

УДК 160.1

DOI:

10.15372/PS20170206

А.Л. Симанов

**ПРИНЦИП ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ КАК ФАКТОР
УНИФИКАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ:
ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТЬ И СООТВЕТСТВИЕ***

Ставится задача обосновать тезис, согласно которому принцип дополнительности может служить фактором унификации физических теорий только в связи с другими принципами физического познания.

Ключевые слова: унификация, концепция, принцип, дополнительность, соответствие, относительность

A.L. Simanov

**THE COMPLEMENTARITY PRINCIPLE AS A FACTOR
OF UNIFICATION OF PHYSICAL THEORIES:
COMPLEMENTARITY AND CONFORMITY**

The aim is to justify the thesis according to which the complementarity principle could act as unifying physical theories only in connection with other physical principles of cognition.

Keywords: harmonization, the concept, the complementarity principle, compliance, relativity

Принцип соответствия как фактор унификации физических теорий¹ сыграл определяющую роль в формировании и развитии концепции дополнительности Бора, ставшей ядром не только копенгагенской интерпретации квантовой теории, но и, в процессе эволюции этой концепции, принципом, определяющим и направляющим как необходимый фактор сам процесс унификации (в контексте проводимого исследования) физических теорий.

* Публикуется в авторской редакции.

¹ О роли принципа соответствия как фактора унификации физических теорий см.: [15].

В первоначальном варианте идея дополнительности имела вполне прагматическое содержание и значение: она утверждала, что для полноты описания явления в микромире необходимо использовать классические понятия, которые, хотя и являются взаимоисключающими, но взаимно дополняют друг друга и дают в конечном итоге исчерпывающую информацию о явлении.

Рассказывают, что когда Н. Бор был в Японии, на о. Хонсю, то, любясь Фудзиямой, он назвал ее «воплощением самой идеи дополнительности». Бор говорил, что только совокупность различных восприятий под разными углами и с различных позиций может передать полную очарования картину воздушных и стройных линий горы, как это пытался сделать и сделал Хокусай в своих знаменитых «Ста картинах Фудзиямы». Именно в этом и состоит основная идея дополнительности: не отдавать предпочтение какому-либо отдельному наблюдению, аспекту, стороне, свойству, а считать, что все различные наблюдения, аспекты, взгляды необходимы как взаимодополняющие друг друга элементы, дающие максимально полное в данной познавательной ситуации описание объекта исследования. Концепция дополнительности, появившаяся как гипотеза *ad hoc*, как фактор, своеобразный эпистемологический прием, способствующий пониманию и объяснению квантовой проблемы, прекрасная в принципе, превратилась, в конечном итоге, в своеобразный стиль мышления, который по существу своему глубоко диалектичен.

Литература, посвященная принципу дополнительности, необычайно обширна и критически исследует эту идею со многих сторон². Но в качестве фактора унификации научных теорий он не рассматривался. На мой взгляд, это связано с тем, что в отрыве от других принципов научного (в данном случае – физического) познания, от анализа их взаимодействия и взаимозависимости дополнительность выступает лишь как эпистемологический принцип (своеобразное бревнышко-подпорка), «удобный», скажем так, для связи казалось бы взаимоисключающих представлений и логических систем, особенно в отсутствии *полной* информации (что имеется во всех исследованиях, однако это отдельная тема), но не способствующий их реальному пониманию и обобщению. В связи с этим в целях выявления и обоснования роли принципа дополнительности как одного из факторов унификации физических теорий я предполагаю в качестве первого шага рассмотреть связь между дополнительностью и соответствием и между дополнительностью и относительностью в кон-

² Далее в статье даются ссылки только на цитируемые работы.

тексте их исторического (как в физическом, так и философском аспекте) развития. При этом представляется естественной необходимостью кратко остановиться на возможности толкования принципа дополнительности как универсального принципа и на некоторых возражениях против такого толкования. Столь пристальное внимание к принципу дополнительности не случайно. В дальнейшем станет ясно, что связь между дополнительностью, соответствием и относительностью существенна, поскольку лежит в фундаменте общей системы методологических принципов, обеспечивающей тенденцию к унификации физических теорий.

Начнем со связи между дополнительностью и соответствием. Еще в самом начале создания теории атома водорода Бор применял некантоновые понятия к квантовой физике настолько, насколько это было возможно, невзирая на распространенное мнение о том, что классические понятия неадекватны в квантовой области. Бор понимал, что переход к атомным системам нельзя осуществить в полной мере с помощью классического аппарата, но отмечал, что «динамическое равновесие системы в стационарных состояниях можно рассматривать с помощью обычной механики», правда «переход системы из одного стационарного состояния в другое нельзя трактовать на этой основе» [3, с. 90]. Известно было также, что законы, относящиеся к области длинноволнового излучения, соответствуют законам классической электродинамики. Такая аналогия, точнее соответствие, выглядела вначале сугубо формальной, но в дальнейшем стала очевидной ее исключительная плодотворность. Опираясь на аналогию, Бор строил мост к будущей концепции дополнительности. Он с полным основанием утверждал, что, несмотря на фундаментальные различия между классической теорией излучения и квантовой идеей, можно получать результаты, основанные на квантовых представлениях, но дополняющие выводы, основанные на классической теории, и в то же время дополняемые ими.

Так по пути аналогии Бор закономерно пришел к принципу соответствия, а от него к принципу дополнительности. Это не случайно, потому что такой путь есть путь симметрии. Аналогия как единство противоположностей (изменения и сохранения) является специфической формой симметрии. И если принцип соответствия требует рассматривать квантовую теорию как рациональное обобщение классической теории излучения, то по аналогии Бор утверждает, что принцип дополнительности является рациональным обобщением самого классического идеала причинности. «Дополнительный способ описания, – подчеркивает Бор, – в действительности не означает произвольного отказа от привычных

требований, предъявляемых ко всякому объяснению; напротив, он имеет целью подходящее диалектическое выражение действительных условий анализа и синтеза в атомной физике» [4, с. 397].

