

И.А. Карпенко

ПРОБЛЕМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПОНЯТИЯ ПРОСТРАНСТВА В НЕКОТОРЫХ КОНЦЕПЦИЯХ МУЛЬТИВСЕЛЕННЫХ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ*

Карпенко Иван Александрович – кандидат философских наук, доцент. Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики. 101000, Российская Федерация, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20; e-mail: gobzev@hse.ru

В статье проанализирован ряд концепций мультивселенных, вытекающих из некоторых теорий современной физики, с целью определения трактовки категории пространства в данных концепциях. Автор делает акцент на научных объяснениях, которые впервые обрели формулировки в Новое время. Внимание античным источникам уделяется в той мере, в какой последующая философия и наука занимались их переосмыслением, развитием и отрицанием. В работе рассмотрены интерпретации пространства в истории философии и науки с точки зрения их взаимосвязи с современными физическими представлениями. Такая связь действительно имеет место – передовые физические теории в своей объяснительной части (там, где она есть) часто оперируют категориями и смыслами, сформулированными предшествующей философией. Притом, конечно, сама физика (и тем более математика) не занимается объяснением того, что есть пространство – это всегда задача философии науки. В ходе исследования, помимо традиционных философских источников, проанализированы идеи ряда современных учёных, непосредственно или косвенно оказавших влияние на трактовку категории пространства. В первую очередь, речь идёт о работах Стивена Вайнберга, Эдварда Виттена, Николаса Гизина, Алана Гута, Хуана Малдасены, Леонарда Сасскинда, Стивена Хокинга, Герарда Хоофта, и других. Статья опирается на метод когнитивной интерпретации формального содержания математики-физической теории, метод сравнительного анализа (анализ философских текстов), герменевтический метод и феноменологический метод (анализ представлений). Показано, что контекст современных концепций мультивселенных вносит новые коннотации в понимание пространства. В результате исследования делаются выводы о современном состоянии осмысления пространства в контексте философии физики.

Ключевые слова: пространство, философия физики, мультивселенная, история науки, квантовая физика, теория суперструн, вечная инфляция

* Статья подготовлена в ходе проведения исследования (№15-01-0071) в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)» в 2015-2016 гг. и с использованием средств субсидии на государственную поддержку ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров, выделенной НИУ ВШЭ (№15-01-0071).

Введение. Исследования в некоторых разделах физики начиная с XX в., иногда, в качестве одного из следствий теорий, приводят к концепциям мультиверса. Существование мультиверса постулируется, исходя из различных оснований. Уже тот факт, что отправные точки могут быть разными, а итог один, – является серьезным поводом к философскому анализу базисов теорий, допускающих множественность миров¹.

Цель настоящего исследования состоит в анализе некоторых из таких теорий и в попытке интерпретации базовых понятий (в частности, пространства), лежащих в основе той или иной концепции множественности миров, с привлечением историко-философского контекста. Сформировавшаяся на сегодняшний день философия науки, как кажется, несколько отстает от современных открытий физики (XX и XXI вв.). Однако это видимое упущение можно попытаться исправить, если установить связи (категориальные и концептуальные) между философскими и научными теориями прошлого и настоящего. В таком случае может оказаться, что ряд современных физических представлений коррелирует с предшествующими идеями (при условии определенной модификации последних). Интересно, что наибольшую активность в современной философии науки проявляют физики и математики: Джон Барроу, Брайан Грин, Дэвид Дойч, Роджер Пенроуз, Леонард Сасскинд и другие, и их работа, безусловно, важна. Проблема только в том, что, не будучи философами (специалистами в истории и философии науки), они практически не упоминают (или упоминают мало и случайным образом) историко-философский контекст, который позволил бы связать то, что есть сейчас, с тем, что говорилось раньше по этим же вопросам.

Пьер Адо указывал на то, что философия – это, в первую очередь, образ жизни. Анализируя различные античные философские школы, он показал, что задача познания мира (например, в физике стоиков) является производной от задачи гармоничного сосуществования с миром. То есть, мир нужно познавать, чтобы научиться в нем жить, жить «согласно природе». В каком-то смысле философия – это всегда философия науки. Поэтому очевидно важна философская интерпретация концепций современной физики.

Пространство и время остаются самыми фундаментальными компонентами физики (притом что в действительности не ясно, фундаментальны ли они). Современная теоретическая физика, решая различные частные вопросы, затрагивает эти категории таким образом, что их все сложнее зафиксировать определенно и однозначно. Теории мультивселенных – только один из примеров, когда пространство и время, называясь по-прежнему, говорят о разном. Правда, пространство (притом, что под этим словом можно подразумевать многое) более легко представимо, чем время. Со временем ситуация сложнее – Альберт Эйнштейн в этой связи отметил, что для сознания человека всегда была характерна геометризация понятия времени², т. е. время скорее осмысливается в пространственных категориях (отрезках, промежутках, интервалах) и не имеет собственных ясных физических характеристик. Можно предположить, что в силу неких эволюционных причин человек не наделен способностью представления времени. Вообще, строго говоря, это касается не только времени: есть многое, что существует (в том смысле, что оно мыслимо), но, тем не менее, не представимо. Например, это касается размерностей пространства выше трех³, бесконечности, небытия, единого

¹ В действительности могут быть принципиально различные вариации мультиверса, но все они объединены идеей множественности миров.

² Hadot P. Exercices spirituels et philosophie antique. P., 1987.

³ Einstein A. Relativity: The Special and the General Theory. L., 1954. P. 141.

и т. д. То есть существуют ограничения на пространственное воображение, и это неоднократно отмечалось начиная с античности, стоит лишь выйти за пределы привычного воображению мира. В наиболее эффективной теории, имеющей дело со временем, теории относительности, эта логика пространственного представления времени доведена до предела – время можно пытаться интерпретировать как дополнительное (четвертое) пространственное измерение. Разумеется, не буквально, но в том смысле, что отсутствие движения в пространстве (относительное отсутствие) можно рассматривать как стопроцентное движение во времени (со скоростью света)⁴.

