

НАУЧНЫЙ РЕАЛИЗМ И КОНСТРУКТИВНЫЙ ЭМПИРИЗМ: МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Печенкин Александр Александрович – доктор философских наук, профессор. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Российская Федерация, 119991 Москва, ГСП-1. главный научный сотрудник. Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. Российская Федерация, 125315, г. Москва, ул. Балтийская, д. 14; e-mail: a_pechenk@yahoo.com

Сопоставляются две концепции современной философии науки: научный реализм и конструктивный эмпиризм. При этом подчеркивается их вклад в методологию квантовой механики. Уже на раннем этапе квантовой физики К. Поппер выступил с критикой копенгагенской (стандартной) интерпретации квантовой механики и предложил статистическую (ансамблевую) интерпретацию, которую воспроизвел в своих поздних работах. Позиция Поппера рассматривается как пример философии научного реализма. В качестве примера интерпретации, выдвинутой с позиции конструктивного эмпиризма, рассматривается модальная интерпретация, выдвинутая ван Фраассеном.

Ключевые слова: структура теории, материализм, эмпиризм, копенгагенская интерпретация



SCIENTIFIC REALISM AND CONSTRUCTIVE EMPIRICISM: A METHODOLOGY OF INTERPRETATION OF QUANTUM MECHANICS

Alexander A. Pechenkin – DSc in Philosophy, Professor. Lomonosov Moscow State University. GSP-1, 119991 Moscow, Russia. Head research fellow. S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences. 14 Baltiyskaya St., 125315 Moscow, Russian Federation; e-mail: a_pechenk@yahoo.com

Two conceptions of the contemporary philosophy of science are taken under consideration: scientific realism and constructive empiricism. Scientific realism presupposes 1) the conception of truth as the correspondence of knowledge to reality, 2) the real existence of entities postulated by a theory. The constructive empiricism puts forward the idea of empirical adequacy: science aims to give us the theories which are empirically adequate and acceptance of the theory involves as belief only that it is empirically adequate. To compare methodological resources of these two positions in the philosophy of science the problem of the interpretation of quantum mechanics is involved. As a methodological realization of scientific realism the ensemble interpretation of quantum mechanics is taken under consideration. K.Popper's version



of the ensemble interpretation of quantum mechanics is outlined along M. Jammer's book on the history of the philosophy of quantum mechanics. As a contemporary version of the ensemble approach L. Ballentine's book on quantum mechanics is mentioned. Van Fraassen's version of the modal interpretation of quantum mechanics is taken under consideration to show a methodological realization of constructive empiricism.

Keywords: the structure of the theory, materialism, metaphysics, empirical phenomena, the Copenhagen interpretation

Научный реализм

Позиция научного реализма была четко обозначена Э. Нагелем, который сопоставил три направления в философии науки: реализм, инструментализм и феноменализм [Nagel, 1961, Ch. 6]. Реализм, согласно Нагелю, это течение, принимающее корреспондентскую теорию истины (Нагель также ссылается на экспликацию этой теории, данную А. Тарским). Нагель подчеркивает, что термин «реализм» в его трактовке – это иной термин, нежели «реализм» в основаниях математики, «реализм», который противостоит номинализму и концептуализму. Реализм в интерпретации Нагеля – это философия физики и вообще естествознания. Эта философия зиждется на принципе: если мы принимаем научную теорию, мы принимаем ее соответствие реальности.

В Стэнфордской энциклопедии по философии представлена иная ретроспектива понятия «научный реализм». В этом издании в качестве инициаторов научного реализма указаны Г. Максвелл, В. Селларс и некоторые другие специалисты по философии науки и сам реализм рассматривается как философская концепция, предполагающая, что научные теории несут информацию как о наблюдаемых, так и о ненаблюдаемых аспектах мира, что ненаблюдаемые сущности, описываемые теориями (фотон, протон, квантовое состояние и т.д.) столь же реальны, как и наблюдаемые явления.

