



Проблемы логики и методологии науки

УДК 141.201

DOI: 10.15372/PS20230103

М.Л. Калужский

ГИПОТЕЗА СИМУЛЯЦИИ: РОЖДЕНИЕ СИНГУЛЯРНОСТИ

Квантовая физика кардинально меняет мировоззрение, разрушает привычную картину мира и связанные с ней философские концепции. Наука все больше напоминает научную фантастику, в которой невозможное становится возможным: время течет в разные стороны, материя растворяется в вакууме, реализуются коммуникации за пределами скорости света и многое другое. Феноменальность результатов физических экспериментов на микро- и макроуровне познания неизбежно наталкивает на мысль о возможной виртуальности окружающей реальности. Гипотеза симуляции является одной из самых непротиворечивых моделей мироздания, точка сингулярности которой становится точкой фазового перехода к новой интерпретации реальности.

Ключевые слова: теория информации; философия информации; квантовая физика; гипотеза симуляции; виртуальная реальность; симуляция; сингулярность; локальная реальность; нелокальная реальность; философский постмодернизм

M.L. Kaluzhsky

SIMULATION HYPOTHESIS: BIRTH OF THE SINGULARITY

Quantum physics radically changes the worldview, destroys the usual picture of the world and related philosophical concepts. Science is increasingly reminiscent of science fiction, in which the impossible becomes possible: time flows in different directions, matter dissolves in a vacuum, communications beyond the speed of light take place, and a lot more. The phenomenal nature of the results of physical experiments at the micro- and macrolevel of cognition is inevitably suggestive of the possible virtuality of the surrounding

reality. The simulation hypothesis is one of the most consistent models of the universe, the singularity point of which becomes the point of a phase shift to a new interpretation of reality.

Keywords: information theory; philosophy of information; quantum physics; simulation hypothesis; virtual reality; simulation; singularity; local reality; non-local reality; philosophical postmodernism

Наука – это лошадь, которая тянет телегу философии.

Л. Сасскинд

Развитие компьютерных технологий привело к возникновению гипотезы, согласно которой наша реальность представляет собой (псевдо)компьютерную симуляцию. Парадоксальным образом эксперименты квантовой физики все чаще объясняются гипотезой о том, что в основе материальной реальности находится информация [11]. Их результаты снимают с повестки дня основной вопрос философии в любой из его интерпретаций. Независимо от нашего желания, мы вступаем в эпоху смены мировоззренческой парадигмы.

Между тем философская интерпретация гипотезы симуляции уже существует в рамках постмодернистского течения. Постмодернизм под симуляцией понимает семиотическое отождествление знаковой сферы и реальности [13, с. 956–957]. Однако квантовые эксперименты наталкивают на мысль об обретении статуса исходного источника воспринимаемой (локальной) реальности информацией, существующей за ее пределами. Это переводит симуляцию из умозрительной концепции мировосприятия в экспериментально проверяемую модель основания реальности, открывающую новые горизонты философского знания.

Гносеологически экспериментальные данные квантовой физики способны стать источником философской сингулярности, момента фазового перехода к новому уровню бесконечности в познании реальности. Это наполняет постмодернистскую концепцию симуляции новым смыслом, где критерием истинности философских суждений становится научный эксперимент. В рамках гипотезы симуляции квантовая реальность смыкается с философией, образуя новую среду научного знания.

Исходные данные

Минуло 20 лет со времени выхода первой редакции нашумевшей статьи Н. Бострома «Доказательство симуляции» в журнале *Philosophical Quarterly* [20]. Предположение о том, что мы живем в компьютерной симуляции, уже стало неотъемлемой частью футурологии и трансгуманизма. Об этом снимают фильмы («Матрица», «Тринадцатый этаж» и др.) и телепередачи. Ученые пытаются экспериментально проверить выводы Бострома [21]¹. В 2016 г. Merrill Lynch (подразделение Bank of America) распространил записку, согласно которой с вероятностью 20–50% воспринимаемый нами мир является симуляцией².

Гипотеза симуляции не имеет подтверждения. Ее нельзя фальсифицировать (опровергнуть), как и гипотезу божественного творения. Однако ее можно попытаться верифицировать (подтвердить) на основе наблюдений и экспериментов квантовой физики. Здесь открывается масса возможностей для философской рефлексии.

Разумеется, не стоит сводить симуляцию к идее о том, что наша реальность представляет собой компьютерную стратегию, производимую гигантским суперкомпьютером, созданным неведомой нам сверхцивилизацией. Такое предположение опровергнуто в 2011 г., когда группа европейских физиков на основе данных космического телескопа *Integral* пыталась обнаружить зернистость пространства Вселенной. Зернистость не была обнаружена до уровня 10^{-48} м [30]. Речь идет об устройстве мироздания, которое проявляется как симуляция, но не обязательно должно сводиться к устройству пикселей на матрице дисплея.

Под симуляцией предлагается понимать наличие у наблюдаемой реальности свойств, проявляющихся в процессе наблюдения и необъяснимо отличных от присущих ей вне наблюдения. По отношению к реальности «вне наблюдения» такие свойства виртуальны, хотя мы и воспринимаем их как истинно объективные³. Неиз-

¹ См. также: *Holometer*. Fermilab. UD Department of Energy. URL: <https://holometer.fnal.gov>.

² См.: *Udland M.* BANK OF AMERICA: There's a 20%-50% chance we're inside the matrix and reality is just a simulation. Insider. Sep 8, 2016, 9:28 PM. URL: <https://www.businessinsider.com/bank-of-america-wonders-about-the-matrix-2016-9?IR=T>.

³ Виртуальный (от лат. *virtualis*) – пребывающий в скрытом состоянии и могущий проявиться, случиться, возможный (см. Толковый словарь русского языка под редакцией Д.Н. Ушакова).