Как можно видеть, Бор хотя и противопоставляет понятия дополнительности и причинности, но не разводит их настолько, чтобы между ними оставалась непроходимая пропасть: дополнительность он рассматривает как момент в движении физики к идеалу причинности. Ученый утверждает, что понятие дополнительности есть рациональное развитие «наших способов классифицировать и понимать новые опытные факты, которые по своему характеру не находят себе места в рамках причинного описания; последнее годится для объяснения поведения объектов, только пока это поведение не зависит от способов наблюдения. Точка зрения дополнительности далека от какого-либо мистицизма, противоречащего духу науки; в действительности она представляет собой последовательное обобщение идеала причинности» [4, с. 283]. Тем самым единый классический идеал причинности в квантовой физике раздваивается, т.е. «пространственно-временную координацию и динамические законы сохранения можно рассматривать как два дополнительных аспекта обычной причинности, которые в этой области до некоторой степени исключают друг друга, хотя ни один из них не теряет своей внутренней законности» [4, с. 102]. В этих размышлениях Бора видна связь, аналогия, преемственность между принципами соответствия и дополнительности: два дополнительных аспекта не исчезают, а сохраняются в новом квантовом описании, поскольку этого требует идея соответствия.

Итак, принцип соответствия приводит Бора к концепции дополнительности. С течением времени Бор все более убеждается, что классические понятия никогда не будут отстранены от квантовой теории. Он считает, что «любое описание природы должно быть основано на использовании представлений, введенных и определенных классической теорией. В связи с этим встает вопрос о возможности представления принципов квантовой теории в такой форме, чтобы это использование классических представлений оказалось свободным от противоречий» [3, с. 482].

Необходимость применения классических понятий в квантовой физике следует из того факта, что мы не можем сообщать друг другу результаты экспериментов никак иначе, кроме как посредством нашего обыкновенного классического языка, классических понятий, выработанных в результате нашего повседневного классического опыта. Бор пишет, что «цель всякого физического опыта есть получение данных при воспроизводимых и поддающихся словесной передаче условиях. Эта

цель не оставляет нам никакого другого выбора, как пользоваться повседневными понятиями, может быть улучшенными терминологией классической физики, не только при описании устройства и работы измерительных приборов, но также и при описании получаемых экспериментальных результатов» [4, с. 282].

И в дальнейшем Бор последовательно проводит эту мысль: «...Как бы далеко ни выходили квантовые эффекты за пределы возможностей анализа классической физики, – пишет ученый в статье “О понятиях причинности и дополнителности”, – описание экспериментальной установки и регистрация результатов наблюдения всегда должны производиться на обычном языке, дополненном терминологией классической физики. Это есть простое логическое требование, поскольку слово “эксперимент” в сущности может применяться лишь для обозначения такой ситуации, когда мы можем рассказать другим, что мы сделали и что узнали в итоге» [4, с. 392-393]. В статье «Максвелл и современная теоретическая физика» Бор также подчеркивает, что всякое физическое описание необходимо осуществлять на языке классической физики: «...Мы должны осознать, что недвусмысленное истолкование любого измерения должно быть по существу выражено в терминах классических теорий, и мы можем сказать, что в этом смысле язык Ньютона и Максвелла останется языком физиков на все времена» [4, с. 74]. В дискуссии с А. Эйнштейном он снова утверждает, что «как бы далеко ни выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий» [4, с. 406].

Из-за исключительной важности этой идеи А.З. Петров предложил назвать ее принципом Бора, который можно сформулировать следующим образом: «Теория должна быть такой, чтобы она соответствовала терминологии, понятиям и информации, получаемой в ходе экспериментов» [12, с. 66]. Этот принцип вместе с принципами соответствия и дополнителности выражает сущность «квантовой гносеологии». В совокупности они обеспечивают условия создания истинной физической теории – сохранение классических понятий и возможность сравнивать теоретические выводы с экспериментальными данными. Но, следовательно, данный принцип, по существу, представляет собой принцип сохранения, утверждающий, что при переходе от классической теории к квантовой классический язык сохраняется.

Если проблему связи между идеями соответствия и дополнителности, связи между классическими и квантовыми представлениями

рассматривать не исторически, а в логическом плане, то, согласно И.С. Алексееву [1, с. 36–37], вырисовывается следующая картина.

Во-первых, исходным моментом является необходимость общения между людьми. Поскольку результаты физических наблюдений должны передаваться от одного человека к другому, делать это нужно на обычном человеческом языке, дополненном соответствующими понятиями классической физики.

Во-вторых, использование классических понятий оказывается принципиально ограниченным типичными неклассическими представлениями о существовании кванта действия. Это влечет за собой признание неделимости онтологически целостного процесса наблюдения.

В-третьих, становится необходимым признать традиционное гносеологическое разделение процедуры наблюдения на объект, который наблюдают, и средства (приборы), с помощью которых наблюдают. Для описания средств наблюдения надо употреблять классические понятия.

В-четвертых, всю информацию о целостном акте наблюдения требуется относить к наблюдаемому объекту. Поскольку средства наблюдения и результаты наблюдения классические, то наблюдаемый объект описывается через классические понятия, соответствующие типу используемого прибора. И так как работа с одним прибором исключает работу с приборами другого типа, картина, которая получается при использовании приборов одного типа и описанная на классическом языке, отличается (вплоть до взаимоисключения) от картины, полученной с помощью приборов другого типа. Именно совокупность двух таких картин носит дополнительный характер и дает исчерпывающую информацию об объекте.

