

Per. A-1169
-174

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ALUSTATUD 1893. a.

VIHİK 174 ВЫПУСК

ОСНОВАНЫ в 1893 г.

ТРУДЫ ПО ФИЛОСОФИИ
IX

В. П. ХЮТТ

АБСОЛЮТНОСТЬ И ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ В ИНТЕРПРЕ-
ТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ



ТАРТУ 1965

Per. A-1169

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ALUSTATUD 1893. a. VIINIK 174 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ в 1893 г.

ТРУДЫ ПО ФИЛОСОФИИ

IX

В. П. ХЮТТ

АБСОЛЮТНОСТЬ И ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ В ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

ТАРТУ 1965

P1

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

50192

«Значение физических наук для философии состоит не только в том, что они все время пополняют сумму наших знаний о неодушевленной материи, но и прежде всего в том, что они позволяют подвергнуть проверке те основания, на которых покоятся наши самые первичные понятия, и выяснить область их применения.»

Нильс Бор

Предисловие

Современная физика выросла в рамках двух великих теорий — теории относительности и квантовой теории, возникновение которых означало глубокий перелом в развитии физики. Возможности этих теорий еще не исчерпаны и развитие продолжается. Однако учащаются намеки на близость нового перелома в фундаментальных физических представлениях. Будущая физика, как думают многие, должна настолько же отличаться от современной, как эта последняя отличается от классической физики.

В этих условиях особенно важное значение приобретает правильная философская оценка общих результатов, достигнутых современной физикой. В докладе на заседании Президиума Академии Наук СССР отмечена острота идеологической борьбы вокруг философских проблем квантовой механики в настоящее время¹. Актуальность этой философской проблематики обусловлена тем, что с открытием квантовой механики связано возникновение радикально новой физической картины мира. В связи с этим открываются возможности освещения традиционных философских проблем (проблемы реальности, причинности, соотношения объекта и субъекта в процессе познания и т. д.) с совершенно неожиданных точек зрения, вырабатываются новые

¹ См. кн.: «Методологические проблемы науки», Изд. «Наука», М., 1964, стр. 53.

методы научного познания, обогащаются новым содержанием старые философские понятия. Все эти проблемы продолжают разрабатываться философами-марксистами как в Советском Союзе, так и за рубежом².

- Исторически соотношение абсолютного и относительного всегда было одной из фундаментальных философских проблем как в плане истории человеческой мысли вообще, так и в плане физико-теоретического исследования (достаточно вспомнить известную дискуссию по теории относительности 1948—1955 гг.). Диалектикой абсолютности-относительности пронизан весь путь исторического развития физических знаний. Очевидно, существует общая черта развития физической науки, которую М. Борн формулирует в виде принципа «сведения к относительному»³. М. Планк, наоборот, подчеркивает противоположный момент — тенденция развития физики состоит, по его мнению, в движении к абсолютному⁴. Замечательным образом обе тенденции не противоречат, а дополняют друг друга. Следовательно, мы имеем дело с некоторым принципом развития физики, тесно связанным с категориями «абсолютное» и «относительное». Целью данной работы является исследование конкретного «механизма действия» этих понятий в процессе диалектического движения и разрешения противоречий квантовомеханического описания реальности (как известно, в теории относительности решение аналогичной проблемы привело к выводам мировоззренческой важности). В результате углубляется не только философское понимание диалектики абсолютного и относительного, но открываются эвристические направления собственно физических исследований.

Проблема тем более актуальна, что наблюдается определенная фальсификация интерпретации квантовой механики как раз на основе превратного толкования соотношения понятий абсолютного и относительного представителями современной буржуазной философии. Так, западногерманский доктор философии субъективист Г. Геннеман ничтоже сумняшеся заявляет, что в содержание квантовомеханического описания природы не может входить ничего абсолютного (*an sich*). Поэтому якобы нет

² Из последних работ наиболее содержательны: В. А. Фок, Об интерпретации квантовой механики. В сб.: «Философские проблемы современного естествознания», М., 1959; В. П. Бранский, Движение в микромире. В сб.: «Философские вопросы современного учения о движении в природе», ЛГУ, 1963; Хр. Я. Христов, О возможной связи квантовой теории с опытом. В сб.: «Развитие современной физики», изд. «Наука», М., 1964; А. Поликарпов, Относительность и кванты. София, 1963.

³ М. Борн, Эйнштейновская теория относительности. Изд. «Мир», М., 1964, стр. 13.

⁴ В процессе развития науки «абсолютное не исключалось, но лишь отодвигалось дальше.» (М. Планк, От относительного к абсолютному. Изд. «Северный печатник», Вологда, 1925, стр. 40).

смысла говорить о микрообъектах «в себе», то есть об их существовании независимо от субъекта⁵. Теоретическую базу подобных взглядов разрабатывает немецкий физик Вейцеккер в виде теории «необъективируемости» в квантовой механике⁶. Американский позитивист Н. Хансон, опираясь на данные квантовой теории, объявляет «непонятым» вопрос об абсолютности внешнего мира⁷. Неотомисты солидаризируются с принципиальной ограниченностью *рационального* познания действительности⁸, или пытаются использовать трудности интерпретации квантовой механики в целях доказательства идеальности физически абсолютного⁹.

Действенность марксистской критики таких выводов во многом зависит от положительной разработки проблемы соотношения абсолютного и относительного на основе новых опытных и теоретических данных физики.

Настоящая работа состоит из предисловия, введения, четырех параграфов и заключения. Во введении рассматривается соотношение физической и философской относительности. В § 1 обосновывается проблема интерпретации квантовой механики как целостной дедуктивной системы с точки зрения развертывания в ней моментов абсолютности-относительности. В §§ 2 и 3 прослеживается диалектическое движение сторон абсолютности и относительности в интерпретации квантовой механики. Гносеологический аспект проблемы рассматривается в § 4 в связи с понятием дополненности Н. Бора. В заключении формулируются выводы.

Введение. О философском и физическом понимании абсолютности и относительности.

В нашей предыдущей работе¹⁰ было показано, что абсолютное и относительное можно рассматривать как систему категорий. Отдельные элементы этой системы, взятые с точки зрения

⁵ G. Heppmann, Beitrag zur Interpretation der modernen Atomphysik. Köln und Opladen, 1955. К такому же выводу пришел в одной из своих последних работ физик-«операционалист» П. Бриджмен. См. P. W. Bridgman. The Way Things Are, Cambridge, 1959, с. V.

⁶ C. F. v. Weizsäcker, Zum Weltbild der Physik. Stuttgart, 1957, S. 80—117 и др.

⁷ «Когда я увижу полный смысл или бессмысленность этого вопроса, тогда я смогу также усмотреть, каким образом квантовая теория будет в состоянии помочь в раскалывании таких старых философских орешков, или какую помощь может это принести квантовой теории.» (N. R. Hanson, The Concept of Positron. Cambridge, 1963, p. 92).

⁸ M. Hartmann, Die philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaften, Jena, 1948, S. 205—209.

⁹ A. Wenzl, Die philosophischen Grenzfragen der modernen Naturwissenschaft. Stuttgart, 1960.

¹⁰ В. П. Хютт, Категории «абсолютное» и «относительное» в историко-философском освещении. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, Труды по философии, вып. 8 (в печати).

последовательного развертывания моментов абсолютности-относительности, раскрывают на определенных ступенях этого движения различные оттенки соотношения относительного и абсолютного. Категория «относительное» в общем случае подчеркивает аспект для другого — относительное имеет смысл только в качестве существующего по отношению к некоторому «иному» (например, по отношению к тем телам, которые образуют систему отсчета). Посредством этого иного относительное находится в неразрывном единстве с абсолютным, как со своей глубокой основой. Данное единство становится явным, если рассматривать указанную группу понятий с единой точки зрения в соответствии с дедуктивным методом восхождения от абстрактного к конкретному.

Основные моменты логического воспроизведения структуры абсолютности-относительности указанным методом суть: во-первых, в себе как сторона неразвитости, неразвернутости всего богатства определений «в зародыше»; во-вторых, для другого в качестве несамостоятельной стороны проявления «в себе бытия» предмета по отношению к некоторому иному; в-третьих, для себя как выражение первоначальной ступени единства абсолютного и относительного; для всего другого — воплощение, наиболее полное и развернутое, всевозможных определений абсолютного; и, наконец, вне всех отношений как завершенная целостность всевозможных определений абсолютного.

В свете вышеизложенного постановка нашей основной проблемы конкретизируется следующим образом — какое значение имеет названная структура для выяснения проблемы абсолютности и относительности в интерпретации квантовой механики. Решение проблемы следует искать на путях выяснения соотношения философского и физического понимания абсолютного и относительного.

Вышеприведенная структура абсолютного и относительного должна рассматриваться в первую очередь в плане общих закономерностей бытия. В. И. Свидерский подчеркивал: «... относительность истины и абсолютность истины — это гносеологический план, ... а главная проблема — это онтологический смысл абсолютности и относительности»¹¹. Выделение онтологического и гносеологического аспектов вполне правомерно, если не противопоставлять и не разрывать эти две стороны категорий «абсолютное» и «относительное»¹². Общеизвестно, что нельзя сме-

¹¹ В. И. Свидерский, Выступление на Всесоюзном совещании по философским проблемам естествознания (1958 г.). В сб.: «Философские проблемы современного естествознания», изд. АН СССР, М., 1959, стр. 410.

¹² Верно, что понимание сущности объекта в определенной мере зависит от метода его познания. (См. М. М. Розенталь, О разработке диалектики как логики и теории познания. «Вопросы философии», 1964, № 10, стр. 17--18). Но в силу первичности объекта по сравнению с позна-

шивать эти два аспекта абсолютности и относительности. Общеизвестно теперь, но проблема служила предметом семилетней дискуссии (1948—1955) в философской литературе всего социалистического лагеря! Дискуссия велась вокруг понятия физической относительности, установленной теорией относительности А. Эйнштейна. Содержанием дискуссии по существу являлась проблема соотношения между философским и физическим понятиями об абсолютном и относительном.

Понятие «физическая относительность» было введено Г. И. Нааном в одной из работ 1951 года¹³. В этой работе было показано, что «исходным пунктом всей путаницы в вопросе о смысле и значении принципа относительности в физике является сознательное или бессознательное отождествление физической относительности с необъективностью»¹⁴. Физическая относительность основывается на экспериментально установленных фактах (относительность одновременности, например, является следствием постоянства скорости света), не зависит от субъекта-«наблюдателя», а представляет объективный эффект зависимости точной количественной определенности некоторых физических величин от системы отсчета.

Как будет показано далее, однозначная количественная определенность физических величин в рамках классической физики является критерием их реальности. Но данное точное значение относительных физических величин имеет смысл только в том случае, если физический объект соотносится с другим объектом или объектами, что эквивалентно введению системы отсчета. Отсюда следует, что «физическая относительность» и «физически абсолютное» не могут быть ничем иным, как конкретизацией онтологического аспекта абсолютности и относительности.

Рассмотрим под этим углом зрения определение абсолютного в физике по А. Эйнштейну: «absolutum» означает не только «физически реальный», но также «независимый по своим физическим свойствам, оказывающий физическое действие, но сам от физических условий не зависящий».¹⁵ Здесь выделяются два свойства «физически абсолютного»: во-первых, независимость от условий; во-вторых, способность действовать на элементы условий (и, следовательно, на сами условия). Соответствует ли

вательной деятельностью человека главным является именно онтологический аспект в смысле определяющей зависимости форм и методов познавательного процесса от объективных законов бытия объекта. И хотя М. М. Розенталь считает обратную зависимость «не менее важной» (там же, стр. 17), эта последняя не является определяющей.

¹³ Г. И. Наан, К вопросу о принципе относительности в физике. «Вопросы философии», 1951, № 2.

¹⁴ Там же, стр. 58, лев. колонка.

¹⁵ А. Эйнштейн, Сущность теории относительности. ИЛ, М., 1955, стр. 52.

данное определение философскому? Только в определенном смысле — в качестве «момента» общего, философского значения абсолютного. Эйнштейновское определение отражает сторону положенности «вне всех отношений», аспект существования объекта «самого по себе». Но остается невыявленной другая сторона — «во всех отношениях», отражающая момент относительности самого абсолютного.

Поэтому данное определение абсолютного является односторонним — в нем выдвигается только один из противоречивых моментов в определении реального абсолютного. Однако, естественно-научное понимание абсолютного и не может совпадать с философским, ибо оно не выражает общей структуры абсолютности-относительности объективного мира, а отражает лишь отдельные его моменты. Лишь по видимости физически абсолютное выступает в виде некоторого полностью безотносительного абсолюта. На самом же деле теория относительности как теория «абсолютного пространственно-временного континуума»¹⁶ не может быть построена без относительных величин. В физической теории существуют не только инварианты, но и математические образы, соответствующие относительным физическим величинам. Эти последние образы представляют физическую реальность ничуть не «хуже», чем первые. Оба рода соответствующих физических величин на равных основаниях представлены в структуре теории.¹⁷

Необходимость вхождения относительного в структуру физически абсолютного доказывает фактическое наличие противоположного момента относительности («для всего другого» как совокупность всевозможных «проекций» данного абсолютного) в нем самом. Дополненное в этом смысле определение А. Эйнштейна соответствует философскому определению реального абсолютного в качестве конкретного выражения важнейшего момента общей структуры абсолютности-относительности.¹⁸

¹⁶ См. А. Д. Александров, Философское содержание и значение теории относительности. В сб.: «Философские проблемы современного естествознания», М., 1959.

¹⁷ См. P. Kard, Füüsikaliste suuruste reaalsuse probleemi gnoseoloogilistest alustest. Уч. зап. ТГУ, вып. 89, 1960.

¹⁸ Дополнить определение А. Эйнштейна тем более необходимо, что с диалектической точки зрения невозможно существование объекта, характеризующегося двумя отмеченными в этом определении свойствами. П. Гольбах впервые указал на абсурдность абсолюта с подобными свойствами полной независимости от порождаемых им самим моментов относительности. (См. Гольбах, Избр. произв., т. 1, М., 1963, стр. 438). М. Планк подчеркивал иллюзорность и недостижимость физических «абсолютов» в процессе познания: «... абсолютное никогда не будет достигнуто нами. Скорее абсолютное образует идеальную цель, которую мы постоянно имеем перед глазами, никогда не будучи в состоянии достигнуть ее». (М. Планк, От относительного к абсолютному, изд. «Северный печатник», Вологда, 1925, стр. 45).

Понятие физической относительности (также как и физически абсолютного) является результатом разграничения философской (онтологической и гносеологической) относительности от ее конкретного проявления в качестве относительности физической. Последняя реально существует и, как только что показано, является конкретным воплощением какого-либо из моментов общей структуры абсолютности-относительности. Поэтому неоправданной является критика физической относительности в редакционной статье журнала «Вопросы философии» при подведении итогов дискуссии по теории относительности.¹⁹ Соответствующее понятие физической относительности вводится не «в противоположность» философскому и не для того, чтобы «подменить» это последнее (как утверждается в упомянутой статье), но диктуется необходимостью преодоления путаницы, неизбежной в противном случае.

Проанализируем кратко развитие философского и физического аспектов абсолютности и относительности в доквантовой физике. Это позволит оценить возможные перспективы применения данных понятий в квантовомеханическом описании реальности.

Первым «действительно великим шагом к релятивизации», как говорит известный физик М. Борн, явилась система Коперника. Содержанием его открытия явилась релятивизация считавшегося ранее абсолютным покоя Земли. Вместе с тем в качестве реального абсолютного утверждалось движение Земли вокруг Солнца. Но это был лишь первый шаг к релятивизации состояния механического покоя, ибо Солнце считалось все же находящимся в абсолютном покое. Принцип относительности Галилея—Ньютона в строго научной форме закрепил факт относительности равномерного движения, которое оказалось неотличимым от состояния покоя. Однако это же относительное движение тел, взятое во взаимном отношении, выражает момент абсолютности их взаимного движения. Тождественность в определенном отношении движения и покоя указывает на наличие некоторого абсолютного элемента реальности в виде взаимного движения тел.

Специальный принцип относительности представляет обобщение предыдущего принципа на область всевозможных физических процессов. Релятивизируются различные физические величины, ранее считавшиеся абсолютными, — промежуток времени, длина и т. д. Но в то же время неявно постулируется новый, более абсолютный вид реальности (что иногда недостаточно подчеркивается) — однородное инерционное поле, математическим образом которого является известный «мир Минковского».

Общий принцип относительности является обобщением част-

¹⁹ «Вопросы философии», 1955, № 1, стр. 138.

ного на случай ускоренных движений. Основой обобщения служит принцип эквивалентности, действительное содержание которого заключается в констатации тождественности природы инерционного и гравитационного полей.²⁰ Инерционное поле, бывшее ранее абсолютным, выступает в качестве частного, относительного вида единого инерционно-гравитационного поля.

Таковы кратко итоги развития физической относительности в доквантовой физике²¹. Можно заметить следующее: во-первых, развитие относительности в доквантовой физике происходит в плане относительности движения и покоя: принцип относительности распространяется на все более широкое множество механических движений; во-вторых, соотношение абсолютного

²⁰ См. Х. Керес, О принципах эквивалентности и относительности. Труды ИФА АН ЭССР, Тарту, № 22, (1963), стр. 13.

²¹ Американский философ д'Абро в книге «Эволюция научной мысли» (A. d'Abro. The Evolution of Scientific Thought. N.Y. 1950) насчитывает шесть принципов относительности в доквантовой физике. Это, во-первых, «изначальная относительность пространства и времени» — априорный принцип, утверждающий «чистую относительность пространственных и временных величин в пространстве» (Ук. соч., р. 103). Во-вторых, «кинематический или визуальный принцип относительности», под которым автор понимает субъективное ощущение неразличимости равномерного движения и покоя. Далее, в-третьих и в-четвертых, рассматриваются принцип относительности Галилея-Ньютона и специальный принцип относительности. В-пятых, «общий принцип относительности», под которым автор, однако, понимает математическое требование ковариантности — «математическое выражение законов природы должно сохраняться в той же форме, несмотря на наш выбор системы отсчета» (там же, р. 104). Наконец, «радикальный принцип относительности Маха-Эйнштейна», в результате которого якобы доказывается полная равноправность систем Коперника и Птолемея. Такая классификация принципов совершенно несостоятельна. Во-первых, нарушено формально-логическое правило деления по единому основанию. В результате, наряду с объективной относительностью механического движения, в качестве физических принципов относительности трактуются один раз субъективная относительность ощущений, а другой раз — математическая относительность, которая не представляет еще физического принципа, но лишь математическое требование, содержательная интерпретация которого на физическую реальность является необходимым условием придания ему физического смысла. Перед нами яркий пример путаницы в результате неразличения онтологической, гносеологической и конкретно-научной относительности. Во-вторых, автор неправ по существу. Не существует никакой «изначальной» относительности. Утверждение того, что в математике «абсолютная форма, сторона и прямолинейность суть бессмысленные понятия» (там же, р. 47), требуются автору для обоснования субъективно-идеалистического положения — «абсолютная реальность есть миф» (там же, р. 99). В этих же целях, фальсифицируя содержание относительности в физике, автор выделяет «визуальную» относительность, вместо того, чтобы рассматривать ее в качестве отражения в чувствах относительности механического движения. Главной целью автора является попытка доказать нечто прямо противоположное действительному положению вещей — развитие физики, якобы, совершенно изгоняет «абсолютное» из реального мира — «объективный мир науки не имеет ничего общего с миром вещей в себе» (там же, р. 152, прим.). Аргументируется это кредо «верой в фундаментальную относительность всякого знания» (там же, р. 99) и обосновывается «голой относительностью природы», якобы доказанной новейшим развитием физики.

и относительного в физике тесно связано с проблемой физической реальности по аналогии с установленной связью абсолютности и относительности с объективной реальностью, материей в философском плане.

Отметим, что употребление термина «физическая реальность» исторически вполне обосновано. Центр дискуссии по принципиальным основам квантовой механики между А. Эйнштейном и Н. Бором в тридцатых годах лежал именно в плоскости проблемы физической реальности. С тех пор термин «физическая реальность» (physical reality) употребляется многими авторами, работающими в области философских проблем физики.

Выясним точный смысл данного понятия. Критикуя «физический» идеализм на рубеже двадцатого века, В. И. Ленин в качестве положительного момента оценивал «приближение к таким однородным и простым элементам материи, законы движения которых допускают математическую обработку»²² (подчеркнуто мною. — В. Х.). Здесь имеются в виду физические объекты, которые по отношению к материи характеризуются как наиболее простые и однородные ее элементы. Под физической реальностью понимается совокупная система физических объектов с соответствующими свойствами и взаимодействиями между элементами данной системы. Понятие физической реальности позволяет отграничить простые «элементы материи» от более сложных и высших ее форм и видов. В то же время каждый «элемент материи» как вещественный и субстанциональный может служить предметом физического исследования. В этом случае он выступает в качестве физического объекта. Поскольку установленные путем такого исследования физические закономерности далеко не всегда исчерпывают сущность данного объекта, постольку физическая реальность является только частью (или стороной, моментом) объективной реальности и нетождественна материи. Следовательно, проводимое разграничение физической реальности и объективной реальности имеет определенный смысл.

В дальнейшем мы различаем виды и элементы физической реальности. Различного рода физические объекты (различные элементарные частицы, поля, макротела и т. д.) в силу их субстанциональности рассматриваются как виды физической реальности. Свойства и отношения как акцидентальные характеристики физических объектов определяются нами в качестве элементов физической реальности. Так, физические величины как количественные характеристики качественно определенных свойств физических объектов служат примерами таких элементов. Существенными являются следующие свой-

²² В. И. Ленин, Поли. собр. соч., т. 18, стр. 326.

