

УДК 1.11.113

DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-3-14

ПРОБЛЕМА СВЯЗИ СОЗНАНИЯ НАБЛЮДАТЕЛЯ И КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ

С. Е. Ревунов^{1}, С. И. Кузнецов², О. М. Бархатова³, Е. А. Ревунова⁴*

¹*Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина
(Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация*

**e-mail: revunov@inbox.ru*

²*Массачусетский технологический институт, Кембридж, Массачусетс, США*

³*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
Нижний Новгород, Российская Федерация*

⁴*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
Нижний Новгород, Российская Федерация*

АННОТАЦИЯ

Введение: в исследовании рассматривается проблема статуса наблюдателя при проведении специфических квантово-механических экспериментов, в которых эмпирический результат напрямую зависит от участия сознания экспериментатора. Здесь возникает проблема связи сознания наблюдателя и квантово-механического описания физической реальности. В работе уделено внимание современным направлениям в физике и в философии, посвященным изучению этого явления. Представлены некоторые аспекты философской интерпретации сознания как квантового механизма.

Материалы и методы: материалы исследования демонстрируют обзор нескольких распространенных квантово-философских теорий. Сделаны попытки поиска связи квантовых явлений с механизмами функционирования человеческого сознания. Демонстрируются экспериментальные предпосылки квантовой физики, обеспечивающие материал для анализа возможности применения современной квантовой теории к вопросу выявления связи квантового подхода и описания проблемы влияния сознания наблюдателя на результат физического эксперимента.

Результаты исследования: концепция квантовой механики, при учете новейших достижений и результатов физики, философии и психологии, позволяет рассматривать сознание наблюдателя как неотъемлемую часть механизма, ответственного за формирование окружающей физической реальности. Рассмотренный в работе антропный принцип участия наделяет сознание наблюдателя особой ролью, позволяющей формировать квантово-механическое описание физической реальности.

Обсуждение и заключения: показано, что сознание наблюдателя играет важную роль в квантовой теории. Более того, сознание как психический феномен на самом деле может быть тождественно квантово-механическому понятию выбора альтернативы. Учитывая тот факт, что мыслительные процессы мозга оказывают влияние на результаты измерений, можно предположить, что сознание меняет квантовые вероятности. Это допущение позволяет по-другому взглянуть на само понятие реальности.

Philosophy of science and technology

Ключевые слова: квантовая физика, космология, естественнонаучный и философский подход, антропный принцип, Вселенная, многомировая теория.

Благодарности: выражаем благодарность рецензентам, чьи справедливые критические замечания позволили существенно улучшить содержание статьи.

Для цитирования: Ревунов С.Е., Кузнецов С.И., Бархатова О.М., Ревунова Е.А. Проблема связи сознания наблюдателя и квантово-механического описания физической реальности // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7, №3. С. 14.

THE PROBLEM OF CONNECTION OF OBSERVER'S MIND WITH QUANTUM-MECHANICAL DESCRIPTION OF PHYSICAL REALITY

S. E. Revunov^{1}, S. I. Kuznetsov², O. M. Barkhatova³, E. A. Revunova⁴*

¹*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University),
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

**e-mail: revunov@inbox.ru*

²*Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA*

³*Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

⁴*Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction: the study considers the problem of observer's status during specific quantum-mechanical experiments, in which the empirical result directly depends on the participation of the experimenter's mind. Here the problem arises of the connection between the mind of the observer and the quantum-mechanical description of physical reality. The paper pays attention to modern trends in physics and philosophy devoted to the study of this phenomenon. Some aspects of the philosophical interpretation of the mind as a quantum mechanism are presented.

Materials and Methods: the research materials demonstrate an overview of several common quantum-philosophical theories. Attempts have been made to search for the connection of quantum phenomena with the mechanisms of the functioning of human mind. The experimental background of quantum physics is demonstrated, providing material for analyzing the possibility of applying modern quantum theory to the question of identifying the relationship of the quantum approach and describing the problem of the influence of the observer's mind on the result of a physical experiment.

Results: the concept of quantum mechanics, taking into account the latest achievements and results of physics, philosophy and psychology, allows us to consider the mind of the observer as an integral part of the mechanism responsible for the formation of the surrounding physical reality. The anthropic principle of participation considered in the work gives the observer's mind a special role allowing to form a quantum-mechanical description of physical reality.

Discussion and conclusions: it is shown that the mind of the observer plays an important role in quantum theory. Moreover, mind as a psychic phenomenon may be in fact identical with the quantum-mechanical concept of choosing an alternative. Given the fact that the brain's thought processes influence the measurement results, it can be assumed that mind changes quantum probabilities. This assumption allows us to take a different look at the concept of reality itself.

Keywords: quantum physics, cosmology, natural science and philosophical approach, anthropic principle, Universe, many-world theory

Acknowledgements: We are grateful to the reviewers, whose fair criticisms significantly improved the content of the article.

For citation: Revunov S. E., Kuznetsov S.I., Barkhatova O.M., Revunova E.A. The problem of connection of observer's mind with quantum-mechanical description of physical reality // Vestnik of Minin University. 2019. Vol. 7, no. 3. P. 14.