бежно возникает вопрос: а не виртуальны ли мы столь же, сколь виртуальна наша реальность? К сожалению, ненаблюдаемая реальность ускользает, доступны лишь ее отдельные проявления. Если допустить, что речь идет об ошибочном восприятии реальности, то термин «симуляция» наполнится особым смыслом.

Ключевой эксперимент

Ключевым экспериментом, позволяющим всерьез рассматривать гипотезу симуляции, служит так называемый двухщелевой эксперимент. Он наглядно демонстрирует, что фотоны света в зависимости от наличия наблюдателя обладают признаками классических волн или частиц. В присутствии наблюдателя фотоны ведут себя как частицы, а вне наблюдения – как волны [31, Р. 102–111]. В момент наблюдения фотон оказывается в конкретной точке. Вне наблюдения он дает интерференционную картину (волны).

Впервые физический опыт с фотонами света был проведен Т. Юнгом в 1801 г. Позднее выяснилось, что аналогичные свойства проявляют электроны, атомы и даже молекулы [23]. В 2019 г. интерференция отдельных частиц была экспериментально подтверждена и для антиматерии [36]. Таким образом, речь идет о всеобщих закономерностях, присущих проявлениям реальности не просто на определенных ее уровнях, но на уровнях, составляющих основу нашего существования.

Если предположить, что гипотеза симуляции верна, то микро-частицы существуют вне времени и пространства как скрытая от нас информация, с некоторой вероятностью продуцирующая нашу реальность в момент наблюдения. Как, к примеру, компьютерная игра продуцирует изображение на экране при наведении курсора в соответствии с заданным алгоритмом. Изображение на мониторе каждый раз уникально, алгоритм – неизменен.

Квантовые эксперименты показывают, что амплитуда ассоциированной волны максимальна там, где обнаружение фотона наиболее вероятно, и убывает с уменьшением вероятности его обнаружения. Например, когда речь заходит о явлении интерференции, демонстрирующем, что фотоны вне наблюдения ведут себя подобно волнам, неизбежно возникает вопрос: волнам чего? [6, с. 76–77]. Это абсурдно с точки зрения детерминизма, но закономерно с позиций гипотезы симуляции. Симуляция не тождественна реальности.

Предположим, что мы имеем дело с математической функцией, значения вычислений которой отражаются в нашей симулированной реальности. Появление микрочастицы в момент наблюдения описывается следующей схемой:

информация → вероятности → результат наблюдения.

Вероятности представляют собой открытое математическое множество возможных параметров микрочастицы, существующих одновременно. Наблюдение запускает алгоритм, случайно фиксирующий одну из вероятностей в определенный момент времени. Процесс напоминает детскую игру «море волнуется – раз».

Двухцелевой эксперимент Т. Юнга не способен доказать гипотезу симуляции. Однако он наглядно демонстрирует несостоятельность других гипотез. Не случайно Р. Фейнман называет описываемое явление «сутью квантовой механики», не поддающейся объяснению классическим образом. Физики могут рассказать, как ведут себя микрочастицы, но не способны объяснить, почему они себя так ведут [14, с. 200].

Информация в основе всего

Информация играет ключевую роль в гипотезе симуляции. В квантовой физике она часто определяется как мера упорядоченности чего-либо (негэнтропия) [3, с. 39]. Однако достижения квантовой физики позволяют говорить об информации не как о мере (индикаторе), а как о содержании (источнике) упорядоченности. Речь идет о субстанциональном подходе к интерпретации природы информации. В его основе лежит представление Н. Винера о том, что информация не тождественна ни материи, ни энергии [5]. Л. Берта-ланфи считал информацию физической величиной, сопоставимой по значимости с энергией [2, с. 31]. Т. Стоньер пошел еще дальше, когда утверждал, что информация самодостаточна и не зависит от восприятия каким-либо субъектом [38, р. 21].

Важное ограничение: информация не может существовать отдельно от носителя или считывателя. Оно относится к материальному миру, но не действует там, где материя и энергия являются производными информации, т.е. вторичны по отношению к ней.

Дж. Уилер предложил объяснение в концепции «It from bit» (все из бита), постулирующей первопричинность информации [41]. Согласно этой концепции, в основе физической реальности скрывается информация, интерпретируемая сознанием наблюдателя. Примерно как машинные коды компьютерной игры, визуализирующиеся в очках виртуального видения. Но тогда неизбежно возникает вопрос: а не является ли не только наблюдаемая реальность, но и сам наблюдатель с его сознанием результатом продуцирования информации?

Из всех возможных мер измерения реальности информация наиболее подходит на роль «строительных блоков» физической реальности. К ней неприменимы такие понятия, как пространство, размер, положение или место [12, с. 228]. С другой стороны, реальность информации как явления не вызывает сомнений [39, р. 21]. Вопрос лишь в том, может ли информация существовать отдельно от физических явлений.

В квантовой физике ограничений нет. Наиболее перспективная на сегодня М-теория предполагает наличие 11 пространственно-временных измерений, большая часть которых находится за рамками нашей «реальности» [17, с. 134]. Представим еще одно измерение, в котором нет материи и нет пространства, но есть информация. Не пространственно-временное, а информационно-временное измерение, в котором нет внешнего времени, но есть внутреннее время информационных процессов.

Многие выдающиеся физики (Л. Смолин, Я. Бекенштейн, Дж. Уилер и др.) рассматривают информацию как первооснову физического мира. Они утверждают, что физический мир состоит в первую очередь из информации, тогда как материя и энергия по отношению к ней вторичны [1, с. 53, 59].

Некоторые идут дальше, представляя Вселенную как гигантский компьютер, вычисляющий «квантовые поля, химические соединения, бактерии, людей, звезды и галактики». В таком компьютере два компонента: темная и светлая энергия (и материя) [6, с. 41–42]. Нужно лишь одно допущение – о существовании информации за пределами наблюдаемых материи, энергии и пространства.

В этом случае информация обладает уникальной сущностью вне времени, пространства, материи и энергии объективной реальности. Так, информация о взрыве сверхновой миллион лет тому назад появляется мгновенно, как только свет достигает наблюдателя.