ства элементов физической реальности: во-первых, они являются объективными характеристиками физических объектов и, следовательно, так же, как и эти последние, существуют в реальном пространстве и времени; во-вторых, элементы физической реальности связываются между собой на основе реальных закономерностей физического взаимодействия объектов; в доквантовой механике это взаимодействие всегда носит «силовой» характер и осуществляется распространением возмущения в макроскопическом пространстве и времени; в-третьих, каждый элемент физической реальности может быть изучен с помощью измерений в результате взаимодействия с подходящим прибором классического типа и, следовательно, описан в понятиях классической физики. Данный постулат измеримости является операциональным критерием элемента физической реальности.

Решающим моментом в понимании сущности квантовомеханической относительности (а также в интерпретации квантовой механики вообще) является гипотеза В. П. Бранского о так называемой «неоднородности» всеобщего содержания атрибутов материи.²³ Согласно этой гипотезе содержание атрибута не исчерпывается содержанием той его формы, которую атрибут принимает в условиях макромира. Общее содержание атрибута в этих условиях включает в себя как момент абсолютности, так и момент относительности. Это в частности означает, что абсолютность и относительность микродвижения необходимо рассматривать не в плане относительности обычных видов движения и покоя, как это было до сих пор, а с точки зрения наличия абсолютного и относительного содержания в атрибуте «движение» как таковом.

Действительно, общим принципом относительности исчерпывается отношение между абсолютностью всевозможных видов механического движения, с одной стороны, и относительностью соответствующих видов покоя, с другой стороны. Следует ожидать передвижения центра тяжести проблемы абсолютности и относительности как бы «внутри» атрибута. В этом смысле, на наш взгляд, можно истолковать подчеркиваемое В. А. Фоком качественное различие между принципом относительности к прибору в квантовой механике и принципами относительности в доквантовой физике²⁴.

На основе установленной взаимосвязи абсолютности и относительности с физической реальностью проблему абсолютного и относительного в квантовой механике следует рассматривать как проблему развития представлений о физической картине

²³ В. П. Бранский, указ. соч. (см. 2).

²⁴ В. А. Фок, Об интерпретации квантовой механики. В сб.: «Философские проблемы современного естествознания», изд. АН СССР, М., 1959, стр. 217—218.

мира в квантовой механике. Такая постановка вопроса требует анализа проблемы интерпретации квантовой механики.

§ 1. Интерпретация квантовой механики как проблема научного объяснения

Латинское *interpretatio* означает раскрытие смысла, толкование. В научной литературе этот термин употребляется в различных значениях. В математике и логике под интерпретацией какого-либо исчисления или теории понимается конкретная модель, на которой выполняется соответствующая система аксиом. Согласно В. А. Штоффу интерпретация физической теории означает указание на реальный объект, к которому эта теория относится.²⁵ Мы будем употреблять понятие интерпретации в ином значении, ибо в случае квантовой механики можно указать, что является объектом теории, но проблема интерпретации остается.

В свое время Н. Бор возражал против термина «интерпретация квантовой механики», настаивая на том, что сама квантовая механика есть интерпретация экспериментальных данных наблюдения.²⁶ Бор имел в виду «формулирование квантовой теории» как проблему физического объяснения. Толкование квантовой механики имеет смысл «действительного понимания квантовой теории» (Гейзенберг) и заключается в осмысливании ее физического и философского содержания. Это предполагает раскрытие сущности, внутренней природы объекта исследования, что далеко не равнозначно констатации бытия объекта и внешних проявлений его сущности. Интерпретация квантовой механики есть раскрытие сущности объекта исследования квантовой механики. Поэтому проблема интерпретации квантовой механики по своему содержанию является задачей конкретного научного объяснения.²⁷

Известно, что всякая физическая теория состоит из формального математического аппарата (уравнения теории) и интерпретации математической части на конкретную предметную область физики. Вторая часть «учит, как рациональным образом отнести к объектам природы определенные величины», а первая часть «устанавливает математические соотношения между этими последними»²⁸. Существенно, что части не независимы — мате-

²⁵ В. А. Штофф, О роли моделей в познании. Изд. ЛГУ, 1963, стр. 35.

²⁶ N. Bohr, The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory. "Nature", vol. 121, No. 3050 (1928), p. 580; его же, Воспоминания об Э. Резерфорде — основоположнике науки о ядре. УФН, т. 80, вып. 2 (1963), стр. 213.

²⁷ О научном объяснении как раскрытии сущности объекта см. Е. П. Никитин, Типы научного объяснения. «Вопросы философии», 1963, № 10, стр. 30.

²⁸ Л. И. Мандельштам, Поли. собр. трудов, т. 5, М., 1950, стр. 349.

математические отношения между символами в большой степени зависят от реальных особенностей физических величин и других элементов физической реальности, представителями которых символы являются. Физическое истолкование математических выражений, осуществляемое путем указания на процедуру измерения, делает возможным понимание этих новых элементов физической реальности в том смысле, что связывает их с результатами эксперимента, описываемого точными классическими значениями уже известных физических величин. Но данное толкование математического аппарата представляет собой лишь «пересмотр основ» для недвусмысленного использования новых физических образов²⁹ и далеко не исчерпывает проблемы научного объяснения всей совокупности опытных фактов.

Особенность создания квантовой механики, по сравнению с классической механикой, заключалась в установлении математической части до того, как был выяснен смысл символов, входящих в уравнения теории. Новое физическое содержание выступало сначала в виде математического формализма. В этом формализме сущность теории отражена в отношениях между символами, физические эквиваленты которых известны, и «неизвестными» в этом смысле математическими объектами. Так, уравнение Шредингера было создано для того, чтобы теоретически получить правильные (наблюдаемые на опыте) значения определенной физической величины — энергии (символ — E). «Неизвестными», входящими в это же уравнение, были математические выражения ψ и x . Возникла проблема толкования этих символов.

В классической механике эта проблема отсутствует, ибо с самого начала ясно, что понимается под математическими обозначениями и каким образом последние связаны с результатами эксперимента. В силу интуитивной ясности классических физических величин интерпретация математических символов в классическом случае представляется совпадающей с проникновением в «истинную» сущность физической реальности. Другими словами, соотнесение математических объектов соответствующим физическим величинам совпадает с научным объяснением на данном уровне развития знаний.

Однако не следует забывать, что, вообще говоря, «понятия... теории интерпретируются не самими по себе объектами реального мира, а их образами в человеческом сознании.»³⁰ Поскольку мы не можем охватить действительность сразу со всей возможной полнотой, постольку первоначальное понимание является лишь первым этапом в бесконечном движении человеческого познания ко все более глубокой сущности. Сущность

²⁹ Н. Бор, Воспоминания об Э. Резерфорде..., стр. 221.

³⁰ «Философская энциклопедия», т. 2, М., 1962, стр. 297, лев. колонка.

более высокого порядка отражается в квантовомеханическом объяснении физической реальности. Здесь толкование математических образов не исчерпывает всей проблемы интерпретации содержательной теории. Поэтому на первый план выдвигается проблема научного объяснения.

В этой проблеме различаются объясняемое и экспланандум.

Объясняемым в квантовой механике являются свойства физической реальности на уровне микромира, проявляющиеся в соответствующих опытах. Экспланандумом в данном случае является описание опытных фактов в терминах классической физики. Экспланансом (то есть объясняющей частью теории) служат понятия о новых элементах физической реальности.

С точки зрения интерпретации квантовой механики нас интересуют требования, предъявляемые к экспланансу. Согласно американскому философу П. К. Фойерабенду положения эксплананса должны удовлетворять ряду условий³¹. Важнейшим является следующее требование: эксплананс должен «содержать понятия, которые не встречаются в экспланандуме, но которые существенны для вывода экспланандума из него.»³² Квантовомеханическое объяснение удовлетворяет этому общему требованию, ибо в интерпретации квантовой механики всегда содержатся такие понятия, которым непосредственно не соответствуют классические «наблюдаемые» и которые носят специфический квантовый характер. Фундаментальное значение тезиса о необходимости новых понятий состоит в том, что последние призваны отражать непосредственно не наблюдаемые на макроуровне элементы физической реальности, лежащие в основе интерпретации. Игнорирование этого положения лишает научное объяснение всякого смысла.

Примером может служить интерпретация квантовой механики Г. Рейхенбахом.³³ Автор вводит понятие о квантовомеханических «феноменах», под которыми подразумеваются «элементарные совпадения» вроде столкновения элементарных частиц с последующим развитием лавинных процессов. По существу, «феномены» — это макропроявления микрособытий, обнаруживаемые, например, в результате процесса измерения подходящим прибором, допускающим классическое описание. Далее, для обозначения событий, происходящих между «феноменами», вводится понятие интерфеномена. «Феномены» и «интерфено-

³¹ "Current Issues in the Philosophy of Science". N. Y., 1961, p. 35—38.

См. также Е. П. Никитин, Структура научного объяснения. В сб.: «Методологические проблемы современной науки», изд. МГУ, 1964.

³² «Current Issues in the Philosophy of Science», p. 36.

³³ Г. Рейхенбах, Направление времени. ИЛ, 1962, стр. 275—297; H. Reichenbach, Philosophic Foundations of Quantum Mechanics, Berkeley and Los Angeles, 1946.

мены» суть таким образом эквиваленты наблюдаемых и ненаблюдаемых элементов экспланандума и эксплананса соответственно.

Основной порок интерпретации Рейхенбаха состоит в том, что интерфеномены в его схеме не имеют никакого физического смысла, а являются лишь удобным средством описания. Они произвольно меняются в целях «подгонки» соответствующего описания под данную картину классического поведения микрообъекта (так наз. принцип элиминированности каузальных аномалий)³⁴. Согласно автору, «можно . . . не говорить об интерфеноменах и ограничить язык квантовой механики только феноменами»³⁵. Но здесь же автор объявляет утверждения об интерфеноменах «бессмысленными», обрекая тем самым на бессмысленность и всю свою интерпретацию как что-либо объясняющую вообще. Дело сводится к описанию вместо объяснения, ибо главная часть эксплананса лишается всякого реального содержания.

В указанных работах Г. Рейхенбах доказал, что введение интерфеноменов действительно не имеет смысла, если под ними подразумеваются «скрытые параметры» классического типа (именно таковы интерфеномены Г. Рейхенбаха). Отсюда Г. Рейхенбах заключил о бессмысленности каких-либо элементов физической реальности, определяющих ход процессов между феноменами. В действительности же правильный и важный вывод заключается в том, что новые понятия, необходимые в данном случае в целях научного объяснения, должны радикально отличаться от старых, классических образов, так как объектом исследования служит качественно новая область — микромир. Научное объяснение экспланандума, состоящего из старых, классических понятий, в данном случае необходимо есть объяснение в терминах радикально неклассического «нового».

П. Ланжевэн³⁶ отмечает, что хотя старые понятия неадекватно отражают новую реальность или новый аспект этой реальности, они в начальный период создания новой теории необходимы. Только неудача объяснения неизвестного (новых опытных данных) с помощью известного (старых классических понятий) приводит к необходимости создания новых понятий и, тем самым, к действительному объяснению соотношения между старым и новым в терминах нового.

Различного рода толкования квантовой механики часто являются собой попытки объяснения неизвестного — но-

³⁴ H. Reichenbach, *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, p. 34.

³⁵ Г. Рейхенбах, *Направление времени*, стр. 289.

³⁶ П. Ланжевэн, *Избр. произв.*, ИЛ, М., 1949, стр. 333.

вых закономерностей микромира — в терминах известного — с помощью представлений об уже известных классических закономерностях (интерпретация с точки зрения «скрытых параметров», Д. Бом и др.). Но в данном случае такой подход является принципиально неверным — объяснение должно осуществляться в терминах неизвестного, нового. Основным пороком указанных интерпретаций является постулирование таких свойств микрообъекта, согласно которым он обладает точно определенными значениями так называемых сопряженных величин одновременно. Впервые И. Нейман доказал несостоятельность такого предположения, противоречащего основным принципам квантовой механики³⁷. В дальнейшем это неоднократно подтверждалось всем ходом развития интерпретации квантовой механики, в том числе и в самое последнее время.³⁸ Таким образом, то новое, что должно быть в экспланансе интерпретации квантовой механики, оказывалось часто не радикально новым в силу недостаточного разрыва с обычными классическими представлениями. Конкретный анализ новых фактов показал, что эксплананс должен содержать радикально новые неклассические понятия.

Все выдвигаемые до сих пор интерпретации, альтернативные так называемой общепринятой (или вероятностной), основаны на предположении о классическом характере новых «ненаблюдаемых» образов и поэтому не отражают сущности объекта квантовомеханического описания. Следовательно, все вышеуказанные интерпретации квантовой механики по существу не являются интерпретациями в соответствии с действительным смыслом проблемы. Интерпретации, альтернативные общепринятой, представляют собой классические модели квантовомеханического объяснения реальности и не могут, ни порознь, ни вместе взятые, исчерпывающе отразить сущность объекта квантовой механики.

Соответствие оригинала модели в общем носит характер гомоморфизма³⁹. Поэтому существует широкий класс моделей, каждая из которых исчерпывающе отражает лишь какой-то аспект нового вида физической реальности, теорией которого является квантовая механика. В противоположность модельному отображению, «действительного дуализма сущности не бывает»⁴⁰. Отсюда следует вывод о единственности истин-

³⁷ J. v. Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*, Princeton, 1955.

³⁸ J. M. Jauch and C. Piron, *Can Hidden Variables be Excluded in Quantum Mechanics?* "Helvetica Physica Acta", vol. 36, fasc. 7.

³⁹ Л. О. Вальт, *Познавательное значение модельных представлений в физике*. Автореферат кандидатской диссертации, Тарту, 1963, стр. 15.

⁴⁰ К. Маркс и Ф. Энгельс, *Соч.*, т. 1, стр. 322.

ной интерпретации квантовой механики. Мы присоединяемся к мнению акад. И. Е. Тамма — «несомненно, что не существует сколько-нибудь правомерных интерпретаций квантовой теории, отличных от так называемой копенгагенской»⁴¹. (Под «копенгагенской» подразумевается интерпретация, основы которой заложил Н. Бор).

Важным является тот факт, что эксплананс должен быть не отдельным понятием, а целостной системой высказываний, из которой в порядке логического следования выводится экспланандум⁴². Требование системности определяет нашу задачу в качестве нахождения структуры абсолютности и относительности, соответствующей системе интерпретации квантовой механики.

Опираясь на результаты анализа соотношения абсолютного и относительного в физике и философии, мы выдвигаем в качестве основной идеи идею изоморфизма общей структуры абсолютности-относительности в философском плане и структуры абсолютного и относительного в квантовомеханическом объяснении реальности. Этим дается решение взаимосвязи физического и философского смысла исследуемых понятий в онтологическом плане и, следовательно, в большей мере определяется ответ на вопрос о методе исследования. Последний должен быть аналогичен методу логического воспроизведения системы абсолютного и относительного в философском плане.

Наше второе основное предположение заключается в том, что исследование структуры абсолютности-относительности в интерпретации квантовой механики может быть осуществлено методом логического воссоздания этой структуры на основе последовательного движения теоретического исследования объекта квантовомеханического объяснения реальности. Более определенно: развертывание структуры абсолютного и относительного в интерпретации квантовой механики осуществляется в нашей работе методом восхождения от абстрактного к конкретному.

Последнее требует обоснования. Существует мнение, что данный метод К. Маркса вполне применим в естественно-научном исследовании. Так, М. Н. Алексеев пишет: «... нет абсолютно ничего, что делало бы принципиально невозможным применение способа восхождения в других науках»⁴³ (т. е. за пределами

⁴¹ И. Е. Тамм, Нильс Бор и современная физика. В сб.: «Развитие современной физики», изд. «Наука», М., 1964, стр. 16—17.

⁴² См. Е. П. Никитин, Структура научного объяснения. В сб.: «Методологические проблемы современной науки», изд. МГУ, 1964, стр. 204.

⁴³ М. Н. Алексеев, Диалектика форм мышления. Изд. МГУ, 1959, стр. 28.

политической экономии). Поскольку К. Маркс применил свой метод к сравнительно быстро развивающейся системе, то часто возникает сомнение в правомерности метода восхождения при его применении к наукам, о развитии объекта которых говорить нет оснований. При этом возможны ссылки на работу Б. А. Грушина, где действительно показано, что генетически-структурный метод применим только к историческим системам при развивающемся в онтологическом плане объекте исследования⁴⁴. Однако метод, разработанный Б. А. Грушиным, отличен от метода восхождения. Автор прямо указывает на это обстоятельство, заявляя, что он занимается логикой истории, а не историей логики. Поэтому проблема отношения движения исследования к истории научного познания объекта (а это составляет существенную черту способа восхождения) должна целиком выпасть из поля зрения⁴⁵.

Способ восхождения по существу является дедуктивным методом исследования. Поэтому одним из критериев его применимости является возможность дедуктивного построения теории. В последнее время достигнут определенный успех в дедуктивном изложении квантовой механики. Характерна в этом отношении кандидатская диссертация Г. В. Рязанова «Квантовая механика как следствие единого принципа» (МГУ, 1958)⁴⁶.

Нашей задачей не является, однако, построение полной системы интерпретации квантовой механики на основе указанного метода. Мы выполним эту задачу лишь в известной мере, наметим только такие основные моменты, которые необходимы в целях полного раскрытия темы работы. Тем более мы не ставим перед собой задачи создания какой-то новой интерпретации. Результатом может быть лишь углубленное понимание определенных сторон уже существующей интерпретации и указание на возможности ее дальнейшего развития.

§ 2. Понятие квантовомеханической физической величины

Проблема исходной категории процесса восхождения от абстрактного к конкретному достаточно подробно изучена в диалектической логике⁴⁷. Первоначальная абстракция должна представлять простейший, непосредственный в данной системе элемент, ибо его возникновение определяется самим реальным

⁴⁴ Б. А. Грушин, Очерки логики исторического исследования. Изд. «Высшая школа», М., 1961, стр. 199.

⁴⁵ Б. А. Грушин, указ. соч., стр. 30.

⁴⁶ См. также Хр. Я. Христов, О возможных связях квантовой теории с опытом. В сб.: «Развитие современной физики», изд. «Наука». М., 1964.

⁴⁷ См. «Философская энциклопедия», т. 1, М., 1960, стр. 295—298.

историческим процессом становления интерпретации квантовой механики. Эта «клеточка» должна носить всеобщий, «массовидный» характер и заключать «в зародыше» возможность развертывания всего богатства определений системы. Правильность выбора исходного понятия обнаруживается только в процессе построения конкретной системы и в конце исследования в качестве его результата ⁴⁸.

Началом не может быть, например, понятие волновой функции, так как оно является скорее результатом интерпретации и, следовательно, должно быть в известном смысле выводимо из более простых понятий. По аналогичным причинам не могут служить исходным пунктом и многие другие установившиеся понятия квантовой механики. Акад. В. А. Фок впервые указал на вероятность (или потенциальную возможность) как первичное понятие квантовой механики. Однако само «вероятность» при такой постановке вопроса следует понимать как элемент физической реальности. Это возможно только в том случае, если проследить, какие действительные, актуальные (а не возможные, потенциальные) свойства физической реальности лежат в фундаменте понятия «вероятность» в квантовой механике. «Разве вероятность есть что-то такое, на что физически действуют?» — спрашивал Л. И. Мандельштам, справедливо сомневаясь в непосредственной физической реальности вероятности ⁴⁹. Поэтому необходимо связать новое понятие потенциальной возможности с понятиями классической физики, показать, каким образом возникает соответствующее новое свойство при движении «по предметам» из макромира классической механики в микромир квантовой механики.

Таким образом, исходная категория не выявлена (по крайней мере, в чистом виде) в известных системах интерпретации квантовой механики. Существенно, что исходное понятие должно быть конкретно-всеобщим выражением новых, неклассических свойств, но в то же время должно иметь отношение к «старым», классическим свойствам и содержать их в себе в «снятом» виде. Итак, следует искать наиболее «простой» элемент физической реальности, как бы возникающий в процессе перехода

⁴⁸ «... логическое доказательство необходимости данной исходной категории как начала теоретического исследования может быть дано лишь в самом процессе этого исследования, в ходе которого обнаруживается, что данная категория потому собственно и есть начало логического исследования, что она, обладая свойством всеобщности, выступает как необходимый результат в развитии данного конкретного; только на этой фазе исследования становится возможным логически доказать, что она отражает всеобщее, необходимое и, следовательно, существенное отношение данного конкретного.» (В. Н. Тигухин, *Метод восхождения от абстрактного к конкретному в «Капитале» К. Маркса*. Труды Омского с/х ин-та, т. 45, (1961), стр. 105).

⁴⁹ Л. И. Мандельштам, *Полн. собр. трудов*, т. 5, стр. 372.

от старой, классической картины физической реальности к новой, квантовомеханической.

Исторически впервые проблема интерпретации квантовой механики приобрела остроту в связи с начавшейся в тридцатых годах дискуссией между А. Эйнштейном и Н. Бором относительно принципиальных основ квантовой механики⁵⁰. В центре дискуссии стояла проблема физической реальности в качестве основы действительного понимания квантовой теории. Все последующие дискуссии по интерпретации квантовой механики строились на основе дальнейшей конкретизации и детализации мысленного эксперимента, выдвинутого в указанной работе А. Эйнштейна и соавторов. Данный мысленный эксперимент и связанный с ним так называемый парадокс Эйнштейна актуальны и до сих пор являются предметом обсуждения как в Советском Союзе, так и за рубежом⁵¹. Поэтому объяснение парадокса Эйнштейна лежит в основе любой интерпретации квантовой механики. В этом пункте, как в фокусе, концентрируются зародыши всех основных противоречий квантовомеханического объяснения физической реальности. Естественно, что анализ именно этой проблемы позволит наиболее верным способом абстрагировать логически исходный пункт процесса восхождения.