Анализируя связь между дополнительностью и соответствием, некоторые авторы предлагают рассматривать принцип соответствия как частный случай концепции дополнительности. Другие, наоборот, считают дополнительность частным случаем общей идеи соответствия. Ряд авторов предполагают, что эти два принципа – дополнительности и соответствия – имеют одинаковую степень общности и в качестве интертеоретических и общеметодологических принципов несводимы один к другому. Такое разногласие не выглядит странным. И соответствие, и дополнительность, а значит, и связь между ними относятся как раз к тем «глубоким истинам», о которых Бор говорил, что «противоположные им тоже содержат глубокую истину» [4, с. 432].

С точки зрения П. Фейерабенда, Дж. Холтона, В.П. Хюгта и некоторых других исследователей, принцип дополнительности представляет

собой высший этап в развитии квантовой теории, так как дополнительность хорошо согласует квантовое содержание явления и его классическое описание, сглаживает между ними контрасты. Классическое описание физической реальности, которое требует соответствия, остается, но как особый, дополнительный способ.

Известно, что Бор давал много формулировок дополнительности, но не употреблял слово «принцип». Одна из этих формулировок приведена в последней его работе, изданной уже посмертно: невозможность объединить явления, наблюдавшиеся при различных экспериментальных условиях, в единую классическую картину делает необходимым рассматривать такие явления, выглядящие противоречивыми, как дополнительные в том смысле, что они, взятые вместе, исчерпывают все появляющиеся определенные выводы об атомных объектах. Поэтому сущность принципа дополнительности, как отмечает В.П. Хюгт, сводится к признанию, что полное описание квантового явления с помощью классических представлений и понятий возможно только при наличии двух дополнительных по отношению друг к другу систем понятий [14, с. 149]. Дополнительность двух концептуальных систем означает, что, во-первых, концептуальные системы являются с классической точки зрения взаимоисключающими, но создают единую наглядную картину; во-вторых, взятые вместе, две эти системы дают исчерпывающую информацию о квантовом объекте, при этом какой-либо одной системы самой по себе для полного описания микрообъекта недостаточно; в-третьих, две концептуальные системы эквивалентны и ни одна из них не может быть единственно истинной.

В принципе дополнительности, согласно В.П. Хюгту, проявляется своеобразный, негегелевский тип диалектики, поскольку ни тезис, ни антитезис не могут быть «сняты» при превращении сущности в сущность более высокую. Альтернатива продолжает существовать в форме «или одно, или другое», при этом выбор зависит от экспериментальных условий. Как писал Дж. Холтон, через принцип дополнительности Бор предложил новую, не известную до него форму выражения физического знания, в соответствии с которой две альтернативы физического объяснения явления – и тезис, и антитезис – должны применяться одновременно, хотя каждая сама по себе не является адекватной. Альтернативы остаются в состоянии конфронтации, но развиваются параллельно, а не поглощают одна другую через «снятие», как того требует гегелевская диалектика, трактующая движение в качестве однолинейного прогрессивного восхождения. Дополнительность, и это весьма важно с позиций

современной физики, не ставит вопрос о «снятии» классического способа описания как неадекватного, а наоборот, классическая физика сохраняет относительную самостоятельность при описании квантовых объектов. Мало того, совместное приложение двух способов описания – классического и квантового – может дать полное описание. Следовательно, концепция дополнительности отражает особый, негегелевский тип диалектики в развитии понятий.

Другой точки зрения придерживается В.Т.Мещеряков, утверждающий, что дополнительность есть особая форма соответствия. Сразу необходимо отметить, что этот исследователь отстаивает широкое понимание термина «соответствие». По его мнению, соответствие предполагает два вида отношений: между первичным и вторичным как двумя различными стадиями в развитии данной системы и между двумя взаимодействующими сторонами одного целого. Эти два вида отношений соответствия позволяют различать характер и сущность указанных сторон, поскольку выражают единство состояний и свойств, но вместе с тем образуют единство, в котором внутренние отношения являются источником развития. Отсюда В.Т.Мещеряков выделяет два вида соответствия: функциональное (преемственное, последовательное) и дополнительное (параллельное). Функциональное соответствие отражает движение от старого к новому, от простого к сложному и неизбежно порождает дополнительное соответствие между тем, что сохранилось от старого, и новым, которое появилось на основе старого. Связь между этапами развития теории отвечает функциональному соответствию, так как важнейшей чертой этого вида соответствия является преемственность [10, с. 23].

Что касается дополнительности, то В.Т.Мещеряков предполагает, что она характеризует признаки сходства и различия, как и функциональное соответствие, но при этом отличается от последнего. Исследователь утверждает, что дополнительность как отношение представляет собой разновидность функционального соответствия и отличается от него прежде всего тем, что выражает связь не стадий, а сторон, составных частей, элементов системы как некоторой качественной определенности [10, с. 26].

Такие взгляды привели В.Т.Мещерякова к заключению, что в результате изучения проблемы квантово-волнового дуализма и анализа отношения между новой квантовой и старой классической теориями содержание физической теории обогатилось двумя видами соответствия – функциональным и дополнительным. И если функциональное со-

ответствие отражает объективную преемственность в развитии системы, то дополнительное соответствие само имеет объективный характер, и, следовательно, дополнительность представляет собой не только методологическое правило, сознательное приложение которого оказывается эффективным в теоретической деятельности: объективная дополнительность как фундаментальное свойство, присущее объекту познания, облегчает задачу дальнейшего изучения отношений противоположностей [10, с. 27].

