

УДК: 16+18+1(091)+111.83+111.85

DOI:

10.15372/PS20190204

И.Е. Прись, А.Ю. Сторожук, А.Л. Симанов**РЕЛЯЦИОННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАНТОВОЙ
МЕХАНИКИ И КОНТЕКСТУАЛЬНЫЙ РЕАЛИЗМ**

В статье предлагается контекстуальная реалистическая трактовка одной из наиболее популярных современных интерпретаций квантовой механики – реляционной квантовой механики Карло Ровелли. Принципиальными моментами являются правильное понимание концепта реальности и принятие во внимание категориального различия между идеальным (концепты, теории, наблюдатели) и реальным (применение теории, реальные объекты, наблюдаемые системы). Сознание (субъективность) наблюдателя в рамках нашей трактовки не играет никакой метафизической роли. Предлагаемый подход может быть также понят как возврат к копенгагенской (в широком смысле) интерпретации, скорректированной в рамках контекстуального реализма. На наш взгляд, более поздние интерпретации оказались хуже, чем оригинальная интерпретация отцов-основателей квантовой физики. Контекстуальный реализм позволяет избавиться от метафизических проблем, с которыми сталкиваются различные интерпретации квантовой механики, в том числе и реляционная, дать неметафизическую трактовку квантовому событию, возникающему при измерении физической величины, а также реалистическую и локальную интерпретацию квантовых корреляций.

Ключевые слова: реляционная квантовая механика; квантовая корреляция; квантовая система; квантовый наблюдатель; квантовое событие; квантовая теория; квантовое явление; метафизический реализм; контекстуальный реализм

I.E. Pris, A.Yu. Storozhuk, A.L. Simanov**The relational interpretation of quantum mechanics
and contextual realism**

The article proposes a contextual realist interpretation of one of the most popular modern versions of quantum mechanics such as Carlo Rovelli's relational quantum mechanics. The fundamentals points are correct interpretation of the concept of reality and taking into account the categorical difference between the ideal (concepts, theories, observers) and the real (applications of a theory, real objects, observed systems). In our interpretation, the observer consciousness (subjectivity) plays no metaphysical role. Our approach may also be regarded as a return to the Copenhagen interpretation (in a broad sense) corrected within the framework of contextual realism. In our view, later interpretations of quantum mechanics turned out to be worse than the original one proposed by the founding fathers of quan-

tum physics. Contextual realism makes it possible to avoid metaphysical problems which different interpretations of quantum mechanics face with, including the relational one, to give a non-metaphysic interpretation of a quantum event arising when measuring a physical quantity, as well as a realistic and local interpretation of quantum correlations.

Keywords: relational quantum mechanics; quantum correlation; quantum system; quantum observer; quantum event; quantum theory; quantum phenomenon; metaphysical realism; contextual realism

1. Введение

В одной из своих статей Дж. Белл [26] цитирует Н. Бора: «Важно признать, что насколько бы далеко явления не трансцендировали область объяснения классической физики, описание всей очевидности должно быть выражено в классических терминах» [21]. Мы принимаем это положение Бора. Очевидность – это очевидность явления, которое может быть как классическим объектом, так и квантовым (в последнем случае это явление, однако, описывается классическими терминами).

Нечто подобное мы находим у Платона и Аристотеля. В частности, Платон считал, что явление предполагает различие между видимостью и реальностью и, следовательно, имеет нормативное измерение. Оно предполагает суждение в соответствии с нормами (правилами, концептами), которым подчиняется «классический» субъект. Если суждение корректное, видимость соответствует реальности. Аристотель развил понятие явления. Для него явление является кому-то, в некоторый момент времени, некоторым образом и при некоторых условиях [15]. Употребляя витгенштейновскую терминологию, мы скажем, что явление – это регулируемая нормой/правилом «языковая игра», в рамках которой идентифицируется реальный объект [6; 7].

В квантовой физике роль нормы-правила играет квантовая теория, а роль квантового явления – применение теории [3; 4; 6; 7]. Теория не применяется сама по себе. Ее применяет субъект, «наблюдатель». В частности, наблюдатель приготавливает условия квантового эксперимента, наблюдает квантовые явления, измеряет квантовые физические величины. Это, однако, не означает присутствие в квантовой физике субъективного элемента или «сознания» в смысле некоей нефизической субстанции. Термин «наблюдатель» означает, что имеет место применение концептов, как квантовых, так и классических, обыденных (поскольку квантовые концепты

предполагают классические концепты [2]). Концепты сами по себе нереальны. Они относятся к категории идеального.

О «реальности» концептов (норм, интенций, смысла) можно говорить лишь в смысле их истинности, если они действительно истинны, а не псевдо-концепты, то есть в смысле их «укорененности» в реальности, контексте, или в смысле существования реальных условий их применения [13].

Природа той или иной физической реальности фиксируется в концептах, которые позволяют ее описать, объяснить, представить. Особенность квантовой теории в том, что ее физические величины – некоммутативные операторы. Это, как правило, не позволяет приписать им одновременные точные значения, делает их дискретными, вероятностными и зависящими от наблюдателя. Теорема Кохена – Спекера, которая дополняет теорему Белла [10], утверждает, что в рамках квантовой механики по причине ее некоммутативности нельзя ввести не зависящие от контекста измерения скрытые внутренние параметры физических величин, которые бы имели в каждый момент времени определенные значения [31].

На зависимость значений физических величин от наблюдателя в реляционной квантовой механике (далее – РКМ) делает акцент К. Ровелли [35; 36; 37]. Мы утверждаем, что наилучший способ интерпретировать ее на основе того, что мы определяем как контекстуальный реализм. РКМ отвергает абсолютный характер квантовых событий, состояния квантовой системы и ее свойств: квантовое событие или последовательность квантовых событий, волновая функция квантовой системы и ее свойства определены лишь с точки зрения того или иного наблюдателя. О них не имеет смысла говорить абстрактным образом. При этом волновая функция играет чисто инструментальную роль «бухгалтерской книги», содержащей информацию о квантовой системе, которой располагает наблюдатель. То есть волновая функция – информация о системе относительно наблюдателя. «Редукция» волновой функции означает изменение информации, которой обладает наблюдатель, а не преобразование реальности. Для Ровелли реальны индивидуальные квантовые события, регистрируемые здесь и сейчас данным наблюдателем. Они возникают в результате взаимодействия квантовых систем, существуют только во взаимодействиях, и они относительно – реальны только по отношению к вовлеченной во взаимодействие системе. «Взаимодействие» – примитивное понятие. Все системы, включая

наблюдателей и макроскопические системы – равноправные физические системы. РКМ утверждает также, что реальность внутренне реляционна, а квантовая механика описывает отношения между квантовыми событиями. Существование «внутренних» (абсолютных) свойств, которые бы не зависели от взаимодействия между системами, отвергается в пользу свойств реляционных. Для Ровелли говорить о состоянии изолированной системы нет смысла, так как физический мир есть сеть взаимодействующих компонент [32]. Именно отношения, а не «объекты», представляют собой базовую онтологию квантовой реальности¹. Эти отношения Ровелли рассматривает также как информационные отношения².

РКМ сталкивается со следующими возражениями. Так, РКМ утверждает, что разные наблюдатели могут дать разные описания «одной и той же» последовательности событий, которая, казалось бы, должна иметь абсолютный характер. В рамках РКМ сохраняется также абсолютный характер отношений. И то, и другое входит в противоречие с общей реляционной установкой. Кроме того, рассматриваемые отношения понимаются натуралистически как отношения, возникающие в результате взаимодействия систем. Еще одно возражение состоит в том, что поскольку первичный онтологический статус имеют отношения взаимодействующих систем, то возникает вопрос о реальности самих взаимодействующих систем, поскольку предполагается возможность *разных* описаний «одной и той же» последовательности событий. В таком случае можно ли говорить о взаимодействии систем, которые не реальны? И каким

¹ Кандиотто считает, что квантовый реляционизм – «онтический структурный реализм», утверждающий первичность отношений и вторичность объектов [23]. Ван Фраассен интерпретирует РКМ как «информационный структурный реализм» [43].

² Важным аспектом РКМ является то, что теория выводится исходя из теоретико-информационных постулатов. Это стало толчком к развитию информационных подходов к квантовой механике и, в частности, квантового байесианизма [8]. (Операционный подход к реконструкции квантовой механики как системе квантовых битов, исходя из элементарных правил приобретения информации, предложен в [30]. См. также критику теоретико-информационного подхода к квантовой системе как набору вопросов, которые можно поставить о квантовой системе [46].) Квантовый байесианизм имеет то общее с нашим, что он рассматривает квантовую теорию как систему правил для взаимодействия с «реальностью». В частности, квантовый байесианизм приписывает правилу Борна нормативную, а не дескриптивную роль. Наш подход, однако, реалистический. У нас теория является витгенштейновским правилом (нормой), которое укоренено в реальности в том смысле, в котором у Витгенштейна правила, нормы, концепты определяются в рамках «формы жизни» [47].

образом могут существовать отношения без существования того, что вступает в эти отношения?

Битболь отвергает абсолютистский остаток («апорию натурализации») в РКМ. Для него полюса отношений сами должны рассматриваться согласно логике реляционной интерпретации как продукт предшествующих конститутивных отношений. Битболь предлагает перейти от натуралистической точки зрения к трансцендентальной, заменяя взаимодействующие физические системы, обладающие физическими (натурализованными) свойствами, функциональными системами отсчета, образованными отношениями [17].