Как отмечалось, в качестве антитезы реализму Нагель называет инструментализм (Нагель ссылается на «Опыт и предсказание» Г. Рейхенбаха) и феноменализм, философию науки, восходящую к Э. Маху. В более близкой нам литературе акценты сместились. В качестве «классика» инструментализма обычно фигурирует Л. Лаудан, а как продолжение феноменалистической линии в философии науки обычно упоминается конструктивный эмпиризм Б. ван Фраассена.

Ниже именно философия ван Фраассена сопоставляется с философией науки, выступающей как научный реализм.

Итак, научный реализм отличают две позиции: корреспондентская теория истины (истиной теорию делает соответствие с реальностью, которая лежит за теорией), а также утверждение, что сущности, фигурирующие в фундаментальных теориях физики, реально существуют.



Реализм не следует смешивать с материализмом. Реализм не предполагает, что объективная реальность, выражаемая в теориях, это субстанция – материя. Теоретические сущности (атомы, электроны, поля...) реальны, поскольку приняты теории, оперирующие этими сущностями. Мы можем представить себе ситуацию, при которой на смену этим теориям придут другие и сущности, на которые ссылаются нынешние теории, будут кардинально реконструированы.

«Если нам дана теория или теоретическое рассуждение, – писал Х. Патнем, – реалист утверждает следующее: 1) научные теории являются либо истинными, либо ложными, при этом то, что делает теорию истинной или ложной, находится вне теории, это не наши чувственные данные, действительные или потенциальные, не структура нашего сознания, не наш язык и т.д.

2) цель науки состоит в том, чтобы дать нам теории, которые дают истинное описание того, что собой представляет мир, и принятие той или иной теории предполагает уверенность в том, что она истинная» [Putnam, 1975, p. 69].

Вилфрид Селларс подчеркивал другой аспект: «Иметь основание принимать теорию *ipso facto* значит иметь основание принимать, что сущности, постулируемые теорией, существуют» [Sellars, 1963, p. 97].

Научный реализм дистанцируется от «метафизического реализма», т.е. от реализма, предполагающего, что существует некая общая сеть физических закономерностей, которую нам предстоит познать. Научные теории, однако, входят в противоречие с фактами, опровергаются, реконструируются. Тем не менее сама идея закона физики (точнее – совокупности таких законов) продолжает провоцировать исследователя.

Как отмечалось выше, научный реализм не следует смешивать с философским материализмом. Философский материализм, однако, может рассматриваться как радикальный метафизический реализм. Философский материализм идет дальше, чем метафизический реализм: он утверждает не только существование объективной физической реальности, но развивает представление об особой сущности, лежащей в основе нашего опыта, материи – и создает систему категорий, описывающих атрибуты материи.

Конструктивный эмпиризм

В качестве примера позиции, противостоящей научному реализму, в настоящей статье рассматривается конструктивный эмпиризм, отстаиваемый американским философом Б. ван Фраассеном. «Цель науки, – пишет ван Фраассен, – дать нам теории, которые были бы эмпирически адекватными, принятие теории предполагает уверенность в том, что она эмпирически адекватна» [van Fraassen, 1980, p. 12].



Эмпирическая адекватность в свою очередь означает, что теория утверждает то, что проявляется в наблюдении или в эксперименте, что теория описывает те явления, которые даны нам в наблюдении или обнаруживаются в результате эксперимента.

Согласно ван Фраассену, задача науки – это «спасение явлений». Это значит, что задача науки состоит не в том, чтобы выявить те или иные ненаблюдаемые сущности, а в том, чтобы зафиксировать мир таковым, каковым он является в нашем представлении.

«Я предлагаю антиреалистическую позицию, – пишет Б. ван Фраассен, – которую называю конструктивным эмпиризмом. Я утверждаю, что цель науки не истина, а эмпирическая адекватность, т.е. истина в отношении наблюдаемых явлений» [van Fraassen, 1980, p. 4].