Другие авторы, и в частности И.С.Алексеев, Л.Б.Баженов, У.А.Раджабов, не согласны с таким подходом, когда два принципа квантовой теории рассматриваются в определенной иерархической зависимости: соответствие как форма пояснения дополнительности или наоборот. Как считает И.С.Алексеев, едва ли целесообразно в логическом отношении отдавать преимущество той или иной идее. По его мнению, точнее будет трактовать эти принципы как два разных частных проявления общей идеи «рационального обобщения» классической физики. При таком толковании ни соответствие, ни дополнительность не являются логически первичным принципом по отношению к другому. Исторически первой появилась идея соответствия, ставшая концептуальной предпосылкой дополнительности, с помощью которой впервые было осуществлено рациональное обобщение классических представлений и признана необходимость неклассического использования классических понятий в квантовой области. Появление этой идеи фактически означало реализацию дополнительного способа мышления [1, с. 64].

Связь между соответствием и дополнительностью рассматривает также Л.Б.Баженов, но он не считает, что эта связь представляет собой отношение между равноправными принципами. Отношение принципа дополнительности к единству противоположностей, полагает Л.Б.Баженов, несколько аналогично отношению принципа соответствия к диалектике абсолютного и относительного в познании. Действительно, в противном случае было бы неправильным говорить об исключении этих принципов из числа общефилософских утверждений. Неверным было бы также характеризовать указанные принципы как проявление диалектики, как еще одно подтверждение диалектики и т.п. Что касается принципа соответствия, то ясно, что это новый философский результат, полученный на основе обобщения опыта естествознания, прежде всего естествознания XX в., и связанный с развитием диалектики абсолютного и относительного в познании. Концепция же дополнительности – также

новое философское достижение, но полученное на основе обобщения (философского осмысления) квантовой физики [14, с.15].

У последователей Бора тоже нет единого взгляда на логическую связь между идеями соответствия и дополнительности. Одни авторы считают, что идея соответствия – это специфическая характеристика квантового способа описания. Идея соответствия представляет собой эпистемологическое ядро копенгагенской интерпретации, поскольку дополнительность выражает специфические особенности квантового обобщения. Другие авторы, например Дж. Холтон, М. Джеммер, такой интерпретации не придерживаются.

Все эти рассуждения позволяют рассмотреть возможность определения дополнительности как универсального принципа. Интеллектуальные интересы Бора постоянно выходили за пределы физики, и поэтому вполне естественно, что он пытался применить концепцию дополнительности к другим областям человеческого знания.

Еще в 1929 г. Бор пробует использовать идею дополнительности в психологии и предполагает, что в этой области имеются взаимные соотношения, которые обусловлены единым характером сознания и поразительно напоминают физические следствия существования кванта действия, поскольку непрерывность мышления и сохранение индивидуальности личности в отношениях между людьми аналогичны волновому описанию материальных частиц при сохранении их индивидуальности в процессе взаимодействия. «Неизбежное влияние на атомные явления при их наблюдении, – пишет Бор, – соответствует здесь хорошо известному изменению оттенка психических событий, сопровождающему переход внимания от одного его элемента к другому» [4, с. 60]. По мнению Бора, понятия «мысль» и «эмоция» при психологическом анализе находятся в отношении, которое «полностью аналогично дополнительному смыслу кинематических и динамических переменных в квантовой механике. В частности, степень произвола может быть переведена на наш язык просто как выражение именно того факта, что те ситуации, в которых можно говорить о свободе воли, и те, в которых разумно предпринять какой бы то ни было логический анализ психического состояния, являются взаимноисключающими» [4, с. 384].

Бор убежден, что квантовая теория дает «средство для освещения самых общих вопросов человеческого мышления» [4, с. 61]. Он видит аналогию между связью атомных явлений с их наблюдениями и психологическими процессами, где трудно отделить объективное содержание

от наблюдающего субъекта. «...С одной стороны, описание нашей мыслительной деятельности требует противопоставления объективно заданного содержания и мыслящего субъекта, а с другой, как уже ясно, – ...нельзя строго разграничить объект и субъект, поскольку последнее понятие также принадлежит к содержанию. Из такого положения вещей следует не только относительность зависящего от произвола при выборе точки зрения значения каждого понятия или, вернее, каждого слова; мы должны вообще быть готовыми к тому, что всестороннее освещение одного и того же предмета может потребовать различных точек зрения, препятствующих однозначному описанию. Строго говоря, глубокий анализ любого понятия и его непосредственное применение взаимно исключают друг друга» [4, с. 58].

Бор переносит свою концепцию дополнительности и в область биологии. Он обосновывает мысль, что два подхода – биологический и физико-химический – дополнительные. Биологические и физические исследования несопоставимы, поскольку для тех и других существуют свои ограниченные области реальности. Ведь если мы представим полностью уничтоженный живой организм, то как мы узнаем, какова роль отдельных атомов в жизненных процессах? Во всяком опыте над живым организмом имеется некоторая неопределенность в физических условиях, и поэтому «возникает мысль, что минимальная свобода, которую мы вынуждены предоставлять организму, как раз достаточна, чтобы позволить ему, так сказать, скрыть от нас свои последние тайны. С этой точки зрения самое существование жизни должно в биологии рассматриваться как элементарный факт, подобно тому, как в атомной физике существование кванта действия следует принимать за основной факт, который нельзя вывести из обычной механической физики. Действительно, существенная несводимость факта устойчивости атомов к понятиям механики представляет собой близкую аналогию с невозможностью физического или химического объяснения своеобразных отклонений, характеризующих жизнь» [4, с. 117].