Но и отсутствие взрыва – это тоже информация. Она может иметь как положительное, так и отрицательное значение. В контексте квантовой механики (кот Шредингера), теории мультивселенных и гипотезы симуляции эти значения равновероятны.

В симулированной реальности, построенной на отражении обособленной информации, как в математике, возможно все. Время может течь в обе стороны или его может не быть вообще. Энергия может быть положительной и отрицательной. Один и тот же объект может находиться везде и нигде. Объекты Вселенной приобретают способность мгновенно реагировать друг на друга независимо от места своего расположения. Объяснимо существование материи и антиматерии, а также темной и светлой материи (как и энергии).

Все эти явления возможны в обособленной информационной среде, так же как возможны любые чудеса в компьютерной игре. Но самое любопытное состоит в том, что весь сонм не укладывающихся в голове явлений существует не только в теории, а имеет массу экспериментальных подтверждений. Разумеется, они не способны однозначно доказать виртуальность нашего мира. Но как минимум обосновывают правомерность попытки обоснования гипотезы симуляции хотя бы на уровне философской рефлексии.

Вселенский компьютер

Роль информации в формировании реальности не просто подтверждается квантовыми экспериментами, но и предполагает аналогию с работой компьютера, вычисляющего наблюдаемую нами реальность [10]. Под «вселенским компьютером» понимаются квантовые вычисления с последующей их материализацией в форме привычной нам реальности. Речь идет о скрытом измерении реальности, в котором не существует времени, энергии, материи и пространства. Их место занимают *«сложные и автономные абстрактные сущности»*, имеющие информационную природу [7, с. 301]. Информация в такой среде самоорганизуется, структурируется, самопроизвольно возникают связи по аналогии с самообучающимися компьютерными программами [6].

Концепция вселенского компьютера находится в центре внимания одновременно физики и информатики, которые приходят к сходному результату: физика демонстрирует экспериментальные подтверждения вычислительных возможностей скрытой реальности,

а информатика разрабатывает алгоритмы использования вычислительных возможностей скрытой реальности.

Мы пока не понимаем, как работает универсальный вселенский компьютер и какая математика лежит в его основе. Д. Дойч пишет о непостижимых математических категориях, существование которых доказывает от обратного, поскольку *«они появляются неустрашимым образом в наших объяснениях постижимых сущностей»* [7, с. 301].

Основополагающий вывод вытекает из принципа Тьюринга: *если универсальный компьютер управляет универсальным генератором образов, то последний становится универсальным генератором виртуальной реальности*. Универсальный компьютер – компьютер, способный произвести любые возможные вычисления. Универсальный генератор образов – генератор, способный сгенерировать любой возможный образ. Вывод звучит так: *«любая физически возможная среда воспроизводима с помощью универсального генератора виртуальной реальности»* [7, с. 160].

Экспериментальное подтверждение принципа Тьюринга основано на теореме квантовой механики (эффект Эйнштейна - Подольского - Розена). Согласно ей два соприкасающихся фотона «запутываются», образуя квантовую систему, в рамках которой они могут передавать (телепортировать) свои свойства друг другу. Скрытая основа такой системы недоступна наблюдению, но ее проявления в нашей реальности очевидны.

По мнению С. Ллойда, с помощью квантовых систем *«Вселенная вычисляет сама себя»*, включая всю доступную нам реальность и нас самих [12, с. 42]. Гипотеза симуляции также допускает существование двух реальностей, где скрытая реальность вычисляет реальность наблюдаемую. Вопрос в том, являются ли обе реальности единой Вселенной или за скрытой от наблюдения реальностью существует что-то еще, имеющее свой смысл и свою цель.

Локализация реальности

Понятие «локализация реальности» позволяет разделить наблюдаемую (локальную) реальность и скрытую (нелокальную) реальность в экспериментах квантовой физики. Под нелокальностью, как правило, понимается квантовая запутанность, при которой фотоны света, независимо от своего местонахождения, синхронно ме-

няют положение относительно друг друга гораздо быстрее скорости света.

Однако у термина «нелокальность» есть и более глубокий смысл. Поведение фотонов света невозможно описать, оперируя сущностями нашей реальности [24]. Фотоны не обладают способностью самостоятельно запутываться с другими фотонами и обмениваться с ними информацией о своем расположении быстрее скорости света. Неизбежно возникают вопросы: кто решает, какие фотоны будут запутаны между собой? где содержится информация о месте их нахождения, когда запутанность проявляется? [8, с. 183].

Нелокальность подразумевает коммуникацию между фотонами без передачи информации. Они реагируют друг на друга, но источник их поведения находится за рамками наблюдения. Д. Бом предположил, что в основе коммуникации без передачи лежат недоступные нам переменные, которые не являются физическими [19, р. 347]. Они не проявляются в нашем физическом мире, но тем не менее связаны с переносом информации и воздействием на нашу реальность.

И это не просто удивительные эксперименты. Их результаты лежат в основе активно внедряемых технологий. Так, в 2017 г. в Китае осуществлена первая квантовая телепортация из наземной обсерватории на космический спутник на расстояние до 1400 км [26]. В июне 2021 г. запущена российская линия квантовой связи между Москвой и Санкт-Петербургом протяженностью 700 км, а к 2024 г. планируется довести протяженность квантовых сетей до 7 тыс. км⁴. Следующим этапом станет создание квантовых компьютеров, значительно опережающих имеющиеся образцы по своим вычислительным возможностям.

Все это свидетельствует в пользу гипотезы симуляции, отражающей скрытую от нас нелокальную реальность. Речь идет о скрытом уровне, где нет времени, материи и пространства, поскольку локальное проявление этой реальности опровергает все наши представления о них. Сложно сказать, какая из реальностей более загадочна: действительная (нелокальная) или отраженная (локальная) [12, с. 228]. Одну мы не можем объяснить, другую не можем увидеть.