Мысленный эксперимент А. Эйнштейна и соавторов в наиболее простом виде, как он и был сформулирован первоначально, заключается в следующем. В случае двух взаимодействующих между собой микрочастиц точное значение имеют физические величины — разность координат по какой-либо оси ($x_1 - x_2$) и сумма соответствующих компонент импульса по той же оси ($p_1 + p_2$). Это просто следует из коммутативности соответствующих операторов. Допустим, что частицы разошлись. Тогда соответствующее измерение координаты или импульса у первой частицы позволяет на основе законов сохранения установить точное значение x_2 или p_2 для второй частицы. Измерив, например, p_1 и получив соответствующее числовое значение, мы можем определенно утверждать, что вторая частица находится в состоянии с определенным значением импульса p_2 . Но так же определенно мы можем утверждать, что эта же вторая частица находится в состоянии с определенным значением

⁵⁰ «Physical Review», Vol. 48, No. 8, 1935; Vol. 47, No. 10, 1935.

⁵¹ В. П. Бранский, Указ. соч., (см. 2), стр. 124—127; Хр. Я. Христов, указ. соч. (см. 2), стр. 148—150; Г. Я. Мякишев, О «парадоксе» Эйнштейна, Подольского, Розена. В сб.: «Вопросы истории физико-математических наук», изд. «Высшая школа», 1963, стр. 429—438; Д. Бом, Квантовая теория, Физматгиз, М., 1961, стр. 700—713; Сб. «Observation and Interpretation», London, 1957, p. 123—146; «Current Issues in the Philosophy of Science», N. 4, 1961, p. 380—384 and others; D. Bohm, Y. Aharonov, «Nuovo Cimento», vol. XVII, No. 6, (1960); K. R. Popper, The Logic of Scientific Discovery, London, 1959, p. 444—459.

координаты x_2 , ибо вместо измерения импульса первой микро-частицы с таким же успехом можно измерить ее координату и аналогичным образом заключить о состоянии второй микро-частицы как имеющей точно определенное значение координаты x_2 . Данное утверждение основано на предположении, что микро-объекты не взаимодействуют между собой в момент измерения. Это предположение кажется естественным, ибо всегда можно считать, что микрочастицы разошлись достаточно далеко.

Из вышеизложенного следует, что два указанных состояния микрочастицы совместны и характеризуют микрообъект одновременно. Это означает, что микрочастица может в одно и то же время иметь точно определенное значение как импульса, так и координаты. Вывод находится в резком противоречии с квантовой механикой, согласно которой микрообъекту не присущи точные значения координаты и соответствующего импульса одновременно.

Явная формулировка парадокса выражается следующей антиномией: микрообъект может иметь точно определенные значения импульса и координаты одновременно, и он не может в одно и то же время иметь этих значений. Подобные парадоксы играют большую роль в науке, побуждая мысль к дальнейшему движению⁵². Так было и в данном случае. По словам Гейзенберга, интерпретация квантовой механики начинается с парадокса, который заключается в необходимости классических понятий «в квантовой механике, в то время как их применимость в этом случае весьма ограничена»⁵³.

Данное утверждение является лишь более общей формулировкой смысла вышеприведенной антиномии. Нетрудно понять, что сущность парадокса лежит в плоскости проблемы физической реальности — отвечает ли наличие одновременно точных значений координаты и импульса физической реальности, или нет. Поскольку верно последнее, постольку Н. Бор требовал «радикального пересмотра нашего отношения к проблеме физической реальности»⁵⁴.

А. Эйнштейн связывал решение парадокса с выводом о неполноте квантовомеханического описания реальности. Посылками были — определение полноты физической теории и известный критерий физической реальности⁵⁵. Отсюда при добавоч-

⁵² «В истории развития науки большую роль играли противоречия взглядов — парадоксы. Два рода взглядов вступают в конфликт, и он вызывает дальнейшее движение науки вперед, дающее разрешение этого конфликта». (Л. И. Мандельштам, цит. соч. (см. ⁴⁹), стр. 9).

⁵³ В. Гейзенберг, Физика и философия, ИЛ, М., 1963, стр. 25.

⁵⁴ N. Bohr, Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete? "Physical Review", Vol. 48, No. 8, 1935, p. 697.

⁵⁵ Определение полноты: «...каждый элемент физической реальности должен иметь двойника (копию) в физической теории». (A. Einstein,

ном предложении о невозможности физического взаимодействия между микрообъектами в разобранном случае неизбежно следует вывод о неполноте квантовой теории. Первая посылка верна. О критерии Эйнштейна будет сказано несколько далее. Тем не менее ложность вывода следует из несостоятельности добавочного предположения, ибо между микрообъектами существует взаимодействие нового типа, так называемое «несиловое», неизвестное в доквантовой физике⁵⁶. Априорное отрицание какого бы то ни было взаимодействия в данном случае эквивалентно постулированию существования у микрообъектов точных значений импульса и координаты одновременно.

Некоторые физики с самого начала чувствовали неверность объяснения Эйнштейна и искали решение парадокса в форме утверждения о том, что физическая реальность создается субъектом в процессе измерения. При такой постановке вопроса выводы субъективно-идеалистического характера неизбежны: «нет сомнения, что квантовая механика требует от нас рассмотрения реалистического (то есть материалистического). — В. Х.) подхода как принципиально неадекватного»⁵⁷. Философский материализм эти авторы понимали как дело соглашения или выбора со стороны исследователя⁵⁸.

Оригинальную позицию занимал Нильс Бор. Отвечая Эйнштейну, он убедительно показал логическую непротиворечивость и полноту квантовой механики. Согласно Бору дело заключается не в отрицании объективности физических величин, но состоит в «невозможности определения этих величин однозначным образом»⁵⁹. Специфика квантового объекта такова, что

В. Podolsky and N. Rosen, Can Quantum-Mechanical. Description of Physical Reality Be Considered Complete? — "Physical Review", Vol. 47, No. 10, 1935, p. 777). В сокращенном русском переводе (см. УФН, т. 16, вып. 4, 1936) слово «counterpart» переведено как «отражение». Мы сознательно предпочитаем буквальный перевод («двойник» или «копия»), чтобы точнее выразить идею изоморфизма, лежащую, по нашему мнению, в основе определения Эйнштейна. Позже в письме к К. Попперу А. Эйнштейн недвусмысленно заявил: «... полное описание физического состояния необходимо должно быть однозначным (подчеркнуто мною. — В. Х.) описанием». (K. R. Popper, The Logic of Scientific Discovery, p. 459).

Критерий физической реальности: «Если мы можем без какого-либо возмущения системы предсказать с определенностью (то есть с вероятностью равной единице) значение физической величины, то существует элемент физической реальности, соответствующий этой физической величине». (A. Einstein; В. Podolsky, N. Rosen, цит. соч., p. 777).

⁵⁶ См. А. Д. Александров, О парадоксе Эйнштейна в квантовой механике, ДАН СССР, т. 84, № 2, (1952), стр. 253—256; В. А. Фок, Замечания к творческой автобиографии А. Эйнштейна. В сб.: «Эйнштейн и современная физика», Гостехиздат, М., 1956, стр. 84; В. П. Бранский, указ. соч. (см. 2), стр. 124—127.

⁵⁷ W. H. Furry, "Physical Review", Vol. 49, No. 6, 1936, p. 476.

⁵⁸ A. E. Ruark, "Physical Review", Vol. 48, No. 5, 1935, p. 467.

⁵⁹ N. Bohr, Цит. соч. (см. 54), p. 699.

приписывание ему вполне определенных численных значений классических физических величин приобретает смысл только при учете макроусловий определенного типа, в которых микрообъект находится. Именно поэтому Бор вводил в определение физической реальности в качестве существенного элемента полное описание условий всего опыта в целом. Позднее он сформулировал свою точку зрения еще яснее: «... таким атрибутам физических объектов, как положение и скорость материальных частиц и даже электрическая и магнитная напряженности, не может быть придано абсолютное (разрядка моя. — В. Х.) содержание».⁶⁰ Основная идея Н. Бора заключается в утверждении объективной относительности таких свойств объекта, как точно определенное значение количества движения, точно однозначное значение координаты и т. д. В этом смысле, то есть в смысле приобретения физическими величинами точно определенного количественного значения, верно, что «динамические характеристики электрона появляются лишь в результате самого измерения»⁶¹, но отсюда вовсе не следует, что субъект «создает» физическую реальность. Мы имеем дело с существенной относительностью известных в классической физике величин при использовании их для характеристики микрообъекта. В «классике» такие величины считаются абсолютными, по всей природе имеющими точную однозначную количественную определенность. Ситуация вполне характеризуется следующим замечанием Ленина по аналогичному поводу: «... исчезают такие свойства материи, которые казались раньше абсолютными, неизменными, первоначальными ... и которые теперь обнаруживаются, как относительные, присущие только некоторым состояниям материи».⁶²

Необоснованными являются утверждения о том, что якобы «Н. Бор приходит к субъективистскому толкованию реальности, которая трактуется им как зависящая от процесса наблюдения».⁶³ «Субъективизм Бора» не следует ни из его работ 1935 года, ни из того высказывания Н. Бора, которым А. А. Глухова и А. М. Джигкаев обосновывают вышеуказанный вывод.⁶⁴

⁶⁰ N. Bohr, On the Notions of Causality and Complementarity. "Dialectica", Vol. 2, No. 718, 1948, p. 312.

⁶¹ Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц, Квантовая механика. М., Физматгиз, 1963, стр. 16.

⁶² В. И. Ленин, Полн. собр. соч., т. 18, стр. 275.

⁶³ А. А. Глухова, А. М. Джигкаев, Значение ленинского анализа революции в физике для борьбы против «физического» идеализма и механицизма. Изд. ВПШ и АОН при ЦК КПСС, М., 1962, стр. 129.

⁶⁴ Приводим ту часть цитаты из Н. Бора, из которой авторы заключают о «субъективизме» Бора (разрядка принадлежит авторам). Бор утверждает: «необходимость окончательного отказа от классического идеала причинности и радикальный пересмотр наших взглядов на проблему физической реальности. Как мы увидим ... всякий критерий реальности ... будет — как бы осторожной ни казалась его формули-

Также как и в 1935 году, Бор имеет в виду существенную неоднозначность классического критерия физической реальности и требует его «радикального пересмотра» в соответствии с новыми данными квантовой теории. Он подчеркивает существенную непригодность обычной точки зрения «натуральной философии» для описания физических явлений того типа, с которым мы имеем дело в квантовой механике⁶⁵. Не «субъективизм», а существенная относительность макропроявления элементов физической реальности — такова основная идея Бора.

Однако, сказав «А», он на этом и остановился. «Идеалистический ветерок» начинает чувствоваться в рассуждениях Бора только с того момента и постольку, когда и поскольку он ограничивается доказательством непротиворечивости квантовой механики⁶⁶, останавливается перед утверждением стороны абсолютности физических величин. Нежелание Бора углубляться в «метафизическую» проблематику обуславливает недостаточность его философских позиций, причем открывается возможность идеалистических выводов. Действительно, если все физические величины, характеризующие физический объект, лишь относительны, то и сам объект растворяется в «чистой относительности», и его объективное существование становится проблематичным. Следует, однако, со всей силой подчеркнуть, что сам Бор никогда не делал прямых идеалистических выводов о несуществовании микрообъектов «как таковых»⁶⁷.

Основой проблемы является именно онтологическая (а не логическая!) сторона дела. Проанализируем с этой точки зрения эйнштейновский критерий физической реальности. Эйнштейн считает свой критерий применимым как в классическом, так и в квантовомеханическом случае⁶⁸. Однако всякое утверждение о критерии физической реальности должно явно или неявно опираться на свойства самой этой реальности. Каковыми же предполагаются эти свойства в критерии Эйнштейна и находятся ли они в согласии с квантовой механикой?

ровка — содержать существенную неоднозначность, если мы станем его применять к действительным проблемам». (А. А. Глухова, А. М. Джигкаев, указ. соч., стр. 129).

⁶⁵ Н. Бор, Атомная физика и человеческое познание. ИЛ, 1961, стр. 85.

⁶⁶ Характерно в этом отношении следующее заявление Бора по поводу анализируемой проблемы: «Здесь мы, конечно, не можем искать физического объяснения в привычном смысле; все, что мы можем требовать (разрядка моя. — В. Х.) в этой новой области опытных фактов — это устранение всякого, даже кажущегося, противоречия» (Н. Бор, Атомная физика и человеческое познание, стр. 124).

⁶⁷ Это приписывают ему А. А. Глухова и А. М. Джигкаев. См. цит. работу, стр. 128.

⁶⁸ А. Einstein, В. Podolsky and N. Rosen, цит. соч. (см. 55) p. 778.

Если отбросить как несостоятельное утверждение об отсутствии взаимодействия между микрообъектами в рассмотренном случае, то формулировка критерия будет следующей: если можно предсказать точное числовое значение данной величины, то существует соответствующий элемент физической реальности. Но как быть в том случае, если физическая величина не имеет точного числового значения? Ведь в таком случае неправомерны все попытки предсказать это значение. В квантовой механике как раз наблюдается такая ситуация, когда микрообъект, находясь в определенном состоянии, не характеризуется точно определенным значением какой-либо физической величины. Так, если импульс электрона имеет точно определенное значение, то не имеет смысла точное значение соответствующей сопряженной координаты, и наоборот. Слишком поспешным был бы здесь вывод об отсутствии данной физической величины у микрообъекта вообще (в данном случае это означало бы, например, что микрочастице вообще не присущ атрибут пространственности, то есть, что она «нигде не находится»).

Описанная ситуация является фундаментальной для квантовой механики, является теоретически вполне обоснованной и подтверждается на опыте в пределах точности эксперимента. Следовательно, существуют особого рода физические величины, характеризующие специфические свойства квантового объекта.

Логически из существования точно определенных значений физической величины нельзя делать вывода о том, что вообще возможны только такие физические величины. Определенное (числовое) значение физической величины не исчерпывает ее общей природы и сущности. Свойство «быть физической величиной» не тождественно свойству «быть величиной, имеющей в данный момент только одно точно определенное значение». Первое свойство есть более общая определенность и логически не зависит от второго. Это общее, характеризующее физическую величину «как таковую», не существует самостоятельно, но в единстве с единичным. Классическая разновидность такого конкретного единства не исключает существования этого общего в его другой, конкретной, «неклассической» разновидности. Учитывая вышеописанную ситуацию в квантовой механике, мы приходим к основному выводу — физические величины классического типа (то есть такие, которые характеризуются точно определенным значением своего количества в данный момент времени) не исчерпывают всех существующих разновидностей физических величин; существуют такие специфически квантовые физические величины, которые могут не иметь точно определенного количественного значения, а характеризуются другой (так называемой «негеоцентри-

ческой»⁶⁹) формой атрибута количества. С классической точки зрения можно утверждать, что эти величины в одно и то же время характеризуются несколькими точными значениями, или одним, но неопределенным значением. Поэтому в дальнейшем мы будем называть такие величины «многозначными», или «неопределенными» физическими величинами.

В основе критерия Эйнштейна неявно содержится допущение, что существуют физические величины только классического типа. Так, А. Эйнштейн поддерживает мнение, что «(свободная частица) имеет в действительности точно определенную координату и точно определенный импульс», но, как он добавляет далее, «одновременно оба в данном индивидуальном случае не могут быть установлены посредством измерения».⁷⁰ Но, как показано, данное положение не может быть обосновано ни логически, ни экспериментально и противоречит действительному положению вещей в области микромира. Следовательно, неполной является не квантовая, а классическая механика, ибо в последней не находят отражения некоторые новые элементы физической реальности.

Общей предпосылкой критерия Эйнштейна является весьма сильный постулат — реальность такова, что ее всегда можно разложить на точно определенные (в классическом смысле) элементы реальности.⁷¹ Но такая абстракция верна лишь на уровне макромира. Как справедливо отмечает немецкий марксист Г. Клаус, «объективная реальность ... образует единое целое и не распадается на отдельные изолированные области. Многие стороны и области действительности не только отличаются друг от друга, но в том или ином отношении совпадают друг с другом».⁷² В микрообластях «элементы реальности» приобретают противоречивый, «многоликий» характер, и их однозначное классическое определение становится невозможным.

Поскольку положение о существовании особого рода квантовой физической величины является одной из основных идей данной работы, то следует более подробно обосновать «законность» введения соответствующего понятия. «Многозначность» как свойство физических величин имеет своеобразный прецедент в доквантовой физике. Теория относительности открыла величины, характеризующиеся сразу целым набором определенных значений — масса, длина и т. д. Член-корр. АН ЭССР П. Г. Кард уже высказывал данную точку зрения: «... каждая

⁶⁹ «Негеоцентрическим» называется такое содержание атрибута, которое так или иначе отклоняется от всеобщего содержания этого атрибута, «проявляющегося в условиях существования человеческого тела». (См. В. П. Бранский, Движение в микромире, стр. 115 и далее).

⁷⁰ А. Einstein, *Quantenmechanik und Wirklichkeit*. «Dialectica», Vol. 2, No. 3/4, 1948, S. 320.

⁷¹ Д. Бом, Квантовая теория. Физматгиз, 1961, стр. 708—709.

⁷² Г. Клаус, Кибернетика и философия. ИЛ, 1963, стр. 65.

такая величина может быть охарактеризована бесконечным комплексом ее значений, причем каждое значение соответствует определенной инерциальной системе». ⁷³ Последнее весьма существенно — в одной определенной инерциальной системе каждая такая величина все-таки однозначна и в каждый момент времени имеет только одно определенное значение. Но в силу равноправности всех инерциальных систем вполне обосновано рассмотрение всей совокупности данных значений как существующих одновременно, то есть совместно (а не в смысле одновременности в обычном значении этого слова.) ⁷⁴

Квантовая механика в этом отношении более радикальна. Утверждение о том, что, например, масса индивидуального объекта как физическая величина имеет «сразу» несколько значений, относится не к совокупности систем отсчета, а к одной системе. В квантовой механике слову «сразу» следует придать обычный смысл одновременности, что, безусловно, не только непривычно, но даже кажется логическим абсурдом.

С новыми физическими величинами мы имеем дело каждый раз, когда описываем результаты мысленно прерванного на второй стадии опыта в терминах вероятности. ⁷⁵ Так, в опыте Штерна-Герлаха по расщеплению пучка электронов в магнитном поле в начальный момент (при выключенном магнитном поле) нельзя утверждать, какое значение имеет спин электрона: $+\frac{1}{2}$ или $-\frac{1}{2}$. Спиновая функция покрывает оба соответствующие состояния. Спин электрона в этом смысле «неопределен», имеется лишь определенная вероятность (потенциальная возможность) того или иного точно определенного значения спина. Пример характерен тем, что показывает неприменимость к специфически новым физическим величинам, не имеющим классического аналога, атрибута «определенное количество».

Отсюда следует вывод первостепенной важности о том, что квантовомеханическая вероятность связана с особыми свойствами первичных элементов физической реальности, неизвестных в «классике». Понятие вероятности в квантовой механике фундируется свойством многознач-

⁷³ Р. Кагд, цит. соч. (см. 17), lk. 85.

⁷⁴ Вышеуказанное разъяснение данной точки зрения принадлежит самому П. Г. Карду, которому автор выражает свою глубокую благодарность.

⁷⁵ Однако абсурд лишь кажущийся. С открытием квантовой физической величины человечество не попало в то отчаянное положение, которое описывается в одной из фантастических повестей: «Мир общепринятых представлений в каждом человеке был взорван. Осколки логики и причинности черными хлопьями кружились в растерянных мозгах человечества.» (М. Емцов, Е. Парнов, Уравнение с бледного Нептуна. Изд. «Молодая гвардия», 1964, стр. 113.).

⁷⁶ О разбиении эксперимента и о значении мысленно прерванных опытов в квантовой механике см. В. А. Фок, Об интерпретации квантовой механики, стр. 222—223.

ности, или «неопределенности» квантовой физической величины.

В известной мере обосновано утверждение американского физика М. Чапека о том, что на микрофизическом уровне не имеет смысла утверждение о точном значении энергии, координаты и скорости микрочастицы.⁷⁷ Советский философ В. Н. Веселовский квалифицирует данное утверждение как абсолютно ложное.⁷⁸ При этом автор ссылается на Д. И. Блохинцева, который пишет, что в квантовой механике «энергия есть величина, которая в данный момент времени может (подчеркнуто мною. — В. Х.) иметь вполне определенное значение.»⁷⁹ Это действительно так, и в этом отношении утверждение М. Чапека ошибочно. Но из того факта, что энергия может иметь определенное значение, не следует, что она не может иметь неопределенного значения в другой момент времени или в других условиях. Мы вовсе не утверждаем, что в квантовой механике физические величины обязаны всегда быть «неопределенными». Специфика квантовомеханических свойств микрообъектов такова, что физические величины квантовой механики могут выступать как в классическом, определенном, так и в квантовомеханическом, «неопределенном» виде, и даже в виде некоторого единства того и другого, как будет показано далее. В частности, микрообъект может находиться в таком состоянии, что он не характеризуется точно определенным значением энергии.⁸⁰

⁷⁷ М. Чапек, *The Philosophical Impact of Contemporary Physics*. Princeton, 1961, p. 322.

⁷⁸ В. Н. Веселовский, *Философское значение законов сохранения материи и движения*. Изд. «Мысль», 1964, стр. 64.

⁷⁹ Д. И. Блохинцев, *Основы квантовой механики*. Изд. «Высшая школа», 1963, стр. 461.

