

## Проблема реальности и времени в современной квантовой механике

*Севальников А.Ю.*, Институт философии РАН  
[sevalnicov@rambler.ru](mailto:sevalnicov@rambler.ru)

**Аннотация:** Работа посвящена актуальной проблеме реальности и времени в квантовой механике. На материале современного эмпирического подтверждения оснований квантовой механики показано, что в области квантовых явлений необходим отказ от позиций классического реализма. Квантовые объекты существуют иначе, чем обычные вещи. Показано, что для адекватной трактовки квантовых явлений необходимо переходить к модальной онтологии, где ключевую роль играют понятия возможного и действительного. Утверждается, что бытие квантовых объектов связано с онтологической возможностью, предшествующей и конституирующей наблюдаемую реальность, в том числе и пространство-время.

**Ключевые слова:** Квантовая механика, модальная онтология, метафизика, реальность, пространство, время, реализм, возможное, действительное

---

Данная работа посвящена проблеме реальности в квантовой механике. Эта тема необычайно сложная, которая уже более века находится в центре внимания современной физики. Квантовая механика говорит о реальности вещи, которые радикально расходятся со всеми классическими представлениями о ней, выработанными как в рамках классической физики, так и основными системами современной западноевропейской философии. Основное положение данной работы: все экспериментальные работы, направленные на подтверждение ее фундаментальных оснований, резко противоречат представлениям классического реализма о том, что фундаментальные «кирпичики», составляющие материю, как элементарные частицы, так и сами атомы определенным образом «не существуют» до «акта наблюдения», или измерения. Когда мы говорим о «несуществовании», то нужно помнить, что в философии понятие «существование» имеет более сложное значение, нежели чем просто существование в пространстве и времени, на чем и настаивает классический реализм. Закавыченные слова требуют пояснения. Понятие «несуществование» означает не то, что данный объект не существует вообще, на чем настаивает так называемый «квантовый антиреализм», а то, что помимо существования в пространстве и времени существуют и иные модусы бытия, к которым изначально и отнесено существование квантовых объектов. Многие исследователи отмечают, что современная физика превратилась в своего рода «экспериментальную метафизику» (Дж. Хорган), где те или иные высказывания о реальности получили возможность эмпирической проверки. Автор разделяет такую точку зрения. В данный момент в области проверки фундаментальных положений квантовой механики сложилась совершенно уникальная ситуация: все её утверждения получили и получают эмпирическое подтверждение, и эти утверждения связаны напрямую с философией, более точно - с метафизикой и

онтологией. Нет ни одного эксперимента, который бы противоречил выводам квантовой теории. Более того, в самое последнее время получены теоретические и экспериментальные работы, которые бросают вызов даже тем людям, которые давно привыкли к «странностям» квантовой механики. Речь идет о теоретических и экспериментальных работах, в которых идет речь об определенном влиянии будущего события на прошлое (опыты по подтверждению неравенств Леггетта-Гарга, эксперименты с «квантовым ластиком» и др.). Сюда же можно включить также совсем недавние работы, показывающие, что в опыте невозможно различить «причину» и «следствие», они существуют одновременно, т.е. наблюдается та ситуация, в которой они находятся в состоянии квантовой суперпозиции (см. ниже, в конце работы)! Подчеркну, что это утверждение касается лишь квантовой области, и не имеет отношения к обычной классической, наблюдаемой реальности. Все эксперименты в области квантовой механики требуют своего объяснения, в конечном итоге - некоторого «метафизического оправдания» или обоснования, которого физикам, скопившим обширный эмпирический материал, как раз и не хватает. Последняя часть данной работы в основном и посвящена поиску такого «метафизического обоснования». Прежде чем перейти к нему, необходимо внимательнейшим образом остановиться на проблеме реальности. Именно эта проблема является «ключиком» для дальнейшего понимания материала.

Предварительно я кратко коснусь истории квантовой механики. Иногда говорят о старой и новой квантовой механике. 1900 - 1925 гг. - это старая теория квантовой механики. Отсчет мы ведем, начиная со знаменитого доклада 14 декабря 1900 г. Макса Планка «О проблеме излучения абсолютно черного тела» и вплоть до статьи В. Гейзенберга «О квантовотеоретической интерпретации кинематических и механических соотношений»<sup>1</sup>, датированной 29 июля 1925 г., которая и открыла новый этап развития новой квантовой механики. В этой статье были высвечены несколько проблем, которые впоследствии стали ключевыми. Чтобы понять, как появилась эта работа, необходимо вспомнить биографию Гейзенберга. В двадцать лет он поступает в Мюнхенский университет, где проходит подготовку на семинаре Арнольда Зоммерфельда. У Зоммерфельда он учится вместе с Вольфгангом Паули, также в будущем одним из создателей квантовой механики. Маститый профессор своим юным студентам ставит задачу, связанную с расчетом спектра излучения атома водорода. Вряд ли Зоммерфельд изначально рассчитывал на ее успешное решение своими студентами, так как уже более полувека никто из физиков не мог справиться с этой проблемой. Тем не менее, именно они и справились с этой задачей, заложив основы квантовой теории. Первому удача улыбнулась Гейзенбергу. Истории самого открытия я не буду касаться, оно подробно описано как самим Гейзенбергом в книге «Часть и целое», так и во многих работах, посвященных истории создания квантовой механики. Отмечу, что математический аппарат Гейзенбергом не выводился, а был, скорее, угадан. Вывод теории возможен, когда существуют и известны принципы, основания самой теории. Например, математический аппарат классической механики вытекает из

---

<sup>1</sup> Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziengen// Zs- Phys. 1925, **33**, S. 879-893.

хорошо известных еще со школьной скамьи трех законов Ньютона, специальная теория относительности Эйнштейна базируется на двух постулатах – обобщенном принципе относительности и принципе постоянства скорости света. Общая теория относительности связана с принципом эквивалентности. А вот квантовая механика ниоткуда не выводится. К моменту рождения квантовой механики ни физика, ни философия не давали, да и не могли дать тех основополагающих принципов, из которых мог бы сложиться математический аппарат квантовой механики. Сейчас нам известны три подхода, три математических формализма, в рамках которых сформулирована квантовая механика. Первым явился как раз матричный формализм Гейзенберга, через год было получено уравнение Шредингера, а 20 лет спустя, в 1946г., возник метод континуального интегрирования Р. Фейнмана.

Эти подходы существенно отличаются друг от друга, тем не менее, их выводы эквивалентны друг другу. Повторю еще раз, самым существенным является тот факт, что математический формализм квантовой механики ниоткуда не выводится. Его «отцы-основатели» не знали тех принципов, из которых можно было бы получить данный конкретный математический формализм. Зато можно сформулировать так называемый урок квантовой механики (Дж. А. Уиллер).

Что интересно, в самой первой статье 1925 г., от которой мы и ведем отсчет рождения новой квантовой механики, Гейзенберг уже сформулировал этот «урок», хотя и в неявном виде. Год спустя этот вопрос стал центром беседы молодого основателя квантовой механики с Эйнштейном, что в деталях изложено самим Гейзенбергом в книге «Часть целое», в главе «Квантовая механика и беседа с Эйнштейном». Я обращаюсь к самому тексту. Речь идет о 1926-ом г. «Берлинский университет считался тогда оплотом физической науки в Германии. Здесь работали М. Планк, Эйнштейн, М. фон Лауэ и В.Г. Нернст. Здесь Планк открыл квантовую теорию, а Рубенс подтвердил ее своими измерениями теплового излучения, и здесь же Эйнштейн в 1916 году сформулировал общую теорию относительности и теорию гравитации. Центром научной жизни являлся физический коллоквиум, который восходил еще к традиции времен Гельмгольца и на который большей частью в полном составе приходили профессора физики. Весной 1926 года я был приглашен сообщить в рамках этого коллоквиума о недавно возникшей квантовой механике. Поскольку тут мне впервые представлялась возможность лично познакомиться с носителями прославленных имен, я не пожалел усилий, чтобы как можно яснее изложить понятия и математические основания новой теории, столь непривычные для тогдашней физики, и мне удалось пробудить интерес некоторых присутствовавших, особенно Эйнштейна. Эйнштейн попросил меня после коллоквиума зайти к нему домой с тем, чтобы мы смогли подробно обсудить новые идеи. По пути он осведомился о ходе моей учебы и о моих прежних интересах в физике. Однако стоило нам войти в его квартиру, он тут же начал разговор с вопроса, касающегося философских предпосылок моей работы: “То, что Вы нам рассказали, звучит очень непривычно. Вы предполагаете, что в атоме имеются электроны, и здесь Вы, наверное, совершенно правы. Но что касается орбит электронов в атоме, то Вы хотите их совсем упразднить, несмотря на то, что траектории электронов в камере Вильсона можно наблюдать непосредственно. Не могли бы Вы несколько подробнее разъяснить причины столь странного подхода?”