В настоящей статье внимание акцентируется в основном на категории пространства (и связанных с ним понятиях), возникающей в философской интерпретации некоторых теорий мультивселенных; проблема времени затрагивается в меньшей степени и будет проанализирована в отдельном исследовании.

2. Постановка проблемы. Нельсон Гудман отметил: «Если имеется всего лишь один мир, то он охватывает множество контрастирующих аспектов; если имеется много миров, то их совокупность составляет одну вселенную»⁵. То есть много миров можно рассматривать как один мир, мультивселенную, но и один мир может быть рассмотрен как многие. Это указывает на древнюю проблему в разделении единого и многого⁶, поэтому в дальнейшем будет введен специальный критерий разделения.

На сегодняшний день в физике насчитывается девять основных теорий мультиверса – такова точка зрения струнного теоретика Брайна Грина⁷. Но нужно отметить, что не все из названных им 1) в самом деле относятся к физике и 2) действительно предполагают существование мультивселенной. Что касается первого сомнения, то оно относится к теории изобилия (полноты бытия), которая, вероятно, берет свое начало в мире идей Платона. С этой стороны действительно сложно говорить о физической теории, потому что она допускает существование любых миров, в том числе и таких, которые противоречат законом физики, а это абсурд. Теории изобилия (в которой допускается реализация всего мыслимого) посвящены работы, в частности, Артура Лавджоя⁸, Роберта Нозика⁹, Дэвида Льюиса¹⁰, В.П. Визгина¹¹ и А.С. Карпенко¹². Что касается второго пункта, то здесь сложность возникает из-за возможности различных интерпретаций. Например, правомерно ли рассматривать модель голографической вселенной как мультивселенной, или все-таки порождающая явления поверхность и ее трехмерная проекция – одна и та же вселенная? Эти вопросы возникают потому, что не существует какого-либо общепринятого определения мультивселенной. Чтобы избежать путаницы, в данной работе под мультивселенной (и ее синонимом мультиверсом), подразумевается множество миров, среди

⁴ Например, трудно вообразить трехмерную сферу. Воображая сферу, мы представляем ее двухмерную поверхность, в то время как у трехмерной она должна быть трехмерная, и, следовательно, для ее представления необходимо четырехмерное пространство.

⁵ Подробный анализ проблемы времени в контексте науки XX в. см. в работе *Whitrow G.J. The Natural Philosophy of Time. Oxf., 1980.*

⁶ *Goodman N. Ways of Worldmaking. Indianapolis, 1978. P. 2.*

⁷ См. диалог Платона «Парменид», в котором тщательно анализируется эта проблема: *Платон. Парменид // Платон. Соч.: в 4 т. Т. 2. СПб., 2007. С. 413–493.*

⁸ *Greene B. The Hidden Reality. Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos. N.Y., 2011.*

⁹ *Lovejoy A.O. The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea. Camb. (Mass.), 1936.*

¹⁰ *Nozick R. Philosophical Explanations. Camb. (Mass.), 1981.*

¹¹ *Lewis D. On the Polarity of Worlds. Oxf., 1986.*

¹² *Визгин В.П. Идея множественности миров: очерки истории. М., 2007.*

которых есть такие, которые идентичны нашему¹³ (или почти идентичны). Идентичные – очень важная оговорка, иначе в рассмотрение попадут под видом других миров любые звездные системы или галактики наблюдаемой вселенной. Предположения о том, что другие звездные системы (или объекты Солнечной системы) населены подобно нашей, высказывались в истории науки неоднократно, и в Новое время вошли в научно-популярную и художественную литературы. Джордано Бруно¹⁴, Сирано де Бержерак¹⁵, Бернар Фонтенель¹⁶, Готфрид Альфред Бюргер и Рудольф Эрих Распе¹⁷ и многие другие использовали в своих сочинениях сюжет обитаемости окружающего космического пространства.

Допущение обитаемости вселенной и правда имеет место, но это не связано с теориями мультивселенной. Идея множества миров в современной физике предполагает существование за пределами наблюдаемой вселенной других миров (возможно, «параллельных» ей). Первый ключевой момент идеи мультиверса заключается в принципиальной сложности (как правило, невозможности) их наблюдать в силу определенных ограничений, накладываемых законами природы. Второй – спорная, но наш взгляд, важная гипотеза о допущении существования миров, идентичных уже наблюдаемому.

Другое важное ограничение состоит в том, что настоящее исследование посвящено возможным мирам в физическом смысле, а не в логическом. В многозначных логиках можно строить сколько угодно «возможных миров» со своими наборами аксиом и правилами вывода (очень просто создать программу, которая будет порождать их автоматически), но такие миры очень слабо или вообще не коррелируют с физической реальностью, т. к. они не привязаны непосредственно к законам физики.

В научно-философском дискурсе о мультивселенных часто упоминаются следующие мультиверсы: Quantum Multiverse – квантовый; Landscape Multiverse – ландшафтный; Quilted Multiverse – «лоскутный» мультиверс; Inflationary Multiverse – инфляционный; Brane Multiverse – мультиверс на бранах; Ultimate Multiverse – мультиверс, содержащий все возможные вселенные; Cyclic Multiverse – циклический; Holographic Multiverse – мультиверс как голограмма.

К идее вселенной, основанной на голографическом принципе, привели исследования в области черных дыр и энтропии. Сначала работы Карла Шварцшильда¹⁸, Яакова Бекенштейна¹⁹, Стивена Хокинга²⁰, Леонарда Сасскинда²¹ и Герарда Хофта²² в стандартной модели физики, а затем Эдварда

¹³ Карпенко А.С. Философский принцип полноты // *Вопр. философии*. 2013. № 6–7. С. 58–71.

¹⁴ Под нашим миром подразумевается наблюдаемая вселенная в пределах ее космического горизонта.

¹⁵ Бруно Д. Диалоги. М., 1949. С. 295–449.

¹⁶ Bergerac, Cyrano de. Histoire comique par Monsieur de Cyrano Bergerac contenant les Etats & Empires de la Lune. P., 1657.

¹⁷ Fontenelle, Bernard Le Bouyer de. Entretiens sur la pluralité des mondes. P., 1686.

