. 50.

подтверждением молекулярной гипотезы». Аргументы эти напоминают нам доводы Жана Перрена в пользу реальности молекул*), а также Макса Планка, на протяжении многих лет боровшегося против субъективистских взглядов Маха в физике.

Естественен вывод М. Борна о том, что наука не может только внешне сопоставлять два сопутствующих явления, ибо между ними существует реальная связь, вскрыть которую и составляет задачу науки. Так, между ружейным выстрелом и пулей, вынутой из раны человека, несомненно, существует физическая связь, хотя в обычных условиях она и не обнаруживается. М. Борн верит в то, что эта связь существует, что наше представление о летящей из ружья пуле не есть «игра теоретической фантазии», что в промежутке между выстрелом и ранением реальная пуля описывала вполне определенную траекторию между ружьем и целью.

Утверждения, будто «вера в существование внешнего мира лишена значения и для прогресса науки является прямо-таки помехой», будто «все, чем физик занимается, может быть достигнуто удовлетворительным образом только в терминах „опыта“, а не внешнего мира», — встречают со стороны М. Борна протест. «В действительности дело обстоит совсем иначе», — заявляет он, и с этим нельзя не согласиться.

Правда, и в этой статье критика позитивистов сочетается у Борна с принятием ряда положений, которые иных привели к позитивизму. Например, он указывает, что в атомной физике в измерениях всходу входит «фактор ненадежности», исключающий детерминистическое предсказание, вследствие того, что в атомарных взаимодействиях приходится учитывать реакцию приборов, которая подчиняется тем же законам, что и наблюдаемая частица. Ввиду этого, по Борну, «было бы очевидно праздным делом обсуждать ситуацию, которая получилась бы без вмешательства наблюдателя или независимо от него**).

Однако если В. Гейзенберг, П. Иордан и другие считают, будто современная физика исключает переход от «ситуации в экспериментальной установке» к объекту, то М. Борн, напротив того, пытается эти пути указать. Каковы бы ни были результаты этой попытки, уже сама по себе она представляет прогрессивный шаг в направлении от позитивизма некоторых представителей копенгагенской школы и безнадёжного характера их выводов о принципиальной неполноте нашего знания.

Опровергая «физический солипсизм», М. Борн создает собственные представления о «физической реальности», и они существенно отличаются от позитивистского отождествления реальности с «ситуацией в экспериментальной установке».

Разумеется, и М. Борн считает, что физик имеет дело прежде всего с «ситуацией в экспериментальной установке». Но, в противоположность В. Гейзенбергу, П. Иордану и другим, М. Борн видит в ней не физическую реальность, а только ее «проекцию на прибор». Характер проекции зависит и от прибора, на разных приборах будут разные проекции одной и той же реальности.

Уже отсюда видно, что М. Борн отводит прибору иную роль, чем это делается в позитивистских концепциях: прибор не создает реальность, а только является средством к ее познанию. Такое понимание опосредующей роли прибора вынуждает идти дальше. В самом деле, признав, что

*) J. Perrin, Les atomes, 1913.

**) Констатируя наличие «часто повторяющегося замечания, что квантовая механика разрушила различие между объектом и субъектом, ибо она может описывать ситуацию в природе не как таковую, а только как ситуацию, созданную экспериментом человека», М. Борн сразу же вслед за этим пишет: «Это совершенно верно».

он имеет дело только с проекциями на прибор, исследователь уже не может ограничиться наблюдениями только этих проекций, он будет искать то, что проектируется, что, следовательно, не зависит от приборов. И физика, по Борну, действительно указала пути отыскания того, что проектируется: в совокупности проекций, меняющихся в каждом приборе, она находит нечто неизменное, постоянное, находит *инварианты*.

Идея инвариантов и является, по Борну, «ключом к рациональному понятию реальности».

Макс Борн указывает, что таков характерный путь познания всей современной физики: повсюду в ней воспринимаются и анализируются проекции, и от них совершается переход к инвариантам. Главный прогресс в структуре понятий в физике М. Борн видит в открытии того, что определенная величина, которая рассматривалась как свойство объекта, на самом деле есть свойство только его проекции. Он показывает, как реализуется эта черта познания в различных современных физических теориях — в теории относительности, в квантовой механике.