Введение

Работа посвящена известной в современной физике проблеме статуса наблюдателя при проведении специфических квантово-механических экспериментов. Показано, что в них эмпирический результат напрямую зависит от участия сознания экспериментатора или сознательного наблюдения. Здесь возникает проблема связи сознания наблюдателя и квантово-механического описания физической реальности. Сознание – это высший уровень развития человеческой психики, позволяющий познавать окружающую действительность, способность к мышлению, а также воспроизведение чувственных и умственных образов. С научной точки зрения это продукт высокоорганизованной материи мозга человеческого существа, при помощи которого человек контактирует с окружающим миром. В понятие «сознание» включаются все формы психической активности личности, ощущения, восприятия, мышление, чувства и воля. В целом человеческое сознание является очень сложным феноменом, состоящим из многих аспектов. К примеру, с научной точки зрения невозможно объяснить такие явления, как интуиция, внезапное озарение и другие способности психики. Источник проявления сознания выступает предметом исследования таких наук, как философия и психология. Этим вопросом также занимаются дисциплины, изучающие проблемы искусственного интеллекта. Непостижимость такой головоломки, как сознание человека, привела к тому, что современная наука пытается объяснить ее с точки зрения квантовой физики [7, 9, 25].

Макромир, в котором все мы живем, существует независимо от человеческого сознания. Однако квантовый микромир нелогичен, многолик, имеет множество проекций. Но главное, что сознание наблюдателя играет в нем важную роль [1-4, 7, 9, 18, 20]. Наиболее известная из загадок квантовой механики, описывающая мир на уровне частиц, демонстрирует сенсационный квантовый эксперимент с двумя щелями. Результат этого эксперимента может меняться в зависимости от того, решаем ли мы измерить свойства пучка частиц или нет. Когда в научном сообществе в рамках квантовой теории впервые обнаружили эффект наблюдателя, возникло множество дополнительных вопросов, граничащих с философскими и космологическими

концепциями. Обнаруженный эффект подрывал предположение, лежащее в основе всей науки о существовании объективного мира, независимого от человека. Но если мир ведет себя в действительности зависимо от того, смотрим ли мы на него, то, что будет означать реальность на самом деле? На современном этапе понимания квантовой физики возник ряд философских вопросов восприятия результатов экспериментов [13, 14, 23, 24, 36].

Одна из нерешенных современных проблем акцентируется на влиянии сознания наблюдателя на ход экспериментов в квантовой механике. Другой важный философский вопрос связан с пониманием функционирования самого сознания [3, 7, 9, 20, 27]. Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы проанализировать актуальные идеи о возможном влиянии, которое оказывает сознательное наблюдение или сознание наблюдателя на реальность в контексте квантовой механики. Сосредоточим внимание на известном эксперименте с двумя щелями, где фотоны ведут себя то как частицы, то как волны, демонстрируя интерференционную картину на экране [21, 33, 34]. Сознательное наблюдение в этом эксперименте в некотором смысле является важным элементом квантовой механики, хотя она и не учитывает его, ведь математического описания сознания не существует.

Обзор литературы

Споры об эффекте наблюдателя среди физиков не утихают с тех самых пор, как Томас Юнг провел свой классический эксперимент с двумя щелями [1, 36]. Результат опыта, доказавший волновую теорию света, удивил учёных еще и тем, что сам факт наблюдения может определять итоги эксперимента, поскольку поведение частиц в зависимости от этого может изменяться [14, 21, 24, 27, 33, 34]. Когда физики следили за непосредственным прохождением частиц – электронов или фотонов сквозь металлическую пластину с двумя прорезями – они вели себя как частицы. Но стоило прекратить наблюдение, и фотоны проходили сквозь препятствие уже в качестве электромагнитной волны, о чем свидетельствовал интерференционный узор на экране за металлической пластиной. Позднее наличие волновых свойств было также обнаружено у электронов, а затем у атомов и молекул [1-3, 20, 16, 19, 22]. Это явление получило название корпускулярно-волновой дуализм и по праву считается самым необычным явлением в квантовой физике. Так как итоги всех аналогичных и усложненных экспериментов, проведенных более чем в ста различных лабораториях мира, остаются неизменными, то оно продолжает удивлять ученых. Таким образом, квантовая механика открыла перед человечеством двойственную природу микромира, а также ряд других удивительных вещей, которые подтверждаются в экспериментах, но расходятся с привычными представлениями о реальности [4, 8, 11, 35].

Среди физиков, разделившихся на два противоборствующих лагеря, начались жаркие споры: одни утверждали, что квантовый объект, который до момента наблюдения находится в суперпозиции, «принимает» решение быть ли ему волной или частицей в зависимости от воздействия измерительных приборов. Другие заявляли, что само сознание наблюдателя может уничтожить суперпозицию, когда квантовый объект, по сути, как бы «размазан» в пространстве и находится в нескольких местах одновременно. Именно в момент наблюдения частица как бы «проявляется» и выбирает одно из возможных состояний [38]. Этот переход из суперпозиции в так называемое «проявленное» состояние, называемый редукцией или же коллапсом волновой функции, математически обосновал известный американский математик Джон фон Нейман в 1932 году [5, 6, 15]. Суть его сводится к тому, что наблюдаемая квантовая система в момент измерения мгновенно и скачкообразно изменяет свое состояние и

приобретает то конкретное значение, которое и фиксирует наблюдатель. До момента измерения система находится во всех вероятных состояниях одновременно. Однако этот «скачок», который выдающийся физик Вернер Гейзенберг называл «квантовый скачок от возможности к действительности», не может быть только следствием воздействия прибора на квантовую систему. Дело в том, что теорема Белла, о которой будет сказано чуть позже, была выведена именно из предположения о существовании параметров частицы до измерения. Однако при экспериментальных проверках неравенства Белла всегда нарушаются [31].