¹⁸ Бюргер Г.А., Распе Э.А. Удивительные путешествия на суше и на море, военные походы и веселые приключения барона фон Мюннгаузена, о которых он обычно рассказывает за бутылкой в кругу своих друзей. М., 1986.

¹⁹ Schwarzschild K. Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie // *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*. Sitzung vom 3. Februar 1916. S. 189–196.

²⁰ Bekenstein J. Black Holes and Entropy // *Physical Review*. 1976. № 7 D. P. 2333–2346.

²¹ Hawking S.W. Black Hole Explosions? // *Nature*. 1974. Vol. 248(5443). P. 30–31.

²² Susskind L. The World as a Hologram // *Journal of Mathematical Physics*. 1995. Vol. 36(11). P. 6377–6399.

Виттена²³ и Хуана Малдасены²⁴ в теории струн показали, что наблюдаемая трехмерная вселенная может рассматриваться как отражение (голограмма) физических событий, происходящих на далекой двухмерной поверхности – она в определенном смысле и является подлинной реальностью, т. к. генерирует ту трехмерную реальность, в которой мы существуем. Однако представляется, что в данном случае все-таки справедливо говорить об одной вселенной, в которой существуют различные языки для описания одной и той же реальности (имеет место математический дуализм – языком двумерной поверхности удобно описывать и устанавливать сложные свойства трехмерной реальности и наоборот), а не один язык для описания разных реальностей, т. е. едва ли эту идею можно интерпретировать как имеющую отношение к мультивселенным. Поэтому здесь эта теория анализироваться не будет.

Циклический мультиверс предполагает существование вселенной в течение определенного цикла (несколько триллиардов лет), когда в результате какого-либо события – схлопывания в сингулярность или столкновения с соседней вселенной – вселенная разрушается и все начинается с начала, т. е. повторяется тот же сценарий рождения и развития вселенной, возможно, в точности тот же. Таким образом, речь идет о мирах, существующих последовательно в разные времена, и такой вариант трудно назвать вариантом мультивселенной в полном смысле. Тем менее эта концепция будет затронута как следствие другой теории (бранного мультиверса).

Также здесь не будет рассматриваться теория ландшафтного мультиверса. Она является результатом применения теории струн к инфляционной космологии, и ничего не добавляет к пониманию характеристик пространства по отдельности в инфляционной и струнной теориях. Скорее наоборот, она это возможное понимание крайне затрудняет, потому что является чрезвычайно сложной не только для философско-научной интерпретации, но и для математического описания (такого законченного описания еще не появилось).

Не будет рассматриваться и теория Ultimate Multiverse («возможно все») как имеющая в данном контексте чисто спекулятивный характер.

3. Краткое введение в проблему пространства. Рассуждая о пространстве, традиционно выделяют следующие его характеристики (связанные между собой): конечность или бесконечность; наличие пустоты и материи или отсутствие такого разделения; возможность движения, непрерывность и дискретность, наличие места, фундаментальность. Подробному обсуждению истории вопроса конечности или бесконечности пространства посвящена работа Александра Койре²⁵, также некоторые идеи по этому поводу высказаны в статье И.А. Карпенко²⁶. Койре указывает на интересную деталь: понятия «космос» эпохи античности и Средних веков совсем не то же самое, что «вселенная» Нового времени, и тем более отличается от мирового пространства современной физики. Космос Аристотеля, Гиппарха, Птолемея – это замкнутый конечный мир, за пределами которого не находится ничего²⁷. У Николая Кузанского и Джордано Бруно это уже бесконечная вселенная; вопреки идеям Николая Коперника и Иоганна Кеплера (а на самом деле во многом благодаря им) миры

²³ *Stephens C.R., 't Hooft G., Whiting B.F.* Black Hole Evaporation without Information Loss // *Classical and Quantum Gravity*. 1994. Vol. 11(3). P. 621.

²⁴ *Witten E.* Anti-de Sitter Space and Holography // *Advances in Theoretical and Mathematical Physics* 1998. № 2. P. 253–291.

²⁵ *Horowitz G.T., Maldacena J., Strominger A.* Nonextremal Black Hole Microstates and U-Duality // *Physical Letters*. 1996. Vol. 383 B. P. 151–159.

²⁶ *Койре А.* От замкнутого мира к бесконечной вселенной. М., 2001.

²⁷ *Карпенко И.А.* От замкнутой вселенной к бесконечной и обратно // *Филос. науки*. 2014. № 6. С. 105–118.

Рене Декарта, Готфрида Лейбница и Исаака Ньютона также бесконечны (и, вероятно, мир Галилея тоже). Притом в моделях, допускающих бесконечность, не обязательно бесконечно пространство – например, при пространстве как протяженности материи у Декарта, конечно, бесконечен лишь Бог. У Генри Мора бесконечное пространство – это «чувствилище Бога». Также из бесконечности не следует автоматически множественность миров²⁸.

На сегодняшний день вопрос о конечности или бесконечности пространства открыт (отчасти, возможно, потому, что нет ясности относительно природы пространства). Теоретически, если допускать постулат симметрии и опираться на общую теорию относительности, возможны варианты плоского бесконечного, плоского конечного (но безграничного), сферического и седловидного пространства (что следует из работы А. Фридмана 1924 г.²⁹). Иначе говоря, пространство может иметь нулевую, положительную или отрицательную кривизну. Область наблюдаемого пространства так мала по сравнению с размерами расширяющейся вселенной, что на доступных масштабах трудно сделать вывод о конфигурации пространства. Если доверять методу индукции, можно склоняться к плоской-бесконечной, полагая, что и «там» так же, как «здесь».

Другая проблема касается места и материи. Следует ли различать материальный объект и место, в котором он располагается и которое их разделяет? Если да (как ответил бы Демокрит, эпикурейцы и последующие атомисты), то пространство это и есть это «место», а материя, в таком случае, отлична от пространства. Но тогда возникает вопрос о том, что такое это «место» – пустое пространство, ничто³⁰? Это проблема явно осознавалась уже элеатами, у них нет пустоты, невозможно многое и невозможно движение. Поэтому мир элеатов – единое, неделимое, не движущееся нечто³¹. Фактически, в этой ситуации разница между пространством и материей исчезает. Аристотель, не допуская пустоты, допускал наличие «места», что уже в Средние века привело к понимаю ошибочности его теории, т. к. его концепция движения и абсолютного места явно противоречила наблюдениям.

