

УДК 141.201

Е.А. Безлепкин

ОБЩЕФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВАНИЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЙ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

БЕЗЛЕПКИН Евгений Алексеевич – аспирант *Института философии и права СО РАН.*

Россия, 630090, Новосибирск, ул. Николаева, 8

e-mail: evgeny-bezlepkin@mail.ru

Определены причины существования множества интерпретаций квантовой механики. Для решения проблемы несовместимости философских оснований интерпретаций выявлены общефилософские основания интерпретаций квантовой механики, дана их классификация. Показано, что в более общих теориях, частью которых является квантовая механика, можно объединить (согласовать) философские основания интерпретаций.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ; ФОРМАЛИЗМ; КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА; ОНТОЛОГИЯ.

Существует множество интерпретаций квантовой механики, основания которых кажутся несовместимыми (например, детерминистские и индетерминистские интерпретации). На наш взгляд, именно эта несовместимость является философской проблемой разнообразия интерпретаций.

Цель статьи: а) определить причины множественности интерпретаций; б) выделить философские основания для классификации интерпретаций и создать ее; в) поскольку несовместимость оснований интерпретаций представляет проблему для построения единой картины мира, показать, что можно минимизировать число интерпретаций, если потребовать их согласования с такими обобщенными теориями, как, например, теория струн.

Единственную онтологию (интерпретацию) квантовой механики нельзя построить, исходя только из нее самой. Для этого следует использовать холистический подход, т. е. согласовать квантовую механику с теориями, которые связаны с другими областями применимости. Грубо говоря, множество интерпретаций связано с тем, что квантовая теория «не сопротивляется» свободному толкованию своих основных понятий. Возможно, если квантовая механика будет существовать как составная часть другой, более общей теории, то последняя будет накладывать более жесткие ограничения на трактовку основ-

ных понятий квантовой механики. Таким образом, по нашему мнению, описать мир целостно и непротиворечиво можно через объединенную теорию, которой будет соответствовать объединенная онтология, причем одной из ее частей и станет онтология квантовой механики.

Основные положения квантовой механики

Для того чтобы указать источник разнообразия интерпретаций квантовой механики, следует отчетливо выявить ее исходные положения. Для этих целей мы используем теорию (формализм) П. Дирака, так как она является наиболее общей. Исходное положение теории заключается в том, что многообразию физических понятий сопоставляются математические понятия (такое сопоставление называется «параметризацией» или «координатизацией»). Таким образом, физические объекты, которые необходимо математически (количественно) исследовать, должны быть «параметризованы» или «измерены». Б.Г. Кузнецов отмечает, что это положение вместе с идеей инвариантности является основой теории П. Дирака и что в квантовой механике появляется «независимость физических процессов от методов наблюдения, выражающаяся в инвариантности некоторых физических величин при переходе от одной координатной параметризации к другой» [2, с. 211].



Первое положение П. Дирака составляет принцип суперпозиции состояний, который утверждает, что любое физическое состояние квантово-механической системы может быть линейно выражено через суперпозицию (наложение) нескольких других состояний [См.: 1, с. 24]. Второе положение Дирака заключается в том, что физическому понятию «состояние динамической системы» сопоставляется математическое понятие «вектор» (в бесконечномерном пространстве Гильберта) [Там же. С. 29–34]. Определяющим при сопоставлении является не «длина» вектора, а его «направление» в пространстве векторов, поскольку в нем не действует аксиома Архимеда о сравнении длин. То есть в пространстве векторов квантовой механики нельзя определить, какое число «больше», а какое «меньше».

Дирак называет вектор состояния кет-вектором и с учетом того, что любой совокупности векторов можно сопоставить совокупность дуальных векторов, вводит бра-вектор. Эти векторы описывают как состояние, так и суперпозиционные связи квантово-механической системы.

Третье положение Дирака. Если в классической физике состояние физической системы описывается при помощи динамических переменных (координата, импульс), то в квантовой механике динамическим переменным, описывающим физическую величину, ставятся в соответствие линейные операторы. Причем для них не выполняется алгебраический коммутативный закон умножения ($AB \neq BA$) [Там же. С. 40].