Впервые такие эксперименты были проведены Алленом Аспе в 1980-х годах, затем успешно повторены рядом других исследователей. Это означает, что привычное представление о динамических свойствах квантовой частицы, реально существующих ещё до измерения и наблюдаемых при измерении, неверно [39]. Кроме того, следует принимать во внимание то, что волновая функция – это, в принципе, не сам процесс, а лишь его вероятность. Таким образом, квантовая механика, исходя из анализа её основных понятий и опытов по проверке неравенств Белла, заставляет признать, что наряду с наблюдаемой классической реальностью существует реальность квантовая, та, что определяет и устанавливает наблюдаемую феноменологическую реальность [28, 30, 32].

Разумеется, такая формулировка преподносит слишком много странного для классического здравого рассудка. Тем не менее о ведущей роли наблюдателя в формировании реальности задумывались такие известные физики и создатели квантовой механики, как Нильс Бор, Вернер Гейзенберг, Хью Эверетт, Вольфганг Паули, Юджин Вигнер, Джон Уилер и другие [1, 7, 9, 13, 14, 20, 23, 25]. Вопрос о существовании параметров частицы до наблюдения был главным предметом спора между основоположниками квантовой теории Гейзенбергом и Бором, с одной стороны, и Эйнштейном и Шрёдингером, с другой. Так, в 1951 году Эрвин Шрёдингер писал: «Бор, Гейзенберг и их последователи ... имеют в виду, что объект не существует независимо от наблюдающего субъекта». Выражая свое несогласие с их точкой зрения, Альберт Эйнштейн свой протест выразил известным саркастическим вопросом: «Вы действительно считаете, что Луна существует, только когда вы на неё смотрите?».

В дальнейшем физики в защиту своих доводов приводили новейшие научные данные, согласно которым работа мозга человека основывается на тех же самых квантовых эффектах [17, 26, 38, 40]. Приводились гипотезы о том, что мозг – это биохимический квантовый компьютер. Поскольку сознание необъяснимо в рамках классической физики и требует для своего постижения учета квантовых эффектов, тех же самых, которые лежат в основе квантовых вычислений. Для большинства физиков задача о роли наблюдателя была и остается непонятной. В середине восьмидесятых годов прошлого столетия физик-теоретик Джон Белл в одной из своих работ негативно отозвался о таких ошеломляющих фантазиях, как «многомировая интерпретация Эверетта». Он также отвергал утверждение фон Неймана, Паули и Вигнера, что описание измерения квантового объекта не может быть полным без включения в него сознания наблюдателя [12, 37]. Такое отношение квантовой механики с позиции здравого смысла характерно для значительной части физиков, и в большинстве книг и учебников квантовая теория не даёт никаких пояснений к тому, что считать измерением. При этом сам факт измерения или наблюдения рассматривается как процесс взаимодействия квантовой системы не с наблюдателем, а с безжизненным измерительным прибором.

Однако уже в 1989 году в статье, представленной на Научной конференции «Исторические философские и физические вопросы в основах квантовой механики», Белл написал о необходимости создания квантовой теории без наблюдателя [8, 11, 35, 38]:

«Формулировки квантовой механики, которые вы находите в книгах, предполагают разделение мира на наблюдателя и наблюдаемое, и вам не говорят, где проходит это разделение – с какой стороны очков, например, или с какой стороны моего оптического нерва... Таким образом, мы имеем теорию, которая является фундаментально неясной». Соображения Белла подтолкнули учёных к созданию новой теории с еще большим энтузиазмом, хотя и усугубили глубокий раскол в научных кругах. Поскольку следствия, проистекающие из теории, неприемлемы для многих заядлых материалистов. Но, как сказал когда-то гениальный Нильс Бор, если идея не кажется безумной, от нее не будет никакого толку [12].

В 2013 году в университете немецкого города Билефельд состоялся семинар «Квантовая теория без наблюдателя», на котором ученые из разных стран, работающие над важнейшими проблемами квантовой механики, смогли объединить результаты своих исследований и поделиться мнениями. В 2015 г. европейским научным сообществом COST (<https://www.cost.eu/>) была создана программа «Фундаментальные проблемы квантовой физики», в рамках которой также рассматривалась тема создания квантовой теории без наблюдателя. Целью программы COST является распространение научных достижений и результатов новейших исследований, а также активизация исследовательской деятельности среди ученых, работающих в этой области. Стоит отметить, что некоммерческая организация COST представляет собой одну из наиболее обширных структур для научно-исследовательского сотрудничества и объединяет более 30000 ученых и исследователей из 35 стран мира.

В 2016 году Эдриан Кент, профессор квантовой физики из Кембриджского университета Великобритании, один из самых уважаемых квантовых философов, осторожно предположил, что сознание может менять поведение квантовых систем [39]. Однако, по мнению Кента, проблема состоит в том, что из квантовой теории невозможно извлечь теорию сознания, поскольку невозможно вывести описание самого сознания и его свойств. Точно так же, как наш сознательный разум не может описать, к примеру, восприятия различных цветов или же запахов, так и в физике нет ничего, что могло бы объяснить, на что это похоже. Более того, многообразные процессы работы нашего мозга, не постижимые с точки зрения классической физики, можно объяснить только с позиции квантовой механики. И хотя бы по этой причине участие человеческого сознания в коллапсе волновой функции не может рассматриваться как мистическая бессмыслица [12, 37].