Одно из важных различий в воззрениях на природу чувственного мира у античных философов и ученых Нового времени состоит в том, что если у первых она была тенью, отражением реального мира идей (как у Платона) или «возможностью», чем-то не существующим без формы (как у Аристотеля), то, например, у Декарта она – субстанция, действительность, подлинная реальность. Декарт отказался от идеи пустого места: все, что есть – материальная протяженность: «Причина этому та, что сами названия “место” и “пространство” не обозначают ничего действительно отличного от тела, про которое говорят, что оно «занимает место»; ими обозначаются лишь его величина, фигура и положение среди других тел»³², и, таким образом, она и есть пространство.

²⁸ Космос Аристотеля конечен, потому что «ничто беспредельное не может иметь бытие» (*Аристотель. Метафизика // Аристотель. Соч.: в 4 т. Т. 1. М., 1976. С. 97*), это следует из анализа рассуждения Платона о едином и ином.

²⁹ Декарт категорически не допускал множественности миров, см. *Декарт Р. Первоначала философии // Декарт Р. Соч.: в 2 т. Т. 1. М., 1989. Ч. 2. § 22.*

³⁰ См. английский перевод статьи: *Friedmann A. On the Possibility of a World with Constant Negative Curvature of Space // General Relativity and Gravitation. 1999. Vol. 31(12). P. 2001–2008.*

³¹ Возможно отличать пустоту от ничто, наделяя первую протяженностью.

³² Истоки научного мировоззрения в античности и Новом времени подробно исследованы в работах П.П. Гайденко: *Гайденко П.П. История греческой философии в ее связи с наукой. М., 2012; Гайденко П.П. История новоевропейской философии в ее связи с наукой. М., 2011.*

Лейбниц, как бы по-новому осмысляя сказанное Парменидом, задается вопросом – почему есть нечто вместо ничто?³³, и выводит проблему на новый уровень сложности. Сам этот вопрос уже допускает возможность «ничто» (хотя не до конца ясно, что это «ничто» – небытие или «недобытие» как возможность реализации бытия). Лейбниц решает этот вопрос с привлечением религиозного аспекта и закона достаточного основания. Но из его вопроса следует другой важный вопрос: а возможно ли в принципе, чтобы нечто не существовало? То есть возникает предположение, что все обязано быть, т. к. нет разумных оснований для того, чтобы чего-либо не было. Подробный анализ этой проблемы в историко-философской ретроспективе см. в статье А.С. Карпенко³⁴.

Исаак Ньютон, в отличие от Декарта, однозначно разъединяет пространство и материю, ясно говоря: «место есть часть пространства, занимаемое телом...»³⁵ Для Лейбница же материя – актуальный феномен, а пространство – идеальная абстракция. У Декарта³⁶ и Лейбница³⁷ категорически нет атомов (у последнего это монады, принципиально не протяженные частицы материи), и свойства материи обусловлены нематериальной субстанцией. Ньютон же атомист (но в ином смысле, чем, например, Гюйгенс и другие атомисты XVII века, его атомы обладают активными силами и имеют разные формы).

Если атомов и пустоты нет, то чтобы допустить движение, должен быть некий непрерывный эфир (у Аристотеля вводится вихревое движение, у Декарта так же используются «вихри» для объяснения движения в эфире), который и есть, по существу, пространство. Концепция эфира получила дальнейшее развитие в виде «светоносного эфира», в котором распространяются электромагнитные волны, и очень кстати пришлось открытию Джеймсом Максвеллом электромагнетизма – его вычисления показали скорость света, близкую к установленной экспериментами, но оставался вопрос: 300 000 км/с по отношению к чему? Ответ: к эфиру. Но Эйнштейн в специальной теории относительности показал, что уравнения Максвелла на самом деле не нуждаются ни в каком эфире, и свет движется с такой (всегда одинаковой) скоростью по отношению к чему угодно.

С проблемой движения тесно связаны дискретность или непрерывность. Знаменитые апории Зенона, доказывающие, что движения и множественности не существует и тем самым подрывающие основы ранней пифагорейской математики с ее дискретными монадами, из которых состоят объекты, актуальны до сих пор³⁸. Программа атомизма, начатая Левкиппом и Демокритом (попытавшимися обойти эти апории), пифагорейские идеи, развитые Платоном (его дискретные – это точка, линия, плоскость) и Евдоксом, аристотелевская физика и геометрия Евклида привели к интересным концепциям сегодня³⁹. К XX в. утверждается атомизм, который с одной стороны, принимает материальность атомов (хотя более актуально говорить о кварках, электронах, фотонах, частицах-переносчиках взаимодействий и т. п.), с другой стороны, математический аппарат рассматривает их как точки, не имеющие

³³ Декарт Р. Первоначала философии. Ч. 2. § 13.

³⁴ См. Лейбниц Г.В. О глубинном происхождении вещей // Лейбниц Г.В. Соч.: в 4 т. Т. 1. М., 1982. С. 282–290.

³⁵ Карпенко А.С. Основной вопрос метафизики // Филос. журнал. 2014. № 2(13). С. 51–74.

³⁶ Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М., 2008. С. 30–31.

³⁷ Декарт Р. Первоначала философии. Ч. 2. § 20.

³⁸ Лейбниц Г.В. Избранные философские сочинения. М., 1890. С. 158.

³⁹ Анализ практически всех возможных решений апорий с обоснованием несостоятельности этих решений осуществил А. Коуре в специальной работе: Коуре А. Заметки о парадоксах Зенона // Коуре А. Очерки истории философской мысли. М., 1985. С. 27–51.