Эмпирическая адекватность не означает, что наука должна отказаться от теоретических терминов, от терминов, выражающих то, что не может быть непосредственно наблюдаемо – от терминов типа «атом», «электрон», «состояние квантовой системы». Наука принимает эти термины, но принимает прагматически, они составляют элементы языка науки, поскольку позволяют более точно и компактно «спасать» явления, описывать то, что может быть охарактеризовано как наш чувственный опыт.

В философии науки весьма распространена идея гипотетико-дедуктивной теории (в западной литературе обычно употребляется термин «стандартная концепция научного знания»). Гипотетико-дедуктивная система – это модификация идеи аксиоматической теории. Сама эта идея тоже применяется в естествознании (аксиоматизация механики точки Гамелем, аксиоматизация термодинамики Каратеодори, например). Идея гипотетико-дедуктивной системы – это именно методологическая идея, позволяющая разобраться в структуре научного знания. Научная теория рассматривается как дедуктивная система, где самые общие положения составляют «верхний этаж» – фундаментальные положения, типа законов Ньютона, первого и второго начал термодинамики. Из них следуют предложения «среднего уровня», затем предложения, непосредственно описывающие факты (следуя терминологии неопозитивизма они могут быть названы протокольными предложениями, но подходят и другие названия, например «базисные предложения»).

Научные реалисты, скажем, Э. Нагель, К. Поппер, В. Селларс широко используют понятие гипотетико-дедуктивной системы.

Б. ван Фраассен трактует теоретическое знание как совокупность моделей. На первый план у него выходят теоретико-множественные понятия – гомоморфизм, изоморфизм... Спасение явлений – это их моделирование (сначала локальное, которое позволяет запомнить данное явление и его воспроизвести – пусть мысленно, потом строится модель моделей, которая сразу «запоминает» группу явлений, уже промоделированных на низшем теоретическом уровне).



«Очарованные успехами логики и исследованиями в области оснований математики, – пишет ван Фраассен, – философы стали рассматривать научные теории в лингвистическом ключе. Чтобы представить теорию, Вы должны определить точный язык, некоторое множество аксиом и словарь, который соотносит теоретические термины и данные наблюдения, которые зафиксированы. Все знают, что это не вполне правдоподобная картина того, как научный работник действительно представляет себе теорию и как оперирует с теоретическими понятиями. Но модель есть модель. Она идеализирует ситуацию, как точечные массы и системы без трения идеализируют механические явления. Она продуктивна, поскольку позволяет эксплицировать такие процедуры, как верификация, подтверждение, фальсификация, корроборация, и т.д., словом, построить язык, пригодный для развития эпистемологии, философской теории научного знания...»

Я предлагаю новую картину – нечто позволяющее развить воображение – чтобы обсуждать общие черты научных теорий. Описать научную теорию значит определить семейство структур, моделей этой теории. Кроме того, надо обозначить некоторую часть этих моделей в качестве кандидатов на прямое представление наблюдаемых явлений. Структуры, которые могут быть представлены в протоколах экспериментов и прямых измерений, мы можем называть явлениями (arrangances). Теория будет эмпирически адекватной, если некоторая из ее моделей такова, что все явления изоморфны эмпирическим подструктурам этой модели» [van Fraassen, 1980, p. 64].

Понятие модели применяется и в методологии научного реализма, рассматривающей теорию как гипотетико-дедуктивную систему. Но реалисты обычно обращают внимание на модели вспомогательного толка, например на модель молекул как биллиардных шаров, в физике газов. Конструктивный эмпиризм же трактует саму теорию как модель. При этом на первый план выходят теоретико-множественные понятия. Модели могут быть изоморфны, гомоморфны одна другой, а также явлениям, обнаруживаемым в эксперименте и наблюдении. Они не связаны друг с другом дедуктивным рассуждением, если под дедукцией понимать процедуру, имеющую отношение к истине (из истинности посылок следует истинность заключения).