– Орбиты электронов в атоме наблюдать нельзя, – так примерно отвечал я, – но по излучению, исходящему от атома при разрядке, можно непосредственно заключить о частотах колебаний и о соответствующих амплитудах электронов в атоме. Знание всех колебаний и амплитуд в математическом выражении – это ведь и по понятиям прежней физики может служить чем-то вроде эрзаца знания электронных орбит. Поскольку же разумно включать в теорию только величины, поддающиеся наблюдению, мне казалось естественным допустить лишь эти данные, так сказать, в качестве представителей орбит электронов»<sup>2</sup>.

С рождением новой квантовой механики в физику вводятся понятия «наблюдаемые» и «ненаблюдаемые», что 20-е и 30-е гг. XX в. было в центре дискуссий по квантовой механике и сейчас снова стало актуальным в связи с целым рядом экспериментов по подтверждению фундаментальных оснований квантовой теории. Гейзенберг утверждал, что траектория и время движения электронов по орбитам является величинами ненаблюдаемыми. Однако встает вопрос, что скрывается за понятием «ненаблюдаемое», что и пытается выяснить Эйнштейн у Гейзенберга. Ненаблюдаемое, в принципе, еще не означает несуществующее. Сейчас мы знаем, что, например, электрон является ненаблюдаемой элементарной частицей, но это не означает, что электрон вообще не существует. В работе же Гейзенберга речь идет о траектории электрона при его движении в атоме, и создается впечатление, что, если верить Гейзенбергу, этой траектории вообще не существует. Эйнштейн такой позиции не приемлет и указывает на пример наблюдаемой траектории электрона в камере Вильсона. Спор двух основателей квантовой механики постепенно сместился в область эпистемологии, к тому, какие величины (наблюдаемые или ненаблюдаемые) должны быть положены в основание физической теории. Но вопрос онтологический остался, и Гейзенберг не мог дать на него ответ Эйнштейну до 1927 г., когда сформулировал принцип неопределенности.

Из него следует: если вы измеряете - очень точно - координаты частицы, вы ничего не можете сказать об импульсе, и наоборот. Если вы измерили очень точно импульс, то частица оказывается размазанной по всему пространству вселенной. Получается довольно странная вещь. Если продумать всё это до конца, что впервые и было проделано Эйнштейном, то мы не можем говорить о существовании параметров квантовой частицы, которая описывается парой некоммутирующих операторов, до акта их измерения. Этот вывод представлен Эйнштейном в его знаменитой статье «Можно ли считать квантовомеханическое описание реальности полным?», написанной в соавторстве с его сотрудниками Борисом Подольским и Натаном Розеном и вышедшей в 1935 г. В ней авторы подвергают анализу и основной вывод квантовой механики, уже сложившейся к тому времени, а именно: «если количество движения частицы известно, то ее координата не имеет физической реальности»<sup>3</sup>. Эйнштейн с сотрудниками приходят к выводу, «что или 1) квантовомеханическое описание реальности неполно

<sup>2</sup> Гейзенберг В.. Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. С. 190-191.

<sup>3</sup> Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н. Можно ли считать квантовомеханическое описание реальности полным? // Эйнштейн А. Собр. научных трудов. Т. III. М.: Наука, 1966. С. 606.

или 2) когда операторы, соответствующие двум физическим величинам, не коммутируют, эти две величины не могут быть одновременно реальными»<sup>4</sup>. Заключение Эйнштейна таково: волновая функция не дает полного описания физической реальности. В конце статьи, рассматривая вопрос об измерении координаты  $Q$  и импульса  $P$  квантовой системы, состоящей из двух коррелированных подсистем, авторы пишут: «реальность  $P$  и  $Q$  ставится в зависимость от процесса измерения, производимого над первой системой, хотя этот процесс никоим образом не влияет на вторую систему. Никакое разумное определение реальности не должно, казалось бы, допускать этого»<sup>5</sup>. Эйнштейн надеялся, что верен первый вывод, и, как он впоследствии говорил, если квантовая механика верна, то мир сошел с ума. Все последующие эксперименты, вплоть до сегодняшнего дня, подтверждают худшие опасения Эйнштейна. Квантовые объекты определенным образом не существуют в реальном пространстве и времени до акта наблюдения. Гейзенберг до конца жизни не уставал повторять, что атомы и электроны – не вещи, они существуют иначе. Вовсе не случайно, что в 2012 г. Ганс-Петер Дюрр, ученик и сотрудник Гейзенберга, вместе с которым они создавали единую теорию поля, написал книгу под названием «Es gibt keine Materie!» – «Материи не существует!» На мой взгляд, такое название книги провокативно, материя всё-таки существует, но мы действительно должны различать модусы её существования. Если вспомнить тезис Гейзенберга: «Атомы – не вещи!», то мы приходим к довольно парадоксальной картине. Атомы, т.е. микрочастицы, из которых состоят макротела, существуют иначе, нежели само макроскопическое тело! Все это выглядит достаточно странным с точки зрения как классической физики, так и новоевропейской философии. Нам необходим совершенно новый взгляд на эти вещи, необходима новая философия. Уже в самое последнее время проведены эксперименты, которые уж совсем ставят в тупик того, кто пытается подходить к квантовой механике с позиции классического реализма. Я имею в виду т.н. эксперименты по проверке неравенств Леггетта-Гарга и «опыты с квантовым ластиком», в которых можно взять и отменить результаты опыта, полученного в прошлом! То есть результаты эксперимента, полученные в одной точке пространства и времени, можно взять и изменить, «стереть» в другой точке пространства и в более поздний момент времени. Более того, эти два события, с точки зрения теории относительности, не связаны причинно-следственной связью! Об этом будет рассказано чуть ниже.

Выше я уже говорил, что сейчас мы живем в эпоху «экспериментальной метафизики». В последних экспериментах «метафизические вопросы», связанные с понятиями реальности, существования и несуществования, направления, или «стрелы» времени, в основном занимали философов. Сейчас же все эти вопросы стали предметом экспериментальной науки. Соответственно, в последнее время значительно выросло количество работ на эту тему.

Можно кратко обобщить основные результаты экспериментов. Во-первых, все эксперименты, которые проведены в последние годы, подтверждают все предсказания квантовой механики. Во-вторых, эксперименты убедительно доказали, что

<sup>4</sup> Эйнштейн А. и др. Там же. С. 607.

<sup>5</sup> Эйнштейн А. и др. Там же. С. 610 - 611.

метафизические установки так называемого «классического реализма» для квантовых объектов не состоятельны. Одна такая установка утверждает, что квантовые объекты существуют в пространстве и времени, независимо от процедуры измерения. Другое утверждение классического реализма: ни дальное действие, ни мгновенное взаимодействие объектов невозможны, независимо от того, насколько они друг от друга удалены. Для квантовых объектов оба эти утверждения экспериментально опровергнуты.