Так, теория относительности рассматривает проекции свойств тел на системы отсчета, движущиеся относительно друг друга, а затем в этих проекциях отыскивает инварианты. Возрастающие при движении тел массы, укороченные длины и время, — это — не реальные массы, не реальные длины и время, а их проекции на данную систему отсчета; реальные же массы, длины, время — это массы, длины, время, рассматриваемые в собственной системе отсчета. М. Борн сожалеет о том, что в силу консерватизма мышления в естествознании для проекций реальных величин сохранились те же названия, что и для самих реальных величин.

Точно так же и квантовая механика имеет дело прежде всего с проекциями, и этот факт отражен, по Борну, в концепции дополнителности. Н. Бор ввел понятие дополнителности именно «для выражения того факта, что максимальное знание физической сущности не может быть получено из единичного наблюдения или из единичной экспериментальной установки, но что необходимы различные экспериментальные устройства, взаимно исключающие друг друга, но дополнительные». Эту идею М. Борн переводит на язык инвариантов следующим образом: «Максимальное знание может быть получено только через достаточное число независимых проекций самой физической сущности». Иначе говоря, взаимноисключающие и взаимодополняющие друг друга аспекты в приборах взаимодополнительных классов еще не есть физическая реальность, а только ее проекции на приборы; физик должен сделать переход от них к инвариантам, которые и представляют собой физическую реальность.

Нетрудно видеть, что, принимая принцип дополнителности, М. Борн дает ему толкование, которое существенно отличается от толкования его В. Гейзенбергом или П. Иорданом. У последних принцип дополнителности является составной частью концепции, в которой в качестве «физической реальности» признается только «ситуация в экспериментальной установке»; в этой концепции он играет роль «удивительного механизма», который исключает возможность столкновения противоположных сторон «физической реальности» (волновых и корпускулярных свойств, причинной взаимосвязи и пространственно-временной формы существования и т. д.) автоматически снимает ряд трудностей познания путем отказа от познания объективного мира.

У М. Борна принцип дополнителности есть способ отражения квантового объекта в приборах через набор соответствующих проекций; в этом толковании принцип дополнителности не снимает необходимости синтеза противоположных сторон в реальности, которую исследователю предстоит отыскивать на основе знания ее проекций.

Легко также видеть, что принцип дополнительности у Борна есть частный случай более общего принципа, который, по-видимому, мог бы быть сформулирован так: познание любых физических объектов совершается через восприятие полного набора его независимых проекций на системы координат (приборы), и отыскание в этих проекциях инвариантных свойств. «Полный набор независимых проекций», — это набор не любых, а «взаимно-дополнительных» проекций; например, полным набором проекций геометрической формы тела являются его проекции на три некопланарные плоскости; этот полный набор проекций можно было бы назвать размерностью объемной формы объекта.

Таким образом, М. Борн, по существу, низвел принцип дополнительности до роли частного случая, когда речь идет об отражении *квантовых* объектов. То существенно новое, что заключается в борновском обобщенном принципе, состоит в требовании отыскания в проекциях инвариантных, независимых от систем координат, свойств, т. е. в требовании перехода от проекций к самой физической реальности и ее свойствам.

Это требование заставляет его искать новых формулировок проблемы взаимосвязи объекта и субъекта. Мы видели выше, что М. Борн соглашается и с субъективистской формулировкой этой связи, защищаемой В. Гейзенбергом, П. Йорданом и другими; эта формулировка излагалась как непреложный вывод из физических фактов, и это, по-видимому, подавляло многих физиков. Однако и в этом вопросе М. Борн делает хотя и робкий, но естественный шаг вперед от субъективизма. Признавая, что «граница между действием субъекта и реакцией объекта во всяком случае неточна», он все же считает, что «это не препятствует нам применять эти понятия разумным образом». Роль прибора нельзя игнорировать, но он не мешает нам познать действительность. «Процесс, посредством которого мы приобретаем эти знания, несомненно, обусловливается также и наблюдающим субъектом, но это, однако, не означает, что в результатах нет реальности». Путь к реальности лежит через отыскание инвариантов. М. Борн полагает, что, применяя этот метод, мы всегда можем получить сведения, «независимые от наблюдателя и его прибора, а именно инвариантные особенности некоторого числа подходящим образом спроектированных экспериментов».