Однако если ограничиться неокантианской точкой зрения, следует признать, что РКМ – разновидность корреляционизма и, следовательно, она отрицает познаваемость самих вещей. Подлинно реалистическая позиция, напротив, утверждает возможность познания самих вещей, а не только вещей-для-нас.

Мы критикуем подход Ровелли, исходя из принимаемого нами в рамках контекстуального реализма категориального различия между идеальным и реальным [15], [6; 7]. Для Ровелли взаимодействие физических систем производит реальные события, и благодаря взаимодействию также осуществляется обмен информацией. На наш взгляд, здесь имеет место смешение категорий – информация, также как и знание, относится к категории идеального (информация и знание – информация и знание о чем-то реальном), тогда как взаимодействие физических систем нечто реальное. Другое дело если под «взаимодействием» понимать обмен информацией, то есть не возмущающее взаимодействие, а «измерение», осуществляемое субъектом. И действительно, некоторые авторы указывают на то, что поскольку у Ровелли взаимодействие – примитивное понятие, его нельзя анализировать в причинных терминах.

Л. Сусскинд утверждает, что копенгагенская интерпретация квантовой механики, предполагающая существование одного внешнего наблюдателя и коллапс волновой функции, и интерпретация Эверетта, вводящая в рассмотрение множественность наблюдателей, но не коллапс волновой функции, дополнительные описания, которые в некотором смысле дуальны друг другу [38].

Битболь рассматривает интерпретации Бора и Эверетта как две крайности: Бор склонен рассматривать конкретные квантовые явления («феномены»), тогда как Эверетт – абстрактные (теоретические) ноумены. Первый – инструменталист. Второй – «реалист».

Эвереттовская версия квантовой механики автономна по отношению к действительным лабораторным событиям. (Сам Эверетт считал свой подход промежуточным между подходами Бора и Эйнштейна.)

Ровелли полагает, что его подход делает копенгагенскую интерпретацию квантовой механики более демократической благодаря равноправной трактовке всех физических систем [37].³

Наш подход в известном смысле предлагает возврат к копенгагенской интерпретации, скорректированной в рамках контекстуального реализма, принимающего категориальное различие между нормативным (теорией) и «реальным» (применение теории). В частности, контекстуальный подход дает неметафизическую трактовку квантовому событию, возникающему при измерении физической величины [18, Р. 320]. Это, по нашему мнению, позволяет дать реалистическую и локальную интерпретацию квантовой корреляции.

2. Относительность квантовой реальности

Обычно классическая реальность трактуется как абсолютная. Например, считается, что столы, дома и деревья имеют «внутренние», абсолютные свойства. Они сохраняют эти свойства, независимо от точки зрения. Согласно реляционной интерпретации Ровелли, квантовая реальность зависит от физической системы, взаимодействующей с данной системой и играющей роль наблюдателя.

Например, относительно наблюдателя P , наблюдающего измерение некоторой физической величины A , производимое на-

³ Одной из мотиваций РКМ является квантовая гравитация. Поскольку общая теория относительности (ОТО) реляционная теория, создание квантовой гравитации требует реляционной интерпретации квантовой теории. В рамках петлевой квантовой гравитации Ровелли реляционизм общей теории относительности как раз и комбинируется с реляционизмом КМ, и единственной реальностью являются события, которые случаются здесь и сейчас [37]. Отметим также, что недавно была установлена тесная связь между квантовой механикой и общей теорией относительности (ОТО). Например, Видото показывает, что квантовая физическая система может быть идентифицирована с областью пространства-времени [45]. О тесной связи (если не тождественности) между квантовой механикой и гравитацией пишет также Л. Сусскинд. В частности, он отмечает, что имеет место эквивалентность квантового спутывания (квантовой корреляции) и пространственной связью между черными дырами через кротовые норы [42].

наблюдателем O над системой S (и, следовательно, взаимодействующим с системой S), но не вступающего во взаимодействие с составной системой $S+O$ (то есть не производящего измерение над ней), волновая функция составной системы будет запутанной и, следовательно, значение рассматриваемой физической величины A системы S будет неопределенным, тогда как для наблюдателя O это значение будет определенным. То есть «одна и та же последовательность событий» может быть «описана по-разному»: два разных наблюдателя видят разные вещи.

Ровелли интерпретирует эту ситуацию как относительность квантовой реальности (онтологии) и значений физических величин. С одной стороны, квантовая онтология беднее, чем классическая – реально лишь то, что измеряется здесь и сейчас – квантовые события и отношения между ними, – а с другой стороны, она относительна.

В рамках РКМ волновая функция – не абсолютное понятие: сама по себе она не описывает (не представляет) состояние квантовой системы, понятое как некоторая абсолютная квантовая субстанция («actual stuff»). Оно зависит от наблюдателя и кодирует информацию, которой располагает конкретный наблюдатель [35; 37]. Волновая функция ψ играет инструментальную роль – она устанавливает связи между значениями физических величин⁴. Ровелли пишет: «Квантовая механика не о “квантовых состояниях”, она о значениях физических величин» [37]. Это звучит позитивистски. С реалистической точки зрения значения физических величин отсылают к чему-то реальному (сами по себе они лишь числа), а всякая информация – информация о чем-то (по определению). Как пишет Э. Шредингер: «Никто не воспринимает двух миров: мир наблюдаемый и мир «реальный» [40, Р. 108].

Ровелли также пишет: «Физическая теория имеет дело с отношениями между физическими системами. В частности, она имеет дело с описаниями, которые наблюдатели дают о наблюдаемых системах» [35, Р. 1955]. Отношения между физическими системами, однако, не могут существовать, если не существуют системы, всту-

⁴ Одно из возражений против «реальности» волновой функции очевидно: Если волновая функция – реальное квантовое состояние, то каким образом возможен ее мгновенный коллапс, то есть каким образом возможен мгновенный коллапс одного физического состояния (одной физической реальности) в другое? Это противоречит законам физики и, в частности, специальной теории относительности.

пающие в эти отношения. А описания (если это действительно описания) что-то описывают: описания наблюдаемых квантовых систем описывают эти квантовые системы. Сказанное относится к «грамматике» понятий «описание», «отношение». В то же время полюса отношений можно рассматривать не как независимые от отношений и внешние по отношению к ним, а как образовавшиеся вместе с отношениями. Именно так предлагает интерпретировать РКМ Битболь [17]. Неокантианский подход есть разновидность «корреляционизма», отвергающего существование или постижимость реальности за пределами отношений-корреляций.

Реалистическая философия квантовой механики должна понять природу квантовой реальности. Квантовое состояние, например, можно представлять себе как некий диспозиционный фон, который описывается волновой функцией. Как кажется, позиция Ровелли не противоречит такой точке зрения на природу квантовой реальности. Следует только отметить, что диспозиционный фон, подобно волновой функции, сам зависит от точки зрения наблюдателя. То есть определенная квантовая система не может существовать в изоляции от наблюдателя. Точнее говоря, та ее часть, которая не зависит от наблюдателя, не идентифицируется им, не является определенной. Именно эта «часть» может быть описана по-разному. В результате «редукции» данной волновой функции в момент измерения по отношению к тому или иному наблюдателю, измеряющему ту или иную физическую величину, возникает та или иная определенность. Мы будем говорить, что такая редукция представляет переход в тот или иной контекст. Это означает, что она не рассматривается нами как возмущающее взаимодействие. Мы говорим, что всякое описание физической системы, всякая идентификация физической величины даются в определенном контексте того или иного наблюдателя. Таким образом, в различных контекстах возникают различные конкретные квантовые реальности.

Относительность квантового состояния в смысле Ровелли можно, как нам представляется, пояснить на примере невозможности клонирования волновой функции: лишь наблюдатель, который приготовил волновую функцию (состояние квантовой системы), знает ее состояние [34]. Посторонний наблюдатель не может узнать состояние одиночной квантовой системы, даже если он вступит с ней во взаимодействие. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

3. Волновая функция и квантовая реальность

Как известно, волновая функция страдает от недостатка объективной реальности в следующем смысле [26]. Волновая функция квантовой системы может быть определена в статистическом контексте. В том случае, когда мы имеем дело лишь с одним единственным экземпляром квантовой системы, находящейся в чистом состоянии ψ , которое может быть, представлено как собственное состояние (с собственным значением 1) некоторого проектора, функция ψ известна лишь экспериментатору, который ее приготовил, но не может быть известна постороннему наблюдателю. В самом деле, в результате производимого над системой измерения система непредсказуемым и необратимым образом меняет свое состояние.

Следует, таким образом, либо признать существование реальности, непознаваемой с точки зрения наблюдателя, который не был вовлечен в процесс приготовления волновой функции, либо признать, что последняя реальность предполагает присутствие взаимодействующего субъекта-наблюдателя: вне зависимости от наблюдателя волновая функция не может рассматриваться как объективно реальная; квантовая реальность есть реальность акта приготовления состояния системы. В последнем случае концепт «волновая функция» не может рассматриваться как концепт в классическом смысле, но только как «квантовый концепт», функционирование которого предполагает наличие наблюдателя.

Итак, в квантовой теории концепты функционируют не как средства для представления существующей независимо от наблюдателя метафизической реальности объектов, а как правила для взаимодействия наблюдателя с реальностью и формирования наблюдателем классической «метафизической реальности», которая вторична. «Взаимодействие», о котором идет речь, будет нами трактоваться как «измерение» (неметафизической) реальности в контексте [34].