Это концепция побудила профессора Кента предположить, что учёные могли бы добиться некоторого прогресса в понимании проблемы сознания, если бы допустили, для начала просто допустили, что сознание меняет квантовые вероятности. С этой точки зрения мозг действительно может влиять на результаты измерений. Он не определяет, что является реальным, но может влиять на вероятность того, что каждая из возможных реальностей, навязанных квантовой механикой, будет наблюдаться. Эдриан Кент полагает, что такие проявления можно получить экспериментально. Шансы на их нахождение он оптимистично оценивает приблизительно на 15%, а это совсем немало для рационального материалиста [28, 39]. Более того, Кент утверждает, что с небольшой долей вероятности в 3% мы получим эти данные уже в ближайшие 50 лет. Другой вопрос, что для подтверждения этой гипотезы потребуются настоящая интеллектуальная революция в научном мировоззрении множества ученых. Заметим, что этот процесс уже идёт полным ходом, особенно в умах наиболее пытливых и широко мыслящих физиков, которые не привязаны к догматическим представлениям прошлых лет [28].

Материалы и методы

Вернемся к известному эксперименту с двумя щелями, где фотоны ведут себя то как частицы, то как волны, демонстрируя интерференционную картину на экране. Результат этого эксперимента напрямую зависит от того, имеется ли наблюдатель за процессом. После того, как был произведен тот же, но усложненный эксперимент с отложенным выбором, предложенный американским физиком Дж. Уилером, обнаружилось, что нет никакой разницы, задерживаем мы измерение или нет. Здесь возникает парадокс наблюдателя, парадокс влияния сознания на ход эксперимента [12, 28, 30, 39]. Удивительным является тот факт, что результаты эксперимента меняются, не только когда производится непосредственное наблюдение, но и когда экспериментатор только планирует это сделать. Реальный или планируемый анализ квантовой частицы в этих экспериментах однозначно определяет ее состояние из множества возможных [1, 2, 30]. Таким образом, факт наблюдения, даже без какого-либо физического вмешательства, вызванного измерением, является причиной деформации функции состояния квантового объекта. Может ли это означать, что причиной деформации функции является генерация информации о результате измерения в нашем сознании? Над этим вопросом размышлял венгерский физик Юджин Вигнер ещё в 30-х годах прошлого столетия. Им получен интересный философский вывод. В простейшей интерпретации его можно сформулировать так: квантовое описание объектов находится под влиянием информации, генерируемой непосредственно в сознании наблюдателя. Американский физик-теоретик Уилер, понимая, что это может привести к научному объяснению религиозных концепций, в свое время сделал заявление о том, что наблюдателю необходимо существовать, чтобы поместить Вселенную в бытие [4, 12, 20].

В 1990 году Уилер высказал предположение, что информация является фундаментальной концепцией в физике. Согласно его доктрине, все физические сущности являются информационно-теоретическими в своей основе. Предпринимая попытки объяснить структуру мира с научной точки зрения, Уилер в 1983 году сформулировал антропный принцип участия, в котором отвел наблюдателю главную роль. Исходя из формулировки принципа участия, Вселенная без разумного наблюдателя в принципе не обретает статус реальности [13, 18, 36]. Ни одно явление во Вселенной не происходит без участия сознания наблюдателя, и только наблюдатель осуществляет редукцию квантового состояния, переводящего множество возможных состояний в одно реальное.

Концепция антропного принципа рассматривает наш мир как специально устроенный для появления в нем наблюдателя, сознание которого и является причиной так называемой тонкой подстройки Вселенной. По утверждениям датского физика-теоретика Нильса Бора, без наблюдателя окружающая реальность представляет собой лишь вероятностную форму. Конкретная, однозначная реальность появляется лишь с приходом наблюдателя. Автор многомировой интерпретации квантовой механики Хью Эверетт в своих поздних научных статьях формулировал наблюдаемые результаты квантовой физики через так называемые соотнесенные состояния осознющего наблюдателя [14, 23]. Таким образом, многие авторитетные ученые видели и видят связь между сознанием наблюдателя и квантовой физикой [6, 15, 30, 31].

Результаты исследования

На этом этапе исследования сделаем некоторые выводы о существующих точках зрения на проблему наблюдения в квантовой механике. Заметим, что в данном контексте допустимо сформулировать проблему связи сознания наблюдателя и квантово-механического описания физической реальности как интерпретацию причин различия микромира и макромира. Исходя из рассмотренных в статье вопросов, главная мысль здесь может быть сформулирована так: какую роль играет сознательное наблюдение в квантовых процессах?

С другой стороны, вопрос можно интерпретировать следующим образом: играют ли роль квантовые процессы в механизме сознательного наблюдения? Можно ли рассматривать мозг как некий, возможно, квантовый компьютер, производящий вычисления, которые и сводятся к тому, что мы называем сознанием? Если мозг представлять в виде аналога классического компьютера, то сознание – это фактически программа, которая задает алгоритмы вычислений, и соответственно само сознание является неким алгоритмом. В такой интерпретации мозг решает только вычислимые задачи. Однако здесь применима известная теорема Курта Гёделя о неполноте [1, 4, 12], из которой следует, что не может существовать универсальной машины Тьюринга, которая могла бы решить любую задачу. Обязательно найдутся такие задачи, которые не могут быть решены алгоритмически [2, 7]. Если придумать алгоритм для таких задач, все равно найдутся новые задачи, которые также не могут быть решены алгоритмически. Важно, что эти задачи в принципе могут быть решены, но уже существующие алгоритмы для этих целей бесполезны. Если принять, что сознание – это подобная программа, содержащая алгоритмы и сама являющаяся по сути алгоритмом, то придется признать, что существует множество задач, которые не могут быть решены сознанием.