Итак, в любом эксперименте мы имеем дело не с физической реальностью, а с ее «проекциями», от которых мы должны перейти к инвариантам. Только те понятия имеют характер реальных вещей, утверждает М. Борн, которые являются инвариантами в отношении имеющих место преобразований. «Инварианты суть понятия, о которых естествознание говорит так же, как в обыкновенном языке говорят о „вещах“». Утверждая это, М. Борн оговаривается, что они не «вещи» в общепринятом смысле, ибо электрон, например, не то же, что крушинка песка, но и он имеет некоторые общие с обычной частицей свойства; эта оговорка не существенна для понимания той роли, которая отводится М. Борном инварианту; речь идет у него о том, что «математическое понятие инварианта относительно преобразований» соответствует понятию реальности.

Такова борновская концепция физической реальности. Идея инвариантности получает в ней особый, гносеологический смысл: наличие в различных экспериментальных проекциях инвариантных величин, обнаруживаемых математическими методами, рассматривается в качестве *критерия существования* «физической реальности» как реальности, независимой от проекций, следовательно, от *формы восприятия*.

3. Высказанные М. Борном идеи зародились не на пустом месте, они имеют рациональное основание.

Уже давно доказано, что путь к познанию действительности и в самом деле не непосредственен: мы познаем прежде всего явления, а через них — сущность, внутреннюю природу вещей, специфическую для них закономерность. Явления, т. е. формы проявления сущности во взаимодействии с другими вещами, неразрывно связаны с сущностью, но они непосредственно не совпадают с нею. К. Маркс говорил, что если бы явления совпадали с сущностью, то не было бы нужды в науках. Философскую мысль уже не одно столетие, — и еще задолго до возникновения теории относительности и квантовой теории, — занимала проблема перехода познания от явления к сущности. Это — важнейшая гносеологическая проблема, по тому, как философы отвечают на вопрос об отношении между сущностью и явлением, выявляется их принадлежность к тому или иному направлению в философии. Субъективно-идеалистическая философия, например, отождествляет явление с сущностью и в силу этого отрицает необходимость перехода от явления к сущности. Утверждая, что физическая реальность — это только «ситуация в экспериментальной установке», В. Гейзенберг и другие становятся именно на такую позицию.

В современной физике особенно наглядно обнаруживается тот факт, что образ микрообъекта синтезируется на основе познания отдельных сторон его, его существенных проявлений. Эти отдельные проявления микрообъекта можно, при желании, называть его «проекциями». Тогда становится ясным, что идеи М. Борна о том, что познание имеет дело прежде всего с «проекциями» реальности (явлениями), от которых затем необходимо перейти к самой реальности (к сущности), — эти идеи имеют действительно весьма широкое основание; вместе с тем мы видим, что они не являются открытием современной физики или ее специфическим атрибутом.

С другой стороны, и инварианты играют в физике существенную роль. Свойство инвариантности физических величин относительно преобразований, признанных справедливыми (например, лорентцевых), служит для физика критерием правомерности введения этих величин в теорию. В ряде случаев инвариантность физических величин получает ясное толкование, например, независимость длины отрезка от его проекций в трехмерном пространстве, неизменность интервала при переходе от одной системы к другой в четырехмерном континууме и т. п. Во всех случаях инвариантность подчеркивает независимость некоторых свойств объекта от частных аспектов (систем отсчета, приборов), от «ситуаций в экспериментальной установке». Поэтому понятно, что, пытаясь вырваться из замкнутого круга «ситуаций в экспериментальной установке» и не видя иных путей, М. Борн обратился к идее инвариантов.

Однако, являясь только физической теорией, теория инвариантов не может быть «ключом к рациональному понятию реальности», не может заменить гносеологии — науки о процессе познания; для этого ей не хватает — и это естественно — ряда необходимых элементов: ясного критерия сущности реальности, выяснения отношения к ней мышления, критерия истинности познания.

Теория инвариантности не отвечает (и не в состоянии ответить) на основной гносеологический вопрос, что же следует понимать под «реальностью»? Читая статью М. Борна, мы видим, насколько неопределенно его представление о реальности. Проследим за ходом его мыслей.