В рамках контекстуального реализма вторичная «метафизическая реальность» есть реальность идентифицированных квантовых объектов в контекстах измерения. Под «квантовыми объектами» мы понимаем объекты в широком смысле: любые идентифицированные при помощи квантовых концептов определенные (имеющие идентичность) сущности, в частности, квантовые физические величины как имеющие определенные значения в контексте измерения. Сама квантовая система, интерпретируемая как диспозици-

онный фон и описываемая волновой функцией ψ , является определенной реальностью, объектом в обобщенном смысле.

4. Критика метафизического реализма

Относительность волновой функции, физических величин и событий обязано неметафизической картине реальности. Напомним вкратце историю вопроса. В статье Эйнштейна, Подольского и Розена 1935 г. на примере квантовых корреляций (ЭПР-парадокс) было показано, что локальность и сильный (метафизический) реализм не совместимы с полнотой квантовой механики [25]. В 1964 г. Белл показал, что ЭПР корреляции не совместимы также с локальной и содержащей скрытые параметры реалистической теорией [10]. Исходя из этого результата был сделан вывод о непригодности «локального реализма». В то же время было установлено, что квантовая «нелокальность» не может быть использована для передачи энергии или информации, т.е. она совместима с СТО. Таким образом ЭПР-парадокс не означает «нелокальность» квантовой механики в смысле мгновенной передачи взаимодействия или влияния.

В РКМ локальность в смысле невозможности мгновенной передачи взаимодействий на расстояние⁵ и в то же время причинной природы квантовой корреляции сохраняется за счет ослабления традиционного («строгого») реализма, игнорирующего квантовую природу. Ровелли отвергает реализм в «сильном» смысле, утверждающий, что подобно тому, как это имеет место в классической механике, на некотором фундаментальном уровне в каждый момент времени можно перечислить все свойства мира и все значения всех переменных, описывающих его. Это то, что называют «метафизическим реализмом»⁶.

В рамках РКМ физические величины имеют определенные значения только в момент взаимодействия наблюдателя и наблюдае-

⁵ Понятие (не)локальности неоднозначно [33]. Установленная Беллом «нелокальность» квантовой корреляции интерпретируется как локальность, т.е. существование общей причины в недетерминистском контексте [Там же]. Квантовая «нелокальность», таким образом, лишь иллюзия. См. также локальную интерпретацию квантовой корреляции, предложенную Битболем [19].

⁶ Реалистическими в сильном смысле являются, например, многомировые интерпретации квантовой механики, в частности, интерпретация Эверетта, интерпретация Бома и другие интерпретации, вводящие скрытые параметры.

мой системы. Квантовая онтология, таким образом, более бедная, чем онтология классическая: не существуют индивидуальные (постоянные) квантовые объекты, имеющие внутренние (постоянные) свойства, нет смысла говорить о том, что что-то случается между квантовыми событиями⁷, свойства квантовых систем не существуют в промежутке времени между их взаимодействиями. Как следствие, невозможно определить индивидуальный объект в точке пространства-времени, невозможно охарактеризовать его свойства, чтобы отличить его от других объектов. Существуют лишь свойства квантовых событий, возникающие в результате взаимодействий. При этом возникает вопрос о том, каким образом происходит актуализация конкретного результата, исходя из предсказания вероятностей возможных результатов.

В рамках РКМ сравнивать значения физических величин по отношению к разным наблюдателям можно, но точность этого сравнения ограничивается постоянной Планка [37]. РКМ утверждает, что в квантовой механике, также как и в общей теории относительности, не существует непротиворечивой глобальной точки зрения. То есть квантовая механика – перспективистская теория; всякая точка зрения частична. РКМ также отвергает монизм в том смысле, что нельзя говорить и о квантовом состоянии целой вселенной (как это пытаются делать, например, Эверетт).

РКМ отвергает привилегированную роль наблюдателя. Для Ровелли все системы эквивалентны: ничто априори не отличает системы-наблюдатели от квантовых систем» [35, Р. 1644] Согласно Вернет, реляционизм Ровелли можно рассматривать как открытие «неполноты» описания реальности любым отдельным наблюдателем, то есть выявление «неполноты» копенгагенской интерпретации квантовой механики [44].

5. Двусмысленность позиции Ровелли

На наш взгляд, критика Ровелли привилегированной роли наблюдателя двусмысленна. Если она означает, что любая физиче-

⁷ В отличие от классической механики, квантовая механика не описывает (пространственно-временные) события (хотя она описывает временные события). Они просто-напросто не имеют в ней смысла. В частности, не имеет смысла говорить об определенных квантовых траекториях. Пространственно-временное квантовое событие возникает лишь в момент измерения положения квантовой частицы.

ская система может играть роль наблюдателя и наоборот, то любой наблюдатель может сам быть наблюдаем. Этот тезис можно принять. В то же время не следует забывать о различии в статусах наблюдаемого и наблюдателя. Первый относится к категории реального, тогда как второй – измерительный прибор, материален, но, будучи примененным как измерительный прибор, он есть «контакт» с явлением, в результате которого приобретает информация. Таким образом, наблюдатель имеет «привилегированный» статус в том смысле, что он относится к другой категории. Этот статус зависит от точки зрения: наблюдатель может стать наблюдаемым, и наоборот.

Таким образом, с одной стороны РКМ устраняет дуализм наблюдателя и наблюдаемого, а также дуализм между классической, или макроскопической, системой и квантовой, или микроскопической, системой, а с другой стороны – это натуралистическая позиция. Категориальное различие между наблюдателем, с одной стороны, и «актом» наблюдения/измерения и наблюдаемой системой, с другой стороны, в расчет не принимается. Справедливо отвергая дуальности система/наблюдатель, квантовая система/классическая система, физическая система/сознание (субъект), Ровелли в то же самое время не принимает во внимание категориальное различие между нормативным и реальным, смешивает их, натурализует нормативное (идеальное). Нормативное измерение наблюдателя игнорируется.

6. Реляционизм и относительность

Ровелли сравнивает квантовый реляционизм с относительностью в классической физике. Например, скорость частицы зависит от системы отсчета, наблюдателя. Подобным же образом, говорит Ровелли, от наблюдателя зависят и квантовые физические величины.

Как нам представляется, это сравнение не всегда удачно. Оно требует уточнения, поскольку в рамках квантового реляционизма значение физической величины рассматривается как абсолютное, хотя и по отношению к наблюдателю. Оно не может быть установлено другим наблюдателем, который не вовлечен во взаимодействие с наблюдаемой системой. По этой же причине нельзя, как это имеет место в классической физике, ввести некий инвариант, подобно вектору скорости, который бы имел различные «координаты» для разных наблюдателей. В классической теории компоненты

скорости частицы зависят от системы отсчета, но вектор ее скорости инвариантен. Этот инвариант может быть восстановлен, исходя из компонент скорости в любой системе координат. Порядок измерения компонент скорости в разных системах координат также не имеет значения. В теории относительности инвариантами являются 4-мерные тензоры. В квантовой механике дело обстоит по-другому. Квантовая реальность плюралистична, допускает одно-единственное описание для каждого наблюдателя, которое не может быть сравнено с другими описаниями⁸.

Ситуация, как нам кажется, меняется, если трактовать относительность скорости в рамках контекстуального реализма: скорость зависит от контекста, т.е. системы отсчета, но в контексте фиксированной системы отсчета она абсолютна. Другое дело, что можно также рассматривать систему отсчета (контекст), в которой сравниваются значения скоростей в разных системах отсчета. В этом случае значения скоростей в каждой отдельной системе отсчета теряют свой абсолютный характер, становятся относительными.

Подлинный реализм, в том числе и неметафизический («более слабый»), не может утверждать относительность реальности или физических величин. Он может, однако, утверждать зависимость онтологии и физических величин от контекста. «Относительность»

⁸ Это не означает, что в РКМ нет инвариантов. В отсутствие таковых физические процессы вообще не могли бы существовать. В частности, нельзя было бы идентифицировать «ту же самую» последовательность событий. Роль инвариантов в квантовой теории играют математические структуры и, в частности, волновая функция. В этом смысле последняя «реальна». Она реальна в том же смысле, в котором реален вектор скорости. Но в отличие от классической реальности вектора скорости, буквально отражающего физическую величину скорости, т.е. направление движения и абсолютное значение скорости, волновая функция всего лишь «укоренена» в квантовой реальности: лишь одна ее компонента в линейном разложении по собственным функциям физической величины буквально соответствует реальности, которая реализуется в результате измерения этой величины.

Ван Фраасен идентифицирует в РКМ следующие инварианты: 1) каждая физическая система характеризуется совокупностью вопросов, которые можно о ней задать. По сути это совокупность физических наблюдаемых (или же она реконструируется, исходя из этой совокупности). 2) Ответы («да» или «нет»), которые получает наблюдатель на свои вопросы о системе, зависят от выбора наблюдателя, так как они результат взаимодействия, обмена информацией между системами, но для каждого фиксированного наблюдателя они абсолютны, не зависят от другого наблюдателя. 3) Вероятность положительного (или отрицательного) ответа на тот или иной вопрос о системе не зависит от наблюдателя. 4) Независимость от наблюдателя «нерелевантной» информации (подробнее см. [43, Р. 399–400]).

есть относительность по отношению к контексту, в котором оказывается наблюдатель. Относительность понята, как относительность по отношению к наблюдателю, взаимодействующему с наблюдаемой системой, создает впечатление, что исходное состояние наблюдаемой системы в результате взаимодействия подверглось возмущению и не может быть наблюдаемо. Наблюдаемо лишь преобразованное ее состояние – результат взаимодействия. В этом смысле наблюдается не само ее состояние, а состояние уже подвергнутое наблюдению. Другими словами, как мы это постоянно подчеркиваем, Ровелли не делает эксплицитного различия между категориями идеального и реального. Для него ничто не отличает систему наблюдателя от наблюдаемой системы. Для нас они отличаются по статусу (который также не абсолютен). Если наблюдатель действительно считается наблюдателем, он не может относиться к той же самой категории, что и наблюдаемая система. Он «идеален», а измеряемая система реальна. Но сам статус системы зависит от точки зрения.