⁸⁰ В общем случае многозначность физической величины «энергия» в квантовой механике доказывается в фундаментальной монографии Э. Кембля (E. C. Kemble, *The Fundamental Principles of Quantum Mechanics with Elementary Applications*, New York, 1958), где данной проблеме посвящен специальный параграф. Вывод о неопределенности энергии у частицы при описании при помощи волновой функции автор указанной монографии трактует как «естественное и логическое» заключение из всей системы квантовомеханического описания реальности. (Там же, p. 56). Существование состояний микрообъекта с неопределенным значением энергии доказывает также американский философ науки П. К. Фойерабенд. (P. K. Feiglabend, «Current Issues in the Philosophy of Science», p. 372—374).

Немецкий марксист Г. Гёрц, специалист в области философских проблем квантовой механики, считает представление о точном значении энергии в данный момент времени весьма сильной абстракцией, аналогичной абстракции геометрической точки. Согласно Г. Гёрцу микрочастица вообще не может иметь точного значения энергии в данный момент времени. На этом основании соотношение неопределенностей энергия — время трактуется немецким философом полностью аналогично такому же соотношению для координаты и импульса. (См. H. Hörz, *Atome—Kausalität—Quantensprünge*. Berlin, 1964).

В. Н. Веселовский считает, что с признанием существования физических величин с «неопределенным» значением количества рушатся законы сохранения и, в частности, закон сохранения энергии. Эти опасения неосновательны. Закон сохранения энергии как закон сохранения определенных количеств не теряет свою силу в квантовой механике, поскольку она оперирует количествами классического типа. Замечательно, что мы как раз вступим в противоречие с данной классической формулировкой закона сохранения энергии, если будем предполагать, что микрообъект всегда характеризуется точным значением энергии. Это со всей очевидностью показано П. К. Фойерабендом на примере прохождения микрочастицы сквозь потенциальный барьер.⁸¹

Кроме того, можно предполагать, что классическая формулировка закона сохранения энергии не является абсолютной, но лишь относительна, подобно тому, как лишь приблизительно верной оказалась классическая формулировка закона причинности. Можно предположить существование законов сохранения для неопределенных количеств, ибо количество как атрибут действительно не может исчезнуть. Намек на существование такого «негеоцентрического» закона сохранения можно усмотреть в факте сохранения «потенциальных возможностей», характеризующих состояние микрообъекта. Это сохранение находит свое выражение в учете постоянства нормировки волновой функции при квантовомеханических расчетах.

Акад. Мандельштам в свое время предупреждал о том, что ни в коем случае нельзя рассматривать физические величины квантовой механики как тождественные с соответствующими величинами классической физики. Так, отмечалось, что входящий в уравнения квантовой механики символ x не есть обычная классическая координата, но, по выражению Л. И. Мандельштама, «квазиордината».⁸² То же самое относится к понятию импульса и ко всем другим физическим величинам.

Может возникнуть вопрос, как понимать тот факт, что квантовый объект, имеющий в принципе возможность согласно законам квантовой механики локализоваться в точке, тем не менее может находиться в состоянии с «неопределенным» или «многозначным» значением координаты. Классическая частица, разумеется не может находиться сразу во многих частях пространства.⁸³ Однако свойства макропространства иные, чем

⁸¹ Р. К. Feynabend, Цит. соч., р. 382—383.

⁸² Л. И. Мандельштам, Цит. соч. (см. ⁴⁹), стр. 355.

⁸³ Представляет интерес аргументация И. Канта: «...быть одновременно во многих местах абсолютно невозможно, так как различные места находятся вне друг друга, и потому то, что находится во многих местах, находится вне самого себя и вне его присутствует то, что в нем содержится.» (И. Кант, Соч., т. 2, изд. «Мысль», 1964, стр. 418). Парадоксальное «на-

свойства пространства в микрообластях. Так, известно, что каждая элементарная частица как бы «составлена» из всех других элементарных частиц. Например, мезон состоит из виртуальной пары нуклонов, что с обычной точки зрения означает содержание целого в его части. Пространственная определенность микрочастицы не может быть выражена приписыванием ей точного места локализации (в случае состояния с точным значением импульса). Но в то же время неверным является и представление о «размазанности» микрочастицы по некоторой области пространства наподобие классической волны. Убедительное обоснование этого удивительного факта дано В. Гейзенбергом. Немецкий физик приходит к выводу: «... Наглядное изображение элементарной частицы в виде облака материи с определенным распределением плотности основано на иллюзии о применимости понятия «координата».⁸⁴ Разумеется, неприменимость классических представлений о пространстве не означает утраты материальным объектом атрибута пространственности вообще. Электрон все-таки движется в пространстве и во времени. Но количественная определенность соответствующих атрибутов и физических величин принимает совершенно новый, негеоцентрический характер. Именно поэтому парадоксальное утверждение о том, что индивидуальный фотон при опыте интерференции «находится частично в одном, частично в другом пучке»⁸⁵, имеет определенный смысл.

Если считать квантовую физическую величину за первичный элемент нового вида физической реальности, то естественно ожидать изменения всей физической картины мира. Квантовая механика в единстве с адекватной интерпретацией закладывает, по словам Л. И. Мандельштама, основы «нового физического мировоззрения».⁸⁶ Поэтому за исходный пункт спо-

хождение вне самого себя» оказывается не столь абсурдным в микромире, где понятия части и целого теряют свой привычный смысл. Кстати, сам Кант говорит там же о «нелокальном» или «виртуальном» существовании во многих частях пространства одновременно, но рассматривает такую возможность только в качестве свойства бога, то есть с идеалистической точки зрения.

⁸⁴ В. Гейзенберг, Боровская интерпретация квантовой теории и физика элементарных частиц. В сб.: «Развитие современной физики», «Наука», 1964, стр. 67.

⁸⁵ П. А. М. Дирак, Принципы квантовой механики. Физматгиз, М., 1960, стр. 24.

⁸⁶ «... структура самой картины (квантовой теории. — В. Х) весьма отлична от классики, и утверждение, что мы имеем здесь, дело с новым физическим мировоззрением, вряд ли можно считать преувеличением». (Л. И. Мандельштам, цит. соч., стр. 402). По существу то же самое утверждает Гейзенберг: «самые большие изменения в представлениях о реальности произошли именно в квантовой теории; новые идеи атомной физики сконцентрированы и, так сказать, выкристаллизованы в той окончательной форме, которую приобрела наконец квантовая теория» (В. Гейзенберг, Физика и философия, стр. 10).

соба восхождения при логическом воспроизведении системы интерпретации квантовой механики следует брать понятие физической величины в ее двух разновидностях — классической и квантовой. Далее нашей задачей является исследование соотношения абсолютности и относительности в этой «клеточке».

§ 3. Развертывание моментов абсолютности и относительности в интерпретации квантовой механики

3.1. Различие абсолютной и относительной сторон физической величины

В классике точная количественная определенность кажется присущей физической величине «самой по себе» и неотделимой от ее природы. Поэтому все физические величины считаются только таковыми. С философской точки зрения здесь заложено начало движения системы понятий абсолютности-относительности в виде первоначального понятия «все», которое в данном случае выражает тождественность и неразличимость моментов абсолютности и относительности. Следовательно, на этом этапе нет смысла говорить об абсолютности или относительности как моментах количественной определенности физической величины. Неразличимость абсолютного и относительного на первоначальном этапе исследования носит характер общей гносеологической закономерности. Б. М. Кедров отмечает иллюзию отождествления первоначально открытой стороны явления со всей сущностью в целом в естествознании 17—18 веков: «... сначала ничего не было известно о сущности данного явления; ... поэтому так и напрашивалась мысль, что это «что-то» и есть все...»⁸⁷

Однако, как выяснилось, наряду с классическими физическими величинами существуют аналогичные квантовомеханические «квазивеличины», не характеризующиеся точно определенным значением атрибута количества в классическом смысле. Анализируя эти две разновидности физических величин, можно выделить некоторый общий момент, который может быть определен как абстракция физической величины вообще, физической величины «как таковой». Поскольку остается открытым вопрос, в какой форме реально существует квантовый аналог классической величины с точки зрения своего собственного негеоцентрического мира, постольку на данном уровне познания понятие квантовой физической величины (в силу указанного гносеологического эффекта) тождественно абстракции физической величины вообще. Поэтому исходным пунктом процесса восхождения является понятие реальной физической величины

⁸⁷ Б. М. Кедров, О соотношении форм движения материи в природе. В сб.: «Философские проблемы современного естествознания», М., 1959, стр. 158.

с ее двумя сторонами — точной числовой определенностью и количественной определенностью вообще. Первая сторона полностью отражается в понятии классической физической величины, а вторая — в основном известном свойстве квантовой физической величины — в ее многозначности, неопределенности.

В соответствии с общим процессом становления категорий «абсолютное» и «относительное», сущность первого порядка (представление о существовании только классического вида величин) распалась на два момента — относительный и абсолютный. Это различие проводится в количественной определенности физической величины, в атрибуте количества. Как уже отмечалось, впервые Н. Бор установил неабсолютный характер «обычных классических атрибутов» физики. Определенные значения физических величин не характеризуют микрообъект сам по себе, но являются отношениями между микрочастицей и прибором⁸⁸. Бывшая до сих пор «абсолютной», классическая физическая величина оказывается лишь относительной стороной реальной физической величины, ее макропроявлением.

В силу взаимности всякого отношения, его результат не существует самостоятельно в отрыве от одной из сторон соотношения⁸⁹. Поэтому можно говорить о «существовании» динамических характеристик электрона в процессе измерения. Микрообъект характеризуется определенным значением физической величины только в том случае, если он взаимодействует с определенного типа внешними условиями, частным случаем которых является прибор.

Сторона относительности физической величины как начальный момент для другого в развитии исследуемой системы категорий конкретизируется в квантовой механике в виде известного принципа относительности к средствам наблюдения, выдвинутого акад. Фоком в качестве основополагающего принципа квантовой механики. Существо проблемы сводится к анализу взаимодействия объекта с прибором классического типа. «Классичность» прибора есть его неотъемлемое свойство и заключается в том, что «состояние» средства наблюдения всегда однозначно определено и, следовательно, допускает классическое описание⁹⁰. Когда квантовая система

⁸⁸ Ученик Бора, известный физик Л. Розенфельд, определенно утверждает, что логическая функция классических понятий состоит в том, чтобы «выражать отношения между системами и соответствующими аппаратами целиком классического характера». (L. Rosenfeld, *Misunderstandings about the Foundations of Quantum Theory. «Observation and Interpretation»*, p. 421).

⁸⁹ «...отношение одной вещи к другой есть отношение этих двух вещей между собой, и о нем нельзя сказать, что оно принадлежит той или другой из них». (К. Маркс и Ф. Энгельс, *Соч.*, т. 26, часть 3, стр. 143).

⁹⁰ В. А. Фок, *Об интерпретации квантовой механики*, стр. 219.

взаимодействует с классической системой, обладающей такими свойствами, то результат, в силу развития лавинных процессов на последней стадии эксперимента, является всегда макроскопическим и точно определенным (определенное положение стрелки прибора, точное положение пятна на фотопластинке). Отсюда делается вывод о вполне определенном значении измеряемой физической величины микрообъекта. Так как микрообъект не всегда имеет эти определенные значения, то они естественно выступают в качестве относительных к определенному типу внешним условиям. Таким образом, принцип относительности к прибору имеет основой относительную природу точного значения физических величин.

Момент для другого не существует самостоятельно, но требует обоснования в своей противоположности, выражаемой понятием в себе. Гегель отмечал, что существующее в отношении «не стоит само по себе, а есть лишь в другом, но в этом другом оно есть соотношение с собою, и отношение есть единство соотношения с собою и соотношения с другим».⁹¹ Наличие момента относительности в отношении не исключает, а предполагает сторону абсолютности. Действительно, точное значение физической величины есть отношение. Но это есть отношение квантового объекта к прибору и, следовательно, в определенной мере характеризует микрообъект сам по себе и предполагает некоторую абсолютную сторону в качестве основы отношения. Этот второй момент отношения в данном случае олицетворяется абстракцией количественной определенности вообще в противоположность определенному количеству. Физическая величина раскрывается в различии относительного момента определенной количественности и абсолютной стороны количественной определенности вообще. Определенное количество классического типа является одной из относительных форм, посредством которых реализуется сторона абсолютности количества вообще.

Соответствующие исследования приводят к выводу, что реальное количество имеет две стороны — абсолютную и относительную, выражаемые в понятиях величины и числа соответственно.⁹² Для квантовой физической величины относительная сторона количества, выражаемая определенным числовым значением, как бы снята. Физическая величина характеризуется другой относительной формой численности, представляющей дальнейшее развитие понятия числа.

Квантовая физическая величина не есть определенная (в классическом смысле) величина. Классическая однозначность

⁹¹ Гегель, Соч., т. 1, М.—Л., 1930, стр. 226.

⁹² См. Э. А. Мариничев, Основные этапы развития понятия количества и некоторые вопросы критики «математического идеализма». Автореферат кандидатской диссертации, ЛГУ, 1963, стр. 12.

здесь отсутствует, но количественная определенность вообще сохраняется, только со стороны численности новая физическая величина приобретает новый, негеоцентрический вид. Так, «квазиордината» электрона не характеризуется одним числовым значением, но количественная определенность соответствующего атрибута пространственности сохраняет как абсолютную, так и относительную стороны, только последняя не выражима одним числом.

В силу этого совершенно несостоятельным является заявление М. Чапека, что количественная точка зрения на физическую реальность в микрофизике якобы является вообще ошибочной, и поэтому «понятие количества любого рода теряет свою адекватность на субатомном уровне». ⁹³ Количественный подход к описанию физической реальности со времен Галилея справедливо считается основой успехов физической науки. ⁹⁴ В квантовой механике он получает свое дальнейшее развитие, но с некоторыми модификациями, отражающими углубление нашего понимания атрибута количества. (Так, вместо чисел вводятся новые математические образы — операторы, характеризующиеся сразу целым набором числовых значений).

Следствием онтологической негеоцентричности атрибута количества на микроуровне является отсутствие в каждый момент у микрообъекта точных значений импульса и координаты. Этим обуславливается бестраекторный, «регенеративный» ⁹⁵ характер его движения, что находит выражение в принципе неопределенности в квантовой механике. Смысл принципа неопределенности состоит в отрицании того, что микрообъекту всегда присущи точные значения координаты и соответствующего импульса, но одновременно также в утверждении присутствия данных физических характеристик микрочастице только в особом «неопределенном» виде. Это значит, что принцип основан в конечном счете на том факте, что квазиордината и квазиимпульс теряют относительную классическую сторону количественной определенности, но сохраняют сторону абсолютности количественной определенности вообще. Принцип неопределенности имеет своей основой сохраняющийся момент абсолютности квантовой механической физической величины. Тем самым логически связываются между собой два фундаментальных принципа квантовой механики — принцип относительности к при-

⁹³ М. Сареk, цит. соч. (см. 77), p. 325.

⁹⁴ Н. Бор считал количественный подход «прочной основой» новейших успехов физики. (Н. Бор, Атомная физика и человеческое познание, стр. 139). М. Борн характеризует количественный способ как «главную черту объективного подхода». (М. Борн, Эйнштейновская теория относительности, стр. 110).

⁹⁵ См. Я. И. Френкель, Понятие движения в релятивистской квантовой теории. ДАН СССР, т. 64, № 4, (1949), стр. 508.

бору и принцип неопределенности. Эти принципы уже не стоят в чисто внешнем отношении друг к другу в качестве теоретических выводов из совокупности опытных фактов, но допускают понимание с единой точки зрения — они связаны понятием физической величины: один как следствие ее относительной стороны, а другой — как следствие абсолютной стороны.

Неверное понимание абсолютности и относительности физических величин в квантовой механике наблюдается в двух планах — в плане отрицания момента абсолютности и в плане отождествления стороны для другого с субъективностью. На этой основе делаются далеко идущие субъективно-идеалистические выводы. Немецкий физик Вейцзеккер, аргументируя в первом плане, недвусмысленно отрицает какую бы то ни было абсолютную сторону физических величин: «Имеются, стало быть, такие величины, которые, правда, могут быть измерены, но для которых нельзя предполагать, что они имеют, когда их не измеряют, непременно все-таки какое-либо значение «в-себе»». ⁹⁶ Далее автор отождествляет это «несуществующее в-себе» с объективной реальностью и отсюда быстро получает знаменитый вывод о «необъективности» в квантовой механике (*Nichtobjektivierbarkeit*). В рассуждении автора нетрудно заметить сразу две ошибки: необоснованно отрицается существование абсолютного и, что совершенно недопустимо, абсолютное отождествляется с объективным. На основе подобных «доводов» можно, разумеется, с легкостью критиковать «несуществующую» объективную реальность «метафизиков». Легковесность и поверхностность такой критики отмечалась философами-марксистами. ⁹⁷

Второй план является типичным при фальсификации проблем интерпретации квантовой механики в позитивистском духе. Ход рассуждений довольно прост. Считается, что все физические величины микрочастиц являются чисто относительными и существующими только «для нас». ⁹⁸ На этом основании объявляются «метафизикой» утверждения об объективном существовании каких бы то ни было элементов физической реальности и даже микрообъектов. Микрочастицы признаются существующими лишь «постольку, поскольку они наблюдаемы». ⁹⁹

⁹⁶ C. F. v. Weizsäcker, *Zum Weltbild der Physik*, Stuttgart, 1957, S. 284—285.

⁹⁷ H. Korch, *Zur Kritik des physikalischen Idealismus C. F. v. Weizsäckers*, Berlin, 1959.

⁹⁸ Так, Л. Розенфельд допускает отождествление объективного момента абсолютности с субъективностью, когда определенно материалистическое утверждение Клаузиуса о закономерностях теплоты «самой по себе» (by itself) толкует в том духе, что Клаузиус «разумеется» имел в виду явление теплоты как мы его наблюдаем» (подчеркнуто мною. — В. Х.). См. L. Rosenfeld, *Nature*, vol. 190, No. 4774, (1961), p. 386.

⁹⁹ N. R. Hanson, *The Concept of Positron*, Cambridge, 1963, p. 95.

Физическая реальность сводится к непосредственно наблюдаемому, а моменты абсолютности объявляются «ни в каком смысле» не действительными, так как они якобы «не составляют верифицируемых путем наблюдения утверждений квантовой физики».¹⁰⁰ Все это выдается за сущность (core-meaning) копенгагенской интерпретации квантовой механики. Неудивительно, что этот термин оказывается в сильнейшей степени дискредитированным.

В целях отмежевания от указанных философских выводов в советской литературе вместо термина «копенгагенская» предлагается термин «обычная» («общепринятая» или «вероятностная») интерпретация. Этим термином обозначается то толкование квантовой механики, которое образует здоровую физическую сущность копенгагенской интерпретации, созданной в основном усилиями Н. Бора.

3.2. Физическая величина как единство абсолютного и относительного. Оператор.

На первоначальном этапе восхождения стороны абсолютности и относительности находятся в отношении различия. Однозначная количественная определенность и количественная определенность вообще распределены по разным физическим величинам. Первое свойство характерно для классической физической величины, а второе — для соответствующих квантомеханических аналогов. Такая разделенность абсолютности и относительности предполагает наличие некоторого третьего момента единства, по отношению к которому данные моменты выступают как «неистинные» и несамостоятельные стороны.¹⁰¹ Действительно, абсолютная и относительная стороны определенности атрибута количества выступают лишь как стороны самостоятельного элемента физической реальности — особого рода физической величины, обладающей как классическими, так и специфическими квантовыми свойствами. В математическом аппарате квантовой механики такого рода величины характеризуются операторами. Действительно, оператор как математический объект отражает двойственность количественной определенности — с одной стороны, он характеризуется точно определенными числовыми значениями, с другой стороны, он имеет одновременно целый спектр этих так называемых собственных значений. Итак, здесь в едином математическом образе отражены две различные стороны физической величины. В дальнейшем будет показано, что в математических свойствах оператора находят свое отражение также и качественные специфика физических величин квантовой механики. Поэтому оператор следует рассматривать как математи-

¹⁰⁰ Там же.

¹⁰¹ См. В. П. Бранский, Движение в микромире, стр. 109.

ческий образ особого рода физической величины, характеризующейся своеобразным «сплавом» классических и квантовомеханических свойств.

Подразумеваемое под понятием «сплава» определенное единство ранее разделенных свойств дает основание считать «оператор» более развитым элементом физической реальности, чем собственно квантовомеханическая физическая величина. Мы впервые имеем дело с удивительным, «кентаврообразным» (по выражению М. А. Маркова) элементом физической реальности, столь характерным для квантовой механики. «Кентаврообразность» особого рода физической величины, отображаемой при помощи оператора, заключается в том, что она характеризуется свойством многозначности, но может в определенных условиях выступать в качестве имеющей только одно определенное значение. Новый элемент физической реальности выступает как бы промежуточным между классической и квантовомеханической физическими величинами. Он обладает «гибридными» свойствами — классической однозначностью в качестве относительного момента и квантовомеханической многозначностью в качестве общего, абсолютного момента.

Авторам, отрицающим за оператором определенный физический смысл, можно возразить, что своими колоссальными успехами квантовая механика обязана именно введению операторов вместо физических величин классической физики. Одним из основных критериев того, что понятиям теории соответствует эквивалент в реальности, является роль данного понятия в обосновании всей соответствующей теоретической системы. Если понятие данной физической величины имеет большое значение для обоснования данной физической теории, то «эту величину с большой степенью вероятности нужно считать реальной, независимо от уровня ее абстрактности»¹⁰² в математическом аппарате. Действенность оператора в обосновании квантовой механики и тем самым в утверждении нового вида физической реальности является веским доводом в пользу того, что данный математический образ не есть просто удобное средство описания, но отражает определенный элемент реальности.¹⁰³

¹⁰² Р. Кард, цит. соч. (см. 17), лк. 86, резюме.