Четвертое положение Дирака формулируется так: «В каком бы состоянии ни находилась динамическая система, результатом измерения вещественной динамической переменной будет одно из собственных значений этой переменной» [Там же. С. 54]. Процесс измерения, совершаемый над квантово-механической системой, вызывает возмущение, которое вызывает «скачок» системы из неопределенного (вероятностного) состояния в некоторое определенное (точное в числовом плане) состояние. Это утверждение получило название проекционного постулата. Таким образом, каждая наблюдаемая квантово-механическая величина имеет определенное значение только в состоянии, которое называется собственным; в иных состояниях она имеет лишь среднестатистическое значение.

Пятое положение Дирака – любая квантово-механическая система описывается полным набором совместимых динамических переменных – наблюдаемых (например, импульс, координата, спин, странность и пр.). Обратим внимание, что нет экспериментального критерия, который бы мог подтвердить полноту существующего набора переменных.

Помимо этого, отметим положение о вероятностной интерпретации понятия «вектор состояния», которое состоит в том, что вероятность результата измерения квантово-механической переменной равна квадрату модуля вектора состояния (волновой функции) этой переменной. Волновая функция задает распределение вероятностей всех наблюдаемых величин, которые соответствуют определенному состоянию системы. Если волновая функция известна, то известно распределение вероятностей наблюдаемых величин. Таким образом, при повторении опыта большое число раз результаты получаются в доле от общего числа повторений, поэтому говорят, что имеется вероятность получения определенного результата.

На наш взгляд, этих положений достаточно для концептуальной характеристики теории Дирака.

Понятие вектора состояния

Основной объект квантовой механики в теории Дирака – понятие «состояние квантово-механической системы», которому сопоставляется математическое понятие «вектор состояния». Однако «математический формализм квантовой теории можно построить по-другому и взять в качестве исходного любой другой из перечисленных объектов (вектор состояния, оператор, группа инвариантностей, амплитуда вероятности и пр. – *Е. Б.*) и определить через него все остальные» [8, с. 277]. Отметим, что возможность свободного выбора базового объекта заложена в любой аксиоматике. В таком случае мы получим не альтернативные интерпретации, а альтернативные формализмы квантовой механики (например, алгебраический формализм, в основе которого лежит понятие оператора).

В связи с этим укажем различия между теориями (формализмами) Гейзенберга и Шредингера. Дирак предположил, что любую систему частиц мы можем характеризовать двумя

переменными (во времени или в пространстве) величинами – либо состоянием системы, либо динамическими переменными (операторами).

Уравнение Шредингера выводится из предположения, что «изменение динамических условий со временем можно приписать... изменению состояния, считая динамические переменные постоянными» [1, с. 153]. Основное понятие здесь – волновая функция. Уравнение Гейзенберга выводится из предположения, что изменяются динамические переменные, в то время как состояние считается постоянным. Основное понятие здесь – линейный оператор.

Таким образом, сравнивая рассмотренные формализмы, можно сказать, что именно в теории Дирака возникает независимость «неклассического объекта от выбора путей классического (условно-классического) описания. Эта независимость выражается в существовании определенного трансформационного закона, определенных преобразований, переводящих одно классическое представление неклассического объекта в другое» [2, с. 217].

Однако, поскольку вектор состояния (и принцип суперпозиции) – один из основных понятий квантовой механики, иные формализмы не исключают его, а значит, к ним по-прежнему можно применить все существующие интерпретации. Отметим, что интерпретации нельзя различить эмпирически, так как они не приводят к различающимся экспериментальным следствиям. Если бы такое различие существовало, различные интерпретации считались бы различными теориями.

Исходя из положений П. Дирака и соглашаясь с А. Садбери, мы будем утверждать, что «интерпретация квантовой механики – это по существу ответ на вопрос „Что такое вектор состояния?“» [Там же. С. 292]. В формулировке квантовой механики Шредингера ему соответствует понятие волновой функции, в формулировке Гейзенберга – некоторый линейный оператор.