⁴ См.: *Первая в РФ линия квантовой связи запущена между Москвой и Петербургом*. Интерфакс. 8 июня 2021. URL: <https://www.interfax.ru/russia/771209>.

Принцип детерминизма

Если понимать детерминизм как изначально заданное безальтернативное будущее, то симуляция начинает напоминать фильм, который можно пересматривать, но нельзя изменить. У такого фильма может быть назначение, но отсутствуют цель и внутренний смысл. Их создает альтернативность будущего, даже за пределами пространства и времени.

Детерминизм – это прежде всего наличие причины, определяющей следствие. В квантовой реальности причина может быть или казаться неотделимой от следствия (запутанные фотоны). Для наблюдателя следствие может опережать причину, если внешнее время течет в противоположную сторону. Или казаться случайным, если внешнего времени нет. Однако внутри квантового явления причина всегда будет определять следствие. Даже если причина находится в одной реальности, а следствие – в другой.

Детерминизм смещается за пределы доступной реальности, в мир, продуцирующий ее виртуальность. Это детерминизм другой природы. Запутанные фотоны всегда ведут себя одинаково по отношению к наблюдателю. С. Хокинг пишет, что они ведут себя так, словно *«в некоем месте на пути от источника к экрану частицы получают информацию об обеих щелях»* [17, с. 84]. Р. Фейнман делает вывод, что частицы до момента наблюдения движутся одновременно по всем траекториям [15].

С позиций теории симуляции у описываемого явления может быть иное объяснение: феноменальное «знание» частиц о расположении щелей вызвано тем, что частицы, их движение и щели являются составными частями одного вычисления, определяющего их существование и поведение. Нет движения частицы по всем траекториям одновременно, но есть случайный результат вычисления одного из множества возможных значений в рамках граничных параметров. Связанные фотоны мгновенно реагируют на действие наблюдателя потому, что их поведение определяется общим алгоритмом. Следовательно, имеет смысл говорить не о детерминизме причины и следствия, а о детерминизме команды и действия.

Детерминизм явлений в единой цепочке взаимосвязанных событий сменяется детерминизмом математических алгоритмов обработки информации. Ну как если в компьютерной игре нарушаются

законы привычной нам физики, то причина не в их ошибочности, а в программном алгоритме самой игры. Симуляция невозможна вне детерминизма, иначе она перестанет быть таковой. Применительно к симуляции речь должна идти не об отношениях ее событий, а об отношении между ее источником и проявлением.

В поисках темной материи

Понятие «темная материя» позволяет объяснить гравитационные отклонения в расчетном движении галактик за счет введения в расчеты влияния невидимого вещества. Наблюдения космической обсерватории *Planck* (2013 г.) свидетельствуют, что 95,1% наблюдаемой нами Вселенной составляют темная материя и темная энергия, не участвующие в электромагнитном взаимодействии и недоступные наблюдению⁵. В масштабе Вселенной масса темной материи в 5 раз превышает массу обычной материи, а в пределах галактик это соотношение достигает 20 раз [9, с. 450].

Предполагалось, что темная материя состоит из особых, теоретически предсказанных, частиц. Однако ни в Большом адронном коллайдере, ни в космических лучах из дальнего космоса их обнаружить не удалось [9, с. 454]. Несмотря на титанические усилия исследователей, состав, строение и происхождение темной материи до сих пор неизвестны, а ее существование не подтверждено. Равно, как и существование темной энергии. Наблюдаются физические проявления, но не их источник.

Гипотеза симуляции предлагает свое, довольно изящное, решение проблемы. Наличие симуляции (по аналогии с компьютерной программой) предполагает наличие обеспечивающей ее реализацию программной среды (*software framework*). Если предположить, что симуляцией является наблюдаемая Вселенная, а роль программной среды выполняют темная материя и темная энергия, то все становится на свои места.

Как в компьютерной игре, видимое на экране изображение и средства отображения составляют лишь малую часть действительной реальности. Их нельзя обнаружить в виртуальной системе

⁵ См.: *Planck captures portrait of the young Universe, revealing earliest light*. University of Cambridge. URL: <https://www.cam.ac.uk/research/news/planck-captures-portrait-of-the-young-universe-revealing-earliest-light>.

координат. Это то же, что искать процессор компьютера на карте Вселенной игры *Warcraft*. Невольно возникает вопрос: не является ли неуловимость темной материи подтверждением нереальности нашей «реальности»? Ведь если большая часть фиксируемой материи и энергии находится за пределами нашего восприятия, тогда где же скрыта настоящая реальность? Вероятно, тоже там.

Время внутреннее и внешнее

Время – важнейшее условие существования нашей реальности, но физические эксперименты свидетельствуют о субъективности этого понятия, его неотделимости от наблюдателя [16, с. 180]. В таком контексте следует говорить не о физической реальности, протекающей во времени, а о времени внутри этой реальности.

Квантовая физика исходит из того, что время является не просто еще одним измерением, но и физической величиной, неразрывно связанной с другими физическими величинами. В первую очередь – с пространством. Времени в привычном понимании может не быть совсем, как в ранней Вселенной. Время может иметь отрицательное значение и течь в обратном направлении, как в микромире. Может быть время внешнее (вне системы) и время внутреннее (внутри системы).

В 1982 г. была создана модель глобально статичной запутанной системы, содержащей подсистему, развивающуюся внутри нее. Глобальная система была статична (вне времени), а различные состояния подсистемы запутаны со значениями ее внутренних часов. Несмотря на вневременное состояние глобальной системы, в подсистеме появилось время [33].

В 2013 г. было получено экспериментальное подтверждение этой модели. Один из запутанных фотонов использовался в качестве часов для измерения эволюции второго. «Внутренний» наблюдатель, скоррелированный с часовым фотоном, видел эволюцию другой системы, тогда как для «внешнего» наблюдателя глобальные свойства обоих фотонов были статичны [32].