физических размеров. Если в стандартной модели физики частицы – это физически дискретные единицы, математически непрерывные (т. е. не имеющие минимального размера), то в струнной теории и теории квантовой петлевой гравитации это в обоих случаях объекты, имеющие конечный размер. Однако это говорит о дискретности материи, «располагающейся» в пространстве, но не о дискретности самого пространства. Если пытаться постулировать дискретность пространства, то это равносильно утверждению о том, что оно не фундаментально, а «состоит» из чего-то. На сегодняшний день вопрос этот открыт⁴⁰.

Отдельного внимания заслуживает пространство в системе Платона: это не место для объектов, оно не воспринимается чувственно и не является полностью идеальным⁴¹. Оно выступает в качестве посредника между идеями и чувственным миром. Его точное восприятие невозможно: оно как бы «видится во сне», но необходимо для занятий геометрией. Соответственно, движение в нем невозможно, движение в мире геометрии, как утверждает Прокл⁴², – это удобная фантазия, которая является следствием особенностей нашего восприятия окружающего мира. Кантовское понимание пространства как априорной формы чувственности, которое само не может ощущаться и мыслиться, но является условием восприятия, приближается к платоновской трактовке.

4. Теории мультиверса и пространство. Идея «лоскутного» мультиверса довольно проста. Для реализации этого варианта требуется одно допущение: бесконечность пространства. Интересно, что наиболее адекватными для концепции «лоскутного мультиверса» оказываются идеи Николая Кузанского и Джордано Бруно с их бесконечными вселенными. Правда, Кузанский считал, что все миры должны быть уникальными⁴³. Для Бруно бесконечность миров следует из его тезиса «действительность и возможность – одно и то же»⁴⁴, предполагающего, что все мыслимое существует (но здесь необходимо ограничение – в пределах допустимого законами физики)⁴⁵.

Допустим, обстоятельства (законы природы) вне доступной для наблюдения части вселенной те же, что и в наблюдаемой. Если это так, существует, скорее всего, конечное число возможных вариаций частиц и, следовательно, их комбинаций⁴⁶. Число комбинаций крайне велико, но в бесконечной вселенной с необходимостью будут повторы (бесконечное число раз). По существу, «лоскутная» мультивселенная – это одна бесконечная вселенная, в которой существует бесконечное множество миров, которые бесконечно повторяются. Именно повторяемость оказывается главным условием разговора о мультиверсе – в противном случае приставка «мульти» – едва ли оправдана и мы возвращаемся к традиционным вариациям в духе Коперника, Галилея, Декарта, Ньютона и т. п.

Пространство в этой модели в определенном смысле классическое. Это некая среда, в которой находится материя. Оно «пронизано» различными полями, которые в квантовой теории поля могут отождествляться с частицами

⁴⁰ Разумеется, влияние геометрии и математики Средних веков и Нового времени на современную науку не менее велико, здесь лишь указывается на отправные пункты развития науки.

⁴¹ Подробно об истории атомизма см., например, работу Зубова В.П.: *Зубов В.П. Развитие атомистических представлений до начала XIX в. М., 1965.*

⁴² *Платон. Тимей // Платон. Соч. в 4 т. Т. 3. Ч. 1. СПб., 2007. 52 а-в.*

⁴³ *Прокл Диадох. Комментарий к первой книге «Начал» Евклида. М., 2013.*

⁴⁴ *Николай Кузанский. Об ученом незнании // Николай Кузанский. Соч.: в 2 т. Т. 1. М., 1979. С. 135.*

⁴⁵ *Бруно Д. Диалоги. С. 242.*

⁴⁶ Здесь возникает важнейший вопрос: если наше мышление подчиняется законам физики, можем ли мы мыслить нечто противоречащее физике?

(в том смысле, что, поскольку нельзя точно локализовать частицу в конечном пространстве, флуктуирующую частицу можно представлять как квант поля). Тем не менее поля – это не пространство, они как бы «находятся» в нем, задавая свойства материи, взаимодействия которой распространяются в нем. В космологии лоскутной мультивселенной в классическом варианте содержатся основные трудности современной физики: отсутствие квантовой теории гравитации, и поэтому она описывается независимо двумя теориями на различных масштабах, общей теорией относительности и квантовой механикой. Когда же осуществляется попытка заглянуть вглубь пространства, на мельчайшие расстояния, математика этих теорий перестает работать⁴⁷.

Квантовый мультиверс. История проблемы квантовых измерений и некоторые современные пути ее решения проанализированы, например, в работах И.А. Карпенко⁴⁸, а также в некоторых классических работах⁴⁹. В данном случае ограничимся краткой формулировкой проблемы: проблема квантовых измерений заключается в том, что линейное уравнение Шредингера, описывающие микромир (эволюцию во времени волновой функции), как будто перестает работать в условиях макромира.

Нильс Бор и Макс Борн первыми осознали вероятностную природу волновой функции⁵⁰, и ввели термин «волна вероятности»⁵¹, характеризуя поведение частиц, создающих интерференционную картину. То есть частицу можно рассматривать как волну (это было показано Луи де Бройлем⁵²), значит, обнаружить частицу в определенном месте можно с определенной вероятностью⁵³. В тех местах, где значение волны велико (величина амплитуды), обнаружить частицу наиболее вероятно.

Сущность проблемы в следующем: допустим, волна вероятности показывает (а точнее, это показывает уравнение Шредингера), что частицу с равным успехом можно обнаружить в нескольких местах. Однако, когда производится измерение (взаимодействие микромира с макроскопическим измерительным прибором), она коллапсирует, и выбирается одно-единственное положение для частицы. Возникает закономерный вопрос: почему частица «выбрала» это место, а не другое, хотя эволюция волновой функции показывала нам, что она могла бы обнаружиться с той же вероятностью и в других

⁴⁷ Можно возразить против конечного числа возможных конфигураций, ведь частицы могут находиться где угодно и вариантов бесконечно много. Но есть принципиальные ограничения на точность измерений (принцип неопределенности), так что пространство все равно предстает дискретным.

⁴⁸ Вспомним, что в квантовой теории поля частицы – это точки, не имеющие размера, поэтому, теоретически, можно рассматривать бесконечно малые расстояния. Именно на малых расстояниях, сопоставимых с планковской длиной, гравитационное взаимодействие (самое слабое из всех) начинает играть существенную роль, но на этих расстояниях известные математические методы не работают.