¹⁰³ Н. Г. Чернышевский отмечал: «...самый верный признак реальности — дельность.» (Н. Г. Чернышевский, Что делать? Гос. изд. худ. лит-ры, М., 1951, стр. 157). Поэтому нам кажется слишком поспешным вывод: «Искать на земном шаре географическую сетку или в квантовых процессах операторы явно нелепо.» (В. С. Готт, А. Ф. Перетурин, О методологической основе характеристики принципов «запрета» в физике. «Философские науки», 1964, № 3, стр. 47). Авторы правы в том отношении, что нельзя непосредственно приписывать реальность математическим абстракциям. Однако они не правы, когда возражают против отыскивания реального эквивалента математической абстракции оператора. Относительно «географической сетки» имеется убедительная критика А. Д. Александровым идеа-

Основным аргументом против физической реальности величины, отображаемой оператором, служит утверждение о том, что эту физическую величину якобы невозможно измерить («верифицировать на основе наблюдений», — по терминологии позитивистов). Однако это не совсем так. Элементы квантово-механического вида физической реальности измеримы и могут быть обнаружены экспериментально. Другое дело, что это есть особое, неполное «обнаружение», ибо при измерении всегда получается описание в терминах классической физики. Налицо факт неполной проявляемости элементов реальности качественно иной онтологической природы в макромире. В. П. Бранский показал, в чем в общем случае заключается причина этого так называемого дисперсионного эффекта¹⁰⁴.

В силу классического характера прибора, в результате эксперимента получается всегда в принципе точно определенное значение измеряемой физической величины. Абсолютное свойство многозначности проявляется в этих относительных формах, но не исчерпывается каждым из определенных значений в отдельности. Подтверждается диалектический тезис о том, что абсолютное полностью выражается только бесконечной совокупностью своих относительных «видов» и реально существует только в относительном и посредством относительного. Следовательно, не существует стороны «чистой» абсолютности физической величины в качестве некоторой самостоятельной сущности. Поэтому безнадежны попытки непосредственно усмотреть сторону абсолютности элементов нового вида физической реальности в свободном от стороны относительности, «чистом» (к тому же чувственно постигаемом) виде.

листа Эддингтона, который считал «географическую сетку на земном шаре» чистой абстракцией и лишь удобным средством описания. (См. А. Д. Александров, Философское содержание и значение теории относительности. В сб.: «Философские проблемы современного естествознания», изд. АН СССР, 1959, стр. 100—101). Подобно тому как координатной сетке соответствует определенный элемент реальности, так и за математическим понятием оператора следует видеть ту физическую величину, образом которой он является. Следовательно, в определенном смысле искать операторы в квантовых процессах вовсе не нелепо.

Знаменательно, что именно представители позитивизма настаивают на том, что оператор есть только «математический инструмент, который мы используем для связывания представляемых им физических сущностей — собственных функций и собственных значений.» (H. Reichenbach, *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, Berkeley, 1946, p. 73). Выходит, что физически реальные только собственные значения, но не сама физическая величина нового рода в качестве единства абсолютной и относительной сторон. Линия на отрицание абсолютного проводится сторонниками позитивизма весьма последовательно, что, однако, не гарантирует ее истинности. Наоборот, ложной является основная тенденция позитивизма — считать реальностью только непосредственно наблюдаемое, а сущность и абсолютное трактовать в качестве несуществующего крючка, на котором подвешены все относительные свойства.

¹⁰⁴ В. П. Бранский, Движение в микромире, стр. 142.

Относительность точных значений физических величин и необходимость проявления абсолютной стороны многозначности через указанные относительные значения является одной из причин того, что принципиально невозможно предсказать однозначно исход индивидуального опыта над микрообъектом. Так, нельзя предсказать с достоверностью, в какую точку экрана попадет движущийся электрон¹⁰⁵, ибо ему самому по себе до локализации не присуще точное значение координаты. Такое точное значение не характеризует адекватно атрибут пространственности микрообъекта. Неадекватность в определенной мере снимается указанием на статистическую закономерность в распределении мест попадания на экран. Эта закономерность реализуется лишь в результате достаточно большого количества индивидуальных опытов, вся совокупность которых только и может служить основанием для заключения об особых свойствах атрибута пространственности в данном случае.

При обосновании статистичности квантовой механики следует исходить из свойства многозначности физических величин. Здесь мы подходим к центральному и наиболее трудному вопросу интерпретации квантовой механики — к проблеме измерения. Не претендуя на решение проблемы, мы ограничимся только постановкой вопроса с развиваемой здесь точки зрения, в частности, с учетом специфических свойств физических величин на уровне микромира: Проблема заключается в следующем: как объяснить с точки зрения квантовой механики существенную непредсказуемость фактически вполне точно определенного результата измерения некоторой физической величины?

Весьма распространенной является точка зрения, что при определении причин исхода индивидуального опыта необходимо учитывать микроструктуру прибора, взаимодействующего с микрообъектом. При этом различаются два принципиально различных подхода. Во-первых, считается, что как микрообъекту, так и структурным элементам прибора на уровне микромира можно приписать точно определенные значения координат и импульсов. Статистичность является результатом нашего неполного знания и входит в квантовую механику на тех же основаниях, как в случае термодинамики. Бесперспективность этой точки зрения «скрытых параметров» классического типа, на наш взгляд, твердо установлена. Во-вторых, предполагается, что при анализе процесса взаимодействия микрообъекта с прибором микроструктура последнего учитывается тем, что мы должны описывать прибор при помощи квантовомеханических понятий¹⁰⁶. Однако при этом упускается из виду, что, описывая

¹⁰⁵ См. В. Л. Гинзбург, Памяти Нильса Бора. В сб.: «Развитие современной физики», изд. «Наука», М., 1964, стр. 31.

¹⁰⁶ См., например, Ю. М. Ломсадзе, Замечания к физическому

прибор квантовомеханически, мы только переносим границу между микрообъектом и прибором еще на один шаг дальше — необходим какой-либо третий регистрирующий инструмент для того, чтобы фиксировать и описать макроскопический результат опыта. Таким образом, проблема не решается включением описания прибора в квантовомеханический анализ ситуации. Ленинградский физик Н. С. Крылов правильно заметил, что в этом случае «... привлекая внешнюю среду для обоснования статистических свойств системы, мы просто переносим трудности в другое место — в определение вероятностной характеристики действия внешней среды»¹⁰⁷.

Представления о микроструктуре прибора не играют решающей роли в объяснении процесса измерения, ибо прибор только тогда отвечает своему назначению, если допускает классическое описание. Этот факт неоднократно подчеркивал Н. Бор¹⁰⁸.

Решение проблемы измерения и обоснования статистики в квантовой механике следует, на наш взгляд, искать в самой природе физической реальности на уровне микромира. Проблема остается открытой, потому что, как верно отметил Ю. В. Сачков, «в современной физике еще не выработались физические величины, которые позволили бы достаточно полно понять характер волновых свойств микрочастиц и выразить их первоначальную статистику.»¹⁰⁹ При поисках таких величин необходимо учитывать существенную негеоцентричность их количественной определенности. Суть дела заключается в том, что микрообъект «сам по себе» не характеризуется физическими величинами, имеющими точно определенное значение. Последние являются «скрытыми параметрами» классического типа. Новые физические понятия не могут быть результатом старых классических представлений.

Как показывают новейшие исследования¹¹⁰, теория измерения может быть описана в рамках квантовой механики с учетом классического характера прибора математически строго и непротиворечивым образом. Затруднения возникают только при интерпретации теории на физическую реальность. Нам кажется, что представление об элементах физической реальности, обла-

смыслу волновой функции. Сб. «Некоторые проблемы современной физики ядра и элементарных частиц», № 1, изд. Ужгородского гос. ун-та, 1957, стр. 150—157.

¹⁰⁷ Н. С. Крылов, Работы по обоснованию статистической физики. Изд. АН СССР, М.-Л., 1950, стр. 147.

¹⁰⁸ Еще в 1948 году он отмечал: «... при спецификации экспериментальных условий мы можем с очень высокой степенью приближения пренебрегать молекулярным строением измерительных инструментов.» (N. Bohr, *On the Notions of Causality and Complementarity*, p. 315).

¹⁰⁹ В сб.: «Проблема причинности в современной физике», изд. АН СССР, М., 1960, стр. 297.

¹¹⁰ См. J. M. Jauch, *The Problem of Measurement in Quantum Mechanics*, "Helvetica Physica Acta", Vol. 37, fasc. 4/5, 1964.

дающих как классическими, так и квантовомеханическими свойствами, может служить исходным пунктом в интерпретации математической теории измерений в квантовой механике.

Утверждением о «кентаврообразном» характере элемента физической реальности, представляемого оператором, отмечается второй этап в развертывании абсолютности и относительности в интерпретации квантовой механики. Поскольку здесь достигнуто определенное единство абсолютного и относительного, постольку естественно заключить, что достигнут момент, соответствующий понятию для себя в философском плане. Дальнейшее развитие противоположностей из непосредственного единства в понятии оператора к развернутому определению абсолютного на более высоком этапе состоит в конкретном анализе квантовомеханических категорий с целью приведения их в логически последовательную схему. В дальнейшем излагается результат этого анализа с точки зрения последовательного развития противоречивых тенденций, заложенных в установленном элементе нового вида физической реальности.

Квазиклассические физические величины, так же как и классические, отличаются друг от друга качественно. Наиболее ярко это отличие подчеркивается тем, что данная физическая величина измеряется прибором только вполне определенного типа. Величины квантовой механики делятся на измеримые приборами импульсо-энергетического типа, существенной частью которых является подвижный элемент, и на измеримые при помощи приборов типа пространственно-временной локализации, существенная часть которых фиксирована в лабораторной системе координат. Приборами первого типа измеряется, например, импульс, а второго — координата микрочастицы. Все так называемые канонически сопряженные величины не могут быть точно измерены одновременно с практической точки зрения потому, что требуются приборы разного типа, несовместимые при процедуре одного измерения. Основой такого специфического положения дел является тот факт, что точные значения различных физических величин являются относительными к внешним условиям вполне определенного типа. Условия могут оказаться несовместимыми¹¹¹. Следовательно, соответствующие величины не могут принимать точных значений совместно.

Нетрудно заметить, что мы имеем дело с дальнейшей детализацией принципа относительности к прибору. Первый аспект — относительность точного значения физической величины — уже рассмотрен. Эта относительность обусловлена классическим характером прибора. Второй аспект, который выяв-

¹¹¹ В. А. Фок, Квантовая механика. В кн.: «Физический энциклопедический словарь», т. 2, М., 1962, стр. 315, лев. колонка.

ляется только сейчас, обусловлен фактом деления приборов по их внутреннему устройству на взаимоисключающие типы. Поскольку сопряженные величины могут быть измерены приборами только соответствующего типа, постольку относительно не только приобретение величиной точного количественного значения, но и сама возможность макропроявления качественно различных физических величин по отношению к внешним условиям различного типа. Например, координата микрообъекта, как качественно отличающаяся от импульса физическая величина, не может быть измерена при помощи подвижной диафрагмы, приспособленной для измерения импульса (в мысленных экспериментах Эйнштейна — Бора). Важно строго различать эти два типа относительности, один из которых касается количественной, а другой — качественной определенности физических величин квантовой механики. Такое деление отражает объективную «своеобразную ситуацию», отмеченную Н. Бором, — во-первых, «повторение опыта в одной и той же установке может привести к разным отсчетам» (количественная относительность); во-вторых, «опыты с разными установками могут дать результаты, которые на первый взгляд кажутся противоречащими друг другу»¹¹² (качественная относительность).

Качественная неоднородность физических величин в квантовой механике отражается в факте некоммутативности соответствующих операторов. Действительно, коммутирующими являются такие операторы, соответствующие физические величины которых могут иметь одновременно точные количественные значения. Наоборот, некоммутативность операторов означает, что обе соответствующие величины нельзя одновременно сколь угодно точно измерить даже в принципе.

Таким образом, если рассматривать не одну физическую величину, а целую совокупность их, то существующие в единстве стороны относительности (однозначность) и абсолютности (многозначность) как бы поляризуются по качественно различным физическим величинам. Если данная величина имеет точное числовое значение, то канонически ей сопряженная величина полностью приобретает негеоцентрический вид. Но такое разделение моментов абсолютности и относительности по канонически сопряженным парам величин может происходить только на основе их взаимозависимости. Конкретный вид этой зависимости дается соотношением неопределенностей.

Данное соотношение позволяет уточнить взаимозависимость сопряженных величин — чем более точное значение приобретает одна из них, тем менее определенной становится другая,

¹¹² Н. Бор, О единстве человеческих знаний, «Успехи физических наук», т. 76, вып. 1, (1962), стр. 22.

и наоборот. В предельном случае, когда одна из величин становится точно количественно определенной, другой величине не может быть приписано точное числовое значение вообще. Соотношением неопределенностей объединяются два фундаментальных принципа квантовой механики — принцип относительности к прибору и принцип неопределенности, ибо здесь показан конкретный «механизм» соотношения определенных и «неопределенных» количеств. Поэтому соотношение неопределенностей в системе логического воспроизведения интерпретации квантовой механики является более конкретной категорией, чем понятия относительности и неопределенности. В соотношении неопределенностей показано, каким образом определенное количество одной из физических величин выступает в качестве формы выражения степени негеоцентричности количества другой, и наоборот. Таким образом, определенное и «неопределенное» количества как бы способны «обмениваться» друг на друга, то есть стоят в определенном отношении друг к другу на фоне их отношения к разным физическим величинам. Такая беспокойная поляризация и «перелив» противоположностей составляют внешний план развития противоречий¹¹³.

Выдвинутая акад. В. А. Фоком оценка соотношения неопределенностей в качестве ограничения на применение классических понятий к микрообъекту в настоящее время общепринята. Так, уже упомянутый Г. Гёрц утверждает: «... посредством соотношений неопределенностей обнаружена ограниченная применимость понятий координаты, импульса, энергии и времени»¹¹⁴. Существенное уточнение на наш взгляд заключается в том, что ограничение накладывается на точно определенные значения данных величин. Соотношение неопределенностей не просто ограничение, но оно имеет конструктивную сторону, так как непосредственно указывает на те новые элементы физической реальности (многозначные физические величины), которые лежат в основе интерпретации квантовой механики.

Кроме упомянутого внешнего плана развития противоположностей, где они выступают разделенными, существует внутренний план. Марксистское понимание отношения и взаимной относительности противоположностей требует углубления понимания соотносительности до ее основы в одном и том же едином начале: «Когда мы говорим о расстоянии как об отношении между двумя вещами, мы предполагаем нечто «внутренне присутствующее» самим вещам, некое их «свойство», которое позволяет

¹¹³ Ф. Ф. Вьяккерев, Структура диалектического противоречия. «Вопросы философии», 1964, № 9.

¹¹⁴ Н. Нёрц, Atome-Kausalität-Quantensprünge, S. 28.

им находиться на расстоянии друг от друга»¹¹⁵. Поэтому и стороны абсолютности и относительности, находясь в определенном отношении в соотношении неопределенностей, утверждают существование некоторой более абсолютной основы. В нашем случае соотношения определенных и «неопределенных» количеств качественно разнородных физических величин это более абсолютное «единое начало» (Маркс) отражается в понятии сопряженности канонических величин. Объективное свойство сопряженности выражает некоторое тождественное основание, вообще говоря, качественно различных величин. Обратная зависимость определенных и «неопределенных» значений разнокачественных величин, способность этих противоположных количественных определенностей «обмениваться» друг на друга — все это возможно только в силу субстанциональной тождественности их внутренней основы. Таким образом, наряду с различием в макропроявлении канонически сопряженных величин следует предположить некоторую тождественность их по внутренней основе. Этим осуществляется переход к следующей более конкретной и развитой категории в процессе восхождения и к следующему более развитому элементу физической реальности.

3.3. Абсолютность и относительность квантовомеханического состояния. Волновая функция.

Общая внутренняя основа разнокачественных физических величин не является более физической величиной. Понятие физической величины снимается более конкретной категорией. В общем случае при помощи физических величин объект характеризуется со стороны его движения. В квантовой механике при помощи физических величин характеризуется состояние микрочастицы, выступающее в качестве особого вида квантовомеханического движения. Поэтому логически следующим понятием (после понятия сопряженности физических величин) в процессе восхождения является понятие квантовомеханического со-

¹¹⁵ К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 26, часть 3, стр. 145. В противоположность марксизму, современный контекстуализм выступает с позиций философского релятивизма. Согласно этой точке зрения свойства должны принадлежать не субстанциональному объекту, а всей совокупности условий («контексту»), в которых они обнаруживаются: «... свойства не могут быть атрибутированы объекту, понимаемому в обычном смысле, но целиком контексту взаимодействия, в котором эти свойства возникают». (P. J. Doty, Complementary and its Analogies, "The Journal of Philosophy", Vol. LV, No. 25, 1958, p. 1094). Данная точка зрения отличается от понимания относительности классических «физических атрибутов» микрообъекта тем, что отрицает какое-либо абсолютное свойство объекта, присущее ему самому по себе, независимо от внешних условий. В дальнейшем автор приходит к отрицанию корпускулярно-волновых свойств микрообъекта, рассматривая свойства «поведения как волны» и «поведения как частицы» в качестве свойств экспериментальных условий в целом (там же, p. 1096).

стояния. Совокупность одновременно измеренных величин характеризует специфическое состояние микрообъекта — собственное состояние данных наблюдаемых. В этом состоянии наблюдаемые характеризуются набором вполне определенных значений. Поскольку точно определенные значения относительны, то данное состояние определено всегда по отношению к внешним условиям определенного типа. Таким образом это состояние выражает сторону относительности реального квантового состояния. Последнее выступает в качестве реального именно потому, что характеризуется также наличием некоторого абсолютного момента. Наличие безотносительной характеристики реального квантового состояния, воплощающего вышеуказанную основу свойства сопряженности, логически следует из факта существования стороны относительности. Действительно, величины, не имеющие точно определенных значений в данном собственном состоянии, тем не менее могут быть точно измерены прибором другого типа. Следовательно, они являются наблюдаемыми другого собственного состояния. Различных типов внешних условий в принципе может быть бесконечное множество. В общем случае имеется такое же количество собственных состояний. Все эти состояния являются относительными формами проявления реального квантового состояния, которое не зависит от тех или иных внешних условий и характеризует микрообъект безотносительно к ним.

Собственное состояние в качестве относительной стороны и безотносительная сторона квантового состояния не существуют отдельно, но являются лишь соответствующими моментами реального квантового состояния как элемента физической реальности.

Следует отличать приготовление состояния от его определения¹¹⁶. Приготовление есть серия манипуляций с физическим прибором с целью определенного воздействия на микрообъект. Состояние «приготавливается» теми классическими условиями, в которых находится данный микрообъект. Однако не все условия воздействуют на квантовое состояние микрообъекта. Те условия, которые влияют на приготовление данного квантового состояния и таким образом определяют его, Яух называет «уместными», или «относящимися к делу» (relevant). Смысл введения «уместных» условий в том, что приготовленное таким образом состояние характеризуется вероятностью того или иного исхода опыта по измерению физической величины, являющейся наблюдаемой в данном состоянии. Не существует никаких дополнительных условий приготовления, при учете которых имеет смысл ожидать возможности точного предсказания результата опыта по измерению физической величины. К в а н т о в о е с о-

¹¹⁶ J. M. Jauch, указ. соч. (см. ¹¹⁶), p. 296—297. Ниже мы используем результаты этой работы.

стояние определяется с той степенью точности, которая позволяет предсказать лишь вероятность исхода измерения наблюдаемой.

Если бы мы имели классический случай (например, опыт с бросанием монеты), то, учитывая все более точно условия бросания, в принципе можно было бы точно определить, какая грань монеты выпадет. В случае квантовой системы таких дополнительных условий не существует именно потому, что система не характеризуется сама по себе точно определенными значениями физической величины. Таким образом, квантовомеханическое движение микрообъекта безотносительно к прибору (необходимость существования такого движения доказана В. П. Бранским¹¹⁷) нельзя описать классическими динамическими переменными, ибо эти последние приобретают существенно неклассический характер.

В соответствии с диалектикой абсолютного и относительного реальное состояние всегда существует в виде того или иного собственного состояния. Этот факт взаимосвязи абсолютности и относительности выражен в известном принципе суперпозиции. Любое состояние можно разложить в ряд по всем другим в силу того, что каждая физическая величина может быть измерена. Фундаментальным является тот факт, что способность разлагаться в ряд относится к каждому состоянию и одновременно к любому из них. Это означает, что каждое собственное состояние как бы в «скрытом виде» содержит в себе все остальные. Относительное является не только формой актуального осуществления абсолютного, но «потенциально» содержит в себе все богатство проявлений абсолютного. Поэтому реальное состояние полностью характеризует квантовомеханическую систему¹¹⁸.

Квантовая система как объект изучения квантовой механики характеризуется своим состоянием, в котором находят свое выражение как собственно квантовомеханические, так и классические свойства этой системы. Обязательность последних свойств следует из того факта, что физические величины, определяющие состояние системы, имеют «двуликий» — классический и неклассический — характер. Эти реальные свойства находят свое выражение в математическом аппарате квантовой механики в понятии волновой функции. Дальнейшее изложение в этом пункте опирается на анализ свойств волновой

¹¹⁷ В. П. Бранский, Движение в микромире, стр. 138—139.

¹¹⁸ На отличие системы как таковой и системы в определенном состоянии указывал И. Нейман (J. v. Neumann, указ. соч. (см. ³⁷), р. 297, примечание). Атом водорода как система описывается функцией всех координат и импульсов составляющих его электрона и протона. Для задания квантовомеханического состояния атома водорода достаточно определить волновую функцию, зависящую только от координат электрона и протона.