Согласно Бору, фундаментальное различие между биологическими и физическими исследованиями делает невозможным установление твердых границ приложения физических идей к решению биологических проблем, границ, которым соответствовало бы в квантовой механике различие между причинным механистическим описанием и описанием собственно квантовых явлений. «...Сущность рассматриваемой аналогии, – пишет Бор, – это очевидное антагонистическое отношение между такими типичными сторонами жизни, как самосохранение и размноже-

ние индивидуумов, с одной стороны, и необходимое для всякого физического анализа подразделение объекта – с другой» [4, с. 118]. Бор полагает, что биологические законы являются дополнительными к законам, которым подчиняется неживая природа. Значение идеи дополнительности в биологии ученый видит также в том, что «принцип дополнительности отвергает всякий компромисс с каким-либо антирационалистическим витализмом», и в то же время он «с равным успехом может служить разоблачению определенных предрассудков так называемого механистического понимания» [4, с. 211].

В лекции «Философия естествознания и культуры народов», прочитанной в 1939 г. в замке Кроненбург, где развивалось действие шекспировского «Гамлета», Бор попытался приложить свою идею дополнительности к социологии. Опять же идя по пути аналогий, он предположил, что «при изучении человеческих культур, отличных от нашей собственной, мы имеем дело с особой проблемой наблюдения, которая при ближайшем рассмотрении обнаруживает много признаков, общих с атомными или психологическими проблемами» [4, с. 287]. Далее Бор говорит, что «особенно при изучении культур первобытных народов этнологи не только отдают себе отчет о риске испортить такую культуру неизбежным контактом, но встречаются, кроме того, и с проблемой воздействия таких исследований на их собственную позицию как людей» [4, с. 287]. «Я имею здесь в виду, – поясняет он, – хорошо знакомое исследователям неизвестных стран потрясение их собственных, до тех пор не осознанных предрассудков, которое они испытывают, встретив неожиданную внутреннюю гармонию, которую человеческая жизнь может представить даже при условиях и традициях, радикально отличных от их собственных» [4, с. 287].

По мнению Бора, различные человеческие культуры дополняют друг друга. При этом «каждая культура представляет собой гармоническое равновесие традиционных условностей, при помощи которых скрытые потенциальные возможности человеческой жизни могут раскрыться так, что обнаружат новые стороны ее безграничного богатства и многообразия» [4, с. 287]. Но поскольку нет абсолютно самобытных культур, Бор и предположил, что в области этнографии применима идея дополнительности, которая будет способствовать взаимопониманию, ибо «в этой области не может быть и речи о таких взаимно исключающих друг друга соотношениях, как те, которые имеются между дополнительными данными о поведении четко определенных атомных объектов» [4, с. 287].

Полагая, что главным препятствием в установлении непредубежденных отношений между различными человеческими культурами являются глубокие различия между традициями, Бор считал, что эти различия исключают всякое простое сравнение культур. И именно здесь велика роль дополнительности как средства, позволяющего выйти из такого положения. Дополнительный способ мышления может открыть большие перспективы для гуманитарных исследований. Суть же последних состоит в том, чтобы «все больше и больше расширяя наши знания по истории развития культуры, способствовать тому постепенному устранению предубеждений, которое является общей целью всех наук» [4, с. 288].

Аналогичным образом Бор рассматривает и отношения между наукой и искусством, между наукой и религией. Кроме того, он предполагает, что положение отдельного индивида в обществе описывается типично дополнительными характеристиками, которые зависят от соотношения (весьма подвижного) между личностными ценностями и общественными нормами. Общую цель всех культур Бор видит в теснейшем сочетании «справедливости и милосердия, какого только можно достигнуть; тем не менее следует признать, что в каждом случае, где нужно строго применить закон, не остается места для проявления милосердия, и наоборот, доброжелательство и сострадание могут вступить в конфликт с самими принципами правосудия. Во многих религиях этот конфликт иллюстрируется мифами о битвах между богами, олицетворяющими такие идеалы, а в древневосточной философии это подчеркивается следующим мудрым советом: добиваясь гармонии человеческой жизни, никогда не забывай, что на сцене бытия мы сами являемся как актерами, так и зрителями» [4, с. 495].

Рассуждая на основе метода аналогии и выявляя общие черты микрообъектов, живых организмов, сознания, общества и человеческих культур, Бор превратил свой принцип дополнительности из физического в универсальный философский принцип с наиболее общим методологическим значением. «В общепhilosophическом аспекте, – писал он, – знаменательно здесь то, что в отношении анализа и синтеза в других областях знания мы встречаемся с ситуациями, напоминающими ситуацию в квантовой физике. Так, цельность живых организмов и характеристики людей, обладающих сознанием, а также и человеческих культур представляют черты целостности, отображение которых требует типично дополнительного способа описания. Передача опытных фактов в этих обширных областях знания требует богатого словаря, а из-за того, что

словам иногда придается различный смысл, и прежде всего из-за различия в принятых в философской литературе толкованиях понятия причинности, цель такого рода сопоставлений часто понималась превратно. Но постепенно развитие терминологии, пригодной для описания более простой ситуации в области физики, показывает, что мы имеем здесь дело не с более или менее туманными аналогиями, а с отчетливыми примерами логических связей, которые в разных контекстах встречаются в более широких областях знания» [4, с. 532].