Как указано выше, соответствие между понятием «вектор состояния» и понятием «состояние квантово-механической системы» не взаимно-однозначно (вектор состояния не изменится, если умножить его на комплексное число). В силу этого мы приходим к выводу, что *вектор состояния не определен в операционалистском смысле.*

Далее нам необходимо ответить на следующие вопросы:

1) Возникает ли множество интерпретаций в связи с тем, что вектор состояния не определен операционально?

2) Можно ли операционально определить вектор состояния (не мешает ли этому параметрический способ построения квантовой теории)?

Для того чтобы ответить на первый вопрос, сравним понятие вектора состояния с основным объектом теории электромагнетизма Максвелла – вектором напряженности электромагнитного поля.

Электромагнитное поле (возьмем для однозначности электростатику, в которой проявляется только электрическое поле) характеризуется в каждой точке пространства величиной и направлением действия силы, поэтому электрическое поле можно охарактеризовать вектором электрической напряженности. Электрическая напряженность – «это сила, которая действовала бы на малое тело, заряженное единичным положительным зарядом, если бы его поместили в эту точку, не исказив имеющегося распределения электричества» [4, с. 86].

Это определение имеет две решающие для нас особенности. Во-первых, Максвелл сразу интерпретирует свое понятие. Он пишет, что «электрическая напряженность – это сила», причем эта интерпретация создает отношения преемственности с классической механикой. Во-вторых, сразу за интерпретацией следует описание определенного набора действий (идеальных экспериментальных процедур), выполнив который, мы получим величину и направление вектора напряженности электрического поля.

Переходя к рассмотрению квантовой механики и понятию вектора состояния, мы можем заметить следующее.

1. Ни Шредингер, ни Дирак не интерпретировали свои ключевые понятия. Например, Шредингер пишет: «Довольно естественно связывать функцию ψ с некоторым колебательным процессом в атоме... Я не считаю возможным, до тех пор пока не будут успешно рассчитаны новым способом более сложные задачи, подробнее рассматривать истолкование введенного колебательного процесса» [13, с. 18].

2. Вектор состояния соответствует физической системе не взаимно-однозначно. То



есть в силу специфического математического характера этого понятия не существует экспериментальной процедуры, позволяющей различить длины одного и того же вектора состояния; если существует квантовая частица, или система, то ей можно поставить в соответствие множество одинаково направленных векторов состояния.

3. Вектор состояния можно рассматривать, по крайней мере, с трех точек зрения: шредингеровской, гейзенберговской или дираковской (объединяющей).

Таким образом, мы приходим к выводу, что существование множества интерпретаций квантовой механики связано с рядом следующих причин:

1) не задана авторская интерпретация основных понятий квантовой механики, согласующаяся с классической физикой;

2) сторонние интерпретации в большинстве случаев не имеют преемственных отношений с классической физикой;

3) невозможно определить понятие «вектор состояния» операционально, т. е. в виде совокупности экспериментальных процедур, которые дали бы правила для различения векторов состояния. Невозможность операционального определения заложена в аксиоматике квантовой механики.

Особенности квантовой механики

Ни одна из интерпретаций квантовой механики не может выразить реальной онтологии мира, так как они все являются только возможными интерпретациями. Вследствие их множественности требуется проверка на непротиворечивость. Для этого сначала более подробно исследуем «состав» квантовой теории.

Квантовая теория делится на два блока: теорию замкнутой квантовой системы (система описывается уравнением Шредингера, которое детерминистски характеризует ее поведение до процесса измерения) и теорию измерений (проекционный постулат описывает взаимодействие системы с измерительным прибором (акт измерения), причем он имеет принципиально вероятностную природу).

Таким образом, говоря об особенностях квантовой механики, мы говорим в основном об особенностях теории измерений. Перечислим основные особенности.

1. Индетерминированность (не существует одновременных определенных значений тех характеристик, которыми наделена частица в классической механике; не определен статус наблюдаемых, когда система не находится в собственном состоянии).