функции и ее интерпретацию с целью изучения классических и квантовомеханических свойств квантовой системы в их взаимоотношении.

Волновая функция, так же как и квантовое состояние, имеет и относительную и абсолютную стороны. Первая сторона состоит в соотношении волновой функции к определенному типу внешним условиям. В то же время волновая функция имеет и сторону абсолютности. Абсолютная сторона волновой функции состоит в том, что «в одной ψ ... заключен континуум возможностей для разных величин в разных сочетаниях»¹¹⁹. Этот континуум возможностей может быть представлен в явном виде путем разложения волновой функции по любой системе собственных функций. Существенно, что любая волновая функция может быть представлена в виде такой суперпозиции. Это означает, что волновая функция обладает стороной абсолютности, выступающей в виде отношения ко всем возможным внешним условиям, что соответствует определению абсолютного как взятого во всех отношениях.

Классические свойства квантовой системы реализуются в процессе измерения, когда волновая функция сводится к собственной функции соответствующего точного значения результата измерения. Упомянутое выше «абсолютное» описание при помощи векторов в пространстве Гильберта не учитывает классические по природе результаты измерения и поэтому не объясняет факт так называемой редукции волнового пакета при измерении. Поэтому такое чисто квантовое описание физической реальности неадекватно. В. Гейзенберг назвал его «нефизичным», «поскольку разные математические выражения $\psi(q)$, $\psi(p)$ и т. д. не относятся к реальному пространству или реальному свойству»¹²⁰. Здесь под «реальными» понимаются такие пространство и свойства, которые соответствуют классической картине мира.

Американский физик Х. Эверетт пытался построить теорию безотносительных свойств квантового объекта, то есть некоторую «абсолютную» теорию, позволяющую описывать весь физический мир с чисто квантовомеханической точки зрения, игнорируя его классическую сторону.

Х. Эверетт игнорирует переход от возможности точечной локализации (которая объективно существует, пока координата имеет неоднозначный «вид») к ее осуществлению. Волновая функция, по его мнению, не редуцируется к одному члену соответствующей суперпозиции. Все элементы суперпозиции (все «ветви» волновой функции) «действительны, ни одна не более

¹¹⁹ А. Д. Александров, О смысле волновой функции. ДАН СССР, т. 85, № 2, (1952), стр. 294.

¹²⁰ В. Гейзенберг, Развитие интерпретации квантовой теории. В сб.: «Нильс Бор и развитие физики», ИЛ, 1958, стр. 41.

«реальна», чем остальные»¹²¹. Автор пытается привести свою теорию в соответствие с опытом при помощи постулирования многозначного расщепления личности. Так как «наблюдатель» согласно Эверетту тоже описывается при помощи волновой функции, то его «состояние» аналогично расщепляется на то же самое число компонентов, каждый из которых «описывает наблюдателя как определенно ощущающего специфическое состояние системы — объекта»¹²² (здесь Эверетт подразумевает регистрацию наблюдателем результата измерения). Притом все эти «состояния» одинаково реальны, но относительно к определенному результату измерения. Поэтому «ни один наблюдатель не сможет осознать какой-либо «расщепляющийся» (splitting) процесс»¹²³.

Путем такого в высшей степени искусственного предположения автор объявляет классические свойства квантовых объектов лишь кажимостью по отношению к определенным состояниям наблюдателя. Нетрудно заметить, что здесь абсолютизируется квантовое свойство многозначности. Последнее считается имеющим силу в макромире и даже при описании «состояний» сознания.

Несостоятельность интерпретации Эверетта показывает, что сторона абсолютности — безотносительные квантовые свойства — в отрыве от стороны относительности — классических свойств — не соответствует физической реальности. Интересно, что такое чисто абсолютное рассмотрение, будучи гипертрофировано, по существу эквивалентно своей противоположности — чистой относительности в крайне неадекватном реальности виде. С этой последней точки зрения квантовые системы не характеризуются элементом абсолютности вообще. Согласно сформулированному Эвереттом «принципу относительности состояний», нет смысла говорить о стороне абсолютности состояния микрообъекта, ибо каждое состояние является фундаментально относительным ко всем другим. «Мы стоим перед лицом фундаментальной относительности состояний, которая подразумевается в математическом формализме сложных систем»¹²⁴. Философски это соответствует полному растворению абсолютного во всеобщей относительности абсолюта — логически неизбежный вывод, ибо оторванные от своей классической основы специфические квантовые свойства образуют абстракцию абсолюта, не имеющую эквивалента в реальности.

Итак, ошибка Эверетта состоит в том, что он считает задачей квантовой механики описание свойств микрообъектов в отрыве от классического макроокружения. Чисто квантовомеха-

¹²¹ H. Everett, «Relative State» Formulation of Quantum Mechanics. «Review of Modern Physics», Vol. 29, No. 3, (1957), p. 459.

¹²² Там же.

¹²³ Там же, примечание.

¹²⁴ Там же, p. 456.

ническое описание было бы адекватно реальности, а именно физической реальности негеоцентрического по своему характеру микромира, если бы последний был абсолютно отделен от классического по своему характеру макромира. Однако микромир и макромир едины по субстанции и в этом смысле образуют одну и ту же физическую реальность. Поэтому следует говорить не о различных физических реальностях, но о различных видах одной и той же физической реальности, имея в виду различные функциональные особенности физических объектов на уровне микромира и в макрообласти. На определенной ступени предметного перехода (то есть перехода по действительным свойствам самих предметов) из микромира в макромир собственно квантовые свойства физической реальности теряются и заменяются качественно иными «классическими» свойствами¹²⁵. Однако в определенный момент такого перехода физические объекты обладают как «классическими», так и квантовомеханическими свойствами одновременно. Такая объективно существующая уникальная ситуация служит предметом квантовой механики как физической теории¹²⁶, а соответствующие «кентаврообразные» свойства элементов физической реальности составляют основу корпускулярно-волнового характера поведения квантового объекта.

Квантовая механика не может быть теорией вселенной «в целом»¹²⁷. Соответствующее «чисто» квантовомеханическое опи-

¹²⁵ На наш взгляд просто несерьезными являются утверждения о том, что будто бы может иметь место интерференция бильiardных шаров. (J. Agassi, *Between Micro and Macro*. "British Journal for the Philosophy of Science", vol. XIV, No. 53, 1963, p. 31). Автор указанной работы утверждает, что явление интерференции бильiardных шаров можно наблюдать, если бы мы имели возможность вести наблюдение миллионы (!) лет. Еще более «смелое» утверждение принадлежит Ю. Ведину: «Волны вероятности» характеризуют движение не только электрона, но в определенной мере движение любого тела — брошенного камня, Луны, Земли и т. д.» (Ю. Ведин, Гносеологическое значение проблемы наглядности в современной физике. Известия АН Латв. ССР, № 4, 1963, стр. 50). Выражение «и т. д.» очевидно подразумевает дальнейшее увеличение массы — Солнце, крупнейшие звезды... Абсурдность подобных утверждений легко установить, если подсчитать, с какой длиной волны мы будем иметь дело в случае бильiardного шара, брошенного камня, Луны, Земли и т. д. Трудно полагать, что полученный таким образом отрезок пространства может иметь известный нам физический смысл.

¹²⁶ «... в современной квантовой механике мы изучаем объективные закономерности, для которых определяющими, коренными материальными связями являются связи между микросистемами и их макросреждением». (Примечание С. В. Вонсовского в кн.: Д. Бом, *Квантовая теория*. Физматгиз, М., 1961, стр. 718).

¹²⁷ Именно, в корне ошибочная идея применимости квантовой механики ко вселенной «в целом» является постулированной основой и целью интерпретации Х. Эверетта. Автор пытается создать «... квантовое описание замкнутой вселенной ... и системы, которая содержит наблюдателя» (в себе самой). (H. Everett, цит. соч., p. 455).

сание физической реальности на определенном этапе движения «по предметам» в макромир вообще перестает соответствовать реальности. Чтобы убедиться в этом, достаточно привести более знакомый случай обратного движения «по предметам» — из макромира классики в микромир. Данные науки показывают, что при таком переходе классические закономерности и даже фундаментальные понятия классики изменяются коренным образом и приобретают совершенно новое содержание.

Другое дело, что логическое движение, а не движение «по предметам», проводимое как в одном, так и в другом направлении, создает иллюзию применимости соответствующих абстракций в новых областях физической реальности. Но это означает, что в процессе логического движения (поскольку оно не совпадает с предметным) допущена абсолютизация определенных сторон действительности. В результате получается неверный вывод.

Классические свойства являются основой квантовых свойств в том смысле, что без наличия первых невозможно познать сущность вторых, и, следовательно, реальность этих квантовомеханических свойств становится проблематичной. Однако в то же время классические свойства микрообъекта являются своеобразным частным случаем его квантовых свойств (подобно тому как точная количественная определенность является как бы частным случаем многозначной количественной определенности). Это специфическое единство качественно различных свойств подробно рассматривается в пункте 2 настоящего параграфа.

Фундаментальный характер классических свойств микрообъекта подчеркивается В. Гейзенбергом путем введения понятия «фактическое» в качестве необходимого элемента в интерпретацию квантовой механики. В связи с понятием фактического в центр проблемы интерпретации квантовой механики выдвигается новая для физиков взаимосвязь соотношения между возможностью и действительностью¹²⁸. Однако, справедливо подчеркивая необходимость различия «возможного» и «осуществившегося» в квантовой механике, Гейзенберг допускает философски ошибочное отождествление макропроявления квантовых свойств с объективной реальностью в целом. Так, согласно Гейзенбергу «термин «объективная реальность» не случайно ограничен теми явлениями, которые человек может просто описать при помощи пространства и времени»¹²⁹. Так как описание при помощи «простых», то есть классических понятий о про-

¹²⁸ Термин «действительное» здесь и в дальнейшем, если нет специальной оговорки, понимается в узком смысле, то есть в смысле, противоположном понятию «возможное». В качестве эквивалентов употребляются понятия «осуществившееся» и «актуальное», в противоположность «потенциальному».

¹²⁹ В. Гейзенберг, Развитие интерпретации квантовой теории, стр. 43.

странстве и времени является, разумеется, классическим описанием результата измерения, то тем самым объективная реальность неоправданно ограничивается только наблюдаемыми и регистрируемыми явлениями. Ошибочность этой точки зрения уже отмечалась в марксистской литературе¹³⁰. Макроскопическая проявляемость негеоцентрических свойств квантовых объектов не является ни самостоятельной, ни тем более единственной реальностью. По позитивистской традиции Гейзенберг продолжает отрицать более абсолютную сущность за ее относительными проявлениями. Абсолютизирование «фактического» ведет к субъективистской трактовке процесса перехода от возможности к действительности и к субъективизму в понимании квантовомеханического описания реальности вообще. Несмотря на заверения Гейзенберга о том, что «сам наблюдатель не вызывает перехода», определяющая роль субъекта в процессе измерения обуславливается тем, что «переход от возможного к действительному будет совершен, поскольку наблюдатель имеет к этому отношение»¹³¹ (подчеркнуто мною. — В. Х.). Таким образом, факт редукции волнового пакета является реальным только по отношению к сознанию наблюдателя¹³². В этом вопросе позиция Гейзенберга как представителя копенгагенской интерпретации тождественна позиции Эверетта, провозгласившего себя противником «обычной», то есть в данном случае копенгагенской интерпретации.

С точки зрения позитивизма волновая функция описывает не материальные, а психические (mental) системы, ибо сознание якобы реагирует с информацией о физическом мире, и это определяет «структуру волновой функции и физической теории вообще»¹³³. Существо аргументации кроется в неприменимости

¹³⁰ Н. Нёгз, Указ. соч. (см. 114), S. 211.

¹³¹ В. Гейзенберг, Развитие интерпретации квантовой теории, стр. 41.

¹³² Там же, стр. 41—42. Ранее Гейзенберг отрицает понимание введения наблюдателя в субъективном смысле: «...неважно, является ли наблюдателем прибор или человек» (там же, стр. 36). Однако далее (стр. 41) при обсуждении проблемы редукции под «наблюдателем» определенно понимается наделенный сознанием и волей человек.

¹³³ P. A. Moldauer, Problem of Measurement, "American Journal of Physics", Vol. 32, No. 2, 1964. Нам кажется неоправданным широко распространенный вывод о субъективных элементах в интерпретации квантовой механики. Ср.: «Функция вероятности объединяет объективные и субъективные элементы». (В. Гейзенберг, Физика и философия, стр. 32). «Это правда, что квантовая механика в ее современной форме и интерпретации включает некоторые субъективные уклоны». (P. К. Феуегабенд, "Observation and Interpretation", p. 185.). «Волновая функция... характеризуется как сам объект, так и степень нашего знания о нем.» (И. С. Алексеев, О копенгагенской интерпретации квантовой механики. В сб.: «Строительство коммунизма и философские науки», Новосибирск, 1963, стр. 213). «... волновая функция выражает не фактическое движение частицы, а только информацию о нем». (Хр. Я. Христов, О возможных связях квантовой теории с опытом. В сб.: «Развитие современной физики», изд. «Наука», 1964, стр. 150).

квантовой механики к замкнутой системе: если рассматривать замкнутую систему объект + прибор строго квантовомеханически, то процесс взаимодействия не ведет к определенному результату¹³⁴. Это верно. Но именно поэтому подобное рассмотрение не есть описание взаимодействия микрообъекта с прибором, ибо последний как раз не может быть описан только при помощи квантовомеханических понятий. Подлинный смысл введения прибора в квантовомеханическое описание реальности заключается не во введении «наблюдателя», а в необходимости проведения границы между объективно различными функциональными свойствами физической реальности на микро- и макроуровнях. Эта граница не является постоянной — ее можно в определенных пределах передвигать, — но она постоянно существует.

Волновая функция позволяет вычислить вероятность результата «актуализации» то есть макропроявления того или иного точного значения физической величины. Поэтому акад. Фок утверждает, что волновая функция отражает потенциальные возможности поведения микрообъекта в тех или иных внешних условиях. Такое ограничение только возможностями микрообъекта вызывает возражение. Ведь ««возможный» — это лишь осуществимый в будущем, а в настоящем существует только его тенденция»¹³⁵. Однако тенденции развития, движения определяются действительными, актуальными элементами реальности. Немецкий марксист Г. Корх писал об «абсурдной ситуации», когда «не возможность зависит от действительности, но, наоборот, действительность зависит от возможности»¹³⁶. Примером могут служить мистические «нематериальные волны вероятности», утверждаемые австрийским «критическим реалистом» А. Венцлем в качестве некоторых самостоятельных духовных сущностей¹³⁷. Согласно А. Венцлю, «голая возможность», могущая быть «только чем-то чисто идеальным»¹³⁸, определяет действительно осуществляющееся и первична по отношению к действительному вообще.

Гносеологически «возможное» является не менее реальным, чем «действительное», актуальное. С этой точки зрения прав немецкий физик и химик Р. Хавеманн, утверждая, что это просто спор о словах, когда «различают возможное как нечто менее

¹³⁴ В. Гейзенберг, Развитие интерпретации квантовой теории, стр. 35.

¹³⁵ Л. В. Смирнов, В. А. Штофф, Соотношение возможности, вероятности и необходимости. В сб.: «Проблема возможности и действительности», изд. «Наука», М.—Л., 1964, стр. 57.

¹³⁶ Н. Корх, Указ. соч. (см. ⁹⁷), S. 107.

¹³⁷ А. Wenzl, Die philosophischen Grenzfragen der modernen Naturwissenschaft, Stuttgart, 1960.

¹³⁸ Там же, S. 106.

реальное, чем действительное»¹³⁹. Однако с онтологической точки зрения статус возможности в представлениях о физической реальности отличен от статуса «действительного». «Вероятность того или иного поведения объекта в данных внешних условиях определяется внутренними свойствами данного индивидуального объекта и этими внешними условиями»¹⁴⁰. Отсюда очевидно, что «потенциальные возможности» должны фундироваться действительными факторами — свойствами микрообъекта и внешних условий.

Неточным является утверждение В. А. Фока о том, что принцип причинности в квантовой механике «непосредственно относится к вероятностям, т. е. к потенциально возможному, а не к действительно осуществляющимся событиям»¹⁴¹. Тем самым В. А. Фок возвращается к пониманию принципа причинности в смысле лапласовского детерминизма (точка зрения, против которой по существу направлена вся цитируемая работа самого В. А. Фока!), так как именно классическая форма детерминизма сохраняется для вероятностей.

То новое, что внесла квантовая теория в проблему причинности, относится не столько к «потенциальным возможностям», сколько к переходу от «возможного» к «действительному», то есть именно к осуществляющимся событиям.

Все вышеизложенное выдвигает проблему: нельзя ли волновую функцию рассматривать в качестве математического описания актуальных, действительных свойств физической реальности (а не только в качестве описания возможностей микрообъектов), но реальности, коренным образом отличающейся по своим свойствам от макромира классики?¹⁴²

По нашему мнению, проблема решается положительно. Волновая функция отражает реально существующие и действительные свойства микрообъектов обладать специфически квантовыми физическими величинами по отношению к их макропроявляемости. Последнее очень существенно. Квантовая механика не есть теория микромира «в себе» (что, однако, не означает принципиальной непознаваемости последнего); квантовая теория выступает как теория отношения микромира к макромиру. Только посредством этой относительности мы получаем знания о микромире «в себе». Особенность квантовой механики обуславливается тем, что данное отношение негеоцентрических элементов физической реальности к макромиру выступает в качестве возможности их актуализации, то

¹³⁹ R. Havemann, Bemerkungen zur quantenmechanischen Komplementarität, "Physikalische Blätter", Н. 7, 1957, S. 291.

¹⁴⁰ В. А. Фок, Об интерпретации квантовой механики, стр. 227.

¹⁴¹ Там же, стр. 229.

¹⁴² Аналогичная постановка вопроса имеется в статье П. Г. Карда. См. P. Card, цит. соч. (см. ¹⁷), lk. 86.

есть макропроявления. Как справедливо замечает М. М. Розенталь, «в действительности же «тенденция», «возможность», «вероятность» и т. п. категории также выражают объективную реальность, но реальность более сложную и противоречивую»¹⁴³.

Действительно, реальные свойства микрообъектов таковы, что по отношению к проявляемости в обычном, «геоцентрическом» мире эти свойства, выражающие особую природу бытия в микромире, наилучшим образом характеризуются категорией «возможное». Возможность многозначна, что вполне соответствует специфической «многозначности» элементов нового вида физической реальности. Факт «редукции волнового пакета» соответствует обусловленности возможного внешними условиями, в зависимости от которых она переходит в действительность. Этим на наш взгляд объясняется и в известной степени оправдывается выдвигаемое в последнее время утверждение о способе существования возможности в области физического движения материи¹⁴⁴.

Однако потенциальные «возможности» (или «вероятности») квантовой механики суть лишь относительно возможное, возможное по отношению к макропроявлению. С точки зрения «своего собственного» негеоцентрического микромира данное «возможное» есть действительное, актуально существующее и выражает наличие реальных свойств физических объектов в микрообластях.

Итак, волновая функция выражает «возможное» в силу своей относительности к макромиру, и она же выражает «действительное» в силу содержащегося в ней момента абсолютности в качестве отражения свойств нового вида физической реальности. Эта «двойственность» волновой функции объясняет основы корпускулярно-волнового дуализма микрообъектов. Лишь в крайних случаях исключительной «жесткости» внешних условий является верным утверждение о том, что реализуется только одна возможность для индивидуального микрообъекта — «волна» или «частица»¹⁴⁵. Реальным является также и «промежуточный» случай — микрообъект обладает свойствами как волны, так и частицы одновременно. Хотя в этом случае данные сами по себе «классические» свойства выражены нерезко¹⁴⁶, все же правомерно говорить об «осуществлении» свойств корпускулярно-волнового дуализма. Различие между этими двумя видами «осуществления» возможностей волна —

¹⁴³ М. М. Розенталь, О разработке диалектики как логики и теории познания. «Вопросы философии», 1964, № 10, стр. 20.

¹⁴⁴ Г. К. Коньк, О содержании понятия взаимодействия и структуры в физике микромира. Труды Казанского авиационного ин-та, вып. 65, 1961.

¹⁴⁵ См. Л. В. Смирнов, В. А. Штофф, цит. соч., стр. 58.

¹⁴⁶ В. А. Фок, Об интерпретации квантовой механики, стр. 220.

частица ясно из вышеизложенного — в первом случае мы имеем альтернативное макросуществование дуальных свойств микрообъекта, а во втором случае налицо их одновременное существование на микроуровне.

Абсолютность волновой функции выражается, следовательно, также в том, что описываемая при ее помощи физическая реальность существует «сама по себе», безотносительно к прибору и к макроусловиям вообще, хотя познается только посредством последних. Абсолютное на данной ступени выступает в качестве своего завершающего этапа — вне всех отношений. Можно констатировать, что разработанная в предыдущей работе автора (см. ¹⁰) структура абсолютности-относительности в общем применима в целях построения системы интерпретации квантовой механики.

Новые данные вышеприведенного конкретно-физического анализа позволяют уточнить структурную схему абсолютного и относительного. Важнейшим в этом отношении является вывод о том, что абсолютное и относительное могут принимать существенно негеоцентрический «вид». Тем самым открываются новые возможности уточнения и развития исследуемой группы философских понятий. Субстанциональной основой абсолютности и относительности в квантовой механике выступает физическая реальность в качестве обладающей как «старыми» классическими свойствами, так и «новыми» квантовомеханическими свойствами. В этом смысле правомерно говорить о новом виде физической реальности, открытом квантовой механикой. Конечный этап интерпретации квантовой механики — обнаружение стороны абсолютности вне всех отношений — естественно выступает как начало более «абсолютной» теории нового вида физической реальности. По отношению к этой более общей теории момент вне всех отношений является начальным моментом развертывания абсолютности и относительности на более высоком уровне. Таким образом, структура исследуемых категорий носит спиралеобразный характер. Конец первого «витка» во многом эквивалентен его началу и одновременно есть начало нового «витка» спирали.