⁴⁹ *Карпенко И.А.* Проблема связи квантовой механики и реальности: в поисках решения // Эпистемология и философия науки. 2014. № 2. С. 110–126; *Карпенко И.* Question of Consciousness: to Quantum Mechanics for the Answers // *Studia Humana*. 2014. Vol. 3. № 3. P. 16–28.

⁵⁰ См., напр., *Bell J.S.* Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics. Camb., 1987; *Quantum Theory and Measurement*. Princeton, 1983.

⁵¹ *Born M.* Zur Quantenmechanik der Stoßvorgänge // *Zeitschrift für Physik*. 1926. Bd. 37(12). S. 863–867.

⁵² Волны вероятности связаны с волновыми функциями, но не совпадают с ними. Дело в том, что вероятность не может принимать отрицательных значений, а значение волновой функции может. Если бы дело ограничивалось волнами вероятности, интерференционная картина не возникала бы.

⁵³ *Бройль Л. де.* Революция в физике (Новая физика и кванты). М., 1965.

местах. Конечно, можно ответить: просто так, это присущая природе случайность, ничем не детерминированная. Такой ответ не подходит по двум причинам: во-первых, очевидно, наука не может опираться на подобные основания; во-вторых, в таком случае приходится утверждать, что уравнение Шредингера перестает работать при переходе с микроуровня на макроуровень (при взаимодействии с крупными измерительными приборами⁵⁴), как и утверждает копенгагенская интерпретация.

В наших целях важна интерпретация, предложенная Хью Эвереттом⁵⁵. Он предложил так называемую «многомировую интерпретацию», суть которой в том, что реализуются все возможные исходы. Это означает, что любое вероятное положение, описываемое волной вероятности, реализуется, но в отдельной – параллельной – вселенной. Огромный плюс этого подхода в том, что уравнение Шредингера никогда не перестает работать. Минус, очевидно, в том, что невозможно доказать истинность его теории. Дэвид Дойч уверен, что многощелевой эксперимент однозначно доказывает существование параллельных миров⁵⁶, т. к. интерференция является следствием столкновения фотонов (или электронов) одного мира с фотонами (или электронами) параллельного мира, история которого еще очень близка к нашей. Но поскольку это «параллельная реальность», мы ее не видим. Его теория оказывается несостоятельной, если рассматривать элементарные частицы как волны. Однако, опираясь на явления вроде фотоэффекта, он принципиально не признает корпускулярно-волновой дуализм. Здесь стоит указать, что несмотря на очень значительный авторитет Дойча в физике, эти его доводы не находят существенной поддержки в научном сообществе.

В случае принятия многомировой интерпретации возникает закономерный вопрос: где возникают и существуют эти вселенные, каждое мгновение в огромном количестве? В некоем пространстве? Если да, то они перестают быть параллельными, поскольку для них есть некое общее пространство, что допускает возможность их пересечения. Если нет, и возникает каждый раз новое пространство, то оно возникает нигде. Приходится допускать возникновение нечего в ничто, а это, очевидно, тупиковый путь⁵⁷.

Другая проблема заключается в том, что арена действий квантовой теории поля – это не обычное трехмерное пространство, а гильбертово (вариант конфигурационного для квантовой теории), которое может иметь сколько угодно измерений. Квантово-механическое описание имеет дело с привычным пространством только в случае волновой функции одной изолированной частицы. Но для описания каждой новой частицы задаются новые три оси пространственных измерений, и следовательно, число измерений будет в три раза больше числа частиц. Понятно, что в случае макроскопических объектов, таких как измерительные приборы и люди, вычисления крайне усложняются, однако нас интересует другой вопрос: является ли гильбертово пространство реальным (и в каком смысле?) Принято считать, что это математическая абстракция, но словосочетание «математическая абстракция» никаким образом не доказывает нереальность обозначаемого им явления.

⁵⁴ Позже Ричард Фейнман показал, что квантовая теория поля не нуждается в понятиях «частицы» и «волны» для полноценной работы, вместо этого осуществляется сложение векторов состояний (суммирование по траекториям) (*Feynman R., Hibbs A. Quantum Mechanics and Path Integrals. N.Y., 2005*).

⁵⁵ Конечно, это может объясняться декогерентностью, но в данном случае не влияет на суть многомировой интерпретации.

⁵⁶ Оригинальную версию диссертации Эверетта можно найти в книге: *The Many Worlds Interpretation of Quantum Mechanics. Princeton, 1973*.

⁵⁷ *Deutsch D. Fabric of Reality. N.Y., 1997. P. 32–55*.

Еще одно следствие квантовой механики (которое вытекает из известного эксперимента Эйнштейна-Подольского-Розена), впоследствии ставшее важным элементом теории Бройля-Бома⁵⁸, косвенно подтвержденное работами Джона Белла⁵⁹ и Алена Аспекта⁶⁰, заключается в нелокальности пространства. Основные классические представления (за исключением, например, таких важных представлений, как представление Ньютона о мгновенном воздействии гравитации) об устройстве пространства основаны на том, что оно локально, т. е. для того, чтобы передалось некое воздействие, нужно преодолеть определенное расстояние, и скорость передачи ограничена скоростью распространения света. Однако нелокальность нарушает этот принцип: т. н. связанные фотоны мгновенно коррелируют, передавая друг другу воздействие на один из них, что очевидно является превышением скорости света (фактически скорость оказывается вообще ни при чем). Это определенно не согласуется со специальной теорией относительности, которая и устанавливает этот верхний предел скорости⁶¹. Философские основания физики могут сильно меняться в зависимости от того, локально пространство или нет. Если запутанность интерпретировать именно как следствие нелокальности, меняется само понятие расстояния – в привычном нам виде оно теряет объективный смысл и превращается в иллюзию восприятия. Причем, по всей видимости, не важно, как далеко разнесены частицы (в прошлом году Николас Гизин с коллегами измеряли расстояние в 25 километров⁶²): корреляция сохраняется. В таком случае, что нас заставляет различать «там» и «здесь», если, возможно, в действительности этого различия нет и пространство нелокально? Почему человеческий опыт расходится с данными науки и человек вынужден преодолевать несуществующие расстояния, чтобы попасть из одной точки в другую? Возможно, все из-за того же различия микромира и макромира в копенгагенской интерпретации, и пространство нелокально только на микроуровне? Но это требует объяснений.