Интерпретация квантовой механики с позиции научного реализма

Одна из первых интерпретаций квантовой механики с позиции научного реализма была дана Карлом Поппером при написании им его главной книги «Логика исследования». Правда, Поппер не пользовался тогда термином «научный реализм». Термин «реализм»



отсутствует в «Логике исследования» (1935 г.) и в «Логике научного открытия», английской версии «Логике исследования» (1959 г.). Однако в книге «Предположения и опровержения» (1967 г.) Поппер в духе научного реализма принимает концепцию истины как соответствия знания действительности (Поппер, как и Нагель, следует семантической трактовки истины А. Тарским) и выдвигает концепцию правдоподобия (*verisimilitude*). Поппер стал именовать себя реалистом в дополнениях к «Логике научного открытия», написанных в основном в 1960-е гг. и опубликованных в 1980-е гг. (первый том «Реализм и цель науки» вышел в 1983 г.).

Настоящий параграф, однако, касается событий тридцатых годов. Критика К. Поппером копенгагенской интерпретации квантовой механики освещена М. Джеммером (1974 г.), который называет Поппера «одним из великих мыслителей нашего времени». Джеммер прослеживает следующую цепочку событий: выступление А. Эйнштейна на 5-м Сольвеевском конгрессе (1927 г.) и статьи Поппера середины тридцатых годов, предвещающие его обсуждение интерпретации квантовой механики в «Логике исследования» (1935 г.).

Как известно, в 1927 г. Эйнштейн сопоставил две интерпретации волн де Бройля – Шредингера: 1) эта волна представляет ансамбль частиц, распределенных в пространстве; 2) эта волна связана с индивидуальной частицей. Поппер, однако, не только следовал Эйнштейну, он развил идеи Эйнштейна, критикуя методологию, изложенную в «Чикагских лекциях» В. Гейзенберга (1929 г.), изданных в виде книги в 1930 г. (книга «Физические принципы квантовой теории», русский перевод под редакцией Д. Иваненко был опубликован в 1932 г.). Поппер решительно возражал против той интерпретации соотношений неопределенностей, которая была у Гейзенберга. Он писал, что, хотя соотношения неопределенностей следуют из аппарата квантовой механики, интерпретация Гейзенберга, связывающая эти соотношения с измерением, из аппарата квантовой механики не следует. Согласно Гейзенбергу, соотношения неопределенностей обосновываются операционалистически: при измерении координаты мы возмущаем импульс частицы (чем больше точность измерения координаты, тем более неопределенным становится импульс), а при точном измерении импульса частицы мы возмущаем ее координату.

Согласно Попперу, гейзенберговская интерпретация – это интерпретация с позиции ограничения нашего знания: чем точнее мы знаем координату, тем более расплывчаты наши сведения о том, каков импульс частицы. Поппер видит в соотношениях неопределенностей объективные свойства квантового ансамбля. Согласно Попперу, соотношения неопределенностей – «это статистические соотношения рассеяния, квантовая механика должна быть интерпретирована статистически. Например, мы можем создать плоский монохроматический



луч – луч электронов с равными импульсами. Однако если мы попытаемся сделать этот агрегат электронов еще более гомогенным – состоящим из электронов, имеющих не только одинаковые импульсы, но также имеющих координаты, ограниченные узким интервалом (пропустив электроны сквозь узкую щель Δx), то мы наталкиваемся на препятствие. Любой отбор электронов, исходящий из их координат электронов, приводит к возмущению системы, в результате чего увеличивается рассеяние электронов по импульсу (в соответствии с соотношением неопределенностей Гейзенберга)» [Popper, 1959, с. 226–227].

Статистическая интерпретация квантовой механики, которая развивалась Поппером (одна из версий), излагалась многими физиками и философами и после Поппера и независимо от Поппера (см. статьи автора об американских и советских интерпретациях квантовой механики, выдвинутых до Второй мировой войны [Печенкин, 2000; 2012]). В настоящей статье мы не ставим задачу проследить историю статистического (ансамблевого) подхода к квантовой теории. Мы только подчеркнули, что научный реализм – это не просто философская позиция, это еще и методология, взаимодействующая с физикой, методология, предполагающая свою трактовку научных понятий.