2. Несепарабельность (возможность получения информации об одной из квантово-механических подсистем, производя эксперименты над другой).

3. Проекционный постулат. Вводит дуалистичность (разделение мира на микроскопический объект и макроскопический прибор) и индетерминизм (положения результатов измерения имеют вероятностный характер). Не учитывает возможности проведения непрерывных наблюдений.

Кроме того, использование проекционного постулата приводит к понятию коллапса волновой функции. Для правильного понимания проблемы коллапса следует разделить измерение в квантовой механике на три этапа: приготовление исходного состояния, возмущение, определение вероятности конечного состояния. Теперь приведем несколько точек зрения на это явление.

А.И. Липкина пишет об эксперименте «экранный со щелью» следующее: «Экран со щелью может выполнять различные функции. В области приготовления он будет выполнять роль „классического“ фильтра, приготавливающего исходное состояние... он включен в технические операции и находится вне области применимости языка волновых функций... Только находясь внутри исследуемой системы, экран со щелью будет „квантово-механическим“ фильтром, описываемым введенными фон Нейманом и Дираком проекционными операторами» [3, с. 83]. Такой же пример приводит Н. Бор в дискуссиях с А. Эйнштейном, поэтому сказанное мы можем причислить к копенгагенской интерпретации квантовой механики.

Приведем высказывание В.А. Фока по поводу того же опыта: «В произведенном опыте осуществился один из потенциально возможных результатов, предусмотренных первоначальной волновой функцией. Изменение постановки вопроса о вероятностях и состоит в учете осуществившегося результата, т. е. в учете новых данных. А новым данным соответствует и новая волновая функция» [12, с. 472]. Исто-

дя из этого высказывания, можно развернуть интерпретацию квантовой механики, которая сейчас называется пропенситивной. Таким образом, можно подобрать такую интерпретацию, которая либо исключит, либо логично объяснит возникающий коллапс волновой функции.

Указанные положения будут использованы нами для дальнейшего выделения оснований и классификации интерпретаций квантовой механики.

Анализ и классификация интерпретаций квантовой механики

Перейдем к анализу интерпретаций квантовой механики. М.А. Марков, основываясь на анализе статистической, копенгагенской и многомировой интерпретаций квантовой механики, выделил следующие одинаковые для них положения [5, с. 70–100]:

1. Требование выполнения нормировки для конечных движений.
2. Существование случайности как абсолютного шанса.
3. Принятие положений Бора: для толкования измерений необходимо пользоваться классическими представлениями; все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий.
4. Принятие существующих уравнений квантовой механики.

Из приведенных положений можно вывести минимальную интерпретацию квантовой механики (разновидность копенгагенской). Отметим, что эти положения не касаются понятий вектора состояния и проекционного постулата. Поэтому, соглашаясь с М.А. Марковым и А. Садбери, мы описываем интерпретации квантовой механики, основываясь на этих двух критериях: интерпретация вектора состояния и интерпретация проекционного постулата. По Дираку, вектор состояния является первичным понятием квантовой механики. Все, что можно сказать: понятие состояния физической системы алгебраизуется к математическому понятию вектора в бесконечномерном пространстве. Таким образом, «каждому состоянию динамической системы в определенный момент времени соответствует кет-вектор» [1, с. 29]. Проекционный постулат используется для момента измерения системы. Дирак по этому поводу утверждает, что «измерение всегда вызыва-

ет скачок системы в собственное состояние той динамической переменной, измерение которой производилось» [Там же. С. 54].

Приведем список интерпретаций [См.: 5, с. 70–100; 6; 8, с. 288–307; 9, с. 69–76] (табл. 1).

Мы можем классифицировать приведенные интерпретации на основе бинарных оппозиций (в частности, опираясь на статью А.А. Печеникина [6]), причем эти оппозиции можно трактовать как философские основания интерпретаций квантовой механики (табл. 2).