Концепция дополнительности Бора, – по словам Л. де Бройля [9, с. 17], одна из наиболее оригинальных идей – вызвала много споров и дискуссий, которые не прекращаются и сейчас. По поводу дополнительности высказываются самые различные точки зрения и самые противоречивые оценки. Здесь налицо весь спектр мнений: от полного признания взглядов Бора до полного и категорического их отрицания. И это не случайно. Бор делил истины на две категории, о которых мы уже неоднократно говорили. Дополнительность относится, по его терминологии, к категории «глубоких истин». Именно поэтому она и составила предмет горячих споров и долгих дискуссий, стала объектом обширнейших исследований. Как совершенно справедливо отметил С.В. Остапенко, квантовая механика поставила человека в ситуацию, когда вековая психологическая потребность в твердом и однозначном ответе на все вопросы явно вступила в противоречие с реальностью, о чем свидетельствует современный этап развития научного познания [14, с. 37].

Необходимо отметить, что и в рамках копенгагенской интерпретации квантовой механики по поводу идеи дополнительности существовали серьезные разночтения. Даже сторонники Бора не имели единого мнения относительно дополнительности. Образно говоря, копенгагенская интерпретация – это не единая позиция, а единый фронт взаимно дополнительных позиций. По мысли К. Вейцеккера, эта интерпретация хотя и корректна и неизбежна, но никогда не была полностью ясна и сама нуждалась в интерпретации. Да и философская интерпретация дополнительности представляет собой проблему. И если Вейцеккер пытался понять сущность дополнительности в свете философии Канта, то другие авторы трактовали ее с позиций прагматизма. Если П. Иордан смотрел на дополнительную через призму позитивизма, то Л. Розенфельд – ближайший сотрудник Бора – обращался к диалектическому материализму, а сам Бор вообще воздерживался от развернутой и однозначной философской оценки.

Разногласия относительно дополнителности в копенгагенской школе квантовой механики послужили одной из причин того, что идея дополнителности не получила полного признания. Тем не менее после 1927 г. в течение двух с половиной десятилетий эта идея стала единственной общепризнанной концепцией и осталась таковой до сих пор для большинства физиков. Другой причиной отсутствия полного доверия к взглядам Бора было то, что идея дополнителности не может быть выведена непосредственно из квантовой механики. И это самый серьезный упрек в адрес данной идеи: действительно, из математического формализма квантовой механики она не выводится. Однако это не недостаток идеи дополнителности, а скорее ее достоинство. Именно поэтому дополнителность предстает перед нами как высшая форма качественного объяснения, и нет никакой необходимости искать указаний на то, какой математический формализм за нее ответствен. От качества нельзя требовать выводимости его из количества. Так, например, на основе понятия «вода» нельзя делать заключения, из какого количества воды складывается капля или море. Наконец, существенно и то, что, идея дополнителности не представляет собой «последнее слово». Естественно, в сегодняшнем своем виде она вообще не может быть «последним словом», так как ничто не может претендовать на статус «абсолютной истины». Однако согласно принципу соответствия, как бы ни изменялась в будущем идея дополнителности, взгляды Бора останутся в золотой сокровищнице человеческого познания.

Современные альтернативы концепции дополнителности, как считает В.П. Хютт, могут быть разделены на три группы: 1) математико-физические альтернативы, основанные на надежде так изменить уравнение Шредингера, чтобы стало возможным вывести «скрытые параметры» и тем самым узаконить классическую онтологию; 2) математико-логические альтернативы, в рамках которых формализм квантовой теории сохраняется, но пересматривается логика перехода от экспериментальных данных к физическому их толкованию таким образом, что будут опровергнуты фундаментальные методологические принципы дуализма, неопределенности и дополнителности; 3) критика методологических и философских оснований данной концепции, поскольку полный отказ от идеи дополнителности без критики и объяснения ее сущности не есть положительная разработка проблемы, тем более что в квантовой механике она является принципиально необходимой для интерпретации последней. Общим для всех этих альтернатив является стремление преодолеть идею дополнителности, утвердить онтологию классической физи-

ки, закрепить представления классической физики о микрообъектах как классических частицах, движущихся по строго определенным траекториям и подчиняющихся строгому лапласовскому детерминизму.

Что касается альтернатив первого типа, то вопреки стараниям приверженцев теории «скрытых параметров» она до сих пор не достигла каких-либо успехов. И, на наш взгляд, прежде всего потому, что подобные попытки, как и сама гипотеза «скрытых параметров», по крайней мере в нынешних ее вариантах, не отвечают принципу простоты.

Характерным примером второго типа альтернатив являются идеи К. Поппера. Как было показано Фейерабендом, взгляды Поппера представляют собой некую смесь мыслей Бора, идей вероятностной логики, а также идеи «скрытых параметров», поскольку Поппер приписывает частицам точные координаты в данный, точно определяемый (фиксируемый) момент времени. По мнению В.П. Хютта, концепция Поппера близка к теории квантовых ансамблей Д.И.Блохинцева [2], которую в свое время критиковал В.А. Фок [16].

К третьему типу альтернатив концепции дополнительности относят, например, критику, которую развивают М. Бунге и И. Лакатоши. Согласно Бунге, концепция дополнительности не является частью или разделом квантовой теории. Идея дополнительности, считает он, хотя и выглядит разумной в квантовой теории, когда люди мыслят с помощью классических образов, в наше время исчерпала свои потенции. Сегодня эта идея стала оправданием неясности и противоречий [7, с. 169]. Но это еще не все: Бунге отрицает также всеобщий характер связи между массой и энергией, соотношение неопределенностей энергии-времени, существование виртуальных квантов. Но такая «философия физики», которая позволяет отрицать основные законы природы, едва ли объективна, как на то претендует ее автор.