После Второй мировой войны статистическую интерпретацию квантовой механики развивал советский физик Д.И. Блохинцев в своем популярном учебнике, а также в статьях философского характера. Ее развивает канадский физик Л.Е. Баллентайн, автор фундаментального учебника по квантовой механике. Баллентайн в своем обзоре литературы упоминает К. Поппера и Д.И. Блохинцева как своих предшественников. Д.И. Блохинцев же не ссылается на «буржуазного философа» К. Поппера. Он не упоминает реализм как направление в философии науки и подчеркивает, что стоит на позиции материализма.

Модальная интерпретация квантовой механики

В статье автора настоящей статьи [Печенкин, 2000] речь шла о модальной интерпретации квантовой механики, возникшей в качестве альтернативы копенгагенской интерпретации. При этом отмечалось, что модальная интерпретация не принимает «редукцию волнового пакета», картину, используемую для описания измерения в квантовой механике, картину, принимаемую многими сторонниками копенгагенской интерпретации. Суть здесь в следующем. Как известно, если речь идет об измерении какой-либо физической величины, волновая функция, представляющая состояние физической системы,



рассматривается как линейная комбинация базисных состояний, собственных состояний оператора, представляющего эту величину. Коэффициенты при каждом базисном состоянии позволяют вычислить вероятности того, что при измерении система окажется в соответствующем базисном состоянии. Когда проводится эксперимент, система «редуцирует» к одному из своих базисных состояний.

Итак, если мы принимаем «редукцию волнового пакета», то мы принимаем, что квантовая механика задействует два типа процессов: континуальное причинное изменение системы в соответствии с уравнением Шредингера и дискретное (редукцию), вызванное актом измерения.

Редукция волнового пакета интерпретируется по-разному. М. Борн, например, рассматривал редукцию как изменение в нашем знании о физической системе. Это изменение происходит, когда мы осознаем результат измерения (см.: [Jammer, 1974, p. 44]).

В модальной интерпретации вводятся два понятия квантового состояния – динамическое состояние, состояние, выражаемое волновой функцией, – обычное квантовое состояние, подчиняющееся уравнению Шредингера (property state) и так называемое состояние величин (value state) – набор значений физических величин (энергия, импульс, момент импульса, координата...), характеризующих физическую систему. Другая терминология: property state – это «динамическое состояние», выражаемое волновой функцией и определяющее как будет вести себя система, если она предоставлена сама себе. Состояние величин (value state) полностью определяется тем, какие наблюдаемые существенны в плане эксперимента и наблюдения [van Fraassen, 1991].

Динамическое состояние относится к состоянию значений как возможность к действительности (отсюда и термин «модальная интерпретация»). Из динамического состояния следует, какое описание динамической системы в данном случае возможно, состояние величин (value state) – это набор величин, действительно описывающих физическую систему (некоторые из величин даны в вероятностной форме – через математическое ожидание, дисперсию).

В терминах конструктивного эмпиризма состояние величин составляет первый (низший) уровень моделирования эмпирии, динамическое же состояние – второй – более абстрактный уровень.

Поскольку система всегда находится в том или ином состоянии величин (value state), модальная интерпретация не предполагает редукцию волнового пакета. Измерение фиксирует то, что существует до измерения.

Аутентичное изложение модальной интерпретации предполагает использование достаточно сложной математики («Математических оснований» И. фон Неймана). Чтобы пояснить смысл модальной интерпретации, обратимся к тому примеру, который рассматривает



ван Фраассен. Речь идет о двухщелевом эксперименте. «Рассмотрим телевизионную трубку. Катод испускает поток электронов, которые специальным устройством концентрируются в луч. Электроны в луче рассредоточиваются в разные стороны магнитным полем, так чтобы получить на экране совершенно бессмысленную картину. Предположим теперь, что мы удалили магниты и заменили их на вольфрамовую пластинку, имеющую две щели, которые могут каждая по отдельности открываться и закрываться. Если каждый электрон имеет все время определенную координату и импульс, то каждый электрон, достигший экрана, должен был пройти через ту или иную щель. Мы производим электроны столь медленно, что они не могут интерферировать друг с другом. Рассмотрим теперь малую область X на экране и зададимся вопросом, какова вероятность, что некоторый электрон попадет в X ? Это зависит от того, какая щель открыта.