7. Реляционизм и корреляционизм

Таким образом, как нам кажется, критика метафизического реализма облачается у Ровелли в идеалистическую и одновременно натуралистическую формы, так что реляционизм можно принять за корреляционизм, утверждающий, что у нас есть «доступ» лишь к субъект-объектной корреляции, а не к самим объекту и субъекту, к взаимодействию (корреляции) наблюдателя и наблюдаемого, а не к самим наблюдателю и наблюдаемому, к вещи уже мыслимой, а не к самим вещи и мысли как таковым, к взаимодействующим системам, а не к самим системам и не к «изолированным» системам. Корреляции (у Ровелли «взаимодействия» физических систем) – единственное, что реально существует. Отметим, что Ровелли не вводит в рассмотрение субъекта. Роль наблюдателя у него играет физическая система. И все системы равноправны. Каждая из них может играть либо роль наблюдающей системы, либо роль наблюдаемой системы.

Без понятия субъекта, однако, невозможно обойтись. Но это не означает, что интерпретация квантовой механики должна быть субъективной. В рамках контекстуального реализма субъект десубъективируется, т.е. понимается как «движение» (применение концептов, норм, правил) в реальности, которое вырабатывается

в самой реальности). Всякое измерение физической величины, которое производится «здесь и сейчас», может быть тем или иным, истинным или ложным. То есть всякое измерение физической величины есть явление. Это не означает, что субъект, сознание каким-то образом влияет на объективные квантовые процессы, а означает, что явление имеет нормативное (концептуальное) измерение.

Натуралистичность подхода Ровелли и смешение между категориями проявляется в трактовке понятия информации. Ровелли говорит, что нет различия между физическими системами, между наблюдателем как физической системой и наблюдаемой системой. Он говорит, что квантовая природа представляется информацией, которую приобретает наблюдатель. Но понятие информации не является натуралистическим. Оно предполагает употребление языка, концептов. Язык и концепты употребляет субъект. Для Ровелли обмен информацией – квантовомеханическое взаимодействие, акт измерения, производимого наблюдающей системой над наблюдаемой системой. Но взаимодействие само по себе не обмен информацией. Оно просто часть реальности [44].

Корреляционизм преодолевается при помощи «терапевтического» дефляционистского подхода, основанного на внимательном различении идеального и реального, норм и реальных вещей [15]. Мы применяем этот подход к философии квантовой механики. Любая физическая система может играть роль наблюдателя. При этом, однако, она приобретает особый статус. Она уже не может относиться к категории реального и, следовательно, не может рассматриваться как взаимодействующая (в смысле возмущающего взаимодействия) с измеряемой системой. Как уже было сказано выше, о взаимодействии наблюдателя и наблюдаемой системы можно говорить лишь в смысле контакта, без которого измерение, конечно, невозможно. Мы также говорим об измерении в контексте. Переход в контекст – не возмущающее взаимодействие, а измерение вещи таковой, каковой она есть независимо от измерения.

8. РКМ с точки зрения категориального различия между наблюдателем и наблюдаемым

Вернемся к описанной выше ситуации с системами S , O и P . На самом деле система O , если она рассматривается как инструмент

измерения, относится к категории идеального. В этом случае нельзя сказать, что она взаимодействует с системой S в смысле взаимодействия возмущающего. Она, конечно, «взаимодействует» с O , входит с ней в контакт, но лишь постольку, поскольку играет роль измерительного прибора, который по определению не возмущает измеряемую систему, а измеряет ее, измеряет значение физической величины A , приписываемой этой системе. В этом смысле квантовый инструмент ничем не отличается от классического инструмента.

В то же время акт измерения, употребление измерительного прибора субъектом, есть реальный прагматико-практический акт, действие. Употребление O как измерительного инструмента есть его реальное употребление, реальное измерение. В этом смысле на данном этапе мы имеем дело с реальностью и самими реальными измеряемыми вещами, тогда как до измерения мы имели дело с системой S лишь теоретически, с точки зрения абстрактной квантовой теории и волновой функции, описывающей состояние системы S . В то же время статус идеального здесь приписывается не системе S , которая реальна, а квантовой теории (теория реальна лишь в том смысле, что она соответствует некоторой в минимальном смысле определенной реальности – реальности диспозиционной). Система S реальна и имеет ту определенность, которую она имеет – определенность волновой функции, кодирующую в себе вероятности возможных результатов измерений значений физических величин.

Напротив, наблюдатель P не вступает во взаимодействие с составной системой $S+O$ (и, следовательно, он не вступает во взаимодействие ни с системой S , ни с наблюдателем O). Для него система O имеет статус реальной физической системы (а не идеальный статус измерительного прибора), взаимодействующей с системой S . В то же время теория, описывающая эту составную систему, то есть квантовая механика, относится к категории идеального. Согласно условию, наблюдатель P не переходит в прагматико-практическую область реальных измерений. Потому статус P не тот же самый, что статус O , когда O производит реальное измерение и получает определенное значение физической величины A . Сравнение P с O становится возможным только в том случае, если P также производит реальное измерение над системой $S+O$. Но в этом случае наблюдатель P получит тот же результат, что и наблюдатель O (если O уже произвел измерение). То есть в этом смысле нет никакой зависимости от наблюдателя. Относительность, о которой

говорит Ровелли, – результат смешения между категориями реального и идеального.

«Относительность» должна быть понята как контекстуальность в следующем смысле. Квантовая онтология и значения физических величин не абсолютны, а зависят от контекста. Квантовое состояние – диспозиционное состояние. Онтология квантовой системы (квантовая онтология) – диспозиционная онтология. Это некоторый срез реальности, имеющий диспозиционную вероятностную определенность. Эта определенность более слабая, чем классическая определенность визуальных материальных объектов, что позволяет доопределить ее в том или ином контексте измерения, т.е. в контексте применения квантовой теории/нормы. Актуализация той или иной возможности – не коллапс диспозиционной реальности в другую реальность, а переход в контекст измерения. (Быть может, говорить о квантовой «диспозиционной реальности» не совсем корректно. Речь идет о минимальном образе – при помощи волновой функции – определенной, а не диспозиционной реальности. Если бы волновая функция представляла некоторую абсолютную, пусть даже диспозиционную, квантовую реальность, то возник бы вопрос о том, каким образом в результате редукции волновой функции эта реальность мгновенно превращается в другую реальность.)

На самом деле редукции волновой функции соответствует переход в контекст применения теории, в котором редуцированная волновая функция только и существует. Контекстуальный реализм – не метафизический реализм. В этом смысле Ровелли прав: метафизическая концепция реальности должна быть ослаблена. Волновая функция не реальна, не представляет реальность, как уже сказано выше. Наблюдатель не может клонировать волновую функцию одиночной системы, если он ее не приготовил. То есть по отношению к нему она не существует.

Волновую функцию можно назвать инструментом предсказания квантовых явлений. Это, однако, не чистый инструментализм. Волновая функция, если воспользоваться примером Витгенштейна, укоренена в реальности подобно рецепту приготовления пищи⁹.

⁹ Витгенштейн указывает на существование двух видов правил, различие между которыми «грамматическое», то есть логическое в широком смысле: правила игры в шахматы относятся к первому виду, а правила приготовления пищи – ко второму. Правилам игры в шахматы в реальности ничто не соответствует. Они не отражают природу шахматных фигур, не описывают шахматную игру, а конституируют ее.

9. Квантовая корреляция в контексте

ЭРП-корреляцию, которую Смерлак и Ровелли трактуют с точки зрения реляционистской, мы трактуем с точки зрения контекстуального реализма. Для Смерлак и Ровелли в контексте ЭПР-дебатов реализм понимается как допущение, что, говоря словами Эйнштейна, «существует физическая реальность, не зависящая от обоснования и перцепции» [26]. На самом деле, это утверждение двусмысленно. Если слова Эйнштейна понимать в том смысле, что существует предопределенная реальность, обладающая внутренними смыслом и свойствами, структурой и так далее, то критика верна. Но если их понимать в том смысле, что реальность как таковая не зависит от обоснования и перцепции (в смысле ее восприятия при помощи органов чувств), то критика Смерлак и Ровелли означает принятие позиции анти-реалистической.

Смерлак и Ровелли считают это допущение «реализмом Эйнштейна». РКМ отходит от такого строгого реализма. В РКМ принимается, что физическая реальность формируется из индивидуальных событий (фактов), в которых взаимодействующие системы (объекты) воздействуют друг на друга. Таким образом, допускается, что

В этом смысле данные правила не имеют природы. Напротив, «правила приготовления пищи и жаркого должны соответствовать природе мяса», имеют реальные условия своего употребления, без удовлетворения которым цель приготовления пищи не будет достигнута (см. цитату и анализ в [15, Р. 129]). На выбор этих правил реальность, в которой они укоренены, накладывает ограничения. Однако соответствие, о котором здесь идет речь, не взаимно-однозначное соответствие между формулировкой и «внешней реальностью», не изоморфизм. В обобщенном смысле можно сказать, что правила «отражают» (или описывают) природу пищи.