Применительно к гипотезе симуляции эти эксперименты демонстрируют возможный механизм формирования времени в процессе симуляции нашей локальной реальности. Если предположить, что в действительной реальности нет привычного нам пространства (судя по явлению запутанности фотонов), то наше понятие времени

к ней неприменимо. Симуляция реальности не подразумевает всеобщего времени: есть процессное время внутри симуляции, но глобальное время отсутствует.

Голографичность

Голографический принцип позволяет объяснить механизм формирования симуляции. Согласно ему все находящееся внутри обособленной области пространства описывается битами информации, находящимися на ее границе [9, с. 295–296]. С. Хокинг, например, описывает Вселенную в виде голограммы, математически интерпретируя трехмерное пространство (скрытую реальность) через двумерную проекцию на ее поверхности (наблюдаемую реальность) [25].

Весьма показательно, что с помощью голографической гипотезы удастся разрешить самую большую загадку физики – дать объяснение гравитации. Объяснение сводится к свойствам информации, связанной с местонахождением и свойствами материи: ее энтропия при перемещении вещества меняется, вызывая реакцию в виде гравитации [40, р. 2, 25].

Логическим выводом из голографических представлений становится смена объекта исследований в квантовой физике. На место физических полей и пространства-времени приходит информационный обмен между физическими процессами [37, р. 172]. Это еще один аргумент в пользу гипотезы симуляции. Тем более что голографическая картина мира, по сути, сама является симуляцией скрытой реальности.

Фрактальность

Фрактальность наблюдаемых объектов позволяет лучше понять механизм самовоспроизводства нашей реальности. Интерес к фрактальным структурам обусловлен общими проявлениями фрактальности объектов нашей реальности: от строения Вселенной до биологических структур⁶. Такие объекты не просто доминируют в астро-

⁶ Фрактал (от лат. *fractus*) – геометрическое представление открытого множества значений арифметической формулы, обладающее самоподобием во всех проявлениях.

физике, начиная от Солнечной системы и заканчивая глубоким космосом [1]. Они широко распространены в живой природе, музыке, архитектуре и, главное, в математике.

Удивляет не широкое распространение фрактальных структур практически во всех проявлениях нашей реальности, а математическая универсальность лежащих в их основе закономерностей. Так, проведенное недавно сопоставление фрактальных свойств нейронной сети человеческого мозга и сети галактик во Вселенной показало удивительное сходство не только в строении, но также в пропорциях [18]. Сходными оказались сетевая структура, спектральная плотность, морфологические особенности, информационная емкость и ряд других параметров [39]. Аналогичные результаты дало исследование структуры пространства-времени Вселенной в виде графа с сильной кластеризацией, напоминающий ей Интернет, социальные или биологические сети [29].

Применительно к гипотезе симуляции особенно важно то, что в основе фрактальности наблюдаемых объектов лежат общие математические закономерности. Их генезис, независимо от масштаба явления (от клетки до галактики), определяет математика. Если наша реальность – симуляция, основанная на процессе самоорганизации информации, то фрактальность – наиболее логичное ее проявление.

Туннельный эффект

Туннельный эффект – удивительное явление, которое хорошо изучено в молекулярной и атомной физике [35]. Оно полностью противоречит классической механике. Туннельный эффект демонстрирует возможность преодоления микрочастицей потенциального барьера, когда ее полной энергии недостаточно для этого. Микрочастица не просто проходит сквозь препятствие, но сохраняет свою энергию неизменной. Как будто препятствия не существует. В волновой оптике аналогом этому явлению служит проникновение световой волны в отражающую среду, тогда как она должна полностью отразиться.

На практике туннельный эффект уже лежит в основе принципа работы фотонных микроскопов [22]. Когда пучок фотонов наталкивается на атом, усиливается поток фотонов, тогда как между атомами вещества фотоны проходят хуже. В классической физике должно быть все наоборот: атомы должны создавать препятствие, а не уси-

ливать результат. Туннельный эффект позволяет создавать трехмерные изображения атомной структуры исследуемых объектов.

В 2016 г. был экспериментально доказан туннельный эффект в молекуле воды, заключенной внутри берилла. Для наблюдателя атом водорода одновременно принял шесть разных вращательных ориентаций, оказавшись размазанным в форме кольца [27].

И таких примеров необычного поведения микрочастиц много. Это уже не просто эксперименты и голая теория. Речь идет о массово применяемых промышленных технологиях, физические принципы которых не укладываются в рамки общепринятых представлений. Так, например, туннельный эффект массово используется при изготовлении полупроводников, в сверхпроводящих материалах и проч. [28, р. 423]. Это еще один аргумент в пользу наличия скрытой от нашего наблюдения реальности.

Подходы и объяснения

Возьмем за основу исходный тезис о том, что если симуляция существует, то она включает в себя не только физическую, но и любую иную реальность. В конце концов, это лишь разные грани всеобщей реальности. Не обязательно рассматривать Вселенную как компьютерную симуляцию или как продукт компьютерных технологий высшего разума. Гораздо продуктивнее предположить, что реальность обладает чертами, схожими с компьютерной симуляцией. Симуляция – просто модель, используемая для интерпретации всеобщей реальности до тех пор, пока не появится что-то более адекватное.

Речь идет о пересмотре основополагающих постулатов традиционной науки. Физики приходят к выводам, далеко выходящим за их рамки. Не только материя с пространством, но и время утрачивает абсолютный смысл. С. Хокинг указывает на то, что квантовая реальность создается наблюдателем в момент наблюдения [17, с. 160]. До наблюдения история Вселенной (и человечества) существует лишь как одна из множества вероятностей. Все это неизбежно ставит вопрос о природе, соотносимости и истинности разных реальностей, включая социальную реальность.