Ситуация x : верхняя щель открыта.

Ситуация y : нижняя щель открыта.

Ситуация xy : обе щели открыты.

Назовем соответствующие вероятности $P_x(X)$, $P_y(X)$ и $P_{xy}(X)$. Поскольку электроны не могут интерферировать друг с другом, мы заключаем

$$P_{xy}(X) = cP_x(X) + dP_y(X)$$

Это, однако, неверно» [van Fraassen, 1980, p. 174]. Вероятность попадания в зону X в случае двух открытых щелей не равна сумме вероятностей попаданий в X , если открыта верхняя или нижняя щели по отдельности.

Правильная формула исходит из того, что состояние двух открытых щелей – обозначим как φ_{xy} – есть суперпозиция состояний, когда нижняя и верхняя щели открыты по отдельности, – обозначим их как φ_x и φ_y .

$$\varphi_{xy} = a\varphi_x + b\varphi_y$$

Вероятность же суперпозиции рассчитывается следующим образом (m – физическая величина, например, координата):

$$P^m \varphi_{xy}(X) = eP^m \varphi_x(X) + dP^m \varphi_y(X) + f(x,y)$$

И эта формула соответствует наблюдаемым частотам.

Сопоставляя с эмпирической интерпретацией квантовой механики, выдвинутой Борном, мы находим следующую разницу.

Эмпирическая интерпретация квантовой механики, выдвинутая М. Борном и принятая при стандартном изложении квантовой механики, утверждает следующее: $|a|^2$ есть вероятность, что система,



находящаяся в состоянии φ_{xy} , реально находится в состоянии φ_x . И дополнительно это значит, что она имеет траекторию, которая проходит через верхнюю щель в двухщелевой пластинке.

Копенгагенская интерпретация утверждает помимо этого, что $|a|^2$ есть вероятность того, что *если* мы делаем различные измерения над электроном, помещая экран прямо сзади верхней щели, то мы найдем светлое пятно. И действительно, если мы делаем это, частота результата будет близка к $|a|^2$.

Согласно же модальной интерпретации $|a|^2$ будет вероятностью того, что соответствующая фракция электронов пройдет через верхнюю щель даже в том случае, если экран отсутствует и пятно не образуется. Копенгагенская интерпретация этого не предполагает.

Суперпозиция, приведенная выше, описывает то, что в модальной интерпретации называется динамическим состоянием системы. Координаты электронов, проход электронов через «верхнюю щель» и «нижнюю щель» и соответствующие вероятности характеризуют то, что было выше названо состоянием величин (value state). Если используется прибор (скажем, напротив щели ставится экран), то фиксируется именно состояние величин.

Заключительные замечания об ансамблевой и модальной интерпретациях

Ансамблевая и модальная интерпретации объединяет то, что это неортодоксальные интерпретации квантовой механики, возникшие в ходе критики ортодоксальной – копенгагенской интерпретации. Однако можно провести и более подробное сопоставление (его проводит [van Fraassen, 1991, p. 298]).

Согласно ансамблевой интерпретации «волновую функцию или набор волновых функций следует рассматривать как вполне объективную независящую от наблюдателя характеристику квантового ансамбля» [Блохинцев, 1976, с. 62]. «Чистое состояние описывает статистические свойства ансамбля подобным образом приготовленных систем... Каждый элемент ансамбля состоит из объекта и измерительной аппаратуры» [Ballentine, 1990, p. 175].