Эксперименты Гизина и других показали, что квантовая телепортация существует, что фактически означает мгновенное перемещение объекта (пока что это элементарные частицы) из одной области в другую. Это может означать, что, несмотря на нелокальность, понятие «места в пространстве» сохраняется: суть телепортации в том, что в другом «месте» возникает двойник исходного объекта, который остается в прежнем месте. В таком случае, вероятно, следует говорить о том, что нелокальны связи между объектами в пространстве, само же пространство, как того хотела классическая физика (в лице Ньютона, Эйнштейна и др.), локально и предоставляет «места» для расположения объектов.

Имеет смысл отметить, что многомировая интерпретация, помимо сложности доказательства, наталкивается на одну серьезную трудность. В ней теряет смысл само понятие вероятности. Если реализуются все возможные исходы, то каков смысл утверждения, что один исход более вероятен, чем

⁵⁸ Проблема возникает именно благодаря возникновению новых миров, если бы этого не было, то вопрос о «где» отпадает.

⁵⁹ *Bohm D.* A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of 'Hidden' Variables, I and II // *Quantum Theory and Measurement*. Princeton, 1983. P. 369.

⁶⁰ *Bell J.S.* On the Einstein Podolsky Rosen Paradox // *Physics*. 1964. № 1(3). P. 195–200.

⁶¹ *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. Iss. 2. P. 91–94.

⁶² Предел накладывается на движение в пространстве, но само пространство может расширяться быстрее (например, в инфляционной космологии).

другой? Квантовые вычисления, имея статистическую природу, показывают, что при многократном эксперименте частица будет с наибольшей вероятностью обнаружена там-то или там-то, при этом вероятность одних исходов может быть выше других, т. е. частица не обязательно будет обнаружена в наиболее вероятном положении – ведь дело в том, что она там будет оказываться чаще всего. Однако при обязательной реализации всех исходов смысл такой вероятности, основы квантовой механики, ускользает.

Инфляционный мультиверс. Инфляционное расширение – это вариация теории Большого взрыва, которая позволяет объяснить однородность наблюдаемой вселенной (в частности, примерно одинаковую температуру реликтового излучения). Нас интересует конкретно сценарий вечной инфляции (вариант инфляционной космологии). Изначальный сценарий вечной инфляции предложен Аланом Гуттом⁶³, Андреем Линде⁶⁴ и Полом Стейнхардом⁶⁵. Александр Виленкин, по всей видимости, был первым, кто осознал (и популярно изложил), что инфляционное расширение может быть вечным, и эта-то идея была дальше разработана указанными физиками. Чтобы понять ее, нужно допустить, что бесконечное нечто (можно ли назвать это нечто пространством?) заполнено гипотетическим полем инфлатона⁶⁶, высокая энергия которого вызывает сверхбыстрое расширение. Когда энергия поля скатывается к низким значениям, происходит образование миров (энергия поля инфлатона преобразуется в частицы, из которых впоследствии формируются галактики). Для объяснения факта падения поля инфлатона необходима квантовая теория поля – она предсказывает, что квантовые флуктуации (неизбежные случайные возмущения поля на микроуровне) могут «сбросить» поле инфлатона с высокой точки, что и приведет к образованию вселенной.

Эту картину можно представить как некое бескрайнее пространство (инфлатон), в котором вечно возникают новые вселенные. Очень интересно, что, хотя с точки зрения гипотетического внешнего наблюдателя, который смог бы находиться в инфлатоне, эти вселенные конечны, с точки зрения внутреннего наблюдателя они бесконечны (это связано с особенностями течения времени внутри и снаружи вселенной). Таким образом, каждую из этих вселенных можно рассматривать как лоскутный мультиверс, что приводит к оригинальной концепции мультиверса внутри мультиверса. Но здесь есть один нюанс – расчеты показывают, что вселенные внутри инфлатона должны обладать отрицательной кривизной. Хотя наиболее распространенное мнение таково, что наша вселенная плоская (имеет нулевую кривизну), в действительности она может быть и отрицательной (или положительной). При больших размерах пространства, как уже отмечалось, кривизна пространства может оставаться незамеченной. Но если наблюдения покажут, что наша вселенная обладает не отрицательной кривизной, это опровергнет сценарий инфляционной мультивселенной⁶⁷.

В описании данной концепции термины «инфлатон» и «пространство» использовались для удобства, как синонимы. Но это, конечно, не верно в привычном понимании пространства. Поле инфлатона не является каким-либо местом, где можно расположить объекты; с другой стороны, оно как бы

⁶³ Bussièrès F. et al. Quantum teleportation from a telecom-wavelength photon to a solid-state quantum memory // *Nature Photonics*. 2014. Vol. 8(10). P. 775–778.

⁶⁴ См.: Guth A. *The Inflationary Universe*. L., 1997.

⁶⁵ Linde A.D. *Particle Physics and Inflationary Cosmology*. Chur, 1990.

⁶⁶ Bardeen J.M., Steinhardt P.J., Turner M.S. Spontaneous Creation of almost Scale-Free Density Perturbations in an Inflationary Universe // *Physical Review*. 1983. № 28 D. P. 679.

⁶⁷ Возможно, бозон Хиггса является квантом этого поля.

окружает вселенные. Но если под инфлатоном понимать пространство, то возникает проблема с трактовкой той среды, что содержится во вселенных «внутри» инфлатона – очевидно, она совершенно иная.