Обсуждая в самом начале вопрос о реальности вообще, М. Борн объявляет его открытым ввиду его особой трудности; эту трудность он рисует

в следующих словах: «„Реальности“ крестьянина или ремесленника, купца или банкира, государственного человека или солдата, очевидно, имеют мало общего. Для каждого из них реальные вещи суть те, которые стоят в центре его духовной деятельности, причем слово „реальный“ употребляется почти как синоним со словом „важный“».

Но то, что М. Борн называет «реальностью» банкира или крестьянина не есть реальность, а лишь ее субъективное восприятие, или, если использовать терминологию автора, только «проекция реальности». Реальность же характеризуется *объективной закономерностью*, независимой от чьего-либо восприятия. В самом деле, как бы ни относились по-разному банкир и крестьянин к реальности, в которой они действуют, т. е. к капиталистическому обществу, последнее характеризуется не восприятиями банкира или крестьянина, и даже не совокупностью их, а присущими этому обществу объективными экономическими закономерностями, неизбежным продуктом которых являются сами банкир и крестьянин с их капиталистическими отношениями.

Констатируя неоднозначность общего понятия «реальность», М. Борн в дальнейшем переходит к вопросу о реальности в естествознании; как сказано выше, здесь он выступает против позитивистского отрицания внешнего мира, за признание «физической реальности», независимой от «ситуации в приборах», существование которой обосновывается наличием инвариантных величин в проекциях.

Но природа объекта характеризуется не столько набором констант (инвариантных величин), сколько присущей объекту закономерностью, его связями с другими объектами, из которых его константы должны быть объяснены. Современный материализм, обобщивший развитие науки во всех областях знания, признает, что познать объект означает — раскрыть специфическую для него объективную закономерность. Это также означает — найти условия, при которых объект данного типа возникает, является устойчивым, затем превращается в объект другого типа, с другой закономерностью. Раскрытие специфической закономерности объекта имеет гносеологический смысл, ибо вне специфического закона движения объекта данного типа не существует. Это доказал богатый опыт познания, накопленный человечеством, и притом не только в области физики, но и в любых других областях — в биологии, политической экономии и т. п. Общество существует как целостность, как объект, только в силу того, что в нем действуют независимые от сознания человека закономерности, определяющие его развитие. Какими бы внешними признаками ни пользовались физики для установления наличия нового типа объектов, в конце концов критерий наличия нового типа объекта сводится к сказанному. Осторожные исследователи прибегают к этому критерию, даже не вдаваясь в обсуждение гносеологических проблем. Приведем два примера.

Как известно, открытые в опытах О. Чемберлена, Э. Сегре и других новые частицы были отождествлены с антипротонами главным образом на том основании, что масса новых отрицательно заряженных частиц с точностью до 5% совпадает с массой протонов. Так утверждают сами исследователи *). Однако эти внешние признаки (отрицательный заряд, определенная масса) сами по себе были бы недостаточными, если бы не было налицо специфических закономерностей, которые и обсуждаются авторами в разделе «Возможные источники ошибок». За антипротоны на основе указанных признаков могли бы быть признаны и отрицательные

*) См. О. Чемберлен, Э. Сегре и др., Наблюдение антипротонов, УФН, т. LVIII, вып. 4, 1956.

водородные ионы. Авторы исключают последние ввиду того, что «крайне невероятно, чтобы такой ион прошел через все счетчики, не потеряв своего электрона». Наблюдение величины импульсов в счетчиках показало, что новые частицы заряжены однократно. Эти замечания авторов представляют собой фактический учет наличия специфических закономерностей новых частиц. Следует также учесть, что экспериментам авторов на беватроне предшествовало развитие теории зарядовой симметрии, получившей ряд экспериментальных подтверждений, на основе которой были созданы представления об антипротоне, приведшие к предсказанию распада $\pi_0 \rightarrow 2\gamma$. Антипротоны, со специфической для них закономерностью, еще до непосредственного экспериментального подтверждения их существования стали необходимым элементом объяснения общей картины физических процессов.