«“Субъективные” и аристотелевские идеи ответственны за предположение, что наблюдатель играет особую и существенную роль в квантовой теории... Сам факт существования статистической интерпретации демонстрирует, что эти идеи не необходимы и, по моему мнению, в них нет какого-либо прогресса» [Ballentine, 1970, pp. 361–362]. Баллентайн здесь упомянул идею «потенции», присутствующую у Аристотеля и примененную Гейзенбергом, чтобы пояснить понятие квантового состояния.



В форме, изложенной Баллентайном, ансамблевая интерпретация не принимает постулат о редукции волнового пакета, как его не принимает и модальная интерпретация.

Копенгагенская интерпретация, против которой выступал Поппер, утверждает, что наблюдаемая (параметр системы) не имеет определенного значения вне контекста измерения. Она также утверждает, что измерение воздействует на систему: измеряя импульс, вы теряете точную информацию о координате объекта в данный момент времени.

Ансамблевая интерпретация в отличие от копенгагенской рассматривает не одну систему, а «ансамбль одинаково приготовленных систем» [Ballentine, 1970, p. 368]. Одинаково приготовленных – прошедших через верхнюю щель или через обе щели в вольфрамовой пластинке (см. пример ван Фраассена). Копенгагенская интерпретация (в изложении Гейзенберга, например) строится на мысленных экспериментах с одной частицей. Ансамблевая интерпретация добивается большей объективности, акцентируя усредненные свойства ансамбля.

Модальная интерпретация приписывает состояние индивидуальной системе. Тем не менее она может рассматриваться как разновидность ансамблевой интерпретации. «Ансамблем здесь является не множество систем, а множество способов, которыми осуществляется бытие каждой системы. Каждый элемент есть та же самая система, но отличным способом конфигурированная: он характеризуется своими значениями наблюдаемых величин, но общим для всех элементов динамическим состоянием. Ибо динамическое состояние суммирует то общее, что присуще всем тем способам, которыми система может осуществляться, и не указывает, какой способ действительно осуществляется. В свою очередь ансамблевая интерпретация стремится выразить статистические пропорции в агрегате частиц. При модальной интерпретации... динамическое состояние связано только со статистическим распределением в ансамбле после измерительного взаимодействия, в которое ансамбль может войти» [van Fraassen, 1991, p. 299].

Настоящая статья носит эмпирический характер. В ней не содержится какой-либо концепции современной философии науки и современной ситуации в проблематике интерпретации квантовой механики. В статье очерчены две достаточно популярные позиции в области философии науки и прослежены некоторые их импликации в философии квантовой механики.

Заметим (опять же исходя из историко-научной эмпирии), что ансамблевая интерпретация квантовой механики в XXI в. утратила былую популярность (например, в Стэнфордской энциклопедии нет статьи, прослеживающей судьбу ансамблевого подхода). В то же время модальная интерпретация упоминается не только в связи с работами ван Фраассена, но и с работами его последователей, активных в конце прошлого века и в начале нынешнего.



Список литературы

Блохинцев, 1976 – *Блохинцев Д.И.* Основы квантовой механики. Изд. 5. М.: Наука, 1976. 664 с.

Печенкин, 2000 – *Печенкин А.А.* Модальная интерпретация квантовой механики как «анти-коллапсовская» интерпретация // *Философия науки*. Т. 6. № 1. М.: ИФ РАН, 2000. С. 31–39.

Печенкин, 2004 – *Печенкин А.А.* Ансамблевые интерпретации квантовой механики в США и СССР// *Вестник Моск. ун-та. Серия 7. Философия*. 2004. № 6. С. 103–121.

Ballentine, 1970 – *Ballentine L.E.* The Statistical Interpretation of Quantum Mechanics // *Review of Modern Physics*. 1970. Vol. 42. No. 1. P. 358–371.

Ballentine, 1990 – *Ballentine L.E.* Quantum Mechanics. N.Y.: Prentice-Hall International, 1990. 486 p.