Другая проблема, указанная Сёрлом [4, 12], заключается в том, что у такой программы не будет «понимания» производимых вычислений, в этом смысле она не аналогична сознанию. Таким образом, мозг и сознание человека нельзя рассматривать как классический компьютер. Несмотря на это, Дойч [12, 15, 30] утверждает, что мозг – это именно классический компьютер, основанный на классической физике, т.е. он не подчиняется квантово-механическим законам. Правда, сознание, по Дойчу, необходимо функционирует с учетом признания существования наших копий в параллельных вселенных, в реальности которых он не сомневается [12]. С учетом мультиверса мозг человека превращается в универсальный компьютер, замысловато обходя проблему неразрешимости. Пенроуз придерживается того мнения, что сознание не программа-алгоритм, а мозг – не универсальный компьютер именно в силу факта невычислимости ряда задач. Более того, утверждает Пенроуз, сам факт возможности оценки правомерности работы того или иного алгоритма говорит о том, что сознание не алгоритмично, поскольку эта оценка не алгоритмична [5, 17].

Таким образом, наличие сознательного наблюдателя вообще оказывается как будто бы лишним, сознание больше не является определяющим в поведении реальности. Обратим внимание, что такой взгляд на проблему процесса наблюдения в рамках квантовой механики становится возможен там, где вносятся изменения в стандартную квантовую теорию [17, 26]. Что касается квантового компьютера, который на данный момент является лишь гипотетическим устройством, совершающим вычисления на основе суперпозиции, с логическими элементами, содержащими операции с комплексными числами, вероятно, пока что имеет смысл говорить о его применимости лишь в связи повышением эффективности вычислений [6]. Нет явных оснований полагать, что квантовое суммирование вероятностей

ближе к реальной работе сознания, чем классические вычисления. Хотя возможность того, что само сознательное наблюдение может оказаться квантовым процессом, является интригующей. Правда, для ответа на этот вопрос потребуется сначала создать искусственный квантовый интеллект.

Обсуждение и заключения

Сознание наблюдателя играет важную роль в квантовой теории. Более того, сознание как психический феномен на самом деле может быть тождественно квантово-механическому понятию выбора альтернативы. Учитывая тот факт, что мыслительные процессы мозга оказывают влияние на результаты измерений, почему бы не предположить, что сознание меняет квантовые вероятности. Стоит отметить, что это предположение позволяет по-другому взглянуть на само понятие реальности. Вполне возможно, что необычные свойства сознания могут объясняться тем, что наш мир на самом деле истинно квантовый. Вольфганг Паули и Юджин Вигнер в своих исследованиях пришли к выводу, что квантовая механика включает в себя сознание наблюдателя и может стать причиной несовместимости явлений квантовой механики с макроматериализмом. Возможно, по этой причине до настоящего момента все попытки сделать квантовую механику логически завершенной теорией, разрешить ее внутренние противоречия терпят неудачи.

В целом вопрос о том, действительно ли сознательное наблюдение способно влиять на физические свойства реальности, тем самым провоцируя различие микромира и макромира, на сегодняшний день остается открытым. Как было показано, это в большой степени вопрос интерпретации, вполне вольной – по той причине, что математического описания «сознательного наблюдения» в рамках квантовой теории не существует. Тем не менее это важная проблема, и, возможно, как надеются некоторые физики, ее решение позволит лучше понять принципы квантовой механики (или даже природу сознания – в том случае, если сознание сможет быть описано как квантовый процесс). Но, к сожалению, не исключен и такой вариант, что ответ не может быть найден в принципе и законы природы накладывают фундаментальные ограничения на возможность познания.

Список использованных источников

1. Ацюковский В.А. Философия и методология современного естествознания: цикл лекций. М.: Директ-Медиа, 2014. 161 с.
2. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2010. 334 с.
3. Концепции современного естествознания / под ред. С.И. Самыгина. 4-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д: Феникс, 2003. 448 с.
4. Мартынов Д.Я. Антропный принцип в астрономии и его философское значение // Вселенная, астрономия, философия. М., 1988. С. 64.
5. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания: учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2004. 622 с.
6. Пригожин И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 208 с.
7. Свиридов В.В., Свиридова Е.И. Концепции современного естествознания: учебное пособие для вузов / под ред. В.В. Свиридова. 3-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2018. 348 с.