Предстояло экспериментальное обнаружение антинейтрона. Как он мог быть идентифицирован? По этому поводу еще до его обнаружения Я. Б. Зельдович писал: «На вопрос „что такое антинейтрон“ часто отвечают, что это есть нейтральная частица с массой, равной массе нейтрона, но с противоположным знаком магнитного момента, подобно тому, как p отличается от $\bar{p}$ отрицательным знаком электрического заряда. Такое определение нельзя назвать ошибочным, но оно является весьма неполным, говорит о некотором частном свойстве и не упоминает главное, наиболее существенное. В действительности важнейшим общим свойством антинуклонов — $\bar{n}$ и $\bar{p}$ — является их способность аннигилировать с нуклонами»^{*}). Поэтому автор заключил, что «антинейтрон необходимо будет идентифицировать по его ядерным взаимодействиям». Фактически метод идентификации по ядерным взаимодействиям и был использован при последующем обнаружении антинейтрона.

Как видим, установление специфических закономерностей для идентификации новых объектов выдвигается на первый план.

Отыскание же некоторых инвариантных величин по отношению к этой более общей задаче является лишь частной задачей, раскрывающей только некоторые свойства, некоторые взаимосвязи в материальных объектах.

При этом весьма существенно, что эти взаимосвязи оказываются справедливыми при определенных условиях. В самом деле, инварианты отыскиваются всегда относительно определенных преобразований, *принятых за справедливые*. Классическая физика при изучении законов движения тел в различных системах считала справедливыми преобразования Галилея. На протяжении веков не было даже и мысли о возможности иного типа преобразований. Но при изучении законов движения быстро движущихся тел обнаружилось, что галилеевы преобразования ограничены и являются частным случаем более общих преобразований — лорентцевых^{**}). Старая теория не выдержала проверки со стороны более широкого опыта и ее пришлось обобщить, чтобы охватить и новый опыт.

Но что же является источником нового опыта? Откуда возникает принудительная необходимость перехода к новым теориям?

Эти вопросы неизбежно возникают при анализе развития любой теории, они имеют весьма общий характер; ответ на них мы можем получить не в теории инвариантов, а в сфере гносеологии.

Если ощущения не являются первичными элементами мира, как справедливо заключил М. Борн, присоединившись в этом пункте ко всем

^{*}) Я. Б. Зельдович, Развитие теории античастиц и свойства тяжелых мезонов, УФН, т. LIX, вып. 3, 1956.

^{**}) Об этом говорит, конечно, и М. Борн, но он не делает из этого необходимых выводов.

материалистам мира, то и физические теории таковыми не являются. Первичным является внешний мир и присущие ему законы, а теории суть не что иное, как постоянно совершенствующиеся образы внешнего мира. Соответствие наших теорий внешнему миру подтверждается результатами нашей практической деятельности.

Итак, вопрос о типе преобразований, относительно которых следует отыскивать инварианты, мы решаем путем исследования внешнего мира и практической проверки результатов этого исследования. Отсюда следует, что, поступая так, мы неизбежно исходим из физической реальности раньше, чем отыскиваем инвариант, если только мы не стоим упорно на позиции, которую М. Борн охарактеризовал как «физический солипсизм». Существование «физической реальности», точнее говоря, объективного мира, есть исходная предпосылка физических исследований, а вовсе не логический вывод из найденного инварианта.

Значит, гносеологически задача стоит не так: поскольку мы обнаруживаем в совокупности проекций инвариантные величины, постольку мы выискиваем из замкнутого круга «ситуаций в экспериментальной установке» и убеждаемся, что в природе существует физическая реальность, независимая от приборов. Эта задача стоит иначе: практика убеждает нас в том, что повсюду мы вынуждены считаться с объективной, независимой от нас закономерностью; поэтому и *еще задолго до развития теории инвариантов*, человечество убедилось в существовании внешнего мира, независимой от человека реальности; мы отражаем эту реальность в своих теориях, и практика вновь показывает нам, что мы правильно отразили ее, ибо теория помогла нам расширить связи с ней, применить найденные законы нужным образом. Более широкая практика приводит к выводу об относительности нашей теории, к необходимости ее обобщения. Процесс познания продолжается непрерывно, образ реальности становится все более глубоким, а использование законов природы все более эффективным.