Данные табл. 2 подтверждают, что основными вопросами остаются толкование вектора состояния и толкование проекционного постулата и что философские основания интерпретаций являются противоречивыми. Среди наиболее очевидных противоречий можно выделить: субъективизм и объективизм, детерминизм и индетерминизм, дуализм и монизм.

В связи с этим появляется вопрос: можно ли минимизировать (путем согласования, объединения или устранения оснований) число различных интерпретаций, а если возможно, то до какой степени? Для ответа на него мы бы хотели привлечь холистический подход, заключающийся в том, что единственную онтологию (интерпретацию) квантовой механики нельзя построить, исходя только из самой квантовой механики. Описать мир целостно и непротиворечиво, как нам кажется, можно через объединенную теорию, которой будет соответствовать объединенная онтология, причем одной из ее частей и станет онтология квантовой механики. То есть следует потребовать согласования интерпретаций квантовой механики с теориями, которые являются обобщениями квантовой механики, например с квантовой теорией поля, теорией суперструн. Таким образом, мы как бы добавляем «внешние ограничения» на определение понятия «вектор состояния».

Вновь обратимся к теории электромагнетизма Максвелла. Если попытаться геометризовать (перевести на геометрический язык описания) эту теорию, т. е. согласовать ее с моделью общей теории относительности, то мы должны интерпретировать компоненты электромагнитного поля не как силы, а как искривление пространственно-временного 5-мерного многообразия. Если расширить эту теорию на квантовую область (в рамках теории великого объединения), мы получим понятие «кванто-



Таблица 1

Характеристики интерпретаций квантовой механики

Интерпретации	Вектор состояния (ВС), проективный постулат (ПП)
1. Копенгагенская (минимальная)	ВС – математический прием для вычисления результатов экспериментов. ПП не нужен, так как вводится различие между процедурой приготовления и измерения системы. Каждое измерение относится к данному приготовлению, а не к тому, что будет после измерения
2. Объективная (буквальная)	ВС – объективное свойство системы; он лежит в одном из подпространств пространства состояний, система переходит между подпространствами, вероятности которых определяются решением уравнения Шредингера. ПП утверждает об изменениях ВС после измерения. Таким образом, индетерминизм – свойство мира
3. Копенгагенская (стандартная)	ВС – список возможностей (суперпозиция состояний), из которых при взаимодействии микрообъекта с прибором реализуется одна (коллапс ВС – индетерминизм). Стандартная трактовка ПП
4. Субъективная	ВС отражает уровень знаний экспериментатора о системе. ВС изменяется после измерения, так как изменяется уровень знания экспериментатора о системе
5. Ансамблевая	ВС описывает не одну частицу, а ансамбль частиц. Квадрат ψ описывает доли систем ансамбля, для которых получен определенный результат. Эти доли являются подсистемами ансамбля. ПП описывает переключение внимания с одного ансамбля на другой (сохранение детерминизма)
6. Многомировая	ВС любой системы определяется по отношению к состоянию всей Вселенной. Измерение ведет к распараллеливанию мира на множество миров, в каждом из которых после измерения получен иной результат (сохранение детерминизма)
7. Квантово-логическая	Утверждает, что все трудности квантовой механики могут быть решены путем использования трехзначных не булевых логик
8. Неореалистические (де Бройль – Бом)	Эволюция частицы полностью определяется «волной-пилотом» (скрытая переменная), совместно с уравнением Шредингера. ВС зависит от конфигурации всей Вселенной (постулат нелокальности). ПП не нужен, так как признается детерминизм. Является новой теорией, однако может считаться интерпретацией, если допустить, что она не будет делать предсказаний, отличных от предсказаний квантовой механики
9. Пропенсивная фейнмановская	ВС – характеристика потенциальных возможностей результата измерения. ПП описывает переход потенциальной возможности в действительность (сохранение причинности) ВС – амплитуда вероятности, причем полная (действительная) амплитуда вероятности для микрообъекта определяется как интеграл амплитуд по всем возможным траекториям движения