Jammer, 1974 – *Jammer M.* The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of QM in Historical Perspective. John Wiley and Sons, 1974. 536 p.

Nagel, 1961 – *Nagel E.* The Structure of Science. Problems in the Logic Scientific Explanation. Boston: Harcourt, 1961. 618 p.

Pechenkin, 2012 – *Pechenkin A.* The Early Ensemble Interpretations of Quantum Mechanics in the USA and USSR// *Studies History and Philosophy of Modern Physics*. 2012. No. 1. P. 2–11.

Popper, 1959 – *Popper K.R.* The Logic of Scientific Discovery. L. & N.Y.: Routledge, 1959. 544 p.

Popper, 1962 – *Popper K.R.* Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge. L. & N.Y.: Routledge, 1962. 608 p.

Popper, 1983 – *Popper K.R.* Realism and the Aim of Science. London: Hutchinson, 1983. 464 p.

Putnam, 1975 – *Putnam H.* Mathematics, Matter and Method. Vol. 1. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1975. 380 p.

Sellars, 1962 – *Sellars W.* Science, Perception and Reality. N.Y.: Humanity Press, 1962. 368 p.

van Fraassen, 1980 – *van Fraassen B.C.* The Scientific Image. Oxford: Clarendon Press, 1980. 248 p.

van Fraassen, 1991 – *van Fraassen B.C.* Quantum Mechanics. An Empiricist View. Oxford: Clarendon, 1991. 560 p.

References

Ballentine, L.E. *Quantum Mechanics*. New York: Prentice-Hall International, 1990, 486 pp.

Ballentine, L.E. The “Statistical Interpretation of Quantum Mechanics”, *Reviews of Modern Physics*, 1970, vol. 42, no. 1, pp. 358–371.

Blokhintsev, D.I. *Osnovy kvantovoi mekhaniki* [Foundations of Quantum Mechanics. 5th ed.]. Moscow: Nauka, 1976, 664 pp. (In Russian)



Jammer, M. *The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of QM in Historical Perspective*. New York: John Wiley and Sons, 1974, 536 pp.

Nagel, E. *The Structure of Science. Problems in the Logic Scientific Explanation*. Boston: Harcourt, 1961, 618 pp.

Pechenkin, A. "The Early Ensemble Interpretations of Quantum Mechanics in the USA and USSR", *Studies History and Philosophy of Modern Physics*, 2012, no. 1, pp. 2–11.

Pechenkin, A.A. "Ansamblevye interpretatsii kvantovoi mekhaniki v SShA i SSSR" [Ensemble Interpretations of Quantum Mechanics in the USA and USSR], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 7. Filosofiya – Bulletin of Moscow University. Series 7. Philosophy*, 2004, no. 6, pp. 103–121. (In Russian)

Pechenkin, A.A. "Modal'naya interpretatsiya kvantovoi mekhaniki kak «anti-kollapsovskaya» interpretatsiya" [Modal Interpretation of Quantum Mechanics as an "Qnti-Collaps" Interpretation], *Filosofiya nauki – Philosophy of Science*, vol. 6, no. 1. Moscow: IF RAN, 2000, pp. 31–39. (In Russian)

Popper, K.R. *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*. London & New York: Routledge, 1962, 608 pp.

Popper, K.R. *Realism and the Aim of Science*. London: Hutchinson, 1983, 464 pp.

Popper, K.R. *The Logic of Scientific Discovery*. London & New York: Routledge, 1959, 544 pp.

Putnam, H. *Mathematics, Matter and Method. Vol. 1*. Cambridge: Cambridge University Press, 1975, 380 pp.

Sellars, W. *Science, Perception and Reality*. New York: Humanity Press, 1962, 368 pp.

van Fraassen, B.C. *Quantum Mechanics. An Empiricist View*. Oxford: Clarendon, 1991, 560 pp.

van Fraassen, B.C. *The Scientific Image*. Oxford: Clarendon Press, 1980, 248 pp.