Это и есть материалистическая теория познания. Никаких других путей к рациональному понятию реальности, исключающих указанный путь, нет. Теория познания не может быть заменена математической операцией.

В этом свете инвариант может рассматриваться не как обоснование существования реальности в материалистическом смысле, а как один из элементов образа реальности. отождествление же инварианта с реальностью отнюдь не вооружает физика против позитивистского отношения к реальности.

В самом деле, М. Борн использует тот факт, что инвариант независим от проекций, которые мы воспринимаем. Однако инвариант неизменен только по отношению к различным проекциям. Но в процессе познания объекта оказывается, что величины, инвариантные в одном аспекте, перестают быть таковыми в другом. М. Борн сам справедливо отмечает: «Естественно, что величины, которые в старых теориях рассматривались как инварианты, — например, расстояние в неподвижных системах, интервалы времени, отмеченные по часам, находящимся в разных местах, массы тел, — ныне рассматриваются как проекции, как компоненты инвариантных величин, которые непосредственно недоступны».

Инвариантность определенных величин, как и справедливость определенной группы преобразований, относительна. Если считать, что понятие инварианта соответствует понятию реальности, то последняя становится чем-то неопределенным, зависимым от уровня знаний, т. е. от субъективных факторов. Сегодня длина отрезка рассматривается инвариантной, ибо применяется галилеева система преобразований, и, следо-

вательно, длина отрезка считается реальной, завтра она уже не реальность, ибо применяется система лорентцовых преобразований. В таком случае понятие реальности перестает соответствовать понятию объективности. Изменчивость инвариантов в историческом процессе познания, или, выражаясь языком М. Борна, превращение инвариантов в новых теориях в «проекции», позитивисты могут использовать для критики объективного смысла реальности. Для этого не будет оснований, если инварианты будут рассматриваться не как критерий и не как признак реальности, а в качестве того, чем они на самом деле и являются, а именно в качестве одного из элементов образа объективной реальности, справедливость которого должна доказываться практикой. Образ объективной реальности действительно не остается неизменным, он углубляется по мере развития наших знаний, что и происходит с инвариантами.

Однако образ объективной реальности создается не только из инвариантных величин; наряду с инвариантами в его создании играют свою роль и неинвариантные величины — проекции, по Борну, — те, по поводу которых М. Борн высказывает сожаление, что консервативное мышление оставило за ними прежнее название; их нельзя признать нереальными только потому, что они не инвариантны. Возрастающая масса протона в ускорителе столь же реальна, как и масса покоя; ведь именно учет реального возрастания этой массы заставил построить синхрофазотрон, в котором смогли добиться получения частиц с энергией на один-два порядка выше, чем получали до того. При возрастании массы быстро движущейся частицы выше определенного предела исходная частица при известных условиях может распасться и породить новые частицы (лавинный процесс). Это вполне реальные процессы, закономерность которых выражает образ объективной реальности не в меньшей мере, чем инвариантные величины.

Все это показывает, что теория инвариантов не может лечь в основу антипозитивистской трактовки «физической реальности». Критерий существования реальности лежит не в сфере математических формул. В решении философского вопроса помогут не формулы, а целостное мировоззрение, обобщающее итоги развития всех областей знания. Это целостное мировоззрение — современный научный материализм, исходящий из существования объективного мира. Последовательно критиковать позитивистские представления, сводящие атомы и другие физические объекты к вспомогательным понятиям, якобы вводимым нами в целях упорядочения наших восприятий, можно только с позиции этого целостного мировоззрения. Это означает, что критики позитивизма, если они хотят быть последовательными, должны принять понимание объективности материализмом, его трактовку отношения между бытием и мышлением, его понимание процесса познания как процесса становления образа объекта в сознании человека, должны признать практику как критерий справедливости создаваемых нами образов реальности.