Таблица 2

Классификация интерпретаций на основе бинарных оппозиций

Признание реального мира (интерпретация вектора состояния)	Субъективная 1, 3, 4, 7	Объективная 2, 5, 6, 8, 9
Отношение к проекционному постулату	Дуалистические 1, 2, 3, 4	Монистические 5, 6, 8, 9
Отношение к детерминизму	Индетерминистские 1, 2, 3	Детерминистские 5, 6, 8, 9
Количество описываемых объектов в системе	Ансамблевые 5	Неансамблевые 1, 2, 3 (остальные индифферентны)
Трактовка физической величины в собственном состоянии	Индетерминированность 1, 2, 3, 4	Точное, но неизвестное 5, 6, 8 (для 9 – значение «нечеткое»)

ванного поля», где существуют частицы, на которые действуют силы.

Таким образом, одно расширение («квантовое») теории классического электромагнетизма подтверждает интерпретацию векторов электромагнитного поля как сил. В обобщенной интерпретации, помимо этого, добавляются еще «силовые центры» (частицы). Другое расширение («геометрическое») приводит к совершенно другой интерпретации. Окончательная интерпретация электромагнетизма, как нам кажется, будет связана с еще более обобщенной теорией. В настоящее время существуют теории, которые пытаются объединить обе вышеприведенные интерпретации на основании понятия калибровочной симметрии (например, исключительно простая теория всего).

Однако обратимся к квантовой механике. Например, в квантовой теории поля формализмы (представления) Шредингера и Гейзенберга неравнозначны: для ее построения используется представление Гейзенберга. То есть описания, эквивалентные в нерелятивистской квантовой механике, оказываются неэквивалентными в релятивистской версии теории, которая применяется для описания не только частиц, но и полей. Точно так же можно поступить с интерпретациями. На наш взгляд, некоторые интерпретации должны быть чувствительны к подобному расширению области применимости теории. Например, индетерминистские интерпретации могут оказаться противоречивыми, если согласовать их с областью действия классической физики; напротив, фейнмановская интерпретация допускает такое расширение, о чем мы будем говорить дальше.

Возможность минимизации интерпретаций квантовой механики

Опишем попытку построения объединенной онтологии на основе вариационных принципов механики и конкретно на основе принципа наименьшего действия. Известно, что, используя различные формулировки этого принципа, можно построить классическую механику, общую теорию относительности, квантовую теорию, а также и квантовую теорию поля.

Таким образом, вариационные принципы можно назвать обобщенными принципами физики, и поэтому основанная на них интерпретация Фейнмана может претендовать на роль

обобщенной онтологии, если согласовать ее с философскими основаниями классической и релятивистской механики.

Обобщенная интерпретация квантовой механики через принцип наименьшего действия соответствует сумме интерпретаций Фейнмана, Фока и позднего Гейзенберга. Она является монистической и синтезирует в себе как индетерминизм (вероятностное описание на микроуровне), так и детерминизм (причинное описание на макроуровне), поскольку «вариационные принципы заключают в себе синтез континуального и дискретного аспектов движения и являются выражением обобщенного принципа причинности в физике» [7, с. 879].

Подтвердим это словами В.А. Фока: «Принцип причинности в общем смысле следует понимать как утверждение о существовании законов природы, и в частности тех, которые связаны с общими свойствами пространства и времени (конечная скорость распространения действий, невозможность воздействовать на прошлое). При таком понимании квантовая механика не только не противоречит принципу причинности, но она дает ему новое выражение и расширяет его применение на вероятностные законы» [12, с. 467–468].

Основное понятие этой интерпретации – потенциальная возможность. В.А. Фок пишет: «Описываемое волновой функцией состояние объекта является объективным в том смысле, что оно представляет объективную (независящую от наблюдателя) характеристику потенциальных возможностей того или иного результата взаимодействия атомного объекта с прибором. В этом же смысле оно относится именно к данному, единичному, объекту. Но это объективное состояние не является еще действительным, в том смысле, что для объекта в данном состоянии указанные потенциальные возможности еще не осуществились. Переход от потенциально возможного к осуществившемуся, к действительному, происходит в заключительной стадии опыта» [Там же. С. 468].