8. Симанов А.Л. Особенности реализации методологических функций философии науки в космологии // *Философия науки*. 2013. №3(58). С. 98-106.
9. Спасский Б.И., Московский А.В. О нелокальности в квантовой физике // *Успехи физических наук*. 1984. Вып. 142. С. 599-617.
10. Хайтун С.Д. Феномен человека на фоне универсальной эволюции. М.: КомКнига, 2005. 536 с.
11. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. М.: Мир, 2006. 239 с.
12. Шуталева А.В. Философские проблемы естествознания: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. 164 с.
13. Aerts D., Sassoli de Bianchi M. The Extended Bloch Representation of Quantum Mechanics. Explaining Superposition, Interference and Entanglement // *Journal of Mathematical Physics*. 2016. Vol. 57, no. 12. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4973356>.
14. Aerts D., Sassoli de Bianchi M. Quantum measurements as weighted symmetry breaking processes: the hidden measurement perspective // *International Journal of Quantum Foundations*. 2017. Vol. 3, no. 1. Pp. 1-16. Available at: <https://arxiv.org/abs/1601.05222v1> (accessed: 03.05.2019).
15. Aharonov Y., Bergmann P.G., Lebowitz J.L. Time Symmetry in the Quantum Process of Measurement // *Physical Review*. 1964. Vol. 134, no. 6B. Pp. 1410-1416. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRev.134.B1410>.
16. Aharonov Y., Cohen E., Rohrlich D. Nonlocality of the Aharonov-Bohm effect // *Physical Review A*. 2016. Vol. 93, no. 4. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.93.042110>.
17. Aharonov Y., Colombo F., Popescu S., Sabadini I., Struppa D.C., Tollaksen J. Quantum violation of the pigeonhole principle and the nature of quantum correlations // *PNAS*. 2016. Vol. 113, no. 3. Pp. 532-535. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1522411112>.
18. Aspect A., Grangier P., Roger G. Experimental realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm Gedankenexperiment: A new violation of Bell's inequalities // *Physical Review Letters*. 1982. Vol. 49, no. 2. Pp. 91-94. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.49.91>.
19. Banica T. Unitary easy quantum groups: geometric aspects // *Journal of Geometry and Physics*. 2018. Vol. 126. Pp. 127-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomphys.2018.01.016>.
20. Bell J.S. On the Einstein Podolsky Rosen Paradox // *Physics*. 1964. Vol. 1, no. 3. Pp. 195-200. DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysicsPhysiqueFizika.1.195>.
21. Boyle L., Finn K., Turok N. CPT-Symmetric universe // *Physical Review Letters*. 2018. Vol. 121, no. 25. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.251301>.
22. Brannan M., Collins B., Vergnioux R. The Connes embedding property for quantum group von Neumann algebras // *American Mathematical Society*. 2017. Vol. 369. Pp. 3799-3819. DOI: <https://doi.org/10.1090/tran/6752>.
23. Brizuela D., Kiefer C., Krämer M. Quantum-gravitational effects on gauge-invariant scalar and tensor perturbations during inflation: The de Sitter case // *Physical Review D*. 2016. Vol. 93, no. 10. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.93.104035>.
24. Brizuela D., Kiefer C., Krämer M. Quantum-gravitational effects on gauge-invariant scalar and tensor perturbations during inflation: The slow-roll approximation // *Physical Review D*. 2016. Vol. 94, no. 12. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.94.123527>.
25. Gott J.R. Time Travel in Einstein's Universe: The Physical Possibilities of Travel Through Time. 1st. Boston: Mariner Books, 2002.

26. Iotti R.C., Dolcini F., Rossi F. Wigner-function formalism applied to semiconductor quantum devices: Need for nonlocal scattering models // *Physical Review B*. 2017. Vol. 96, no. 11. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.96.115420>.
27. Karagiorgos A., Pailas T., Dimakis N., Terzis P.A., Christodoulakis T. Quantum cosmology of a Bianchi III LRS geometry coupled to a source free electromagnetic field // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2018/03/030>.
28. Liang Y.C., Zhang Y. Bounding the Plausibility of Physical Theories in a Device-Independent Setting via Hypothesis Testing // *Entropy*. 2019. Vol. 21, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/e21020185>.
29. Miller J. What is the probability of replicating a statistically significant effect? // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2009. Vol. 16, no. 4. Pp. 617-640. DOI: <https://doi.org/10.3758/PBR.16.4.617>.
30. Parks A., Spence S. Capacity and Entropy of a Retro-Causal Channel Observed in a Twin Mach-Zehnder Interferometer During Measurements of Pre-and Post-Selected Quantum Systems // *Entropy*. 2018. Vol. 20, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.3390/e20060411>.
31. Pearle P., Rizzi A. Quantum-mechanical inclusion of the source in the Aharonov-Bohm effects // *Physical Review A*. 2017. Vol. 95, no. 5. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.95.052123>.
32. Podoshvedov S.A. Efficient quantum teleportation of unknown qubit based on DV-CV interaction mechanism // *Entropy*. 2019. Vol. 21, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/e21020150>.
33. Robles-Pérez S. Quantum cosmology of a conformal multiverse // *Physical Review D*. 2017. Vol. 96, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.96.063511>.
34. Robles-Pérez S.J. Cosmological perturbations in the entangled inflationary universe // *Physical Review D*. 2018. Vol. 97, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.97.066018>.
35. Rubin M.A. Locality in the Everett Interpretation of Heisenberg-Picture Quantum Mechanics // *Foundations of Physics*. 2001. Vol. 14. Pp. 301-322.
36. Sassoli de Bianchi M. Theoretical and conceptual analysis of the celebrated 4π -symmetry neutron interferometry experiments // *Foundations of Science*. 2017. Vol. 22. Pp. 627-653. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10699-016-9491-x>.
37. Wagenmakers E.-J. A practical solution to the pervasive problems of p-values // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2007. Vol. 14, no. 5. Pp. 779-804. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03194105>
38. Wheeler J.A., Feynman R.P. Interaction with the Absorber as the Mechanism of Radiation // *Reviews of Modern Physics*. 1945. Vol. 17, no. 2-3. Pp. 157-161. Available at: <http://resolver.caltech.edu/CaltechAUTHORS:WHErmp45> (accessed: 03.05.2019).
39. Xu X.-Y., Pan W.-W., Wang Q.-Q., Dzierwior J., Knips L., Kedem Y., Sun K., Xu J.-S., Han Y.-J., Li C.-F. Measurements of nonlocal variables and demonstration of the failure of the product rule for a pre and post selected pair of photons // *Physical Review Letters*. 2019. Vol. 122, no. 10. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.122.100405>.
40. Zambrini Cruzeiro E., Gisin N. Bell inequalities with one bit of communication // *Entropy*. 2019. Vol. 21, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/e21020171>.