Наиболее интересными оказались, как выше говорилось, эксперименты с отложенным выбором и квантовым ластиком, где каждый эксперимент пытается решить свои специфические проблемы и задачи.

Коснусь предварительно экспериментов по проверке неравенств Белла, или ЭПР-экспериментов. Начало они берут с 80-х гг. прошлого века. Техники и методики экспериментов касаться я не буду. Что достигнуто и продемонстрировано этими опытами? Сразу отмечу, что к 2015 г. наконец-то удалось провести такие серии экспериментов, которые убрали все возможные лазейки для их классической интерпретации<sup>6</sup>. Общий вывод из этих экспериментов, если говорить предельно кратко, таков: для квантовых объектов являются неверными либо утверждения классического реализма, либо понятие классической локальности, или и то и другое. На сегодняшний день экспериментально доказан тот факт, что между «запутанными» квантовыми частицами существует нелокальная, т. е. мгновенная корреляция. Однако классическую информацию мы не можем передать быстрее скорости света.

Эти эксперименты продемонстрировали нарушения неравенств Белла. Что это означает? Фактически получены ответы на поставленные вопросы по ЭПР-парадоксу. А это два главных тезиса, две возможные альтернативы. Первый тезис гласит, что «квантовомеханическое описание реальности посредством волновой функции не полно», а во втором утверждается, что «две физические величины с некоммутирующими операторами не могут быть реальными одновременно».

Эксперименты однозначно показали, что квантовомеханическое описание реальности является полным. В частности, они показали невозможность введения так называемых «скрытых параметров». Следует ли отсюда напрямую вывод, что две разные физические величины не могут быть реальными одновременно, т.е. фактически не существовать в пространстве и времени до процедуры измерения? Такой вывод, однако, преждевременен, так как остается еще одна «лазейка». Эксперименты четко показали мгновенную корреляцию между двумя квантовыми событиями, разделенными таким интервалом: между ними невозможно причинное взаимодействие. Однако теоретически мы можем представить нелокальную реальность, при этом свойства квантовых объектов существуют в пространстве-времени.

Да, мы показали, что существует мгновенная корреляция и что квантовый мир не локален. Но можем ли мы утверждать, что квантовые объекты и их свойства существуют до измерения? Для проверки этого утверждения сформулирован другой

---

<sup>6</sup> *Merali Z. Quantum'spookiness' passes toughest test yet // Nature. 2015. 525 (7567). P. 14.*

тип неравенств – так называемые неравенства Леггетта<sup>7</sup>. И они снова нарушались в эксперименте<sup>8</sup>. Значит, дело вовсе не в «нелокальности квантового мира». Вывод из этих экспериментов гораздо более радикален – от понятия классической реальности квантовых объектов и их свойств нам все-таки необходимо отказаться.

Но квантовая теория утверждает еще кое-что.

1) У квантовой частицы нет определенной траектории. В классической физике мы можем рассчитать точную траекторию и выразить ее параметрами вещественным числом. В квантовой физике – этого сделать невозможно. Пока мы не начнем измерять или наблюдать, не существует никаких однозначных свойств, которые можно было бы выразить вещественными числами. Физики решили проверить это утверждение экспериментально. Для этого было сформулировано так называемое неравенство Леггетта-Гарга<sup>9</sup>, утверждающее, что эволюция квантовой системы никак не может быть описана классически (т.е. с точки зрения классической физики, например, опять невозможно ввести понятие классической траектории, или «скрытые параметры», «локальный реализм» и т.д.). Оно было проверено экспериментально, и снова обнаружили, что оно нарушается. Это выглядит таким образом, будто квантовый объект движется сразу по всем возможным траекториям (что и утверждает математический формализм квантовой теории Фейнмана<sup>10</sup>. В этих экспериментах вновь опровергается «классический реализм», пригодный для макрообъектов.

2) Многие слышали, что двухщелевой эксперимент демонстрирует так называемый корпускулярно-волновой дуализм квантовых частиц. Как теперь выясняется, это весьма упрощенное понимание. Представим себе двухщелевой эксперимент. Есть источник квантовых частиц. От него поток этих частиц попадает на первый экран с двумя щелями, а уже от них два потока идут на конечный, второй экран. На нем мы видим картину, похожую на интерференционную, как если бы мы испускали не частицы, а классические волны. Обычно дело изображают следующим образом: если мы закроем одну щель, то интерференция пропадает и возникает классическое распределение вероятности. И это якобы подтверждает, что электрон или фотон имеют двойную природу: и частицы, и волны. Но это не так. Картинка, где частица после щелей распространяется как волна, не верна. Никаких волн там нет. Есть волновые функции, не имеющие классического смысла. И главный вопрос – это вопрос о существовании этих самых волновых функций. Это и есть проблема, которая находится на острие всей квантовой теории. Смысл не в том, что мы закрываем или открываем одну из щелей. Важно, что если мы поставим детекторы у щелей и не будем закрывать щели, интерференция все равно исчезнет. И это поразительно. Ведь интерференция исчезает, когда в системе просто существует возможность получить информацию о том, через какую щель пролетел фотон или электрон. Перефразируя

<sup>7</sup> Leggett A.J. Nonlocal hidden-variable theories and quantum mechanics: An incompatibility theorem // *Foundation of Physics*. 2003. Vol. 33(10). P. 1469–1493.

<sup>8</sup> Romero J. et al. Violation of Leggett inequalities in orbital angular momentum subspaces // *New Journal of Physics*. 2010. Vol. 12(12). P. 123007.

<sup>9</sup> Leggett A.J., Garg A. Quantum mechanics versus macroscopic realism: Is the flux there when nobody looks? // *Physical Review Letters*. 1985. Vol. 54(9). P. 857.

<sup>10</sup> Robens C. et al. Ideal negative measurements in quantum walks disprove theories based on classical trajectories // *Physical Review X*. 2015. Vol. 5(1). P. 011003.

Нильса Бора, можно сказать, что, если для кого-то здесь нет проблем, значит, он не до конца понял смысл этого эксперимента.

Возникает вопрос, почему это так происходит? Как фотон или электрон «узнает» о том, что мы поставили детектор? Когда и что именно «узнал» фотон? Чтобы ответить на эти вопросы, Джон Уилер предложил эксперимент с отложенным выбором<sup>11</sup>. Было предложено измерять задержку между временем, когда мы приняли решение измерять частицу как частицу или как волну, и временем, когда она вошла в прибор, а затем, когда вышла из прибора. Это позволит узнать, когда именно фотон изменил свои свойства: до попадания в прибор или после. Двухщелевой эксперимент этого показать не может.

Я не буду касаться техники эксперимента, которая для не-физиков выглядит достаточно сложной. Суть его состоит в том, что в двухщелевом эксперименте экспериментатор в самый последний момент, т.е. также после того, как частицы прошли обе щели, решает, какие свойства он будет наблюдать – корпускулярные или волновые. Сформулирую основной вывод Уилера из этого эксперимента. Квантовые явления нельзя свести к корпускулярно-волновому дуализму. Эти явления представляют из себя нечто иное, не сводимое ни корпускулярной картине, ни к волновой, ни к их дуализму. В результате Уиллер формулирует «основной урок квантовой механики». Звучит он так: «Никакой квантовый феномен не может считаться таковым, пока он не является регистрируемым (наблюдаемым) феноменом». По сути дела вывод Уиллера тот же самый, что и вывод из анализа ЭПР-парадокса. Квантовый объект не существует до процедуры измерения определенным образом<sup>12</sup>.