Именно правила, укорененные в реальности, подобно правилам приготовления пищи или, например, зависящим от контекста эпистемическим или лингвистическим нормам, то есть правилам, включающие в себя элементы реальности, и именно благодаря этому обладающие относительной автономией, а не чисто инструментальные правила, оторванные от реальности, Витгенштейн называет «грамматическими правилами». Чисто функциональные правила, подобно правилам игры в шахматы, можно рассматривать как предельный случай.

Сказанное выше применимо к пониманию квантовой механики как витгенштейновского правила (далее: в-правила) — квантовой витгенштейновской грамматики [3]. Квантовые правила, включающие в себя квантовую теорию и, в частности, понятие волновой функции, в обобщенном смысле соответствуют природе квантовой реальности, которая не есть метафизическая объектная реальность, располагающаяся напротив описывающей ее квантовой теории.

квантовые события существуют лишь во взаимодействиях, и (это центральный момент) характер каждого квантового события определен лишь относительно вовлеченной во взаимодействие системы. В частности, свойства, которые имеет любая данная система S , определены только относительно физической системы A , которая взаимодействует с S и на которую эти свойства оказывают воздействие.

На наш взгляд, двусмысленность позиции сохраняется. Упомянутое выше различие между категориями идеального и реального не делается. С точки зрения контекстуального реализма реальность такова, какова она есть. Она не зависит от обоснования или перцепции. (Между самой неконцептуализированной перцепцией и реальностью нет никакой дистанции). В этом смысле Эйнштейн прав. Сами Смерлак и Ровелли отмечают, что позиция Эйнштейна не метафизическая, нюансирована и содержит не только «реалистический», но также и инструменталистский аспект¹⁰.

Более того, что касается понятий «факта» и «объекта», Смерлак и Ровелли ссылаются на *Трактат* Витгенштейна [1, §§ 1.1, 2.01, 2.011, 2.0121], тогда как известно, что второй Витгенштейн критикует традиционную реалистическую позицию, принятую в *Трактате*.

Критические замечания относительно «реализма» Ровелли высказаны также в [44]: «Как кажется, подход Ровелли не проясняет два понятия: физической величины и физической реальности. Как мы видели, для него фундаментальным является отношение между системами. Математика отношения – реальная проблема. Конечно, мы можем спросить: математический закон чего?»

Как отмечает Битболь, для Ровелли различные наблюдатели не имеют общего основания, чтобы сравнить результаты своих измерений. Поэтому, несмотря на разные результаты, противоречие между ними невозможно [17].

Битболь и Ровелли с соавторами считают, что ЭПР-корреляции можно интерпретировать, не вводя понятие нелокальности. Смерлак и Ровелли говорят о «недетерминистской» (в отличие от

¹⁰ Отметим также, что А. Файн относит позицию Эйнштейна к «естественной онтологической установке», которая, с точки зрения М. Битболя, имеет определенные сходства (и различия) с квази-реализмом Саймона [18, 20, 28]. Последняя позиция, по мнению Блекберна, может также трактоваться как позиция самого Витгенштейна [20, Р. 172]. Комбинация «партиципативного модального реализма» и квази-реализма, которая близка к нашему пониманию контекстуального реализма, предлагается в [18].

классической детерминистской) причинной корреляции». «Нелокальность» имеет место лишь в смысле классической детерминистской нелокальности. Квантовая механика локальна и полна, если от нее не требуют абсолютной онтологии. Таким образом, в рамках РКМ локальность не нарушается [33].

Можно задаться вопросом: по отношению к какому наблюдателю имеет смысл утверждение о мгновенном взаимодействии между A и B ? Не по отношению к A , т.к. в момент времени и точке пространства, в которых производится измерение, у A нет доступа к измерению, производимому наблюдателем B , и наоборот. Утверждение о корреляции ретроспективное. Оно относится к наблюдателю, который затратил время, чтобы сравнить результаты измерений, производимых A и B . Таким образом, нелокальное воздействие, то есть воздействие в тот же момент, в который было произведено измерение, отсутствует [16; 17].

10. Контекстуальный реализм волновой функции вместо анти-реализма и метафизического реализма

РКМ имеет сходства с интерпретацией квантовой механики, предлагаемой Эвереттом. Ровелли пытается найти компромисс между инструменталистской копенгагенской интерпретацией и реалистической интерпретацией квантовой механики. Эверетт утверждает, что его теория устанавливает «мост» между позициями Бора и Эйнштейна [17].

В то же время имеются и существенные различия. Как уже было сказано выше, для Ровелли волновая функция играет чисто инструментальную роль. Для Эверетта волновая функция реальна. Более того, Эверетт предлагает рассмотреть модель всей вселенной как универсальной волновой функции, подчиняющейся линейной эволюции. В рамках такого рассмотрения законы физики трактуются как внутренние корреляции [17, Р. 117–118].

В рамках РКМ, но не в рамках многомировых интерпретаций типа Эверетта, наблюдатель и наблюдаемая системы реально взаимодействуют. В рамках РКМ существуют реальные квантовые события, которые наблюдаются каждым наблюдателем «здесь и сейчас». Эти события относительно, но для фиксированного наблюдателя объективны.

В рамках же многомировых интерпретаций вводится в игру декогерентность. Поскольку она сохраняет спутанность квантовых состояний, возникновение конкретного результата измерения по отношению к локальному наблюдателю не объясняется.

Для Эверетта вероятностные аспекты квантовой механики возникают вновь на субъективном уровне как явления (феномены), относящиеся к наблюдателям. При этом утверждается, что статистические утверждения не независимые гипотезы, а выводятся из волновой механики [17, Р. 119]. Как известно, была проделана большая работа, чтобы вывести правила Борна, исходя из квантового формализма при помощи теории принятия решений [24; 46]. На наш взгляд, однако, такой вывод сталкивается со значительными трудностями, и в настоящее время, как кажется, нет консенсуса насчет того, возможен ли он вообще.

Для нас волновая функция (вместе с квантовой теорией) есть правило-инструмент. Это контекстуальный «инструментальный реализм», принимающий по внимание существование квантовых «библов» (beables) – элементов реальности (термин Белла [11; 12])¹¹. «Реалистическая» многомировая интерпретация и анти-реалистическая инструменталистская интерпретация – две крайности. Как нам представляется, Ровелли комбинирует реализм и инструментализм механически, поскольку волновая функция для него чистый инструмент предсказания. Требуется понять, каким образом волновая функция укоренена в реальности.

11. Квантовые взаимодействие и измерение.

Браун указывает на то, что в рамках РКМ понятие взаимодействия примитивно. Поэтому оно не может быть проанализировано в терминах причинных понятий, как если бы между системой S

¹¹ Белл образовал термин «beable» от «be-able». Он противопоставил его термину «observable» (от «observ-able») [12, Р. 174]. Для Белла библы – фундаментальные достоверные элементы реальности в пространстве-времени, примитивные онтологические *posits*. К «библам» относятся макроскопические условия приготовления квантового эксперимента и полученные при измерении данные. «Библ» для него также обозначает «физическое» в противопоставлении «нефизическому» [11]. Понятно, что полноценная реалистическая интерпретация всякой теории должна строиться, исходя из «библов».

и наблюдателем O был некоторый причинный процесс. Факт в том, что в результате измерения измеряются определенные значения [22]. С этим мы согласны.

В то же время Браун полагает, что остаток «дуализма» необходим, чтобы объяснить переход от суперпозиций к наблюдаемым определенным результатам. Это дуализм между линейной эволюцией спутанной функции и относительным определенным свойством, наблюдаемым в результате измерения [Там же].

Однако все дуализмы, как мы полагаем, преодолеваются «укоренением» идеального в реальном (контексте), теории в реальности. («Дуализм» категорий вовсе не дуализм, а, напротив, избавление от дуализма, который предполагает трактовку разнородных понятий в рамках одной категории.) И это означает, что «переход» к наблюдаемому значению – не реальный переход: наблюдатель просто обнаруживает, что он находится в том или ином определенном контексте, регистрирует то или иное значение физической величины, тогда как поначалу ситуация была неопределенной. В этом смысле он приобретает информацию. Но это не «чистая информация», а информация о (в) его контексте, то есть о реальном состоянии квантовой системы в данном контексте.

Итак, с нашей точки зрения, это не подлинный дуализм, а «дуализм» идеального и реального, теоретического и прагматического. Введение этого категориального различия как раз и устраняет подлинный дуализм. Для нас «релятивизация», или индексация, – это контекстуализация. Таков способ избежать противоречий между двумя описаниями одного и того же процесса. Наблюдатель O и наблюдатель P , описывающий взаимодействие O и S , дают описания не одной и той же (определенной) квантовой реальности, а разных (определенных) квантовых реальностей, т.е. исходная ситуация (до описания) не является полностью определенной.

12. Корреляционизм Мермина и РКМ

Позиция Ровелли в отличие от позиции Мермина представляет собой действительно корреляционизм, утверждающий, что существуют лишь корреляции (отношения), но не коррелирующие сущности. Д. Барет излагает эту позицию так: «Правильно понятая физика – о корреляциях и только о корреляциях. Она ни о корреля-

циях между определенными физическими регистрациями, ни о корреляциях между любыми другими определенными физическими свойствами. Она о корреляциях без коррелирующих сущностей. Согласно Мермину, «корреляции имеют физическую реальность, а то, что коррелирует – нет» [9, Р. 217].