В историческом плане в обсуждении методологических и философских проблем квантовой теории, согласно А. Поликарову [13], отчетливо выделяются три основных этапа. Первый этап определяется становлением квантовой механики, которая предстает как контраверсия многим физическим и философским идеям. На этом этапе происходит интереснейшая и плодотворная дискуссия между Бором и Эйнштейном, выступавшим против дополнительности. Начало 50-х годов стало началом второго этапа, связанного с дискуссиями по фундаментальным проблемам квантовой теории. Линия Эйнштейна была продолжена в работах Д. Бома и Л. де Бройля, которые попытались реализовать идею «скрытых параметров» и вернуться назад, к классическим представлениям. Сovre-

менный этап, начавшийся в середине 60-х годов, характеризуется тем, что вновь значительно повысился интерес к философским проблемам квантовой теории, и более всего – к проблемам причинности в частности и детерминизма в целом.

Остановимся кратко на основных контрарерсиях. Эйнштейн полагал, что хотя квантовая теория удовлетворительно объединяет описание корпускулярных и квантовых свойств материи, но принципиально неудовлетворительно в ней отношение к тому, что, с его точки зрения, является «высшей целью всей физики: полному описанию реального состояния произвольной системы (существующего, по предположению, независимо от акта наблюдения или существования наблюдателя)» [17, с. 296]. Такой классический идеал физической картины мира был единственно приемлемым для Эйнштейна, и поэтому объективно реальным ученый считал то, что относится к объектам. Иными словами, объективная реальность – это объектная реальность. А так как реальность не зависит от какого-то измерения или наблюдения, то все измерительные процедуры и условия наблюдения с этих позиций необходимо рассматривать как субъективные, поскольку они относятся к познанию объективной, т.е. объектной, реальности, но не к ней самой. Поэтому Эйнштейн считал, что нельзя согласиться с истинностью теоретического описания, если оно зависит от наблюдения, как того требует концепция дополнительности.

В качестве контрарерсии такому классическому пониманию физической реальности, в соответствии с которым объективное значит объектное, Бор выдвигает свое «рациональное обобщение», расширяющее понятие объективного. Согласно Бору, объективны не только объектное и не только характеристики исследуемого объекта – объективны также приемы исследования и характеристики приборов и измерительных процедур. Понятие объективного у Бора выходит за традиционные, классические рамки и включает представление о том, что относится к приборам и измерительным процедурам, т.е. о том, что с классических позиций считалось субъективным. Если в классической физике граница между субъективным и объективным была абсолютной, то в физике микромира она становится относительной. Диалектический путь познания как восхождение от абстрактного к конкретному в данном случае реализуется как отрицание абсолютной границы между субъективным и объективным и требует понимания ее относительности.

Само объективное существование кванта действия является причиной того, что «поведение атомных объектов невозможно резко отграни-

чить от их взаимодействия с измерительными приборами, фиксирующими условия, при которых происходят явления» [4, с. 406]. Эта невозможность установления твердых границ между объектом и прибором лишает смысла классическое представление об абсолютно фиксированном различии между прибором и объектом. Противопоставление объекта и прибора оказалось не абсолютным, а сами они – не независимыми друг от друга, причем их взаимозависимость, как выяснилось, определяется экспериментальными условиями. Но поскольку в соответствии с классической позицией то, что относится к прибору, субъективно, постольку допущение относительности границы между прибором и объектом приводит, если следовать за Эйнштейном, к отказу от изучения природы как объективной реальности. Именно такие различные трактовки объективного и субъективного в физическом познании стали основой полемики между Бором и Эйнштейном.

В свете сказанного изложенная выше позиция М. Бунге, суть которой заключается в отрицании дополнительности, обусловлена, видимо, тем, что этот исследователь стоит на классических позициях в интерпретации объективности физического познания. Поскольку для Бунге объективное означает относящееся и принадлежащее к объекту, постольку квантовая механика, по его мнению, имеет дело не с наблюдаемыми реальными объектами, а с экспериментальными приборами. И поэтому ученый считает, что дополнительность ведет к отказу от объективности.

Понимание объективного в классическом смысле, т.е. как объектного, составляет методологическую платформу теоретических попыток устранить корпускулярно-волновой дуализм, построить чисто объектную модель объектов и процессов микромира, которая преодолевала бы зависимость от экспериментальной ситуации. Согласно И.С. Алексееву, эти попытки предпринимаются в трех направлениях. Для первого направления характерно признание объективного (в классическом смысле) существования корпускулярных и волновых аспектов в микромире. Их пытаются объединить в некоторой модели микрообъекта «самого по себе», и здесь можно назвать работы Л. де Бройля, который еще в 1927 г. предлагал программу создания «теории двойного решения», основанную на идее, что уравнения волновой механики допускают два сопряженных решения. Другие авторы (например, Д. Бом) пытаются интерпретировать квантовую теорию с помощью «скрытых параметров». Странники второго направления признают реальным один из аспектов – волновой или квантовый, – а другой объ-

являют фиктивным. К числу таких авторов можно отнести Э. Шредингера, который считает, что материальные точки представляют собой системы волн, а также К. Поппера. Третье направление связано с утверждением, что дуализм – это псевдопроблема, и отрицанием объективного (в классическом смысле) существования и волновых, и корпускулярных аспектов. Природа микрообъектов, полагают приверженцы этого направления, такова, что представить ее с помощью классических представлений о волне и частице невозможно.

Попытки Бора применить идею дополнительности вне рамок физики, в других областях знания, были встречены по-разному. Большинство его сотрудников признавали универсальный характер дополнительности. Согласно Л. Розенфельду, принцип дополнительности необходим, так как обеспечивает возможность широкого описания фундаментальных закономерностей природы, которые не могут быть охвачены единственной картиной. Но, подчеркивал Розенфельд, все попытки построить систему философии по Бору противоречат его собственным установкам, потому что философия Бора ориентирована на сведение всех законов природы к небольшому числу принципов. Характерно, что Бор даже избегал слова «принцип».