Типов квантовых экспериментов очень много. Остановим внимание на эксперименте с «квантовым ластиком»<sup>13</sup>. Давайте опять вернемся к двухщелевому эксперименту. Представьте, что поставили детекторы возле щелей и интерференция исчезла. Что мы сделали? Мы получили информацию, через какую щель прошел фотон. А теперь представьте, что где-то посередине между щелями и экраном, где-то вот здесь, мы взяли и стерли эту информацию. Она здесь появилась, мы ее узнали, а потом стерли. Согласно квантовой теории, интерференция должна снова возникнуть, и это действительно так происходит. Получается, что есть некая обратимость в процессе измерения. Для многих это было удивительно. Казалось бы, первоначально фотон находится в суперпозиции нескольких возможных состояний-свойств, потом при измерении происходит коллапс волновой функции – выбирается одно из возможных значений, и - обратного пути нет. Так вот, «квантовый ластик» показал, что, оказывается, есть. При определенных условиях можно стереть эту информацию, и тогда снова возникает суперпозиция.

Но и это еще не все. Мы можем стереть эту информацию - уже после того, как

<sup>11</sup> *Wheeler J.A. Quantum Theory and Measurement / Eds. J.A. Wheeler and W.H. Zurek, 1984. P. 182-213.*

<sup>12</sup> *Jacques V. et al. Experimental realization of Wheeler's delayed-choice gedanken experiment // Science. 2007. Vol. 315(5814). P. 966-968..*

<sup>13</sup> *Ma X., Kofler J., Zeilinger A. Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // arXiv preprint arXiv:1407.2930. 2014.*



частица была зарегистрирована на первом экране, в более поздний момент времени и в другой точке пространства! Это действительно странная ситуация, и понятно, что ее тяжело принять нашему здравому смыслу. Тут есть еще много такого, что надо убедительно доказать, и мы в самом начале решения этой проблемы. Последний подобный опыт был проведен на двух Канарских островах, разделенных 144 километрами<sup>14</sup>. Сначала на одном острове регистрируют фотон, одновременно на другой остров посылают другой фотон, запутанный с первым. Результат регистрации второго фотона на другом острове стирает информацию первого фотона на первом острове. С учетом 144 километров пути второго фотона, решение о том, как мы будем наблюдать второй фотон, как частицу или как волну, принимается через 450 микросекунд после регистрации первого фотона. И вот это решение, каким-то странным образом, влияет на прошлые свойства первого фотона. Язык наш беден, слова подбирать нужно очень аккуратно. Это как раз вопрос для обсуждения. Конечно, я не считаю, что в нашем классическом мире будущее влияет на прошлое, но все-таки есть некая квантовая нелокальность во времени, и можно предположить, что запутанное состояние фотонов проявляется или предъявляет нам себя в процессе эксперимента не сразу, а постепенно. Сначала на этом острове оно показало себя с одной стороны, а когда через 144 километра целиком реализовалось, оно показало себя более полно с другой стороны. Получая новую информацию в будущем, мы, скажем так, мы не меняем прошлое, а по-новому открываем его для себя. Возникает вопрос - кто собственно влияет, какой наблюдатель, и вообще как можно говорить о наблюдателе, и важен ли сам наблюдатель? И что было до того, как возникли наблюдатели в виде физиков с их приборами? Сразу хочется притянуть сюда человека с его сознанием, что часто и делается, особенно в последнее время. Не зря этой проблеме посвящено много интереснейшей литературы. Интерпретации в квантовой механике - это объяснительные модели. Есть теория со своими постулатами, моделями, законами и математическими формализмами, а есть интерпретации теории, которые пытаются объяснить, почему именно эти постулаты и формализмы описывают реальность. Причем для объяснения одних и тех же моделей и математических формализмов существует более трех десятков интерпретаций. Многие интерпретации, так или иначе, используют наблюдателя с его сознанием. Тут возникает вопрос - важно ли существование наблюдателя или нет, или важно лишь то, что есть возможность наблюдения?

Гейзенберг, говоря о проблеме «наблюдения» в квантовой механике, настаивал на различии потенциального и актуального. Здесь мы опять вплотную подходим к вопросам метафизики. А в метафизике проблема существования возможного и потенциального, актуального и действительного – одна из древнейших проблем, возникшая еще со времен Аристотеля, о чем мы уже говорили выше. Действительно, идея, что существование или бытие (в разных концепциях по-разному) можно разделять на два модуса – потенциальный и актуальный, очень плодотворна. Надо только понять, чем отличаются эти два модуса и какую роль тут играет наблюдатель.

---

<sup>14</sup> *Ma X. et al. Quantum erasure with causally disconnected choice // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2013. Vol. 110(4), P. 1221-1226.*

Что было, когда не было человечества? Кто-то говорит, что было все то же самое, в том числе и квантовая теория, а кто-то говорит, что вообще ничего не было, и говорить тут не о чем. Не было ни наблюдателей, ни теорий.

Итак, каким образом это состояние превращается в наблюдаемое действительное? Здесь опять работают метафизические принципы. Первое – это скачок при переходе от одного модуса сущего к другому, о котором писалось выше. В квантовой механике, с одной стороны, есть комплекснозначное потенциальное (ненаблюдаемое), с другой стороны – обычная наблюдаемая реальность. В стандартном формализме квантовой механики (КМ) переход от одного состояния к другому описывается при помощи так называемой «редукции волновой функции» – это определенный разрыв, скачок в формализме КМ, который сам принципиальным образом никак не описывается. Крайне нелепыми и наивными выглядят попытки многих физиков описать это явление. Это заложено в сути вещей, именно с ним, с этим скачком, и связано «несхватываемое» время, о чем и пойдет речь чуть позже. О каком непрерывном описании может идти речь, когда мы имеем два разнородных поля чисел – комплекснозначные величины и действительные? Еще более наивными выглядят попытки «эверетовцев», сторонников многомировой интерпретации, связывающих непрерывную волновую функцию с множеством миров. Почему-то никто из них не задается вопросом, а что именно описывает комплекснозначная волновая функция: обычное состояние или нечто *иное*?

Следующий аспект связан с «отрицанием отрицания». Уже в квантовой механике элементарный акт наблюдаемого, проявленного или осуществившегося, связан с некоторой двойственностью. Вернемся к азам квантовой механики. Вероятность наблюдения некоего состояния, которое описывается волновой функцией  $\psi(r,t)$ , задается квадратом модуля этого состояния, т.е. когда мы перемножаем два комплексно-сопряженных числа, то вероятность обнаружения частицы в некотором состоянии в объеме пространства  $dV$  задается как  $dW = \psi(r,t)\psi^*(r,t)dV$ . «Ненаблюдаемое» описывается как раз волновой функцией  $\psi$ , либо оператором  $\hat{H}$  в гейзенберговском представлении. То, что можно наблюдать (хотя бы в принципе) описывается квадратом модуля волновой функции, что и задает вероятность нахождения частицы в определенном состоянии  $P = \psi\psi^* = |\psi|^2$ . Одна комплекснозначная величина перемножается с другой комплексно-сопряженной, отличающейся от первой «иным» показателем при мнимой единице. Выше мы говорили о «самоотрицании» при акте становления наблюдаемого. Это не случайно. Возможность предстает как двойственная реальность, и в результате «самоотрицания» ( $P = \psi\psi^* = |\psi|^2$ ) она порождает реальное, наблюдаемое классическое состояние.

И последнее в иллюстрации соотношения «аксиом» метафизики с основными принципами КМ. Раз наблюдаемое состояние вытекает в качестве «самоотрицания» и скачка, разрыва с модусом возможного, то его появление выглядит возникающим как бы «само по себе», «случайно». Именно это и наблюдается при всех первичных квантовых феноменах, что давно было «камнем преткновения» для таких физиков, как Эйнштейн, Бор и Гейзенберг. Любой элементарный квантовый акт, будь то распад радиоактивного ядра или попадание квантовой частицы на экран в двухщелевом эксперименте, всегда выглядит «случайным», что заставляло ранее и Бора, и

Гейзенберга говорить об «индетерминизме» квантовой механики. Однако это не верно. В области квантовых явлений нужно говорить не об «индетерминизме», а о переосмысливании новоевропейского понимания причинности, когда учитывается лишь одна – действующая – причина. КМ четко заставляет говорить о четырех родах причин, связанных с тетрактидой сущего, о чем говорили Аристотель, Гегель и Хайдеггер.