Барет справедливо критикует корреляционизм, указывая на то, что отношения без сущностей, которые в него вступают, не могут существовать. Он утверждает, что точка зрения Ровелли схожа с точкой зрения Д. Мермина [9]. Такое впечатление действительно может возникнуть. Более внимательный взгляд, однако, показывает, что РКМ, как уже сказано выше, не корреляционизм. Мы разделяем точку зрения М. Брауна, что позиция Ровелли отличается от позиции Мермина, поскольку у Ровелли физическую реальность имеют не только отношения. Реальны также взаимодействия, в результате которых возникают определенные значения физических величин. Последние тоже реальны, хотя и относительны, зависят от выбора наблюдателя, границы между наблюдателем и наблюдаемым. В то же время, если наблюдатель фиксирован, значения физических величин являются абсолютными.

Браун указывает на то, что Ровелли различает два типа отношений: отношения «система-система» и отношения «система-наблюдатель (измерительный-прибор)». Первые – взаимодействия между системами, которые в результате могут оказаться спутанными и квантово коррелирующими. Вторые – взаимодействие между системой и наблюдателем, при котором свойство системы актуализируется для наблюдателя. Наблюдатель P , фиксирующий наблюдение системы S наблюдателем O , рассматривает отношение между S и O как отношение «система-система». Поэтому информация, которую имеет о системе $S+O$ наблюдатель P , отличается от той информации, которой обладает наблюдатель O . Наблюдатель O имеет информацию об определенном значении физической величины [22, Р. 685]. Некоторые критики РКМ также говорят, что «взаимодействие» наблюдателя O с системой S при измерении им физической величины, является передачей «информации».

Отмеченное Брауном различие между двумя типами отношений соответствует различию, которое мы делаем между категориями идеального, к которой мы относим наблюдателя, и реального, к которой мы относим наблюдаемую систему. Понятно, что для наблюдателя P система $S+O$ и, соответственно, подсистема O , реаль-

ны, тогда как в случае отношения между S и O последний играет роль идеальную – нормативную.

В терминологии Брауна наблюдатель P устанавливает новую границу между системой и наблюдателем. Поэтому для него состояние и свойства системы будут другими. В нашей терминологии наблюдение ведется над другой системой: $S+O$. Граница, о которой говорит Браун, это граница между категориями – граница реального.

Браун утверждает, что для Ровелли коррелирующие объекты (*relata*) определены, но они определены не абсолютно, а относительно самого отношения. Таким образом, нельзя сказать, что определенность отсутствует полностью. Она зависит от границы, проведенной между системой и наблюдателем [22]. На наш взгляд, эту определенность коррелирующих объектов следует понимать не в смысле объектов, порождаемых внутренним образом отношением, а в смысле реальных объектов, детектируемых в контексте, в котором имеет смысл также говорить об определенном наблюдателе. Наблюдатель не формирует квантовый объект, а является средством его обнаружения.

13. Реляционизм не релятивизм

Может возникнуть подозрение, что реляционизм – это релятивизм. В рамках последовательного релятивизма онтология вообще исчезает. То есть исчезает понятие реального объекта, так как объект по определению предполагает сохранение своей идентичности.

Вуд ставит, например, вопрос о том, абсолютно или относительно существование (идентичность) электрона в рамках РКМ? Если относительно, то возникает вопрос о том, что есть объект. Если абсолютно, то возникает вопрос о том, каким образом это возможно в рамках РКМ? [48].

Вуд предлагает два возможных ответа: 1) Система – совокупность вопросов, которые можно задать (то есть речь идет не о вопросах о системе, а о системе как совокупности вопросов). Совокупность вопросов и определяет абсолютную идентичность «системы». Такой теоретико-информационный подход не кажется Вуду жизнеспособным, поскольку непонятно, каким образом его совместить с фундаментальными понятиями физики и, в частности, с понятиями пространства и времени, в которых располагается система? 2) Существует абсолютная реальность, в которой располагаются

системы и наблюдатели, которые видят эти системы по-разному. Вуд говорит, что это противоречит идее РКМ, что все относительно. Возникает также вопрос о том, что представляет собой эта реальность. Если РКМ верна, мы не можем ее наблюдать, а, следовательно, и понять ее природу, т.к. все относительно.

С нашей точки зрения «систему вопросов», о которой говорит Вуд, можно интерпретировать как правило (норму) для «взаимодействия» с реальностью, точнее говоря, для измерения реальности (в рамках квантового байесианизма С. Фукса речь идет именно о взаимодействии субъекта и реальности). Такое правило неотделимо от своих парадигматических применений, то есть является «витгенштейновским правилом». Всякое применение такого правила в реальности есть пространственно-временная языковая игра. Это значит, что теоретико-информационный подход совместим с фундаментальными физическими понятиями. Информация сама по себе относится к эпистемическому, а не онтологическому измерению. Поэтому чисто «информационная» интерпретация квантовой механики невозможна.

Что касается второго ответа Вуда, то с точки зрения контекстуального реализма, которой мы придерживаемся, постановка вопроса о реальности Вудом не корректна. Реальность как таковая не имеет природы. Она просто есть то, что она есть. И квантовые системы, и квантовые наблюдатели, и конкретные квантовые события, возникающие в результате измерений, идентифицируются, определены в том или ином контексте. Таким образом, ответы 1) и 2) сходятся к одной и той же контекстуальной точке зрения.

Вуд поднимает проблему трансидентичности объекта. Если предположить, что идентичность системы относительна, т.е. само ее существование зависит от наблюдателя, то, как кажется, идентичность любого объекта теряется.¹²

¹² Если квантовые объекты относительны, то каким образом они комбинируются, чтобы образовать абсолютные макроскопические объекты? Вуд обращается к идее Д. Валласа использовать понятие «реального образца» (real pattern), введенное Д. Деннетом [46; 48]. Макроскопические объекты – реальные «паттерны» (patterns), которые не представляются прямым образом в формализме квантовой механики. Это предложение согласуется с контекстуальным реализмом, если интерпретировать «реальный образец» (паттерн) Деннета как то, что реально существует в данном контексте. Сам Валлас применяет понятие реального образца в философии физики и, в квантовой механике. В частности, он утверждает зависимость онтологии от масштаба.

Мы понимаем зависимость от «наблюдателя» как зависимость от контекста. Выбор правила зависит от контекста. Но будучи фиксированным, одно и то же правило применяется в разных контекстах. Правило (инвариант) играет роль (идеального) объекта. Транс-идентично сохраняется. По другому и быть не может. Транс-идентичность предполагается самим понятием правила.

Для Ровелли точки зрения различных наблюдателей «не следует сравнивать». Вуд пишет, что «кажется парадоксальным, как могут существовать какие-либо описания мира, если даже существование объектов зависит от наблюдателя. Что наблюдают наблюдатели, если наблюдатель онтологически первичен по сравнению с объектом?»

С нашей точки зрения норма (правило) предшествует своему новому применению, новой идентификации объекта или идентификации нового объекта. В этом и только этом смысле она первична по сравнению с объектом. Речь идет о реальном (конкретном) объекте как реализации (экземплификации) нормы/правила. Роль абстрактного или идеального объекта играет сама норма (правило). Идеальный объект «реален» лишь в смысле своей укорененности в реальности. Квантовые концепты играют роль идеальных «объектов». Они идентифицируют реальные квантовые объекты в том или ином контексте. Именно наличие общего правила позволяет говорить об объективной, не зависящей от наблюдателя квантовой транс-идентичности. И всякий конкретный (реальный) квантовый объект, хотя и идентифицируемый в рамках той или иной точки зрения, то есть по отношению к тому или иному наблюдателю, не порождается им, а как таковой существует независимо от наблюдателя.

14. Вместо заключения: «Демократизация» копенгагенской интерпретации и контекстуальный реализм

Копенгагенская интерпретация квантовой механики сформулирована на языке, содержащем ссылку на наблюдателя: квантовое событие не просто имеет место; оно имеет место для «наблюдателя», роль которого играет макроскопическая система. Предполагается, таким образом, существование привилегированной системы – классического (макроскопического) наблюдателя, не подчиняющегося квантовым законам.

На наш взгляд, здесь есть значительная доля истины: наблюдатель (если это действительно наблюдатель) и наблюдаемое (если это действительно наблюдаемое) относятся к разным категориям. При этом статусы «наблюдатель» и «наблюдаемая система» приписываются в контексте.

Уже для Бора эпистемическая (но не онтологическая) граница между наблюдаемой системой и наблюдателем зависит от контекста. На наш взгляд, однако, можно сделать более сильное утверждение: наблюдатель и наблюдаемая система могут менять свой статус: наблюдатель может стать наблюдаемым, и наоборот. В этом смысле все физические системы равноправны, и не существует привилегированного наблюдателя. Но в то же время всегда существует указанное категориальное различие, о чем забывает Ровелли.

С Ровелли можно согласиться в том, что нет нужды вводить «субъективные состояния сознания», так как любая физическая система может играть роль наблюдателя. Ровелли пишет: «Как только мы откажемся от этой исключительности и осознаем, что любая физическая система может играть роль копенгагенского “наблюдателя”, мы приходим к реляционной квантовой механике». «Реляционная квантовая механика – копенгагенская квантовая механика, сделанная более демократической, благодаря трактовке всех физических систем на равной ноге» [35].