В. Гейзенберг также отстаивал мысль, что дополнительность имеет универсальный характер. И в контексте развития физики, полагал он, эта идея пробуждает надежды на то, что «в окончательном состоянии различные культурные традиции, новые и старые, будут сосуществовать, что весьма разнородные человеческие устремления могут быть соединены для того, чтобы образовать новое равновесие между мыслями и действием, между созерцательностью и активностью» [8, с. С.130]. М. Борн считал, что идея дополнительности имеет всеобщее значение, потому что существует много областей человеческой деятельности, где один и тот же факт можно рассматривать в различных, но взаимодополняющих аспектах [6, с. 73]. Он был согласен с Бором в том, что представление о дополнительности можно применить в других областях знания, в частности в биологии, психологии, философии, политике, и заявлял, что не следует отказываться от такого обогащения нашего мышления [5, с. 463]. В. Паули также полагал, что представление о дополнительности выходит за рамки физики. Его философское значение состоит в том, что оно, выступая против односторонности, «могло бы стать первым шагом на пути прогресса к единой общей картине мира, в которой естественные науки составляют лишь часть» [11, с. 57].

Литература

1. *Алексеев И.С.* Концепция дополнительности. – М., 1972.
2. *Блохинцев Д.И.* Принципиальные вопросы квантовой механики. Дубна, 1965.
3. *Бор Н.* Избр. науч. тр.: В 2 т. – Т. I. – М., 1970.
4. *Бор Н.* Избр. науч. тр.: В 2 т. – Т. II. – М., 1971.
5. *Борн М.* Физика в жизни моего поколения. – М., 1963.
6. *Борн М.* Моя жизнь и взгляды. – М., 1973.
7. *Бунге М.* Философия физики. – М., 1975.
8. *Гейзенберг В.* Философия и физика: Часть и целое. – М., 1989.
9. *Де Бройль Л.* Революция в физике. – М., 1965.
10. *Меицераков В.Т.* Соответствие как отношение и принцип. – Л., 1975.
11. *Паули В.* Физические очерки. – М., 1975.
12. *Петров А.З.* Методологические проблемы теории измерений. – Киев, 1966.
13. *Поликарпов А.* // Списание на БАН. – 1976. – № 6.
14. *Принцип дополнительности и материалистическая диалектика* / Отв. ред. Л.Б. Баженов. – М.: Наука, 1976.
15. *Симанов А.Л.* Принцип соответствия как фактор унификации физических теорий // Философия науки. – 2016. – № 4 (71).
16. *Фок В.А.* Физическая наука и философия. – М., 1973.
17. *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр.: В 4 т. – Т. IV. – М., 1976.

References

1. *Alekseev, I.S.* (1972). Kontseptsiya dopolnitel'nosti [The Concept of Subsidiarity]. Moscow.
2. *Blokhintsev, D.I.* (1965). Prinzipial'nye voprosy kvantovoi mehaniki [Fundamental Questions of Quantum Mechanics]. Dubna.
3. *Bohr, N.* (1970). Izbrannye nauchye trudy [Selected Scientific Works]. Moscow, vol.1. [In Russ.].
4. *Bohr, N.* (1971). Izbrannye nauchye trudy [Selected Scientific Works]. Moscow, vol.2. [In Russ.].
5. *Born, M.* (1963). Fizika v zhizni moego pokoleniya [Physics in My Generation]. Moscow. [In Russ.].
6. *Born, M.* (1967). Moya zhizn' i vzglyady [My Life and Views]. Moscow. [In Russ.].
7. *Bunge, M.* (1975). Filosofiya fiziki [Philosophy of Physics]. Moscow. [In Russ.].
8. *Heisenberg, W.* (1989). Filosofiya i fizika: Chast' i tseloe [Philosophy and Physics: Part and Whole]. Moscow. [In Russ.].
9. *De Broglie, L.* (1965). Revolyutsiya v fizike [The Revolution in Physics]. Moscow. [In Russ.].
10. *Meshcheryakov, V.T.* (1975). Sootvetstvie kak otnosheniye i printsip [Line as the Attitude and Principle]. Leningrad.
11. *Pauli, W.* (1975). Fizicheskiye ocherki [Physical Essays]. Moscow. [In Russ.].
12. *Petrov, A.Z.* (1966). Metodologicheskiye problemy teorii izmerenii [Methodological Problems of the Theory of Measurement]. Kiev. [In Russ.].
13. *Polikarov, A.* (1976). Spisanie na BAN [News of BAS]. Vol.6. [In Bulg.].

14. *Printsip dopolnitel'nosti i materialisticheskaya dialektika* (1976) / Otv.red. L.B. Bazhenov. [The Principle of Subsidiarity and Materialist Dialectics / Ed. by L.B. Bazhenov] Moscow. [In Russ.].

15. *Simanov, A.L.* (2016). *Printsip sootvetstviya kak factor unifikatsii fizicheskikh teorii* [The Conformity Principle as a Factor of Unification of Physical Theories] // In: *Filosofiya nauki*, No 4(71).

16. *Fok, V.A.* (1973). *Fizicheskaya nauka i filosofiya* [Physical science and philosophy]. Moscow.

17. *Einstein, A.* (1976). *Sobranie nauchnykh trudov. T. IV.* [The Collection of Scientific Works. Vol. IV]. Moscow. [In Russ.].

Информация об авторе

Симапов Александр Леонидович – доктор философских наук, профессор, Институт философии и права СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Николаева 8, e-mail: als49@mail.ru)

Information about the autor

Simanov A.L. – Doctor of Sciences (Philosophy), Professor, Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8 Nikolaeva str., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: als49@mail.ru)

Дата поступления 08.04.2017