Таким образом, вектор состояния интерпретируется как амплитуда вероятности, причем полная амплитуда вероятности для микрообъекта определяется как сумма вкладов от всех *возможных* траекторий движения. Сложение потенциальных возможностей выявляет траекторию с наибольшей вероятностью. Так проис-



ходит переход от (потенциально) *возможного* к (осуществившемуся) *действительному*. Поэтому, перефразируя Лейбница, можно сказать, что «мы живем в наиболее вероятном из миров».

Интерпретацию, связанную с положениями Фейнмана и Фока, также разрабатывает, например, В.Э. Терехович [11, с. 112], называя ее «интерференцией возможностей». Автор пишет, что каждому возможному состоянию квантового объекта соответствует волновая функция, причем «волновые функции всех возможных состояний объекта... интерферируют в соответствии с правилом сложения фаз. Результирующее состояние характеризуется максимальной устойчивостью в данных условиях и описывается максимальной вероятностью» [Там же. С. 114]. Результирующее состояние называется действительным, все остальные – возможными.

Эту интерпретацию, основанную на вариационных принципах, можно расширить на область действия не только классической механики, но и теории относительности. Это можно сделать, используя теорию струн как обобщенную теорию, которая также основывается на вариационных принципах механики.

В.Э. Терехович пишет: «Если теория струн верна (доказательств этого пока нет), можно предположить, что принцип максимального старения тоже является приближением метода интегралов по траекториям. При увеличении

масштаба пульсирующая ткань многомерного запутанного пространства-времени схлопывается и сглаживается до 4-мерного. Поскольку только в нем макрообъекты устойчивы, все возможные траектории в 10-мерном пространстве в результате интерференции сводятся к траекториям в 3-мерном. В таком случае не только классическая механика, но и общая теория относительности может стать частным случаем квантовой механики» [10, с. 86].

Таким образом, можно получить согласованную интерпретацию не только для квантовой механики, но и для классической механики, а через нее и для теории относительности.

Возникает следующий вопрос, ответить на который сможет только дальнейшее развитие физики: если нахождение иного обобщенного принципа (кандидаты – принципы симметрии) будет связано с иной интерпретацией, то можно ли будет объединить вышеописанную вероятностную интерпретацию и новую? Противоречие интерпретаций по-прежнему означает только одно – противоречие основополагающих принципов теории, или наше непонимание теории.

Вероятнее всего, что по мере построения объединенной теории и вхождения в нее новых явлений и концепций онтология будет уточняться, подстраиваясь под них. Ввиду этого интерпретации квантовой механики также будут уточняться и дополнять друг друга.

Работа выполнена при поддержке фонда РГНФ, проект № 13-03-00065.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дирак П. Принципы квантовой механики. М.: Наука, 1979. 480 с.
2. Кузнецов Б.Г. Основы теории относительности и квантовой механики. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 326 с.
3. Липкин А.И. Две методологические революции в физике – ключ к пониманию оснований квантовой механики // Вопросы философии. 2010. № 4. С. 74–90.
4. Максвелл Дж.К. Трактат об электричестве и магнетизме. Т. 1. М.: Наука, 1989.
5. Марков М.А. О трех интерпретациях квантовой механики. М.: Наука, 1991. 112 с.
6. Печенкин А.А. Три классификации интерпретаций квантовой механики // Философия науки. Вып. 5. Философия науки в поисках новых путей. М.: Изд-во ИФ РАН, 1999. URL: <http://iph.ras.ru/page52404322.htm> (дата обращения: 19.04.2014).
7. Полак Л.С. Вариационные принципы механики. М.: Физматгиз, 1959.
8. Садбери А. Квантовая механика и физика элементарных частиц. М.: Мир, 1989. 487 с.
9. Севальников А.Ю. Интерпретации квантовой механики. В поисках новой онтологии. М.: Либроком, 2009. 192 с.
10. Терехович В.Э. Вероятностный и геометрический языки физики в контексте принципа наименьшего действия // Философия науки. 2013. № 1 (56). С. 80–93.