Подобно Ровелли, мы возвращаемся к копенгагенской интерпретации и утверждаем, что она должна быть правильно понята, скорректирована. Более поздние интерпретации во многом оказались хуже, чем оригинальная интерпретация отцов-основателей квантовой физики (хотя, следует заметить, у них были разные взгляды и термин «кopenhагенская интерпретация» характеризует положение дел лишь приблизительно)¹³. При этом, в отличие от Ровелли, мы принимаем категориаль-

¹³ Предлагаемый нами возврат к копенгагенской интерпретации, скорректированной в рамках контекстуального реализма, можно сравнить с возвратом к логике явления. Понятие явления (феномена) ввел Платон. И он открыл, что всякое явление имеет нормативную структуру: явление предполагает различие между видимостью и реальностью (и тем самым Платон ввел в философию понятие бытия). Видимость может соответствовать реальности или нет. В истории философии понятие явления подверглось деформациям, усечениям и (в феноменологии 20 века) абсолютизации и натурализации. Например, для Канта, так же как и для Платона, явление есть то, что вовсе не находится в объекте самом по себе, а всегда встречается в его отношении к субъекту и неотделимо от представления о нем. Явление у Канта также имеет причину. Но эта причина – непознаваемая вещь в себе. Бенуа характеризует кантов-

ное различие между идеальным наблюдателем (теорией как нормой, концептами) и реальной (наблюдаемой) системой (применением теории, реальным объектом). Это позволяет избавиться от метафизических проблем, с которыми сталкиваются различные интерпретации квантовой механики, включая РКМ.

Литература

1. *Витгенштейн Л.* Философские исследования. URL: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000273/st002.shtml>
2. *Прись И.Е.* О смысле принципа соответствия и единства физики // *ANALYTICA*. – 2012. – № 6. – С. 18–35.
3. *Прись И.Е.* Философия физики Вернера Гайзенберга и его понятие замкнутой теории в свете позднего Витгенштейна // *Философская мысль*. – 2014А. – № 8. – С. 25–71. URL: http://e-notabene.ru/fr/article_12782.html.
4. *Прись И.Е.* Квантовая феноменология Хайдеггера // *NB: Философские исследования*. – 2014В. – № 4. – С. 46–67. URL: http://e-notabene.ru/fr/article_11625.html.
5. *Прись И.Е.* Витгенштейновская демистификация эвереттовской интерпретации квантовой механики // *Философия науки*. – 2016. – № 1 (68). – С. 54–85.
6. *Прись И.Е.* Контекстуальный реализм в физике. – Lambert, 2018.
7. *Прись И.Е.* Элементы контекстуального реализма. – Lambert, 2018.
8. *Baeyer H.C., von. Qbism. The Future of Quantum Physics*. – Harvard University Press, 2016.
9. *Barrett J.A.* *The Quantum Mechanics of Minds and Worlds*. – Oxford University Press, 1999.
10. *Bell J.S.* On the Einstein Podolsky Rosen Paradox // *Physics* – 1964, Vol. 1, No. 3. – P. 195–206.
11. *Bell J.S.* The theory of local beables. Ref. TH. 2053 – CERN, 1975.
12. *Bell J.S.* *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
13. *Benoist J.* *Concepts*. – Paris: Cerf, 2010.
14. *Benoist J.* *Realismus und Metaphysik* // Коллоквиум Института философии Рейнского Боннского университета Фридриха Вильгельма (9 июня 2016 года), 2016.
15. *Benoist J.* *L'adresse du réel*. – Paris, Vrin, 2017.
16. *Bitbol M.* An analysis of the Einstein-Podolsky-Rosen correlations in terms of events // *Physics Letters*, 1983. – 96A. – P. 66–70.
17. *Bitbol, M.* Physical Relations or Functional Relations? A non-metaphysical construal of Rovelli's Relational Quantum Mechanics // *Philosophy of Science Archive*, 2007. URL: <http://philsciarchive.pitt.edu/archive/00003506>. Bitbol M. *De l'intérieur du monde*. Flammarion, 2010.

ское явление как «явление без рук». У О. Комта явление вообще не имеет причины. Это, употребляя выражение Бенуа, «явление-сирота». И так далее. (Подробнее см. [14].) Правильное понимание понятия «явление» необходимо для правильного понимания понятия «квантовое явление».

18. *Bitbol M.* La Pratique des Possibles, une lecture pragmatiste et modale de la mécanique quantique. – Paris: Hermann, 2015
19. *Bitbol M.* Maintenant la finitude. – Paris: Flammarion, 2019.
20. *Blackburn S.* Rule Following and Moral Realism // S. Holtzman & Christopher M. Leich (eds.), Wittgenstein: To Follow a Rule. Routledge, 1981. – P. 163–87.
21. *Bohr N.* In: Schilpp, P.A. (Ed.). Albert Einstein: Philosopher-Scientist. New York, Tudor.
22. *Brown M.J.* Relational Quantum Mechanics and the Determinacy Problem // British Journal for the Philosophy of Science, 2009. – LX. - no. 4. – P. 679–695.
23. *Candiotto L.* The reality of relations // Giornale di Metafisica, 2017. - vol 2. - P. 537-551
24. *Deutsch D.* Quantum theory of probability and decisions. // Proceedings of the Royal Society of London, 1999. – A455. – C. 3129 – 3137. URL: <http://www.arxiv.org/abs/quant-ph/9906015>
25. *Einstein A., Podolsky B., Rosen N.* Can Quantum-Mechanical Description be Considered Complete? // Physical Review, 1935. – 47. – P. 777–780.
26. *Einstein A.* Physics, philosophy and scientific progress // J. Int. Coll. Surg., 1950. – 14. – P. 755–758.
27. *Everett H.* The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics. The theory of the universal wave function. Dissertation, 1957.
28. *Fine A.* The Shaky Game, Einstein, Realism and the quantum theory, The University of Chicago Press, 1986
29. *Haroch R.* Exploring the Quantum. Oxford University Press: Oxford, 2007.
30. *Hoehn Ph.A.* Toolbox for reconstructing quantum theory from rules on information acquisition, 2014, 2018. URL: [arXiv:1412.8323](https://arxiv.org/abs/1412.8323) [quant-ph]
31. *Kochen S., and Specker E.P.* The problem of hidden variables in quantum mechanics // Journal of Mathematics and Mechanics, 1967. – 17. – P. 59–87.
32. *Laudisa F., Rovelli C.* Relational Quantum Mechanics // The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL: <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/qmrelational/>
33. *Martin-Dussaud P., Rovelli C., Zalamea F.* The notion of locality in relational quantum mechanics // URL: [arXiv:1806.08150v2](https://arxiv.org/abs/1806.08150v2) [quant-ph] 29 Jun 2018
34. *Pris F.-I.* Heidegger's Quantum Phenomenology/ontology // International Conference in Quantum Mechanics and Quantum Consciousness. January 06-09, 2015. Bangalore, India. The International Journal for Transformation of Consciousness, 2015. – P. 288–303. URL: http://www.globetranscons.com/Article-Vol1_2015.html
35. *Rovelli C.* Relational quantum mechanics // International Journal of Theoretical Physics, 1996. – vol. 35. – No 8. – P. 1637– 1678.
36. *Rovelli C.* An Argument Against the Realistic Interpretation of the Wave Function // Foundations of Physics, 2016. - 46. – P. 1229–1237. URL: [arXiv:1508.05533](https://arxiv.org/abs/1508.05533).
37. *Rovelli C.* Space is blue and birds fly through it // Phil. Trans. A. Soc. A., 2018. – 376. – 2017.0312.
38. *Susskind L.* Copenhagen vs Everett, Teleportation, and ER=EPR, 2016. URL: <https://arxiv.org/abs/1604.02589>.
39. *Susskind L.* Dear Qubitizers, GR=QM, 2017 URL: <https://arxiv.org/abs/1708.03040>.
40. *Schrödinger E.* Ma conception du monde. Mercure de France, 1982.
41. *Smerlak M., Rovelli C.* Relational EPR // Found.Phys., 2007. – 37. – P. 427–

42. *Susskind L.* Dear Qubiters, GR=QM URL: <https://arxiv.org/abs/1708.03040>. *Susskind L.* Copenhagen vs Everett, Teleportation, and ER=EPR URL: <https://arxiv.org/abs/1604.02589>. *Czech Bartłomiej, Lamprou Lampros, Susskind L.* Entanglement Holonomies. URL: <https://arxiv.org/abs/1807.04276>. *Susskind L.* ER=EPR, GHZ, and the Consistency of Quantum Measurements. URL: <https://arxiv.org/abs/1412.8483>. *Bousso Raphael, Susskind L.* The Multiverse Interpretation of Quantum Mechanics URL: <https://arxiv.org/abs/1105.3796>
43. *Van Fraassen B.C.* 'Rovelli's World' // *Foundations of Physics*, 2010. –vol. 40. – No. 4. – P. 390–417, 2010.
44. *Vernette D., Caponigro M.* «Physical quantity» and «Physical reality» in Quantum Mechanics: an epistemological path // URL: <https://arxiv.org/abs/quant-ph/0612036v1>
45. *Vidotto F.* Atomism and Relationism as guiding principles for Quantum Gravity // *Seminar on the Philosophical Foundation of Quantum Gravity*, Chicago 26– 28 Sept., 2013, vol. FFP14, P. 222. SISSA, 2013. URL: <https://inspirehep.net/record/1487207>
46. *Wallace D.* URL: A formal proof of the Born rule from decision-theoretic assumptions [aka: How to Prove the Born Rule]. In *Simon Saunders, Jon Barrett, Adrian Kent & David Wallace (eds.). Many Worlds? Everett, Quantum Theory, and Reality.* Oxford University Press, 2010.
47. *Wittgenstein L.* *Philosophical Investigations.* (Second Edition.) Oxford: Blackwell, 1953. 2001.
48. *Wood D.* Everything is relative: Has Rovelli found the way out of the woods? 2010.