Тетрактида строится из двух пар противоположностей, двух попарно противоположных начал. Бытие-небытие<sup>15</sup> и возможность-действительность. Эта четверица не только сущего, но и четырех причин и четырех форм времени. С сущностью связана формальная причина и форма вечного времени. Противоположностью вечного эйдетического начала как бытия является меон, небытие – первичная материя, *ἄλη* греков, или *prima materia* у схоластов. Отражением ее в нашем мире является *materia secunda*, и с ней мы связываем момент настоящего времени. Трансцендентной, недостижимой вечности противостоит также не схватываемый, трудно уловимый момент настоящего времени, как раз связанный с этой первичной материей. С ней связана материальная причина сущего.

Вторая пара противоположных начал – это возможное и действительное. Первое – это начало движения, «находящееся в ином, и которое само есть иное». С ней связана действующая причина. Как «начало движения», или «росток», это начало тесно связано с формой будущего времени. И, наконец, действительность, или «осуществившиеся», выступает как целевая причина. С ней связана форма прошлого времени. О чем нам тоже ранее приходилось уже писать, ссылаясь на Аристотеля, Гегеля и Лосева.

Центральным в понимании времени является понимание настоящего времени. Отвечая на вопрос, что есть время, мы отвечаем на вопрос о моменте настоящего времени. Центральным является определение времени у Аристотеля: «Время есть не что иное, как число движения по отношению к предыдущему и последующему» (Физика, 219b). Оно нуждается в деконструкции или, точнее говоря, в определенной дешифровке. Время связано с актуализацией двойственной возможности. На самом деле время нельзя никак оторвать от самих вещей, событий этого наблюдаемого мира. Не существует «голового времени», оторванного от движения и материи. Это подчеркивает Аристотель, и ему вторит Гегель. Так в §258 «Философии природы» читаем: «Во времени, говорят, всё *возникает и преходит*. Если мы отвлечемся от *всего*, т.е. того, что наполняет время, и отвлечемся также и от того, что наполняет пространство... т.е. тогда будут положены нами эти абстракции внешности, и мы будем представлять себе, что они обладают отдельным существованием. Но не во времени все *возникает и преходит*, а само время есть это *становление*, есть возникновение и происхождение, *сущее абстрагирование*, всепорождающий и уничтожающий свои порождения *Кронос*. Верно то, реальное отлично от времени, но столь же верно и то, что оно также существенно тождественно с ним...»<sup>16</sup>. Уже в этом появляется существенно реляционный характер времени. Время неразрывно связано с изменяющимся *материальным*. Уже так, как его рассматривает Гегель, время

<sup>15</sup> *Небытие* никак нельзя путать с *ничто*, из-за чего часто возникают недоразумения.

<sup>16</sup> *Гегель*. Соч. Т. II. Философия природы. М.; Л., 1932. С. 49 - 50.

выступает как антиномийная конструкция: «Реальное отлично от времени, но и существенно тождественно с ним». Та конструкция времени, которую мы развиваем, предстает в высшей степени антиномийной. В истории философии мы знаем несколько различных типов понимания времени. Выделяют циклическое и линейное время (мифологическое и реальное); реляционное и субстанциальное; динамическое и статическое; непрерывное и дискретное время. Наша конструкция соединяет воедино сразу все эти ипостаси времени. К сожалению, рамки статьи не позволяют изложить в цельном виде всю конструкцию, и мы остановимся лишь на самом существенном.

Возьмем пару реляционное и субстанциальное. Да, время носит реляционный характер, что прекрасно иллюстрирует современная физика. Но это уровень физического, проявленного. Время же имеет свой исток, и этот исток связан с *абсолютным* началом. С точки зрения полноценной метафизики, начало времени лежит в *абсолютном*. Уже у Платона время, как мы помним, выступает как «подвижный образ неподвижной вечности». Вся диалектика Гегеля построена на разворачивании духа (Бога) в ином, через свое самоотрицание. «Бог открывается нам двояким образом: как природа и как дух. Оба эти лика суть его храмы, которые он наполняет и в которых он присутствует. Бог как абстракция не есть истинный Бог, а истинным Богом он является как живой процесс полагания своего инобытия, мира... Природа есть идея в форме *инобытия*. Так как *идея* таким образом существует как отрицание самой себя, или, иначе говоря, как *внешняя себе*, то природа не только есть внешнее по отношению к этой идее и к ее субъективному существованию, к духу, а характер внешности составляет определение, в котором она существует как природа»<sup>17</sup>. Именно с тем, что природа есть *инобытие* духа, связано гегелевское «впадение духа во время», которое «остается темным» для Хайдеггера. В § 82 «Бытия и времени» он пишет: «История, которая по своей сути есть история духа, протекает во времени». Таким образом «развитие истории впадает во время». Гегель не довольствуется тем, чтобы выставить внутривременность духа как факт, но пытается понять *возможность* того, что дух впадает во время... Время должно... как бы вбирать дух»<sup>18</sup>. И далее: «Гегель показывает возможность исторического осуществления духа "во времени", возвращаясь к *тождеству формальной структуры духа и времени как отрицания отрицания*. Наиболее пустая, формально-онтологическая и формально-апофантическая абстракция, в которую отчуждаются дух и время, позволяет установить родство обоих. Но поскольку все же время вместе с тем понимается в смысле просто нивелированного мирового времени и так его происхождение оказывается совершенно скрыто, оно просто стоит против духа как нечто наличное. Оттого дух *должен прежде всего "во время" упасть*. Что уж онтологически означает это "впадение" и "осуществление" властного над временем и собственно вне его "сущего" духа, остается темно. Насколько не проясняет Гегель происхождение нивелированного времени, настолько же без малейшей проверки он оставляет вопрос, возможно ли вообще сущностное устройство духа как отрицания отрицания, разве что на основе исходной

<sup>17</sup> Гегель. Там же. С. 19-20.

<sup>18</sup> Хайдеггер М. Бытие и время. М.: Ad Marginem. 1997. С. 428.

временности)»<sup>19</sup>.

О чем идет речь? Традиционная метафизика исходит из следующих фундаментальных понятий: *необходимое – возможное – действительное*. Категория *возможное*, выступающая как двойственное начало (см. ниже), опосредует *необходимое* и *действительное*, является, говоря языком логики, средним термином. *Возможное* выступает как противоположность *необходимости*, это то, что отрицает последнее. Точнее, *необходимое*, эйдетическое начало является трансцендентным по отношению к возможности, и её реалии могут быть сформулированы в терминах «иного» по отношению к самой возможности. Таким же образом и возможное выступает по отношению к действительности. Именно с этим и связана критика Гегеля обычного понятия потенциального, когда чаще всего используются понятия эволюции и эманации. Понятие эволюции как таковое вообще является позднейшим, а вот понятие эманации употреблялось уже неоплатониками. Если мы рассматриваем понятие эманации, то действительность истекает, или исходит, из возможного. Действительное в таком подходе является формой самоутверждения, или самополагания возможного. Гегель же использует совершенно иной подход, восходящий к традиционной метафизике. Однако только восходящий: он не использует язык традиционной метафизики и часто критикует его. Мы же будем использовать именно этот язык.