В 2019 г. была впервые экспериментально доказана гипотеза о наличии разных квантовых реальностей у нескольких наблюдателей. Участвовавшие в эксперименте наблюдатели получили альтернативные результаты измерения одного явления с разных позиций,

которые были одинаково верны [34]. Это еще один парадокс квантовой теории. В рамках гипотезы симуляции возможны два взаимоисключающих объяснения:

1) *антропоцентристское (эндогенное)* объяснение. Вселенная рассматривается как индивидуализованная симуляция, существующая в сознании наблюдателя. Каждому осознающему себя наблюдателю соответствует отдельная виртуальная Вселенная;

2) *космоцентристское (экзогенное)* объяснение. Вселенная рассматривается как всеобщая симуляция, и наблюдатель растворен в ней. Все наблюдатели одновременно находятся в единой виртуальной Вселенной.

Однако может быть и третье, более простое объяснение: мы имеем дело не с материей, временем или пространством, а с информацией, определяющей их свойства и поведение. Симуляция – это прежде всего явление, связанное с воспроизводством и трансляцией информации. Материя, время и пространство выступают не ее носителями, а проявлением скрытых процессов в каком-то неведомом пока измерении и сопутствующей информационной среде. Тогда вопрос о причинности теряет смысл.

Продолжение следует

Философский вопрос состоит даже не в том, является ли наша Вселенная симуляцией. Гораздо важнее, виртуальна ли наша реальность. Это реальность или «реальность»? Ответить отрицательно не позволяют достижения квантовой физики. Положительный ответ поднимает массу вопросов, связанных с происхождением, целью, направлением и назначением наблюдаемой реальности.

Не менее перспективно применение гипотезы симуляции в социальных науках. В конце концов, кроме проблемы создания единой теории устройства Вселенной существуют еще и проблемы создания единой теории живой и неживой природы, а также единой теории биологического и социального начал. Все они имеют непосредственное отношение к гипотезе симуляции и могут даже послужить методологической основой ее верификации.

Вызванная достижениями квантовой физики революция научного знания требует неизбежной трансформации философских под-

ходов. Для философии как методологического основания научного знания обращение к гипотезе симуляции открывает невиданные горизонты, связанные с осмыслением нелокальной реальности. Здесь уместно вспомнить слова В.И. Вернадского: «...Время философии... наступит тогда, когда философия переработает огромный, бурно растущий материал научно установленных фактов и эмпирических обобщений» [4, с. 233]. И гипотеза симуляции способна послужить триггером этого процесса.

Литература

1. *Бекенштейн Я.* Информация в голографической Вселенной // В мире науки. 2003. № 1. С. 53–59.
2. *Берталанфи Л.* Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем: сборник переводов. М.: Прогресс, 1969. С. 23–82.
3. *Бриллюэн Л.* Научная неопределенность и информация. М.: КомКнига, 2006.
4. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989.
5. *Винер Н.* Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958.
6. *Грин Б.* Элегантная Вселенная: Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М.: Едиториал УРСС, 2004.
7. *Дойч Д.* Структура реальности: Наука параллельных вселенных. М.: Альпина нон-фикшн, 2015.
8. *Жизан Н.* Квантовая случайность: Нелокальность, телепортация и другие квантовые чудеса / Пер. с фр. М.: Альпина нон-фикшн, 2016.
9. *Иэн С.* Математика космоса: Как современная наука расшифровывает Вселенную. М.: Альпина нон-фикшн, 2018.
10. *Ллойд С.* Программируя Вселенную: Квантовый компьютер и будущее науки. 4-е изд. М.: Альпина нон-фикшн, 2019.
11. *Ллойд С., Энджи Дж.* Сингулярный компьютер // В мире науки. 2005. № 2. С. 33–42.
12. *Массер Д.* Нелокальность: Феномен, меняющий представление о пространстве и времени, и его значение для черных дыр, Большого взрыва и теорий всего. М.: Альпина нон-фикшн, 2018.
13. *Можейко М.А.* Симуляция // История философии: Энциклопедия. Минск: Интерпрессервис; Книжный Дом, 2002.
14. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. 3: Излучение. Волны. Кванты. М.: Мир, 1965.
15. *Фейнман Р., Хибс А.* Квантовая механика и интегралы по траекториям. М.: Мир, 1968.
16. *Хокинг С.* Краткая история времени // Хокинг С. Три книги о пространстве и времени. СПб.: Амфора, 2012. С. 5–216.
17. *Хокинг С., Млодинов Л.* Высший замысел. СПб.: Амфора, 2013.
18. *Baryshev Y., Teerikorpi P.* Discovery of Cosmic Fractals. World Scientific, 2002.