Но М. Борн, по-видимому, не случайно ищет опоры против позитивизма в математических теориях. Он отвергает не только позитивистскую трактовку реальности, которая сводит последнюю только к нашим восприятиям, к ситуации в приборе, он отвергает также и материализм. Еще в упомянутой статье 1936 года, критикуя позитивизм, М. Борн одновременно писал, что «время материализма прошло». Этот вывод он сделал на том основании, что современная наука доказала несводимость закономерностей биологической клетки к сумме закономерностей атомов, ее составляющих. Тем самым М. Борн показал, что современного материализма он не знает так же, как не знает его и В. Гейзенберг, П. Иордан и другие критики материализма. Ибо на позиции «сведения» стоял только

механический материализм XVIII века; уже в XIX веке он выролдился в течение, которое К. Маркс и Ф. Энгельс именовали «вульгарным материализмом». Что касается современного, научного материализма, то он никогда не стоял на позиции игнорирования специфических закономерностей, присущих сложным образованиям. Достаточно вспомнить борьбу Маркса и Энгельса против эпигонов в политической экономии — Прудона, Дюринга и других, против пресловутой дюрингианской «робинзонады», стремившейся найти корни экономических отношений капиталистического общества в природе отдельных людей, в отношениях между Робинзоном и Пятницей, чтобы понять, что заслугой научного материализма является глубокое раскрытие того факта, что каждое сложное образование обладает специфической закономерностью. Маркс и Энгельс обосновали исторический материализм не ссылкой на то, что общество состоит из материальных единиц — людей, а доказательством того, что в обществе действуют объективные, специфические для данного общества и независимые от сознания людей, экономические законы. Время материализма не прошло, а пришло; материализм, как научно обоснованное мировоззрение, утвердился свыше ста лет назад.

Уже после публикации статьи «Физическая реальность» М. Борн сделал попытку истолковать приведенную им трактовку реальности против материализма. Так, разбирая причины, почему А. Эйнштейн разошелся в оценке путей развития физики с копенгагенской школой, М. Борн пишет: «Отклонение А. Эйнштейном современной квантовой физики обусловлено не столько вопросом о детерминизме, сколько его верой в объективную реальность физического бытия независимо от наблюдателя. В другом месте я показал, что возражения Эйнштейна можно отвести, если проанализировать понятие реальности физических объектов и при этом соответственно использовать математическое понятие инвариантности относительно преобразований» *).

Выходит, что современная квантовая физика, которую М. Борн полностью поддерживает, несовместима с верой в «объективную реальность физического бытия независимо от наблюдателя»; выходит, что А. Эйнштейн привел в противоречие с современной физикой именно вера в объективную реальность. Но что такое признание объективной реальности физического бытия, независимо от наблюдателя, как не материализм? М. Борн хочет внушить читателю, что его трактовка «физической реальности», в которой он использовал «математическое понятие инвариантности», отличается от объективной реальности физического бытия независимо от наблюдателя (хотя, как мы видели, он доказывал возможность получить сведения, «независимые от наблюдателя и его прибора»). Трудно отделаться от впечатления, что указанным аргументом против Эйнштейна М. Борн обесценивает свою критику позитивизма.

Мы видели, что, возражая против субъективистской трактовки реальности, М. Борн выдвинул много правильных положений. Но, развивая собственную трактовку физической реальности, он хочет опереться на формальный критерий — математический аппарат, и противопоставить свою позицию материалистической философии. Это противопоставление, вообще говоря, может быть результатом сознательно проводимой философской линии; в таком случае мы могли бы вспомнить исторический опыт, который говорит о том, что попытки проводить «третью линию» между материализмом и идеализмом никогда не приводили к успеху. Но оно может быть также результатом незнания современного научного

*) См. Макс Борн, Альберт Эйнштейн и световые кванты, Доклад в Берлинском физическом обществе 18 марта 1955 г., УФН, т. LIX, вып. 1, 1956, стр. 131.

материализма, чему имеется немало свидетельств; в таком случае мы могли бы пожалеть о распространенных заблуждениях и о слабости пропаганды материализма в связи с анализом результатов современной физики.

Как бы то ни было, нам кажется, что выступления М. Борна по философским вопросам физики свидетельствуют о том, что не все представители копенгагенской школы едины в стремлении связать идеи современной физики с позитивизмом. И как бы ни была несовершенна попытка М. Борна, она раскрывает для всех то, что давно было очевидно для материалистов, а именно, что возможно и необходимо, сохраняя все достижения физической теории, дать последней антипозитивистскую трактовку.

В этом и заключается объективная ценность статей М. Борна.