В триаде понятий *необходимое – возможное – действительное* самой парадоксальной и сложной является именно *возможное*. Оно связано с двойственностью и само распадается на два начала, у Аристотеля – это *лишенность* и собственно *возможность* (способность). Это в некотором смысле пассивная и активная возможности. Первая из них – это неопределимая, ускользающая от какой-либо дефиниции, вечно текущая и изменчивая *материя* (*меон*), вторая – начало движения. Последнее уже определимо, и Аристотель в «Метафизике» дает определение этого начала. «Возможностью (или *способностью*) называется начало движения, которое находится в ином, или само есть иное» (Метафизика, V, 12). Именно в это определение входит двойная отрицательность. «Находится в ином, и само есть иное». Заметим, что и о времени (момента настоящего) Аристотель энигматически также говорит, что «оно [время] всегда иное и иное» (Физика, 215a, 12). Как раз здесь и входит та самая двойная отрицательность, используемая Гегелем в своей диалектике и о которой позднее говорит Хайдеггер в «*Sein und Zeit*». Что она означает? Она означает две простых вещи. Первое – это то, что мы говорили выше о возможности. Она опосредует и связывает два горизонта сущего, вечное эйдетическое начало (сущность) и его воплощение. Она, возможность, находится в ином, т.е. берет свое начало в вечном бытии эйдосов (идей), и сама является иным по отношению к *ставшей* действительности, которую можно охарактеризовать как то, что получило завершение, достигло цели (энтелехия). Второе обстоятельство связано с тем, что этот род сущего определяется (дважды!) через «иное», т.е. определяется в отрицательных терминах. Это возможное, хотя и берет свой исток в вечном бытии эйдосов, является «иным» по отношению к своему истоку, который всегда является трансцендентным началом. И

<sup>19</sup> Хайдеггер М. Там же. С. 435.

она выступает таким же началом по отношению к действительности. Являясь «иным», возможное порождает действительное как самоотрицание. Хайдеггер в книге, которую мы, разбирая понятие начала движения, упоминали выше в этой работе, - «О существе и понятии *φύσις*. Аристотель - «Физика» β-1 - говорит о *перепаде*. Существует скачок, разрыв между этими двумя модусами сущего. Действительность при таком акте самоотрицания порождается в некотором смысле «сама по себе», как раз в силу «инаковости» и скачка, порождающего наблюдаемое. Именно такие явления мы и наблюдаем в квантовой механике. С этим квантовым скачком, разрывом, «перепадом» (Хайдеггер) и связано течение времени.

Ключ к пониманию времени – диалектика, а именно понимание отрицания отрицания, с одной стороны разделяющего, а с другой смыкающего два прямо противоположных горизонта сущего – вечного и проявленного. Собственно, к этому мы и ведем в нашем понимании времени. Аристотель определяет время как «число движения», но само движение, точнее его начало, также имеет свое определение. «Возможностью (или *способностью*) называется начало движения, которое находится в ином, или само есть иное» (Метафизика, V, 12). Легко совместить оба определения, тогда получаем, что «время есть число движения, или изменения, которое находится в ином, и само есть иное, в отношении к последующему и предыдущему». Ключевой смысл «движения», по сути дела центральный, – это актуализация, становление сущего. Актуализация есть всегда динамический процесс. Становление сущего связано со временем и, в определенном смысле, само есть время. Тогда время и есть это самое число становления (Гегель), или актуализации (Хайдеггер). Рассматривая структуру тетрактиды, легко понять, почему время – это «опрокинутый дух». Мгновение отображает в ней вечность. Это общее традиционное понимание соотношения времени и вечности. Пример – не только Платон и Гегель. Возьмем такую фигуру крупнейшего теолога и философа XX в., как Ханс Урс фон Бальтазар. В книге, посвященной теологии истории, анализируя традиционалистское понимание времени, он приходит к выводу: «Чтобы время могло длиться, в него внедряется Божия вечность, которая одновременно учреждает его и им правит, освобождает и ограничивает. Трансцендентность этой имманентно входящей во время вечности позволяет ей в любой момент актуализировать себя в нём как иное и вечное, вступить со временем в диалог.

Эта тайна трансцендентного и вместе с тем имманентного пребывания вечности во времени (вечность не только позволяет времени течь, но «провиденциально» и «регулятивно» сопровождает вдоль линии смысла и развития) делает «антиномии» конечного времени не более затруднительными, чем антиномии конечного тварного бытия вообще»<sup>20</sup>.

Хайдеггер многократно утверждал, что в конце является то, что было выговорено в самом начале. И необязательно, что в самом начале есть те смыслы, которые мы улавливаем в конце. Я согласен с Хайдеггером и утверждаю, что определение времени Аристотелем превосходит само себя и в нем есть те смыслы, которые Аристотель в них, скорее всего, и не вкладывал. Нужно более внимательно

<sup>20</sup> Бальтазар Ханс Урс фон . Целое во фрагменте. М.: Истина и жизнь. 2001. С. 40 - 41.

коснуться понятия «числа». Русское слово «число», как и немецкое, английское или латинское, нам ничего не скажет о первичных смыслах, вкладываемых в это слово греком. На греческом *число* – это «ἀριθμός». Здесь мы сталкиваемся с любимой конструкцией Хайдеггера, которую он многократно разбирал на примере слова *ἀλήθεια*, истина. В начале стоит  $\alpha$ -привативное с корнем *ритм*, а если точнее слово *ῥυθμός*, означающее ритм, такт (в музыке), стройность, соразмерность, пропорциональность, образ, фигура, вид, способ, лад и др. В основе греческого понимания *времени* лежит не просто число, а ритм, ритмом не являющийся! В основе греческого «ἀριθμός» также лежит отрицание, но то самое отрицание, утверждающее первичное, в данном случае «ритм» и «стройность». Интересно, что у Гегеля, несмотря на всю продуманность времени, этот мотив как раз не возникает, по крайней мере, в текстах, с которыми я ознакомился. Имплицитно он есть у Хайдеггера, который в связи с определением времени говорит о ходе часовой стрелки. Хотя ясно, что само время не сводится к последнему. Точно так же, как и Аристотель, говоря о времени и о кругообращении Солнца или звезд, четко отделяет эти движения от самого времени.

Собственно в том, что говорилось выше, и смыкаются различные, казалось бы, противоположные понимания времени: реляционное и субстанциальное, линейное и циклическое. Линейное и реляционное время присуще миру физическому, действительному, но то, что в нем разворачивается, связано с вечным и абсолютным временем. Отметим и настаиваем на линейности времени этого мира. И оно течет в одну сторону. Почему? Ответ тесно связан со всей конструкцией, которую мы развиваем, и он близок к позиции Хайдеггера. «Почему время не дает себя повернуть?.. Невозможность поворота имеет свою основу в происхождении публичного времени из временности, временение которой, первично наступающее, экстатично “идет” к своему концу, причем так, что оно уже “есть” к концу»<sup>21</sup>. Эта фраза не понятна без обращения к Аристотелю. Это «”есть” к концу» - не что иное, как «энтелехия» Аристотеля, то, что получило завершение, осуществление, «вышло к концу». «Τέλος» - это одновременно и «конец», и «завершение». Время связано с этой «завершенностью», «законченностью», и нет поворота «назад». Хайдеггеровское «Dasein», дословно «тут-бытие» - это воплощение «Sein» здесь, вечной сущности здесь, в этом мире.

Вообще эта, казалось бы, забытая метафизика, ее конструкты находят свое подтверждение реально в самых последних экспериментах по квантовой механике. Самое впечатляющее здесь – «игры со временем»! Оказывается, что измерение, однажды проведенное измерение, можно «стереть», проводя измерение в другом месте и в другое, более позднее время! Наиболее очевидным это стало с проведением экспериментов, как мы сказали, с «квантовым ластиком», и опытов по проверке неравенств Леггетта-Гарга, в которые входят корреляции между результатами последовательных измерений положений частицы в различные моменты времени. Самым впечатляющим оказывается то, что в этих опытах мы реально наблюдаем, как эксперимент, проведенный в более поздний момент времени в одной точке пространства, может изменить картину в другом месте, полученную в более ранний

<sup>21</sup> Хайдеггер М. Бытие и время. С. 426.

момент времени. Эти две точки пространства-времени связаны таким соотношением, что причинная связь между ними оказывается невозможна!