References

1. *Wittgenstein, L.* *Filosofskie issledovaniya* [Philosophical Investigations]. Available at: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000273/st002.shtml> . (In Russ.).
2. *Pris, I.E.* (2012). O smysle printsipa sootvetstviya i edinstva fiziki [On the meaning of the correspondence principle and the unity of physics]. *ANALYTICA (elektronnyy zhurnal)* [ANALYTICA (e-journal)], 6, 18–35.
3. *Pris, I.E.* (2014a). *Filosofiya fiziki Vernera Gayzenberga i ego ponyatie zamknutoy teorii v svete pozdnego Vittgenshtayna* [Werner Heisenberg's philosophy of physics and his conception of closed theory in the light of the later Wittgenstein]. *Filosofskaya mysl* [Philosophical Thought], 8, 25–71. Available at: http://e-notabene.ru/fr/article_12782.html .
4. *Pris, I.E.* (2014b). *Kvantovaya fenomenologiya Khaydeggera* [Quantum phenomenology of Heidegger]. NB: *Filosofskie issledovaniya* [NB: Philosophical Investigations], 4, 46–67. Available at: http://e-notabene.ru/fr/article_11625.html .
5. *Pris, I.E.* (2016). *Vittgenshtaynovskaya demistifikatsiya everettovskoy interpretatsii kvantovoy mekhaniki* [Wittgenstein's demystification of Everett's interpretation of quantum mechanics]. *Filosofiya nauki* [Philosophy of Science], 1 (68), 54–85.
6. *Pris, I.E.* (2018a). *Kontekstualnyy realism v fizike* [Contextual Realism in Physics]. Lambert Academic Publ.
7. *Pris, I.E.* (2018b). *Elementy kontekstualnogo realizma* [Elements of Contextual Realism]. Lambert Academic Publ.

8. *Baeyer, H.C., von.* (2016). *Qbism. The Future of Quantum Physics.* Harvard University Press.
9. *Barrett, J.A.* (1999). *The Quantum Mechanics of Minds and Worlds.* Oxford University Press.
10. *Bell, J.S.* (1964). On the Einstein-Podolsky-Rosen paradox. *Physics* / G.D. Sprouse – American Physical Society, Vol. 1, Iss. 3, 195–200.
11. *Bell, J.S.* (1975). The theory of local beables. Ref. TH. 2053 - CERN.
12. *Bell, J.S.* (1993). *Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics.* Cambridge, Cambridge University Press.
13. *Benoist, J.* (2010). *Concepts.* Paris, Cerf.
14. *Benoist, J.* (2016b). *Realismus und Metaphysik.* Коллоквиум Института философии Рейнского Боннского университета Фридриха Вильгельма (9 июня 2016 года).
15. *Benoist, J.* (2017). *L'adresse du réel.* Paris, Vrin.
16. *Bitbol, M.* (2002). Science as if situation mattered. *Phenomenology and the Cognitive Science*, 1, 81–224.
17. *Bitbol, M.* (2007). Physical relations or functional relations? A non-metaphysical construal of Rovelli's relational quantum mechanics. *Philosophy of Science Archive*. Available at: <http://philsciarchive.pitt.edu/archive/00003506/>.
18. *Bitbol, M.* (2015). *La pratique des possibles: Une lecture pragmatiste et modale de la mécanique quantique.* Paris, Hermann.
19. *Bitbol, M.* (2019). *Maintenant la finitude.* Paris, Flammarion.
20. *Blackburn, S.* (1981). Rule following and moral realism. In: Holtzman, S. & C.M. Leich (Eds.). *Wittgenstein: To Follow a Rule.* Routledge, 163–87.
21. *Bohr, N.* (1951). In: Schilpp, P.A. (Ed.). *Albert Einstein: Philosopher-Scientist.* New York, Tudor.
22. *Brown, M.J.* (2009). Relational quantum mechanics and the determinacy problem. *British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. LX, No. 4, 679–695.
23. *Candiotto, L.* (2017). The reality of relations. *Giornale di Metafisica*, 2, 537–551.
24. *Deutsch, D.* (1999). Quantum theory of probability and decisions. *Proceedings of the Royal Society of London*, A455, 3129–3137. Available at: <http://www.arxiv.org/abs/quant-ph/9906015>.
25. *Einstein, A., B. Podolsky & N. Rosen.* (1935). Can quantum-mechanical description be considered complete? *Physical Review*, 47, 77–780.
26. *Einstein, A.* (1950). Physics, philosophy and scientific progress. *J. Int. Coll. Surg.*, 14, 755–758.
27. *Everett, H.* (1957). *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics.* The Theory of the Universal Wave Function. Dissertation. Available at: inspirehep.net/record/1358321/files/dissertation.pdf.
28. *Fine, A.* (1986). *The Shaky Game, Einstein, Realism and the Quantum Theory.* The University of Chicago Press.
29. *Haroch, R.* (2007). *Exploring the Quantum.* Oxford, Oxford University Press.
30. *Hoehn, P.A.* (2014, 2018). *Toolbox for reconstructing quantum theory from rules on information acquisition.* Available at: <https://arXiv.org/pdf/1412.8323>.
31. *Kochen, S. & E.P. Specker.* (1967). The problem of hidden variables in quantum mechanics. *Journal of Mathematics and Mechanics*, 17, 59–87.

32. *Laudisa, F. & C. Rovelli.* (2008). Relational quantum mechanics // In: Zalta, E.N. (Ed.). The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition). Available at: <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/qmrelational/>.
33. *Martin-Dussaud, P., C. Rovelli & F. Zalamea.* (2018). The notion of locality in relational quantum mechanics. Available at: <https://arxiv.org/abs/1806.08150>.
34. *Pris, F.-I.* (2015). Heidegger's quantum phenomenology/ontology. International Conference in Quantum Mechanics and Quantum Consciousness. January 06–09, 2015. Bangalore, India. The International Journal for Transformation of Consciousness, 288–303. Available at: http://www.globetranscons.com/Article-Vol1_2015.html.
35. *Rovelli, C.* (1996). Relational quantum mechanics. International Journal of Theoretical Physics, Vol. 35, No. 8, 1637–1678.
36. *Rovelli, C.* (2016). An argument against the realistic interpretation of the wave function. Foundations of Physics, 46, 1229–1237. Available at: <https://arxiv.org/abs/1508.05533>.
37. *Rovelli, C.* (2018). Space is blue and birds fly through it. Phil. Trans. A. Soc. A. 376. 2017.0312. Available at: <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2017.0312>.
38. *Susskind, L.* (2016). Copenhagen vs Everett, Teleportation, and ER=EPR. Available at: <https://arxiv.org/abs/1604.02589>.
39. *Susskind, L.* (2017). Dear Qubitizers, GR=QM. Available at: <https://arxiv.org/abs/1708.03040>.
40. *Schrödinger, E.* (1982). Ma conception du monde. Mercure de France.
41. *Smerlak, M. & C. Rovelli.* (2007). Relational EPR. Found.Phys., 37, 427–445.
42. *Susskind L.* Dear Qubitizers, GR=QM URL: <https://arxiv.org/abs/1708.03040>. Copenhagen vs Everett, Teleportation, and ER=EPR URL: <https://arxiv.org/abs/1604.02589>. Czech Bartłomiej, Lamprou Lampros, Susskind L. Entanglement Holonomies. URL: <https://arxiv.org/abs/1807.04276>. Susskind L. ER=EPR, GHZ, and the Consistency of Quantum Measurements. URL: <https://arxiv.org/abs/1412.8483>. Bousso Raphael, Susskind L. The Multiverse Interpretation of Quantum Mechanics URL: <https://arxiv.org/abs/1105.3796>
43. *van Fraassen, B.C.* (2010). Rovelli's world. Foundations of Physics, Vol. 40, No. 4, 390–417.
44. *Vernette, D. & M. Caponigro.* "Physical Quantity" and "Physical Reality" in Quantum Mechanics: an Epistemological Path. Available at: <https://arxiv.org/abs/quant-ph/0612036v1>.
45. *Vidotto, F.* (2013). Atomism and relationism as guiding principles for quantum gravity. Seminar on the Philosophical Foundation of Quantum Gravity, Chicago 26–28 Sept. 2013, Vol. FFP14, 222. SISSA. Available at: <https://inspirehep.net/record/1487207>.
46. *Wallace, D.* (2010). A formal proof of the Born rule from decision-theoretic assumptions [aka: How to prove the Born rule]. In: Saunders, S., J. Barrett, A. Kent & D. Wallace (Eds.). Many Worlds? Everett, Quantum Theory, and Reality. Oxford University Press.
47. *Wittgenstein, L.* (1953, 2001). Philosophical Investigations. Oxford, Blackwell.
48. *Wood, D.* (2010). Everything is Relative: Has Rovelli Found the Way out of the Woods? Available at: dewolf.eu/uploads/2/7/1/3/.../rqm_essay_dwood.pdf.

Информация об авторах

Прись Игорь Евгеньевич - кандидат философских наук, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института философии НА Беларуси (220072, Республика Беларусь, г. Минск, улица Сурганова, д. 1, корп. 2, e-mail: frigrpr@googlemail.com)

Сторожук Анна Юрьевна – доктор философских наук, Институт философии и права СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Николаева 8, e-mail: stor71@mail.ru)

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

Information about the authors

Pris Igor Evgenyevich - Candidate of Sciences (Philosophy, Physics and Mathematics), the Institute of Philosophy, National Academy of Sciences of Belarus (Surganova, 1/2, Minsk, Republic of Belarus, 220072, e-mail: frigrpr@googlemail.com).

Storozhuk Anna Yuryevna – Doctor of Sciences (Philosophy), Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8, Nikolaeva str., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: stor71@mail.ru)

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

Дата поступления 05.06.2019