19. *Bohm D., Hiley B.J.* The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory. London; New York: Routledge, 1993.
20. *Boström N.* Are you living in a computer simulation? // The Philosophical Quarterly. 2003. Vol. 53 (211). P. 243–255. DOI: 10.1111/1467-9213.00309.
21. *Chou A.S., Gustafson R., Hogan C., et al.* First measurements of High frequency cross-spectra from a pair of large Michelson interferometers // Physical Review Letters. 2016. No. 11 (117). 111102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.117.111102.
22. *Courtland R.* The microscope revolution that's sweeping through materials science // Nature. 2018. Vol. 563 (7732). P. 462–464. DOI: 10.1038/d41586-018-07448-0.
23. *Eibenberger S., Gerlich S., Arndt M., et al.* Matter-wave interference with particles selected from a molecular library with masses exceeding 10000 // Physical Chemistry Chemical Physics. 2013. Vol. 15 (35). P. 14696–14700. DOI: 10.1039/C3CP51500A.
24. *Gisin N.* Non-realism: Deep thought or a soft option? // Foundations of Physics. 2012. No. 42. P. 80–85.
25. *Hawking S.W., Hertog T.* A smooth exit from eternal inflation? // Journal of High Energy Physics. 2018. Vol. 147. DOI: 10.1007/JHEP04(2018)147.
26. *Ji-Gang R., Ping X., Hai-Lin Y., et al.* Ground-to-satellite quantum teleportation // Nature. 2017. Vol. 549. P. 70–73. DOI: 10.1038/nature23675.
27. *Kolesnikov A.I., Reiter G.F., Choudhury N., et al.* Quantum tunneling of water in beryl: a new state of the water molecule // Physical Review Letters. 2016. Vol. 116. 167802. DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.167802.
28. *Krane K.S.* Modern Physics. N.Y.: John Wiley and Sons, 1983.
29. *Krioukov D., Kitsak M., Sinkovits R.S., et al.* Network cosmology // Scientific Reports. 2012. Vol. 2 (1). DOI: 10.1038/srep00793.
30. *Laurent Ph., Götz D., Binétruy P., et al.* Constraints on Lorentz invariance violation using integral/IBIS observations of GRB041219A // Physical Review. 2011. Vol. 83/121301-0. DOI: 10.1103/PhysRevD.83.121301.
31. *Lederman L.M., Hill Ch.T.* Quantum Physics for Poets. Prometheus Books. 2011.
32. *Moreva E., Brida G., Gramegna M.* Time from quantum entanglement: an experimental illustration // Physical Review. 2014. Vol. A89. 052122. DOI: 10.1103/PhysRevA.89.052122.
33. *Page D.N., Wootters W.K.* Evolution without evolution: Dynamics described by stationary observables // Physical Review. 1983. Vol. 27 (12). P. 2885–2892. DOI: 10.1103/PhysRevD.27.2885.
34. *Proietti M., Pickston A., Graffitti F., et al.* Experimental test of local observer independence // Science Advances. 2019. Vol. 5 (9). DOI: 10.1126/sciadv.aav9832.
35. *Razavy M.* Quantum Theory of Tunneling. 2nd ed. World Scientific Publishing Co., 2013.
36. *Sala S., Ariga A., Ereditato A., et al.* First demonstration of antimatter wave interferometry // Science Advances. 2019. Vol. 5 (5). DOI: 10.1126/sciadv.aav7610.
37. *Smolin L.* Three Roads to Quantum Gravity. N.Y.: Basic Books, 2002.
38. *Stonier T.* Information and the Internal Structure of the Universe: An Exploration into Information Physics. London: Springer-Verlag, 1990.
39. *Vazza F., Feletti A.* The Quantitative comparison between the neuronal network and the cosmic web // Frontiers in Physics. 2020. Vol. 8. 525731. DOI: 10.3389/fphy.2020.525731.
40. *Verlinde E.P.* On the origin of gravity and the laws of Newton // Journal of High Energy Physics. 2011. Vol. 29. DOI: 10.1007/JHEP04(2011)029.

41. *Wheeler J.A.* Information, physics, quantum: The search for links // Complexity, Entropy and the Physics of Information / Ed. by W. Zurek. CRC Press, 1990. P. 3–28.

References

1. *Bekenstein, J.* (2003). Informatsiya v golograficheskoy Vselennoy [Information in the holographic Universe]. V mire nauki [In the World of Science], 1, 53–59. (In Russ.).
2. *Bertalanffy, L.* (1969). Obshchaya teoriya sistem: kriticheskiy obzor [General system theory – A critical review]. In: Issledovaniya po obshchey teorii sistem: Sbornik perevodov [Studies in General System Theory: Collection of Translations]. Moscow, Progress Publ., 23–82. (In Russ.).
3. *Brillouin, L.* (2006). Nauchnaya neopredelennost i informatsiya [Scientific Uncertainty and Information]. Moscow, KomKniga Publ. (In Russ.).
4. *Vernadsky, V.I.* (1989). Biosfera i noosfera [Biosphere and noosphere]. Moscow, Nauka Publ.
5. *Wiener, N.* (1958). Kibernetika, ili Upravlenie i svyaz v zhivotnom i mashine [Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine]. Moscow, Sovetskoe Radio Publ. (In Russ.).
6. *Greene, B.* (2004). Elegantnaya Vselennaya: Superstruny, skrytye razmernosti i poiski okonchatelnoy teorii [The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory]. Moscow, Editorial URSS Publ. (In Russ.).
7. *Deutsch, D.E.* (2015). Struktura realnosti: Nauka paralelnykh vselennykh [The Fabric of Reality: The Science of Parallel Universes]. Moscow, Alpina Non-Fikshn Publ. (In Russ.).
8. *Gisin, N.* (2016). Kvantovaya sluchaynost: Nelokalnost, teleportatsiya i drugie kvantovye chudesia [Quantum Chance: Nonlocality, Teleportation and Other Quantum Marvels]. Transl. from French. Moscow, Alpina Non-Fikshn Publ. (In Russ.).
9. *Ian, S.* (2018). Matematika kosmosa: Kak sovremennaya nauka rasshifrovyaet Vselennuyu [Calculating the Cosmos: How Mathematics Unveils the Universe]. Moscow, Alpina Non-Fikshn Publ. (In Russ.).
10. *Lloyd, S.* (2019). Programmiruya Vselennuyu: Kvantovyy kompyuter i budushchee nauki [Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos]. 4th ed. Moscow, Alpina Non-Fikshn Publ. (In Russ.).
11. *Lloyd, S. & Y.J. NG.* (2005). Singulyarnyy kompyuter [Singularity computer]. V mire nauki [In the World of Science], 2, 33–42. (In Russ.).
12. *Musser, G.* (2018). Nelokalnost: Fenomen, menyayushchiy predstavlenie o prostranstve i vremeni, i ego znachenie dlya chernykh dyr, Bolshogo vzryva i teorii vsego [Spooky Action at a Distance: The Phenomenon That Reimagines Space and Time and What It Means for Black Holes, the Big Bang, and Theories of Everything]. Moscow, Alpina Non-Fikshn Publ. (In Russ.).
13. *Mozheyko, M.A.* (2002). Simulyatsiya [Simulation]. In: Istoriya filosofii: Entsiklopediya [History of Philosophy: Encyclopedia]. Minsk, Interpressservis Publ. & Knizhnyy Dom Publ.
14. *Feynman, R.P., R.B. Leighton & M. Sands.* (1965). Feynmanovskie lektzii po fizike: Izluchenie. Volny. Kvanty [Feynman Lectures on Physics: Radiation. Waves. Quanta]. Moscow, Mir Publ. (In Russ.).
15. *Feynman, R.P. & A.R. Hibbs.* (1968). Kvantovaya mekhanika i integraly po traektoriyam [Quantum Mechanics and Path Integrals]. Moscow, Mir Publ. (In Russ.).