Первоначальный этап этого нового витка связан (в плоскости проблемы физической реальности) с понятием о так называемых виртуальных частицах, процессах и переходах.

Говоря о «новых сторонах объективной реальности в квантовой механике», Г. Герц перечисляет конкретно-физические свойства, такие, как корпускулярно-волновой дуализм, статичность, относительность к прибору¹⁴⁷. Однако данные свойства, как мы старались показать, характеризуют новый вид

¹⁴⁷ Н. Нörgz, цит. соч. (см. ¹¹⁴), S. 214—216.

физической реальности в его отношении к физической реальности классики. Поэтому вполне «законна» более глубокая постановка проблемы в более общем онтологическом плане. Новый вид физической реальности отличается от старого в плане онтологического негеоцентризма. Определяет эту негеоцентричность тот факт, что важнейший для физики атрибут количества на данном «уровне реальности» не может больше характеризоваться определенным числом, не обладает свойствами обычного определенного количества. В связи с этим и различные элементы физической реальности приобретают специфический, условно говоря, «многозначный» характер.

В. Гейзенбергу принадлежит утверждение: «свойство «быть» не подходит без ограничения к элементарной частице. Есть только тенденция, возможность «быть»»¹⁴⁸. Ставить в данном случае вопрос по-гамлетовки — быть или не быть — значит покидать позиции материализма. Элементарные частицы существуют так же объективно, как и все прочие предметы и явления действительности. Однако они обладают такими физическими атрибутами, которые могут не иметь в данный момент точно определенных количественных значений. Как было показано, в этом случае свойства физической реальности характеризуются в определенном отношении категорией возможности в качестве тенденции проявления данных свойств в макромире. Если взятые в данном отношении свойства физических атрибутов абсолютизируются и проецируются на само существование микрообъекта, то возникает иллюзия «только тенденции» существования микрочастиц.

С нашей точки зрения при правильном подходе необходимо учитывать существенно негеоцентрическую сторону абсолютности новых свойств и обобщать эти онтологические новые свойства физической реальности применительно к проблеме виртуальных частиц, процессов и переходов. Обобщение состоит в следующем. Во-первых, виртуальная частица не есть определенная частица, например, электрон, мезон и т. д., но имеет «значение» всех элементарных частиц. Подтверждением служит экспериментально установленная виртуальность структуры элементарных частиц. Каждая из этих частиц как бы «составлена» в принципе из всех остальных¹⁴⁹. Таким свой-

¹⁴⁸ В. Гейзенберг, *Физика и философия*, стр. 47—48.

¹⁴⁹ «Даже «... атом водорода не состоит в точности из одного протона и одного электрона. Более правильно сказать, что он состоит из этих двух частиц большую часть времени.» (М. Гелл-Манн, А. Розенфельд, Дж. Чу, *Сильно взаимодействующие частицы*. «Успехи физических наук», т. 83, вып. 4, (1964), стр. 720). Дальнейшая конкретизация негеоцентрических свойств нового вида физической реальности в этой статье достигается введением понятия о состояниях, находящихся в коммуникации

ством, условно называемым «многозначностью», выражается сторона абсолютности существования виртуальных частиц. Во-вторых, указанная абсолютность на уровне макромира выступает в точно определенном, относительном «виде» в зависимости от внешних условий. При этом виртуальная частица принимает полностью «конкретный» вид какой-либо из элементарных частиц, и все остальные возможности ее «реализации» перестают существовать. Отсюда ясно, почему невозможно наблюдать виртуальную частицу в «чистом» виде.

Виртуальные частицы и процессы имеют довольно странные с обычной точки зрения свойства — несохранение энергии, «несиловое» взаимодействие и т. д. Однако они подчиняются своим особым законам сохранения и, что особенно важно, результаты, получаемые с помощью введения понятий о виртуальных частицах, согласуются с экспериментом и не могут быть получены другим путем¹⁵⁰. Поэтому мы считаем ошибочным распространенное мнение, согласно которому виртуальные процессы, переходы и частицы не существуют реально, а являются лишь конструкциями нашего разума, только средством упрощения расчетов¹⁵¹. Если уж трактовать указанные элементы нового вида физической реальности в качестве «реально не существующих», то это будет именно то физически определенное «н и ч т о», из которого согласно гипотезе акад. Наана возможен генезис всей Вселенной!¹⁵²

§ 4. Дополнительность как гносеологический аспект проблемы

Анализ введенного Н. Бором понятия дополнительности позволяет раскрыть специфику соотношения абсолютного и относительного в гносеологическом плане.

В настоящее время существуют следующие точки зрения на эту известную идею Н. Бора:

а) начисто отрицается какое-либо (физическое и философское) положительное содержание принципа дополнительности

и характеризующихся различными каналами распада. Коммуникативность состояния частиц отражает свойство «многозначности» их структуры по отношению к различным способам распада. Каналы суть различные способы распада.

На основе вышеизложенного можно предложить следующее определение «элементарности» в физике: Элементарной является частица, структура которой существенно виртуальна. В более общем виде — элементарными называются объекты, структурные элементы которых характеризуются онтологически новыми свойствами по отношению к свойствам этих же атрибутов самого объекта как целого.

¹⁵⁰ См. Ю. В. Новожилов, Элементарные частицы. Физматгиз, М.—Л., 1963, стр. 87, 183—184.

¹⁵¹ См., например, Ю. В. Новожилов, указ. соч. Близка к данной также точка зрения Г. Гёрца. (См. ¹¹⁴).

¹⁵² Г. И. Наан, Симметричная Вселенная. Публикации Тартуской астрономической обсерватории, т. 34, 1964, стр. 423—443.

вообще. Дополнительность трактуется в качестве идеологического принципа позитивистского характера¹⁵³;

б) признается, что указанный принцип имеет известную физическую основу и содержание, но его применимость строго ограничена рамками квантовой механики, или даже только начальным периодом ее интерпретации. Считается, что с точки зрения материалистической диалектики философское обобщение принципа невозможно¹⁵⁴.

в) наряду с высокой положительной оценкой дополнительности как фундаментального физического принципа допускается возможность его философского обобщения в соответствии с общими идеями диалектики¹⁵⁵.

Приведенное деление в определенной мере условно и резко — имеется много промежуточных мнений, в особенности при переходе от второй точки зрения к третьей.

Отрицание дополнительности в качестве физического принципа основывается на типичном для представителей первой точки зрения недоразумении: разбирается дополнительность в ее явно идеалистической формулировке (например, со стороны Гейзенберга, Иордана или Вейцеккера), эта формулировка рассматривается как выражение точки зрения самого Н. Бора и критикуется. Так, в упомянутой статье В. Т. Макарова на протяжении более чем двадцати страниц критикуется «позитивистская теория дополнительности», но не приводится ни одной ссылки на многочисленные формулировки дополнительности в физике, данные самим Бором! Вместо этого приводится, например, следующая известная формулировка В. Гейзенберга: «Пространственно-временное описание процессов, с одной стороны,

¹⁵³ См. В. Т. Макаров, О позитивистской сущности так называемой теории дополнительности. Уч. зап. Высшей парт. школы при ЦК КПСС, вып. 2, М., 1960, стр. 101—122; И. К. Григоринс, Проблема реальности в современной физике и критика «физического идеализма». Изд. ВПШ и АОН, М., 1960, автореферат диссертации; А. И. Компанеев и А. А. Тяпкин, Выступления на дискуссии по философским вопросам физики элементарных частиц. В сб.: «Философские проблемы физики элементарных частиц», М., 1963, стр. 372, 379. За рубежом этой точки зрения придерживается в частности философ-марксист Х. Корх. (См. Н. Корх, цит. соч., (см. 97), стр. 82—85).

¹⁵⁴ Наиболее полно эту точку зрения аргументирует московский философ А. Познер. См., например, его статью «Дополнительности принцип», «Философская энциклопедия», т. 2, М., 1962, стр. 52—53.

¹⁵⁵ Известны колоссальные усилия Н. Бора в этом направлении. См. также В. А. Фок, Дискуссия с Нильсом Бором. «Вопросы философии», 1964, № 8, стр. 52; его же, Выступление при обсуждении методологических проблем науки. В сб.: «Методологические проблемы науки», изд. «Наука», М., 1964, стр. 234—235; И. Е. Тамм, Нильс Бор и современная физика. В сб.: «Развитие современной физики», М., 1964, стр. 12; Е. Л. Фейнберг, Научное творчество Нильса Бора. Там же, стр. 59; Б. Г. Кузнецов, Бор и Эйнштейн. Там же, стр. 78 и далее. Из зарубежных марксистов на этой точке зрения стоит Г. Герц. См. Н. Нёгз, цит. соч. (см. 114), S. 61—63, 190—192, 206.

и классический закон причинности — с другой, представляют дополнительные, исключаящие друг друга черты физических процессов»¹⁵⁶. Действительно, терминология в этой формулировке такова, что в соединении с различными идеалистическими высказываниями того же Гейзенберга, а также Иордана, Розенфельда и др. данное утверждение вполне справедливо критикуется как выражающее отказ от причинности, от объективности микрообъектов и т. д. Дело, однако, в том, что данная формулировка не выражает действительного содержания принципа дополнительности в понимании Н. Бора¹⁵⁷. Если внимательно проанализировать все работы Бора, в особенности его последние труды, то не останется и тени сомнения, что взаимоисключающими Бор считал не атрибуты материи, а макроскопическое, относительное их проявление, выражаемое в понятиях классической физики. Уже в своей первой работе, посвященной разъяснению принципа дополнительности, Бор писал: «Конечно, не может быть и вопроса о совершенно независимом применении понятий пространства и времени и каузальности»¹⁵⁸. Здесь Бор возражает как раз против того, за что выступает Гейзенберг — взаимоисключаемость атрибута пространства-времени и причинности.

На наш взгляд главной причиной разноречивой оценки идеи дополнительности, имеющей место в рамках единого марксистского мировоззрения, является недостаточность формулировки самого принципа¹⁵⁹. Адекватную формулировку принципа дополнительности в квантовой механике предстоит еще найти.

¹⁵⁶ Цит. по указ. соч. В. Т. Макарова, стр. 115. Единственная цитата Н. Бора, приведенная на стр. 114 разбираемой работы, относится не к пониманию дополнительности в физике, но к попытке распространения этого принципа на другие науки.

¹⁵⁷ Интересен следующий факт. Немецкий физик Вейцеккер в одной из своих работ приписал Бору идеалистическое понимание дополнительности в духе философии Канта (С. F. v. Weizsäcker, Komplementarität und Logik, «Zum Weltbild der Physik», Stuttgart, 1957). Согласно этой «циркулярной дополнительности» наше сознание имеет якобы априорную способность корректировать и исправлять рожденное при его же помощи «внутреннее знание» без обращения к опыту. Бор выступил в протестом против такого понимания дополнительности. В послесловии к седьмому изданию своей книги Вейцеккер вынужден был признать, что Бор понимал дополнительность в совершенно другом смысле — как дополнительность, имеющую своей основой соотношение между физическими явлениями (там же, S. 329—331).

¹⁵⁸ N. Bohr, The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory, p. 581.

¹⁵⁹ Поэтому имеет основание заявление К. Поппера: «Я не сомневаюсь, что имеется интересная интуитивная идея в принципе дополнительности Бора. Но ни он, ни другие члены его школы не в состоянии объяснить ее». (К. Р. Поппер, The Logic of Scientific Discovery, London, 1959, p. 456). Согласно компетентному свидетельству, А. Эйнштейн также утверждал, что нет адекватного определения концепции дополнительности. См. H. Badaу, P. Oppenheim, "Synthese", Vol. XIII, No. 3, 1961, p. 201.

Однако это можно сделать только уяснив то положительное содержание, которое вкладывал в концепцию дополнительности ее автор.

В первую очередь необходимо различать общее понятие дополнительности и принцип дополнительности. Последний был развит Н. Бором в целях интерпретации квантовой механики и может быть сформулирован следующим образом: для логически непротиворечивого описания квантовых явлений на языке классической физики требуются так называемые «дополнительные» системы понятий. Под «дополнительностью» классических систем понятий (классических моделей или наглядных классических картин) подразумевается следующее их взаимоотношение:

1) системы понятий взаимноисключительны в смысле противоречивости с точки зрения классической физики при попытке скомбинировать их в одну единую систему (соответственно, в одну наглядную картину); и, следовательно, являются логически несовместимыми.

2) каждая из систем, взятая в отдельности, недостаточна для полного (на данном уровне) описания свойств микропроцессов. Только взятые вместе данные системы исчерпывают всю выразимую на языке классической физики информацию о квантовых явлениях.

Следовательно, сущность проблемы состоит в соединении качественно равноправных сторон описания в целях исчерпывающего познания качественно иной формы движения материи.

Следует со всей силой подчеркнуть, что приведенная формулировка дополнительности выражает существо понимания проблемы самим Бором. В своей последней статье, посмертно опубликованной его сыном, Н. Бор формулирует принцип дополнительности с не допускающей переистолкования ясностью: «... невозможность объединения наблюдаемых при разных условиях опыта явлений в одну-единственную классическую картину ведет к рассмотрению таких, по видимости противоречивых, явлений как дополнительных в том смысле, что они — взятые совместно — исчерпывают все доступные определению сведения об атомных объектах»¹⁶⁰. В другом месте Бор замечает, что дополнительные явления, только «рассматриваемые совместно... дают исчерпывающую информацию об атомном объекте, которую вполне однозначно можно изложить обычным языком»¹⁶¹. Ясно, что данные цитаты вполне соответствуют вышеприведенному определению. Следовательно, необоснованными являются

¹⁶⁰ N. Bohr, Licht und Leben — noch einmal, «Die Naturwissenschaften», N. 24, 1963, S. 726.

¹⁶¹ Н. Бор, Воспоминания об Э. Резерфорде — основоположнике науки о ядре. УФН, т. 80, вып. 2, (1963), стр. 239.

попытки искать в этой и аналогичных формулировках дополнителъности какой-то другой смысл, который якобы не был понят самим Н. Бором¹⁶².

Аргументация Бора сводится к следующим положениям: вопервых, наличие неделимого кванта действия влечет невозможность полного абстрагирования от взаимодействия микрообъекта с прибором в процессе познания свойств микромира. Отсюда следует отсутствие единственной адекватной картины поведения атомного объекта. Во-вторых, факт некоммутативности операторов канонически сопряженных физических величин обосновывает взаимоисключающий характер приписывания микрообъекту точных значений обычных классических атрибутов. Это ведет к упомянутой в определении принципа дополнителъности логической несовместимости систем понятий. В-третьих, описание экспериментальной установки и результатов наблюдения на языке классической физики согласно Бору необходимо влечет обязательность применения классических систем понятий при описании явлений немакроскопического масштаба (в частности, в квантовой механике).

Первые два аргумента носят безусловный физический и математический характер и, тем самым, обосновывают правомерность принципа дополнителъности в качестве физического принципа.

Последний аргумент Бора носит философский характер. Несмотря на все усилия Бора, обязательность его в случае квантовомеханического описания реальности не была им доказана. Более того, чрезмерное подчеркивание необходимости классических понятий и распространение этого требования на всякое физическое описание вообще действительно «представляет серьезную опасность для будущего развития физики»¹⁶³. Тенденция абсолютизации «классического» языка выражает существенную недостаточность понимания Н. Бором проблемы интерпретации квантовой механики вообще и принципа дополнителъности в частности. Этот недостаток впервые был отмечен акад. Фоком:¹⁶⁴ Бор подчеркивает возможность описания «нового» в «старых» понятиях дополнительным образом, но оставляет в тени возможности введения новых, «квантовых» понятий.

Требование обязательности только классических понятий согласно принципу дополнителъности является определяющим фактором, существенно дискредитирующим дополнителъность с

¹⁶² Это имеет место, например, в статье И. П. Базарова, Противоречивость движения и квантовая механика. «Вопросы философии», № 4, 1963, стр. 120—121.

¹⁶³ P. K. Feuerabend, Niels Bohrs Interpretation of the Quantum Theory, p. 371.

¹⁶⁴ В. А. Фок, Критика взглядов Бора на квантовую механику. В сб.: «Философские вопросы современной физики», Госполитиздат, 1958.

философской точки зрения. Действительно, если обобщать данный принцип, исходя из формулировки Бора, то получается такое философское понимание дополнительности, когда при констатации противоречивости противоположностей не реализуется их синтез¹⁶⁵. С этой точки зрения вполне обоснована критика философской концепции дополнительности, олицетворяющей разрыв противоположностей и их внешнее рядомположение, вместо характерного для диалектики взаимоперехода, взаимопревращения противоположностей¹⁶⁶. О том, что Бор стал именно на этот путь философского обобщения дополнительности, свидетельствует его известное положение: противоположности не противоречат, а дополняют друг друга, с очевидностью выражающее недиалектическое понимание взаимоотношения противоположностей в противоречии.

Физической основой сформулированного Бором принципа дополнительности служит относительность физических величин классического типа в новой области опытных факторов. Сторона абсолютности («многозначность») остается невыявленной. В рамках такого подхода в понимании дополнительности мы не выходим за пределы голой относительности взаимоисключающих классических систем понятий. Различные относительные аспекты разделены, и соответствующие системы понятий находятся в отношении логической противоречивости. Абсолютное может лишь предполагаться в своей онтологической основе, но не может быть «схвачено» и выражено с помощью данных относительных точек зрения¹⁶⁷.

Неудовлетворительность боровского понимания дополнительности в физике подчеркивается тем фактом, что принцип дополнительности в его указанной формулировке парадоксальным образом противоречит общей идее дополнительности. Последняя возникла у Бора задолго до ее конкретизации в физическом принципе дополнительности. Без анализа этой замечательной идеи Бора невозможна не только адекватная переформулировка принципа дополнительности, но остается во многом непонятным все творчество Нильса Бора.

¹⁶⁵ На этот факт обратил внимание впервые П. Ланжевен. См. П. Ланжевен, Избр. произв., ИЛ, 1949, стр. 356.

¹⁶⁶ См. указанную статью А. Познера. Аналогично, совершенно прав Б. М. Кедров, трактуя такое философское понимание дополнительности в качестве типичного примера эклектики. (См. Б. М. Кедров, Противоречивость процесса познания и критика идеализма. В сб.: «Проблемы научного метода», изд. «Наука», М., 1964, стр. 46—47).

¹⁶⁷ Интересным примером для сравнения может служить восприятие человеком так называемых неопределенных фигур. См. Р. М. Ивенс, Введение в теорию цвета. Изд. «Мир», М., 1964, стр. 222, фиг. 9. 24. «Здесь перспектива и деталь правильны с двух совершенно различных точек зрения и восприятие колеблется более или менее произвольно между двумя возможностями». (Р. М. Ивенс, указ. соч., стр. 221). Данное колебание восприятия вполне аналогично «колебанию» в понимании «действительного» поведения микрообъекта при его описании взаимоисключающими системами понятий.

Основополагающей методологической установкой Бора, про-
 низывающей и фундирующей все его научное творчество, яв-
 ляется требование целостного и логически непротиворечивого
 понимания физической реальности с единой точки зре-
 ния. Л. Розенфельд свидетельствует: «(Бор) был чуток ко
 всем сигналам природы, стремясь слить их в единую карти-
 ну...», и далее: «Эта нарочитая тенденция к гармоническому
 сочетанию разнообразных элементов... преобладает во всей на-
 учной деятельности Бора»¹⁶⁸. Данный «гносеологический мо-
 низм» еще не составляет дополнителности. Но тот факт, что
 общая идея дополнителности была выработана Н. Бором еще
 в 1913 году и что, выражаясь словами Розенфельда, «дополни-
 тельный способ мышления» присутствовал с самого начала в
 научном творчестве Бора, документально доказывается следую-
 щей цитатой из его лекции 1913 года: «Именно подчеркивание
 этого контраста (между классическими и квантовыми свойства-
 ми. — В. Х.), быть может, даст возможность с течением времени
 также и в новых идеях прийти к определенной согласованно-
 сти»¹⁶⁹.

В этом нарочитом подчеркивании «контрастности» противо-
 положностей и стремления к «определенной согласованности»
 заложено в самом общем виде последующее понимание прин-
 ципа дополнителности в физике. Следовательно, общее по-
 нятие дополнителности выражает требование
 «согласованного» понимания новых идей в ре-
 зультате исследования противоположностей в
 их противоречивом («контрастном») соот-
 ношении. Это находится в прекрасном соответствии с диалек-
 тикой, но противоречит принципу дополнителности в формули-
 ровке Бора, ибо согласно последнему не предполагается ника-
 ких новых понятий, которые служили бы адекватным выраже-
 нием «новых идей». Единая точка зрения не реализуется.
 Правда, Бор замечает, что полное элиминирование логической
 противоречивости и понимание с единой точки зрения дости-
 гаются в математическом аппарате квантовой механики¹⁷⁰. Но
 это есть просто указание на абстрактно-математическую
 форму без анализа нового понятийного содержания.
 Остановка происходит как раз перед тем, что Ленин назвал
 «делом философии» — «охватить, указать, оправдать опреде-
 ления понятий»¹⁷¹. В предыдущем параграфе показано,

¹⁶⁸ Л. Розенфельд, Нильс Бор. В сб.: «Вопросы истории естество-
 знания и техники», вып. 17, 1964, стр. 8—9.