Здесь не происходит обращения времени, нет нарушения причинности, нет влияния будущего на прошлое и не работает концепция «ретро-причинности», все те конструкции, что уже возникли при попытках интерпретации этих явлений. Мы здесь сталкиваемся с нечто радикально «иным»! Причем в полном смысле этого слова. Если мир есть проявление «иноного», а именно таким образом существуют квантовые объекты, о чем писалось выше, то это «иное», существуя вне пространства и времени, может изменять наблюдаемое здесь и сейчас. Если время связано с вне-временным, а это лейтмотив всей этой работы, то время, будучи связано с этим «иным», его «чувствует» и отображает в каждый момент настоящего.

При таком подходе время «дышит», мгновение настоящего, отображая вечность, оказывается связанным со всеми моментами времени, с прошлым и будущим! Давайте еще раз вчитаемся в определение времени из «Физики» Аристотеля. «Время, как число движения по отношению к предыдущему и последующему» (Физика, 219b). Здесь дважды входит реляционность. Первая связано с «числом движения». А «движение» связано, по определению, с «иным» оно зависит от этого «иноного». С этим соотносится, по Фоку, и квантовый принцип наблюдаемого «в зависимости от средств наблюдения». Второе, на что никто не обращал внимания (наверное, исключая Хайдеггера) в этом определении, что само это «число движения» **явно** определяется через отношение к «предыдущему и последующему». Хайдеггеровская критика времени у Гегеля апеллирует к «повседневному» пониманию времени, связанного с **актуальным** (от слова – **акт!**) его пониманием, абсолютизации «теперь». Хайдеггер же вводит историчность, связанную не с актуальностью, а с потенциальностью, как он говорит, «виртуальностью историчности». Наверное, не во всем можно соглашаться с Хайдеггером, и мы его не абсолютизируем, но «теперь» задается у Аристотеля в зависимости от «предыдущего и последующего», вообще-то говоря, от прошлого и будущего. И это второй тип реляционности, куда более глубокий и совершенно не схватываемый в «расхожем» определении времени. Но именно такое понимание времени наблюдается в эффекте «квантового ластика»! Далее мы не имеем права игнорировать это явление. Отметим, что очень близко подходят к такой концепции современные конструкты «квантового времени», восходящие к работам Сета Ллойда (Seth Lloyd, 1988). Однако близость не означает тождества, на чем, к сожалению, в этой работе мы не будем останавливаться.

Обращу внимание только на еще одну интерпретацию эффекта «квантового ластика», который связывают с возможным обратным ходом времени. Вообще такая идея в физике не нова. Попытка исследования «обратного времени» уже возникает в классической электродинамике, позднее, в связи с работами Дирака, такая возможность рассматривается в квантовой механике, что отметил в своей известной работе Ганс Рейхенбах «Направление времени». Позднее идея двух потоков времени, идущего из прошлого в будущее, и наоборот возникла в одной из теорий квантовой электродинамики, которая была разработана двумя нобелевскими лауреатами Дж. А. Уиллером и Р. Фейнманом. Сейчас эта концепция также стала активно обсуждаться в связи с проблемами «ретропричинности» и обратного хода времени. С их помощью



пытаются объяснить «влияние» будущего на прошлое в эффекте «квантового ластика». Два физика-теоретика Мэтью С. Лейфер из Чепменского университета в Калифорнии (США) и Мэтью. Ф. Пьюзи из Института теоретической физики в Онтарио (Канада) попробовали интерпретировать наблюдаемые эффекты, связанные с неравенствами Белла<sup>22</sup>. Они рассматривали возможность обратной причинности, когда квантовый объект способен перенести действие измерений, выполняемых над ним, обратно во времени – к моменту запутывания, воздействуя на своего партнера. Они постарались переформулировать несколько базовых предположений, разработав модель на основе теоремы Белла, где поменяли местами пространство и время. И время в этой модели может течь в обратном направлении.

Интересный анализ этой работы с привлечением материалов традиционной метафизики, связанной с именами Аристотеля, бл. Августина и Хайдеггера проведен в работе И.А. Рыбаковой «Время как особая категория в современной картине бытия»<sup>23</sup>. Центральное место в этой работе отводится известному докладу «Понятие времени», прочитанному Хайдеггером перед Марбургским теологическим обществом в июле 1924 г. Хайдеггер здесь обыгрывает одну из идей, высказанных бл. Августином. Приведу пространную цитату из работы И.А. Рыбаковой «На наш взгляд, время здесь мыслится не иначе, как инобытие, присутствующая в “теперь”, “через которое переправляется будущее, чтобы стать прошлым” (Августин, Исповедь. XI, 27:38). И происходит это не само по себе, но благодаря сосредоточению, удерживанию самого себя (*sich aufhalten*) в настоящем: “Внимание, существующее в настоящем, переправляет будущее в прошлое; уменьшается будущее – растет прошлое; исчезает совсем будущее – и все становится прошлым» (Августин, Исповедь. XI, 27:36). Этому же вторит и Хайдеггер: “Происшествия суть во времени, это не означает: они имеют время, но, происходя и присутствуя [*daseiend*], они встречаются как проходящие насквозь через некоторое настоящее Все происходящее выкатывается из бесконечно будущего в безвозвратное прошлое»<sup>24</sup>.

Интересно заметить, что будущее здесь в некотором роде определяет настоящее, а не наоборот, как в основном принято считать. Вечность как бы движется навстречу, и потому можно говорить об обратном ходе времени – но, опять же, не того времени, которое Хайдеггер мог бы назвать «повседневным». Так или иначе, образы, описываемые этими двумя выдающимися мыслителями, как нам представляется, указывают на некий переход: от одного модуса к другому, и переход этот осуществляется в событии»<sup>25</sup>. И «событие» связывается здесь с обратным ходом времени.

Сразу отметим, что рассмотрение такой концепции действительно заслуживает внимания, однако есть серьезные аргументы, говорящие и против этой теории. Один из

<sup>22</sup> Goswami K., Giarmatzi C., Kewming M., Costa F., Branciard C., Romero J., White A.G.. Indefinite Causal Order in a Quantum Switch // *Phys. Rev. Lett.* 121, 090503. DOI: 10.1103/PhysRevLett.121.090503

<sup>23</sup> Рыбакова И.А. Время как особая категория в современной картине бытия // *Евразийский союз ученых (ЕСУ) Ежемесячный научный журнал.* 2018. № 8 (53). С. 45-50.

<sup>24</sup> Хайдеггер М. Понятие времени: доклад перед Марбургским теологическим обществом, июль 1924 // *Ἐπιφύσεια. Журнал философских переводов* №1 (7) 2015. С. 90.

<sup>25</sup> Рыбакова И.А. Время как особая категория в современной картине бытия. С. 48.

главных аргументов связан с выводом специальной теории относительности, который говорит, что два события могут быть разнесены таким интервалом, что причинное взаимодействие станет невозможным. А именно такие события в эффекте «квантового ластика» и рассматриваются. Следовательно, здесь нельзя представить себе стрелы времени, направленной из будущего в прошлое. Если уж и пытаемся ввести такой ход времени, то он должен протекать мгновенно из будущего в прошлое. Есть и экспериментальные указания, что все это может быть не так, в виду того, что в марте 2018 г. были опубликованы результаты, говорящие в пользу одновременной «смеси», суперпозиции причины и следствия в квантовой области<sup>26</sup>. Это в скорее отсылает нас именно к такой точке зрения, что и развивалась в данной работе. В квантовой области мы не можем ввести время, ни прямое, ни обратное, ход времени появляется при переходе от квантовой области к классической, во время перехода от потенциального к актуальному, причем в рамках той диалектики, которую мы и пытались развить в данной работе. Связано это с концепцией двойного отрицания, связывающего в переходе разные модусы бытия, и время отпечатлевает эту «инаковость».

## Литература

*Аристотель*. Сочинения в 4 т. Т.1. М.: Мысль, 1976.

*Бальтазар Х.У. фон*. Целое во фрагменте. М.: Истина и жизнь, 2001.

*Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: Бином, 2002.

*Гегель*. Философия природы // Сочинения. Т. II. М.: Ленинград, 1932.