11. Он же. Интерференция возможностей, или Как «интегралы по траекториям» объясняют вероятностную причинность // Там же. 2012. № 2 (53). С. 108–121.

12. Фок В.А. Об интерпретации квантовой механики // Успехи физических наук. 1957. № 4 (62). С. 461–474.

13. Шредингер Э. Избранные труды по квантовой механике. М.: Наука, 1976. 424 с.

E.A. Bezlepkin

PHILOSOPHYCAL GROUNDS OF THE QUANTUM MECHANICS INTERPRETATIONS

BEZLEPKIN Eugene A. – *Institute of Philosophy and Law of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.*

Ul. Nikolaeva, 8, Novosibirsk, 630090, Russia
e-mail: evgeny-bezlepkin@mail.ru

Article shows that the reason of interpretations diversity of quantum mechanics is that interpretations are not associated with the classical physics. The second reason is the impossibility of an operational definition of the state vector. The problem is the incompatibility of the philosophical foundations of interpretation that is a challenge to build a unified picture of the world. To solve the problem the interpretations general philosophical grounds of quantum mechanics are identified and their classification is built. Also it is shown that in more general theories, which are part of quantum mechanics, we can combine (align) the philosophical foundations of interpretations.

INTERPRETATION; FORMALISM; QUANTUM MECHANICS; ONTOLOGY.

REFERENCES

1. Dirak P. *Printsipy kvantovoy mekhaniki* [Principles of Quantum Mechanics]. Moscow, Nauka Publ., 1979. 480 p. (In Russ.)

2. Kuznetsov B.G. *Osnovy teorii otositelnosti i kvantovoy mekhaniki* [Foundations of the theory of relativity and quantum mechanics]. Moscow, AN SSSR Publ., 1957. 326 p. (In Russ.)

3. Lipkin A.I. [Two methodological revolution in physics is key to understanding the foundations of quantum mechanics]. *Questions of philosophy*, 2010, no. 4, pp. 74–90. (In Russ.)

4. Maksvell Dzh.K. *Traktat ob elektrichestve i magnetizme* [A Treatise on Electricity and Magnetism]. In 2 vol. Of vol. 1. Moscow, Nauka Publ., 1989. (In Russ.)

5. Markov M.A. *O trekh interpretatsiyakh kvantovoy mekhaniki* [About three interpretations of quantum mechanics]. Moscow, Nauka Publ., 1991. 112 p. (In Russ.)

6. Pechenkin A.A. [Three classifications of interpretations of quantum mechanics]. *Philosophy of Science*, pt 5. Available at: <http://iph.ras.ru/page52404322.htm> (accessed 19.04.2014).

7. Polak L.S. *Variatsionnyye printsipy mekhaniki* [Variational principles of mechanics]. Moscow, Fizmatgiz Publ., 1959. (In Russ.)

8. Sadberi A. *Kvantovaya mekhanika i fizika elementarnykh chastits* [Quantum mechanics and particle physics]. Moscow, Mir Publ., 1989. 487 p. (In Russ.)

9. Sevalnikov A.Yu. *Interpretatsii kvantovoy mekhaniki. V poiskakh novoy ontologii* [Interpretation of quantum mechanics. In search of a new ontology]. Moscow, Librokom Publ., 2009. 192 p. (In Russ.)

10. Terekhov V.E. [Probabilistic and Geometric Language of Physics in the context of the Principle of Least Action]. *Philosophy of Science*, 2013, no. 1, pp. 80–93. (In Russ.)

11. Terekhov V.E. [The interference of possibilities or how “path integrals” explains probabilistic causality]. *Philosophy of Science*, 2012, no. 2, pp. 108–121. (In Russ.)

12. Fok V.A. [About the interpretation of quantum mechanics]. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 1957, no. 4 (62), pp. 461–474 (In Russ.)

13. Shredinger E. Selected papers on quantum mechanics. Moscow, Nauka Publ., 1976. 424 p. (In Russ.)