16. *Hawking, S.* (2012). *Kratkaya istoriya vremeni* [A Brief History of Time]. In: Hawking, S. *Tri knigi o prostranstve i vremeni* [Three Books on Space and Time]. St. Petersburg, Amfora Publ., 5–216. (In Russ.).
17. *Hawking, S. & L. Mlodinow.* (2013). *Vysshiy zamysel* [The Grand Design]. St. Petersburg, Amfora Publ. (In Russ.).
18. *Baryshev, Y. & P. Teerikorpi.* (2002). *Discovery of Cosmic Fractals*. World Scientific.
19. *Bohm, D. & B.J. Hiley.* (1993). *The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory*. London & New York, Routledge.
20. *Bostrom, N.* (2003). Are you living in a computer simulation? *The Philosophical Quarterly*, 53 (211), 243–255. DOI: 10.1111/1467-9213.00309.
21. *Chou, A.S., R. Gustafson, C. Hogan, et al.* (2016). First measurements of high frequency cross-spectra from a pair of large Michelson interferometers. *Physical Review Letters*, 11 (117), 111102. DOI: 10.1103/PhysRevLett.117.111102.
22. *Courtland, R.* (2018). The microscope revolution that's sweeping through materials science. *Nature*, 563 (7732), 462–464. DOI: 10.1038/d41586-018-07448-0.
23. *Eibenberger, S., S. Gerlich, M. Arndt et al.* (2013). Matter-wave interference with particles selected from a molecular library with masses exceeding 10000. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 15 (35), 14696–14700. DOI: 10.1039/C3CP51500A.
24. *Gisin, N.* (2012). Non-realism: deep thought or a soft option? *Foundations of Physics*, 42, 80–85.
25. *Hawking, S.W. & T. Hertog.* (2018). A smooth exit from eternal inflation? *Journal of High Energy Physics*, 147. DOI: 10.1007/JHEP04(2018)147.
26. *Ji-Gang, R., X. Ping, Y. Hai-Lin et al.* (2017). Ground-to-satellite quantum teleportation. *Nature*, 549, 70–73. DOI: 10.1038/nature23675.
27. *Kolesnikov, A.I., G.F. Reiter, N. Choudhury et al.* (2016). Quantum tunneling of water in beryl: A new state of the water molecule. *Physical Review Letters*, 116, 167802. DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.167802.
28. *Krane, K.S.* (1983). *Modern Physics*. New York, John Wiley and Sons.
29. *Krioukov, D., M. Kitsak, R.S. Sinkovits et al.* (2012). Network cosmology. *Scientific Reports*, 2 (1). DOI: 10.1038/srep00793.
30. *Laurent, Ph., D. Götz, P. Binétruy et al.* (2011). Constraints on Lorentz invariance violation using integral/IBIS observations of GRB041219A. *Physical Review*, 83, 121301-0. DOI: 10.1103/PhysRevD.83.121301.
31. *Lederman, L.M. & Ch.T. Hill.* (2011). *Quantum Physics for Poets*. Prometheus Books.
32. *Moreva, E., G. Brida & M. Gramegna.* (2014). Time from quantum entanglement: an experimental illustration. *Physical Review*, A89, 052122. DOI: 10.1103/PhysRevA.89.052122.
33. *Page, D.N. & W.K. Wootters.* (1983). Evolution without evolution: Dynamics described by stationary observables. *Physical Review*, 27 (12), 2885–2892. DOI: 10.1103/PhysRevD.27.2885.
34. *Proietti, M., A. Pickston, F. Graffitti et al.* (2019). Experimental test of local observer independence. *Science Advances*, 5 (9). DOI: 10.1126/sciadv.aav9832.
35. *Razavy, M.* (2013). *Quantum Theory of Tunneling*. 2nd ed. World Scientific Publishing Company.
36. *Sala, S., A. Ariga, A. Ereditato et al.* (2019). First demonstration of antimatter wave interferometry. *Science Advances*, 5 (5). DOI: 10.1126/sciadv.aav7610.
37. *Smolin, L.* (2002). *Three Roads to Quantum Gravity*. New York, Basic Books.

38. *Stonier, T.* (1990). *Information and the Internal Structure of the Universe: An Exploration into Information Physics*. London, Springer-Verlag.
39. *Vazza, F. & A. Feletti.* (2020). The quantitative comparison between the neuronal network and the cosmic web. *Frontiers in Physics*, 8, 525731. DOI: 10.3389/fphy.2020.525731.
40. *Verlinde, E.P.* (2011). On the origin of gravity and the laws of Newton. *Journal of High Energy Physics*, 29. DOI: 10.1007/JHEP04(2011)029.
41. *Wheeler, J.A.* (1990). Information, physics, quantum: The search for links. In: Zurek, W. (Ed.). *Complexity, Entropy and the Physics of Information*. CRC Press, 3–28.

Информация об авторе

Калужский Михаил Леонидович – МОФ «Фонд региональной стратегии развития», Омский государственный технический университет (644050, Омск, проспект Мира, 11.

frsr@inbox.ru

Information about the author

Kaluzhsky, Mikhail Leonidovich – Regional Development Strategy Fund; Omsk State Technical University (11, Mira st., Omsk, 644050, Russia).

frsr@inbox.ru

ORCID: 0000-0001-5686-5255.
IstinaResearcherID (IRID): 31006812
ResearcherID: A-4163-2013
SPIN-код: 1441-9901
AuthorID: 336101

Дата поступления 02.12.2022