References

1. Ацуковский В.А. *Philosophy and methodology of modern science: a series of lectures*. Moscow, Direct Media Publ., 2014. 161 p. (In Russ.)

2. Gorelov A.A. Concepts of modern science: a textbook for universities. Moscow, Yurayt Publ., 2010. 334 p. (In Russ.)
3. Concepts of modern science / ed. S.I. Samygin. 4th edition, revised and enlarged. Rostov-on-Don, Phoenix Publ., 2003. 448 p. (In Russ.)
4. Martynov D.YA. The anthropic principle in astronomy and its philosophical significance. *Vselennaya, astronomiya, filosofiya*. Moscow, 1988. P. 64. (In Russ.)
5. Najdysh V.M. Concepts of modern science: a textbook. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow, Alpha-M Publ., INFRA-M Publ., 2004. 622 p. (In Russ.)
6. Prigozhin I. The end of certainty. Time, chaos and new laws of nature. Izhevsk: Scientific and Research Center "Regular and Chaotic Dynamics" Publ., 2000. 208 p. (In Russ.)
7. Sviridov V.V., Sviridova E.I. Concepts of modern science: a textbook for universities / ed. V.V. Sviridov. 3rd edition, revised and enlarged. Moscow, Yurayt, 2018. 348 p. (In Russ.)
8. Simanov A.L. Features of the implementation of the methodological functions of the philosophy of science in cosmology. *Filosofiya nauki*, 2013, no. 3(58), pp. 98-106. (In Russ.)
9. Spasskij B.I., Moskovskij A.V. On nonlocality in quantum physics. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 1984, vol. 142, pp. 599-617. (In Russ.)
10. Hajtun S.D. The phenomenon of man against the background of universal evolution. Moscow, KomKniga Publ., 2005. 536 p. (In Russ.)
11. SHklovskij I.S. Universe, life, mind. Moscow, World Publ., 2006. 239 p. (In Russ.)
12. SHutaleva A.V. Philosophical problems of natural science: a textbook. Ekaterinburg: Ural University Press, 2018. 164 p. (In Russ.)
13. Aerts D., Sassoli de Bianchi M. The Extended Bloch Representation of Quantum Mechanics. Explaining Superposition, Interference and Entanglement. *Journal of Mathematical Physics*, 2016, vol. 57, no. 12. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4973356>
14. Aerts D., Sassoli de Bianchi M. Quantum measurements as weighted symmetry breaking processes: the hidden measurement perspective. *International Journal of Quantum Foundations*, 2017, vol. 3, no. 1, pp. 1-16. Available at: <https://arxiv.org/abs/1601.05222v1> (accessed: 03.05.2019).
15. Aharonov Y., Bergmann P.G., Lebowitz J.L. Time Symmetry in the Quantum Process of Measurement. *Physical Review*, 1964, vol. 134, no. 6B, pp. 1410-1416. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRev.134.B1410>.
16. Aharonov Y., Cohen E., Rohrlich D. Nonlocality of the Aharonov-Bohm effect. *Physical Review A*, 2016, vol. 93, no. 4. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.93.042110>.
17. Aharonov Y., Colombo F., Popescu S., Sabadini I., Struppa D.C., Tollaksen J. Quantum violation of the pigeonhole principle and the nature of quantum correlations. *PNAS*, 2016, vol. 113, no. 3, pp. 532-535. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1522411112>.
18. Aspect A., Grangier P., Roger G. Experimental realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm Gedankenexperiment: A new violation of Bell's inequalities. *Physical Review Letters*, 1982, vol. 49, no. 2, pp. 91-94. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.49.91>.
19. Banica T. Unitary easy quantum groups: geometric aspects. *Journal of Geometry and Physics*, 2018, vol. 126, pp. 127-147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomphys.2018.01.016>.
20. Bell J.S. On the Einstein Podolsky Rosen Paradox. *Physics*, 1964, vol. 1, no. 3, pp. 195-200. DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysicsPhysiqueFizika.1.195>.
21. Boyle L., Finn K., Turok N. CPT-Symmetric universe. *Physical Review Letters*, 2018, vol. 121, no. 25. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.251301>.