*Гегель*. Лекции по истории философии // Сочинения. Т. X. М.: Ленинград, 1932.

*Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989. С. 190-191.

*Рыбакова И.А.* Время как особая категория в современной картине бытия // Евразийский союз ученых (ЕСУ) Ежемесячный научный журнал. 2018. № 8 (53). С. 45-50.

*Хайдеггер М.* О существе и понятии *φύσις*. Аристотель «Физика» β -1. М.: Медиум, 1995.

*Хайдеггер М.* Бытие и время. М.: Ad Marginem, 1997.

*Хайдеггер М.* Понятие времени: доклад перед Марбургским теологическим обществом, июль 1924 // 'Ερμηνεία. Журнал философских переводов. 2015. №1 (7). С. 77-96.

*Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н.* Можно ли считать квантовомеханическое описание реальности полным? // А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. Т. III. М.: Наука, 1966 г.

*Goswami K., Giarmatzi C., Kewming M., Costa F., C. Branciard, J. Romero, A. G. White.* Indefinite Causal Order in a Quantum Switch // Phys. Rev. Lett. 121, 090503. DOI: 10.1103/PhysRevLett.121.090503

*Werner Heisenberg.* Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. – Zs. Phys. 1925, **33**, 879-893.

---

<sup>26</sup> Goswami K., Giarmatzi C., Kewming M., Costa F., Branciard C., Romero J., White A.G.. Indefinite Causal Order in a Quantum Switch

- Werner Heisenberg. *Ordnung der Wirklichkeit*. München. Piper, 1989.
- Jacques V. et al. Experimental realization of Wheeler's delayed-choice gedanken experiment // *Science*. 2007. Vol. 315(5814), P. 966-968.
- Leggett A.J. Nonlocal hidden-variable theories and quantum mechanics: An incompatibility theorem // *Foundation of Physics*. 2003. Vol. 33(10). P. 1469–1493.
- Leggett A.J., Garg A. Quantum mechanics versus macroscopic realism: Is the flux there when nobody looks? // *Physical Review Letters*. 1985. Vol. 54(9), P. 857.
- Ma X., Kofler J., Zeilinger A. Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // arXiv preprint arXiv:1407.2930. 2014.
- Merali Z. Quantum'spookiness' passes toughest test yet // *Nature*. 2015. 525 (7567), P. 14.
- M. Ringbauer, B. Duffus, C. Braciard et al. Measurements on the reality of the wavefunction // *Nature Physics* **11**, 249 -254 (2015).
- Robens, C. et al. Ideal negative measurements in quantum walks disprove theories based on classical trajectories // *Physical Review X*. 2015. Vol. 5(1), P. 011003.
- Romero, J. et al. Violation of Leggett inequalities in orbital angular momentum subspaces // *New Journal of Physics*. 2010. Vol. 12(12), P. 123007.
- Wheeler, J.A. *Quantum Theory and Measurement* / Eds. J.A. Wheeler and W.H. Zurek, 1984. P. 182-213.

## References

- Aristotel. *Sochineniya* [Works], Vol. 1. Moscow: Mysl' Publ., 1976. (In Russian)
- Balthazar, H. U. von. *Celoe vo fragmente* [The whole in a part]. Moscow: Istina i zhizn' Publ., 2001. (In Russian)
- Vladimirov, Y. S. *Metafizika* [Metaphysics]. Moscow: Binom Publ., 2002. (In Russian)
- Hegel. "Filosofiya prirody" [Philosophy of nature], in: Hegel, *Sochineniya* [Works], Vol. II. Moscow: Leningrad Publ., 1932. (In Russian)
- Hegel. "Lekcii po istorii filosofii" [Lectures on history of philosophy], in: Hegel, *Sochineniya* [Works], Vol. X. Moscow: Leningrad Publ., 1932. (In Russian)
- Heisenberg, W. *Fizika i filosofiya. Chast' i celoe* [Physics and philosophy]. Moscow: Nauka Publ., 1989. pp. 190-191. (In Russian)
- Heidegger, M. *O sushchestve i ponyatii φυσικη*. Aristotel' «Fizika» β -1 [On the essence and the notion of φυσικη. Aristotle's Physics]. Moscow: Medium Publ., 1995. (In Russian)
- Heidegger, M. *Bytie i vremya* [Zein und Seit]. Moscow: Ad Marginem Publ., 1997. (In Russian)
- Heidegger, M. "Ponyatie vremeni: doklad pered Marburgskim teologicheskim obshchestvom, iyul' 1924" [Notion of time], 'Ερμηνεία. Zhurnal filosofskih perevodov, 2015, №1 (7).
- Einstein, A., Podol'skii, B., Rosen, N. "Mozhno li schitat' kvantovomekhanicheskoe opisanie real'nosti polnym?" [Does quantum mechanical description of reality count as complete?], in: A. Einstein, *Sobranie nauchnyh trudov* [Collected Works], Vol. III. Moscow: Nauka Publ., 1966. (In Russian)

- K. Goswami, C. Giarmatzi, M. Kewming, F. Costa, C. Branciard, J. Romero, A. G. White. Indefinite Causal Order in a Quantum Switch // *Phys. Rev. Lett.* 121, 090503. DOI: 10.1103/PhysRevLett.121.090503
- Heisenberg, W. Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen. – *Zs. Phys.* 1925, **33**, 879-893.
- Jacques, V. et al. Experimental realization of Wheeler's delayed-choice gedanken experiment // *Science*. 2007. Vol. 315(5814), P. 966-968.
- Leggett, A.J. Nonlocal hidden-variable theories and quantum mechanics: An incompatibility theorem // *Foundation of Physics*. 2003. Vol. 33(10). P. 1469–1493.
- Leggett, A.J., Garg, A. Quantum mechanics versus macroscopic realism: Is the flux there when nobody looks? // *Physical Review Letters*. 1985. Vol. 54(9), P. 857.
- Ma, X., Kofler, J., Zeilinger, A. Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // *arXiv preprint arXiv:1407.2930*. 2014.
- Merali, Z. Quantum'spookiness' passes toughest test yet // *Nature*. 2015. 525 (7567), P. 14.
- M. Ringbauer, B. Duffus, C. Branciard et al. Measurements on the reality of the wavefunction // *Nature Physics* **11**, 249 -254 (2015).
- Robens, C. et al. Ideal negative measurements in quantum walks disprove theories based on classical trajectories // *Physical Review X*. 2015. Vol. 5(1), P. 011003.
- Romero, J. et al. Violation of Leggett inequalities in orbital angular momentum subspaces // *New Journal of Physics*. 2010. Vol. 12(12), P. 123007.
- Rybakova, I.A. Vremya kak osobaya kategoriya v sovremennoj kartine bytiya [Time as a special category in a modern picture of being], *EVRAZIJSKIJ SOYUZ UCHENYH (ESU) Ezhemesyachnyj nauchnyj zhurnal*, 2018, № 8 (53), pp. 45-50. (In Russian)
- Wheeler, J.A. *Quantum Theory and Measurement* / Eds. J.A. Wheeler and W.H. Zurek, 1984. P. 182-213.

---

## The Problem of Reality and Time in Modern Quantum Mechanics

**Sevalnikov A.Y., Institute of Philosophy RAS**

**Abstract:** The article is devoted to the actual problem of reality and time in quantum mechanics. On the basis of the modern empirical confirmation of the quantum mechanics foundations it is shown that in the field of quantum phenomena a rejection of the positions of classical realism is necessary. Quantum objects exist in a different manner than ordinary things. It is shown that for an adequate interpretation of quantum phenomena it is necessary to move to a modal ontology where the concepts of the possible and the real play the key role. It has been affirmed that the existence of quantum objects is associated with the ontological possibility that precedes the observed reality including space-and-time and constitutes it.

**Keywords:** Quantum mechanics, modal ontology, metaphysics, reality, space, time, realism, possible, actual