¹⁶⁹ Цит. по пред. работе, стр. 10. Подробное изложение возникновения
 идеи дополнителности у молодого Бора см.: L. Rosenfeld, Niels Bohrs
 Contribution to Epistemology, «Physics Today», Vol. 16, No. 10, 1963.

¹⁷⁰ N. Bohr, Licht und Leben — noch einmal, S. 726.

¹⁷¹ В. И. Ленин, Поли. собр. соч., т. 29, стр. 108.

что логическая противоречивость при определении новых понятий действительно исчезает, но диалектические противоречия остаются и в процессе развертывания нового вида физической реальности развиваются в ее элементах (новый вид физических величин, оператор, волновая функция).

Примечательно, что идею дополнительности Бор сформулировал в виде логического требования и в дальнейшем не развивал ее в общем, философском плане. Тем самым правомерен упрек в недостаточном разъяснении дополнительности, приведенный в начале параграфа. Общефилософское гносеологическое содержание идеи дополнительности предстоит еще раскрыть. Но выявление такого общего содержания требует прежде всего переформулировки физического принципа дополнительности с учетом введения новых, квантовомеханических понятий в описание процессов микромира. Начинать следует с онтологической стороны вопроса — все особенности квантовомеханического описания реальности (в том числе и недостаточно обоснованная Бором необходимость классических понятий) должны найти свое рациональное объяснение в особенностях объекта квантовой механики, в специфических свойствах нового вида физической реальности¹⁷².

Бор отмечал, что принцип дополнительности является гносеологическим отражением объективных корпускулярно-волновых свойств микрообъекта¹⁷³. Следовательно, решение проблемы тесно связано с анализом этой характерной черты микрочастиц. Если рассмотреть мысленный эксперимент Бора по прохождению индивидуального микрообъекта сквозь экран с двумя щелями с точки зрения представлений об элементах нового вида физической реальности, то можно констатировать, что в основе дуализма лежит тот факт, что микрочастица характеризуется как «старыми» классическими, так и «новыми», квантовомеханическими физическими величинами. Именно «многозначность» координаты после прохождения микрообъекта сквозь экран с двумя щелями обуславливает аналогию поведения электрона с поведением волны. «Дополнительная ситуация» возникает в силу того, что в зависимости от условий опыта используется то волновая, то корпускулярная картины в целях

¹⁷² В полную противоположность позитивистской точке зрения, согласно которой сущность проблемы дополнительности лежит в плоскости усовершенствования языка науки: «... действительная проблема заключалась в таком усовершенствовании языка физики, чтобы предоставить место сосуществованию двух концепций о свете ...» (L. Rosenfeld, Niels Bohr's Contribution to Epistemology, p. 50). С этой точки зрения Л. Розенфельд возражает против введения новых понятий в интерпретацию квантовой механики. (Там же, р. 49, правая колонка).

¹⁷³ См. Н. Бор, Дискуссия с А. Эйнштейном о теоретико-познавательных проблемах в атомной физике. В сб.: Н. Бор, Атомная физика и человеческое познание, стр. 62—76.

описания дуалистического характера свойств атомного объекта. Оба описания являются предельными классическими картинками и неадекватны каждая сама по себе. Более того, даже взятые совместно обе эти картины не отражают достаточно полно действительного поведения объекта. «Многозначность» координаты индивидуального объекта неадекватна пространственным свойствам классической волны.

На основе предположения о негеоцентрическом характере атрибута пространственности у микрообъекта выявляется существенная неоднородность корпускулярной и волновой картин в обычном дополнительном способе описания. В то время как корпускулярный аспект целиком классичен, в классическом по форме волновом аспекте «просвечивает» новое квантовое содержание. Волновые свойства индивидуального объекта нельзя ставить на одну доску с его корпускулярными свойствами. Следовательно, системы понятий в принципе дополнительности на самом деле должны быть существенно неэквивалентными¹⁷⁴.

Намечается выход из положения «голой относительности»: за одним из аспектов скрывается нечто абсолютное, выражающее сторону поведения микрочастицы и ее свойства более адекватным и поэтому в определенной мере безотносительным к прибору образом. Открытый Бором принцип соответствия раскрывает механизм связи этих новых более абсолютных свойств со «старыми» свойствами, ставшими относительными и приближительными. На данном этапе относительное знание выступает в качестве предельного случая более абсолютного знания, но еще в качестве его необходимой основы. Принцип соответствия является конкретизацией общего требования дополнительности (познание с единой точки зрения) и в гносеологическом плане характеризует появляющийся момент абсолютности на этапе в себе. Таким абсолютным моментом выступают первоначально квантовые свойства, поскольку они рассматриваются в отношении к классическим свойствам.

Принцип дополнительности в формулировке Бора представляет следующий момент развертывания абсолютного в гносеологическом плане. С развиваемой здесь точки зрения о структуре абсолютности-относительности этот принцип можно рассматривать как выражение момента для другого — вновь возникающее абсолютное на данном этапе познается в плане чистой относительности к старому знанию. Таким образом, принцип

¹⁷⁴ Имеется свидетельство, что Бор подходил к пониманию этого важного факта, хотя никаких подтверждений в работах самого Бора нам обнаружить не удалось. Л. Розенфельд пишет о том, что Бор отвергал понимание дополнительности как некоторой «эквивалентности параллельных аспектов, которая не выражает истинного отношения дополнительности». (L. Rosenfeld, Niels Bohr's Contribution to Epistemology, p. 48).

дополнительности в формулировке Бора не противоречит принципу соответствия, но естественным образом логически согласуется с ним. Противоречие возникает лишь в том случае, если на этом прервать развертывание абсолютного в гносеологическом аспекте, не обнаружив взаимосвязи данных моментов.

Дальнейший конкретный анализ проблемы показывает неполную адекватность данных двух принципов ситуации, сложившейся в квантовой механике. Принцип соответствия (как и принцип дополнительности в его старой формулировке) не выражает исчерпывающим образом соотношения старых и новых знаний в случае соотношения квантовой механики и механики классической. Как показано ранее, в квантовой механике абсолютное и относительное выступают в виде особого рода единства классических и квантовых свойств нового вида физической реальности. Этим обуславливается основной и решающий факт уникального соотношения квантовой механики с классической механикой как физических теорий. Классическая механика не является предельным случаем квантовой механики в обычном смысле: «формулировка . . . основных положений квантовой механики принципиально (разрядка моя. — В. Х.) невозможна без привлечения механики классической»¹⁷⁵. Поэтому квантовая механика в качестве более общей теории не может быть сформулирована независимо от менее общей теории — классической механики. Классическая механика является не только предельным случаем механики квантовой, но и ее неустранимой основой.

Это в частности означает, что квантовая механика не сводится при предельном переходе к классической механике. Действительно, «просто неверно, что при $\hbar \rightarrow 0$ Ψ -функция в гильбертовом пространстве переходит в точку в классическом пространстве»¹⁷⁶. Аналогично уравнение Шредингера также в общем случае не переходит в классическое уравнение Гамильтона — Якоби¹⁷⁷. В этом случае уравнение Шредингера распадается на два независимых уравнения, одно из которых не имеет непосредственного физического смысла с точки зрения классической физики. Все сказанное мы и имели в виду, говоря о том, что принцип соответствия выражает лишь одну сторону дела —

¹⁷⁵ Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц, Квантовая механика, Физматгиз, 1963, стр. 15.

¹⁷⁶ А. Кошар, Undecidability of Macroscopically Distinguishable States in Quantum Field Theory, "Physical Review", Vol. 133, No. 2B, 1964, p. 542. Аналогично: «Что бы ни могло быть сказано о том, что выражает волновое уравнение . . . — это не может быть сведено (букв.: сжато — squeezed) к геометрической точке: по крайней мере без того, чтобы фазовые скорости охватывали все возможные значения». (N. R. Hanson, The Concept of Positron, Cambridge, 1963, p. 61).

¹⁷⁷ См. N. Rosen, "Amer. Journal of Physics", Vol. 32, № 8, 1964, pp. 597—600.

раскрывает статус классической механики как предельного случая квантовой механики. Старый принцип дополнительности подчеркивает, наоборот, необходимость классической механики в качестве неустраняемой основы механики квантовой.

Выражением такого уникального соотношения теорий служит определенная особенность их предметных областей. Необходимо различать объект и предмет исследования. В предмете науки объект исследования отражается с точки зрения его функциональных особенностей в зависимости от конкретных задач исследования. Классическая механика описывает реальность при помощи движения материальных точек и их систем, а квантовая механика — с точки зрения «механического поведения» другого абстрактного образования, которое мы обозначим термином «(абстрактный) квантовый объект». Последний является элементом предметной области квантовой механики, отражающим корпускулярно-волновые свойства реального микрообъекта. Наглядно квантовый объект как элемент предметной области теории может быть представлен дополнительными классическими моделями частицы и волны.

Решающим является тот факт, что реальный микрообъект в определенных условиях может вести себя вполне классическим образом, то есть проявлять классические свойства. Этому соответствует отражение его в предмете теории в качестве классической материальной точки. Формальным критерием того, что абстрактный квантовый объект теряет волновые свойства и превращается в элемент предметной области классической механики, является равенство нулю кванта действия. Обратное, если величина $\frac{mv^2}{\omega}$ (здесь m — масса, v — скорость, ω — ускорение) для материальной точки будет сравнима по порядку с квантом действия, то классический объект начинает проявлять квантовые свойства¹⁷⁸. Это соответствует переходу в предметную область квантовой механики. Таким образом, реальный микрообъект может отражаться с точки зрения его функциональных свойств и как материальная точка, и как абстрактный квантовый объект. В теоретическом плане это означает своеобразный «переход» объекта исследования из одной предметной области в другую.

Реальная единость объекта ведет к частичному «наложению» (нетождественному совпадению или своеобразному перекрытию) предметных областей квантовой и классической механики. Несмотря на это частичное совпадение предметных областей, поведение объекта исследования по своим функциональным особенностям является различным с точки зрения той или иной те-

¹⁷⁸ См. В. А. Фок, Об интерпретации квантовой механики, стр. 214, примечание.

ретической системы. Квантовая механика и механика классическая в качестве различных теоретических систем определяют то логическое движение, которое, в противоположность реальному движению «по предметам», создает иллюзию применимости соответствующих абстракций в новых областях физической реальности (см. стр. 50).

Предметом квантовой механики является в основном именно область «перекрытия». Этим объясняется необходимость классических понятий при квантовомеханическом описании реальности. Акад. Мандельштам утверждал, что «можно привести веские основания» для доказательства необходимости классических понятий в качестве основы квантовой механики¹⁷⁹. Теперь можно с уверенностью утверждать, что данные основания обусловлены вышеуказанной спецификой предметной области квантовой механики.

Представители копенгагенской интерпретации квантовой механики (Розенфельд, Хансон и др.) обосновывают необходимость классического языка ссылкой на «специфику органов чувств человека», на «степень сложности биологической организации человеческих созданий»¹⁸⁰ и на прочие «эволюционные, культурные и возможно личностные факторы»¹⁸¹ в развитии человеческого сознания. Столь «фундаментальное» обоснование логически приводит к абсолютизации языка классической физики — к признанию его неизбежности для любой из последующих физических теорий. Однако в защиту этой точки зрения по существу проблемы до сих пор не удалось привести разумных аргументов. Ссылка на то, что это «очевидно», ничего не доказывает¹⁸². Данное положение нельзя доказать именно потому, что оно неверно в общем случае. П. К. Фойерабэнд показал несостоятельность данной позитивистской точки зрения¹⁸³. Однако приводимые им доказательства не опровергают необходимость понятий классики в конкретном случае квантовомеханического описания реальности, ибо здесь неправомерна аналогия соотношения классической и квантовой механики, с одной стороны, и классической и релятивистской — с другой. В первом случае отношение предметных областей совсем другого рода, чем во втором — предметные области классической и релятивистской механики не перекрываются.

Целостному описанию возникшей ситуации отвечает новый принцип дополнительности: ввиду специфичности

¹⁷⁹ Л. И. Мандельштам, Полн. собр. трудов, т. 5, стр. 406.

¹⁸⁰ L. Rosenfeld, Complementarity, "ICSU Review", Vol. 4, No. 1, 1962, p. 46.

¹⁸¹ P. A. Moldauer, Problem of Measurement, "American Journal of Physics", Vol. 32, No. 2, 1964, p. 172.

¹⁸² L. Rosenfeld, "Observation and Interpretation", p. 52.

¹⁸³ P. K. Feuerabend, указ. соч. (см. ¹⁶³).

предметной области квантовой механики адекватное описание физической реальности с квантовомеханической точки зрения требует применения двух систем понятий, классической и квантовомеханической, находящихся между собой в специфическом отношении дополнительности. Это отношение характеризуется следующими чертами:

а) обе системы относятся к одному и тому же объекту исследования, но функционально характеризуют его с различных сторон;

б) внешняя логическая противоречивость систем снимается в целостной системе интерпретации квантовой механики, в которой диалектика «квантовых» и «классических» противоположностей синтезирована в противоречивой сущности основополагающих понятий квантовой механики.

Относительно пункта а) можно добавить, что ситуация вполне аналогична изложенной в докладе Э. Г. Юдина и В. А. Лефевра: каждая из систем понятий «...описывает какую-либо определенную систему связей. В каждом из этих системных представлений имеются свойственные только ему единицы анализа. В других системных представлениях эти единицы «не работают»»¹⁸⁴.

Логически непротиворечивое понимание свойств нового вида физической реальности достигается с единой точки зрения, органически включающей моменты абсолютности и относительности. Новый принцип дополнительности следует рассматривать как «снятие» односторонности двух вышеизложенных принципов — принципа соответствия и принципа дополнительности в формулировке Бора. Сторона абсолютности на данном этапе представлена так называемым «конфигуратором»¹⁸⁵ двух систем понятий — квантовой и классической — и по сути дела представляет собой определенное единство абсолютного и относительного в плане знания. Таковым конфигуратором, по нашему мнению, выступает целостная система интерпретации квантовой механики, основные моменты которой изложены автором в предыдущем параграфе.

В новом принципе дополнительности в квантовой механике в определенном смысле находит свое завершение процесс воспроизведения абсолютного в гносеологическом плане. В силу определенного единства сторон абсолютности и относительности в этом принципе данный момент естественно сопоставить с моментом для себя в общей структуре абсолютности-относительности. Таким образом, разработанная в нашей предыду-

¹⁸⁴ «Вопросы философии», 1964, № 1, стр. 160.

¹⁸⁵ Там же. Как ясно из вышеизложенного, построение конфигулятора в данном случае вполне возможно. Это вполне соответствует требованию общей идеи дополнительности.

щей работе (см. 10). структура абсолютного и относительного в общих чертах носит как онтологический, так и гносеологический характер, что и следовало ожидать в силу единства данных сторон диалектики.

Специфика единства абсолютного и относительного в принципе дополнительности на данном этапе заключается в том, что здесь относительное знание рассматривается не только в качестве частного случая «абсолютного» знания (принцип соответствия!), но также и в качестве основы более абсолютного знания. Это находит свое выражение в подчеркивании фундаментальной роли классических понятий, зафиксированной в новом отношении дополнительности.

Становится возможным последующее философское обобщение принципа дополнительности в качестве методологического принципа научного познания. Как показано, общее требование дополнительности вполне согласуется с диалектикой. Это интуитивно понимал Бор, предпринимая попытку распространения «дополнительного метода мышления» на другие науки. Несостоятельность этих попыток обусловлена тем, что их автор не сформулировал четко идею дополнительности в общепhilosophическом плане. Между тем, такая возможность должна лежать в основе того, что дополнительность допускает какое-либо философское обобщение вообще. Поэтому дополнительность в качестве момента диалектики должна наблюдаться в скрытом, невыявленном виде в историко-philosophическом развитии мышления¹⁸⁶ вообще и, в частности, также в трудах классиков материалистической диалектики¹⁸⁷.

Анализ понимания дополнительности в физике позволяет вполне определенно указать на ту частную проблему диалектики, конкретизированным и специализированным видом которой

¹⁸⁶ Наиболее ярко элементы «дополнительного способа мышления» выражены в философской системе Б. Спинозы. С одной стороны, все рассматривается «под формой вечности» (*sub specie aeternitatis*) в качестве лишь модусов абсолютной субстанции. С другой стороны, в противоположность первой точке зрения, каждая отдельная вещь рассматривается как «существование с отношением к известному времени и месту». (Б. Спиноза, Избр. произв., т. 1, Госполитиздат, М., 1957, стр. 608). В этом последнем смысле вещь рассматривается в качестве относительно самостоятельной и в определенном смысле независимой от субстанции. Типичным примером дополнительного соотношения является устранение противоречивости понятий «лишение» (*privatio*) и «отсутствие» (*caementia*), каждое из которых в действительности соответствует одному и тому же факту, но каждое из которых принадлежит различным и на первый взгляд взаимоисключающим системам. (Там же, т. 2, стр. 477—479).

¹⁸⁷ Отдаленную аналогию можно усмотреть в анализе К. Марксом понятия «прибавочная стоимость» в «Капитале». Противоречие, как известно, решается тем, что находится специфический товар — рабочая сила, — который своими особыми свойствами как бы символизирует частичное «наложение» сфер обращения и производства — потребление купленной на рынке рабочей силы и есть непосредственно производство.

является общая идея дополнительности. Общая идея дополнительности есть гносеологическое отражение проблемы «несводимости» качественно разнородных форм движения материи в процессе познания их с единой точки зрения, то есть с точки зрения единства форм движения материи.

Гносеологическая специализированность проблемы состоит в наличии двух систем внешне противоречивых в логическом смысле понятий. Одна из этих систем отражает особенности качественно более глубокой формы движения материи, чем другая, и знаменует большее проникновение в сущность действительности. Эта система представляет более абсолютную сторону наших знаний. Однако данная абсолютная сторона знаний не может рассматриваться в отрыве от противоположной стороны — относительности.

Конкретизация проблемы заключается в том, что рассматриваются только непосредственно примыкающие друг к другу формы движения материи, когда одна из них выражает более глубоко сущность движения материи, чем другая.

При ситуациях, аналогичных квантовомеханической, то есть в тех случаях, когда объектом исследования является пограничная область двух качественно различных «уровней реальности» (например, в биологии — проблема сущности жизни) идея дополнительности может играть определенную эвристическую роль. Не исключена возможность решения проблемы понимания сущности живого аналогичными методами с единой точки зрения. В этом заключается методологическое значение общего понятия дополнительности.

Заключение

Анализ проблемы абсолютности и относительности в квантовомеханическом описании реальности (или в интерпретации квантовой механики) позволяет сделать следующие выводы:

1. Подтверждается методологическое значение общей, философской структуры абсолютности-относительности при конкретном исследовании философских проблем квантовой механики. В связи с этим полностью оправдывается изложение интерпретации квантовой механики методом восхождения от абстрактного к конкретному. В результате этого метода достигается теоретическое воспроизведение нового вида физической реальности как объекта квантовой механики, с единой последовательной точки зрения.

2. В качестве исходного пункта процесса становления нового вида физической реальности в логическом плане необходимо рассматривать понятие квантовомеханической физической величины, которая характеризуется специ-

фическим свойством «многозначности» или неопределенности атрибута количества. Все последующие более конкретные элементы нового вида физической реальности (физическая величина, представляемая оператором; свойство сопряженности, квантовое состояние) характеризуются более высокой степенью развития противоречий между сторонами абсолютности и относительности и в своей совокупности закладывают основу новой физической картины мира.

3. Особенность объекта квантовой механики определяется специфическим единством обычных классических (макроскопических) и квантовых (негеоцентрических) свойств нового вида физической реальности. Тем самым определяется уникальность предмета квантовомеханического описания реальности, который образуется своеобразным «наложением» (нетождественным совпадением) предметной области классической механики с предметной областью физической теории собственно квантовых свойств микрообъекта. Объясняется тот факт, что классическая механика является не только предельным случаем механики квантовой, но составляет неустрашимую основу последней. Новое освещение получает диалектико-материалистический тезис о единстве абсолютного и относительного — относительное является не только внешней формой актуального осуществления абсолютного, но представляет момент сущности самого абсолютного. Реальное абсолютное обязательно содержит момент относительности в своей основе.

4. Гносеологический аспект структуры абсолютного и относительного находит свое конкретное выражение в общей тенденции развития физических знаний. Диалектически противоречивыми сторонами этой тенденции является «принцип сведения к относительному» (М. Борн) и принцип «восхождения к абсолютному» (М. Планк). Основные моменты развития этой общей тенденции в квантовой механике — принцип соответствия, принцип дополнительности Бора и новый физический принцип дополнительности, впервые сформулированный в настоящей работе. Последний представляет собой конкретно-физическое адекватное объективным особенностям микромира выражение общей идеи дополнительности в качестве конкретизированной диалектической проблемы «несводимости» качественно различных форм движения материи. Таким образом, все указанные принципы квантовой механики являются звеньями одной цепи последовательного движения ко все более абсолютному знанию.

* * *

Автор благодарит зав. кафедрой теоретической физики ТГУ доцента П. Г. Карда за многократное обсуждение всех основных проблем данной работы и за существенную помощь при подготовке рукописи к печати.

Тартуский государственный университет
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 18

ТРУДЫ ПО ФИЛОСОФИИ
IX

На русском языке

Редактор П. Кард
Корректор А. Правдин

Сдано в набор 1/IV 1965 г. Подписано к печати
3/IX 1965 г. Бумага 60 × 90, 1/16. Печатных ли-
стов 4,75. Учет.-издат. листов 5,21. Тираж 500 экз.
МВ-07652. Заказ № 2803.

Типография им. Ханса Хейдеманна
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, 17/19. II.

Цена 37 коп.