22. Brannan M., Collins B., Vergnioux R. The Connes embedding property for quantum group von Neumann algebras. *American Mathematical Society*, 2017, vol. 369, pp. 3799-3819. DOI: <https://doi.org/10.1090/tran/6752>.
23. Brizuela D., Kiefer C., Krämer M. Quantum-gravitational effects on gauge-invariant scalar and tensor perturbations during inflation: The de Sitter case. *Physical Review D*, 2016, vol. 93, no. 10. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.93.104035>.
24. Brizuela D., Kiefer C., Krämer M. Quantum-gravitational effects on gauge-invariant scalar and tensor perturbations during inflation: The slow-roll approximation. *Physical Review D*, 2016, vol. 94, no. 12. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.94.123527>.
25. Gott J.R. Time Travel in Einstein's Universe: The Physical Possibilities of Travel Through Time. 1st. Boston: Mariner Books, 2002.
26. Iotti R.C., Dolcini F., Rossi F. Wigner-function formalism applied to semiconductor quantum devices: Need for nonlocal scattering models. *Physical Review B*, 2017, vol. 96, no. 11. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.96.115420>.
27. Karagiorgos A., Pailas T., Dimakis N., Terzis P.A., Christodoulakis T. Quantum cosmology of a Bianchi III LRS geometry coupled to a source free electromagnetic field. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2018/03/030>.
28. Liang Y.C., Zhang Y. Bounding the Plausibility of Physical Theories in a Device-Independent Setting via Hypothesis Testing. *Entropy*, 2019, vol. 21, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/e21020185>.
29. Miller J. What is the probability of replicating a statistically significant effect? *Psychonomic Bulletin & Review*, 2009, vol. 16, no. 4, pp. 617-640. DOI: <https://doi.org/10.3758/PBR.16.4.617>.
30. Parks A., Spence S. Capacity and Entropy of a Retro-Causal Channel Observed in a Twin Mach-Zehnder Interferometer During Measurements of Pre-and Post-Selected Quantum Systems. *Entropy*, 2018, vol. 20, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.3390/e20060411>.
31. Pearle P., Rizzi A. Quantum-mechanical inclusion of the source in the Aharonov-Bohm effects. *Physical Review A*, 2017, vol. 95, no. 5. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevA.95.052123>.
32. Podoshvedov S.A. Efficient quantum teleportation of unknown qubit based on DV-CV interaction mechanism. *Entropy*, 2019, vol. 21, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/e21020150>.
33. Robles-Pérez S. Quantum cosmology of a conformal multiverse. *Physical Review D*, 2017, vol. 96, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.96.063511>.
34. Robles-Pérez S.J. Cosmological perturbations in the entangled inflationary universe. *Physical Review D*, 2018, vol. 97, no. 6. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.97.066018>.
35. Rubin M.A. Locality in the Everett Interpretation of Heisenberg-Picture Quantum Mechanics. *Foundations of Physics*, 2001, vol. 14, pp. 301-322.
36. Sassoli de Bianchi M. Theoretical and conceptual analysis of the celebrated 4π -symmetry neutron interferometry experiments. *Foundations of Science*, 2017, vol. 22, pp. 627-653. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10699-016-9491-x>.
37. Wagenmakers E.-J. A practical solution to the pervasive problems of p-values. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2007, vol. 14, no. 5, pp. 779-804. DOI: <https://doi.org/10.3758/BF03194105>.
38. Wheeler J.A., Feynman R.P. Interaction with the Absorber as the Mechanism of Radiation. *Reviews of Modern Physics*, 1945, vol. 17, no. 2-3, pp. 157-161. Available at: <http://resolver.caltech.edu/CaltechAUTHORS:WHErmp45> (accessed: 03.05.2019).

39. Xu X.-Y., Pan W.-W., Wang Q.-Q., Dziejwior J., Knips L., Kedem Y., Sun K., Xu J.-S., Han Y.-J., Li C.-F. Measurements of nonlocal variables and demonstration of the failure of the product rule for a pre and post selected pair of photons. *Physical Review Letters*, 2019, vol. 122, no. 10. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.122.100405>.
40. Zambrini Cruzeiro E., Gisin N. Bell inequalities with one bit of communication. *Entropy*, 2019, vol. 21, no. 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/e21020171>.

© Ревунов С.Е., Кузнецов С.И., Бархатова О.М., Ревунова Е.А., 2019

Информация об авторах

Ревунов Сергей Евгеньевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры технологий сервиса и технологического образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2129-7109>, e-mail: revunov@inbox.ru

Кузнецов Сергей Игоревич – доктор философии, приглашённый исследователь, Массачусетский технологический институт, Кембридж, Массачусетс, США, e-mail: sergkuznet@hotmail.com; <http://www.psfc.mit.edu/people/scientific-staff/sergey-kuznetsov>

Бархатова Оксана Михайловна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики и теоретической механики, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: o.barkhatova@inbox.ru

Ревунова Елена Алексеевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики и теоретической механики, Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: revunova.elena@mail.ru

Information about the authors

Revunov Sergey Evgenievich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Service Technology and Technological Education, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2129-7109>, e-mail: revunov@inbox.ru

Kuznetsov Sergey Igorevich – PhD, visiting scientist, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, e-mail: sergkuznet@hotmail.com; <http://www.psfc.mit.edu/people/scientific-staff/sergey-kuznetsov>

Barkhatova Oksana Mikhailovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of General Physics and Theoretical Mechanics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNSAGU)", Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: o.barkhatova@inbox.ru

Revunova Elena Alekseevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of General Physics and Theoretical Mechanics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering (NNSAGU)", Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: revunova.elena@mail.ru

Вклад соавторов

Соавторы статьи внесли равноценный вклад в подготовку рукописи. В равной степени соавторами была определена постановка задачи исследования, путей и способов их решения, подготовка материалов цитируемых публикаций, оценка полученных результатов и формулировка выводов.

Contribution of authors

Co-authors of the article made an equivalent contribution to the preparation of the manuscript. Equally, the co-authors defined the formulation of the research problem, the ways and means of solving them, preparing the materials of cited publications, evaluating the results obtained and formulating the conclusions.

Поступила в редакцию: 07.05.2019

Принята к публикации: 20.06.2019

Опубликована: 09.08.2019