Струнный мультиверс. Теория струн (суперструн) – одна из попыток объединения общей теории относительности и квантовой механики. Как уже отмечалось, квантовые флуктуации на микроуровне делают невозможным использование существующей математики. Причина в том, что в стандартной физике частицы – это точки, не имеющие размеров. Таким образом, они могут быть сколь угодно малы (бесконечно малы). Теория струн задает минимальный размер (порядка планковской длины) частицы, которая называется струной. Изначально в теории это одинаковые одномерные протяженные объекты⁶⁸, фундаментальные свойства которых (заряд, масса, спин) задаются различными вибрациями в пространственных измерениях. Однако, в ходе разработки теории, математический аппарат теории струн в качестве следствия потребовал наличия десяти пространственных измерений (и одного временного), вместо трех, а также струн более высокой размерности (которые получили название бран). Дополнительные измерения теории струн задают новые формы возможных конфигураций пространства (по последним данным их около 10^{69}), которые называются многообразиями Калаби-Яу. Сложность состоит в том, что пока неизвестно, какое именно многообразие соответствует нашему пространству, возможно, это в принципе нельзя установить математически в рамках теории – в этом случае нужно идти от эксперимента к теории, но пространственные измерения так малы, что пока что не представляется возможным их наблюдение⁷⁰.

С открытием бран стало ясно, что они могут быть макроскопического размера. Так, допускается, что наша вселенная – это трехмерная брана, которая находится в пространстве более высокой размерности. С этой точки зрения нет пространства как места и материи как объекта в ней, а есть единое пространство трехмерной браны, в которой мы способны различать конфигурации, воспринимаемые как пространство, и материю. Декартово представление о пространстве и материи было бы близко к этой ситуации, если не учитывать многомерность. В струнной космологии (и у некоторых предшественников) основная характеристика пространства – его размерность, количеством и свойством измерений определяются его свойства. В этом аспекте возникает проблема трактовки понятия пространства – что объединяет три измерения и десять, чтобы и то, и другое называлось пространством? Можно было бы сказать, что пространство – это возможность движения, и каждое новое измерение добавляет возможность перемещения. Другой способ – сказать, что пространство – это протяженность (но здесь очевидна тавтология).

В многомерном пространстве возможно существование любого количества вселенных на бране, более того, они могут сталкиваться, что приводит к сценарию циклической мультивселенной. В этом сценарии в нашем случае интересно то, что миры на бране могут располагаться как угодно близко по отношению друг к другу в многомерном пространстве. Их непосредственному наблюдению мешает то, что, согласно вычислениям, фундаментальные

⁶⁸ См.: *Freivogel B., Kleban M., Rodríguez Martínez M., Susskind L.* Observational Consequences of a Landscape // *Journal of High Energy Physics*. 2006. Vol. 3. № 3. 039. arXiv:hep-th/0505232

⁶⁹ Интересно, что одномерные объекты не могут непосредственно наблюдаться. Неверно отождествлять его с линией – линия имеет не только длину, но и ширину. Одномерный же объект невозможно увидеть, так он обладает только одной из характеристик.

⁷⁰ Предполагается, что размер дополнительных измерений очень мал (порядка планковской длины), именно поэтому мы не наблюдаем их в повседневной жизни.

взаимодействия, за которые и отвечают струны, не могут вырваться за пределы браны. Например, электромагнитное – а без света невозможно что-либо наблюдать. Это объясняется тем, что соответствующие струны «прикреплены» к поверхности браны. Но струны гравитационного взаимодействия не связаны, и могут покидать пространство одной браны и влиять на другие. Таким образом, этот сценарий допускает в будущем экспериментальную проверку – теоретически гравитационные волны, как последствия столкновений бран, должны обнаруживаться в пространстве трехмерной браны.

Итак, струнное пространство не всеобъемлюще в том смысле, что есть многомерное пространство как некая среда и есть объекты (струны и браны), находящиеся в нем, которые сами могут являться пространствами. Но это не классическое пространство как «место», например, у Аристотеля, это такое пространство, которое задает конфигурации и свойства объектов, располагающихся в нем – и в этом смысле оно близко пространству Платона.

5. Заключение. В рассмотренных концепциях мультиверса можно часто обнаружить, что пространство предстает некоей ареной действий, на которой разворачиваются события макромира и микромира. Однако его специфика задается той базовой теорией, на основе которой возникает мультиверс. Так, например, пространство квантового мультиверса – это флуктуирующее поле (и нет смысла спрашивать – а что за этим полем или где оно?), которое ассоциируется с частицами, положения которых задают новые вселенные. Но представляется, что можно упростить концепцию квантового мультиверса следующим образом. Нет необходимости говорить, что новые миры возникают «нигде». В квантовой теории все возможные миры уже заданы изначально – но потенциально (подобно материи Аристотеля). Волновая функция системы – это смесь всех возможностей ее реализации, она уже описывает квантовый мультиверс. Неизмеренные положения и импульсы частиц (таким образом, неизвестные, составляют истинный мультиверс – эту квантовую неопределенность можно трактовать как «возможно все возможное»). В этом смысле пространство квантовой теории поля (на микроуровне – непосредственно ненаблюдаемое) есть хранилище бесконечного числа возможностей. Это не актуальный, а потенциальный мультиверс, который тем не менее существует.

Теории, описывающие макромир, базируются на общей теории относительности. Пространство общей теории относительности неразрывно связано со временем. Это особенно показательно в случае такого следствия теории, как черные дыры. Дело в том, что внутри черной дыры пространство и время как бы меняются местами, т. е. после пересечения (разумеется, гипотетического) горизонта событий движение в пространстве становится движением во времени. В таком случае, можно ли говорить о пространстве как месте (иначе говоря, может ли время стать местом)? Возникает и другой вопрос: занимает ли сама черная дыра место в пространстве? По всей видимости, ответить «да» нельзя, поскольку внутри черной дыры структура пространства-времени таким образом меняется, что существующая математика не дает ответов (и это вообще проблема сингулярностей). В этой связи можно было бы отказаться от идеи «места» и возродить картезианское пространство, допустив новую интерпретацию результата Эйнштейна о кривизне пространства, вызванного массивными объектами: массивный объект «вымещает» занимаемое пространство, тем самым вызывая его искривление. Но такая трактовка возвращает к концепциям, отрицающим пустоту, и, следовательно, атомизм.

Говоря о возможных характеристиках пространства, следует учитывать и такой вопрос: а какие характеристики невозможны? Стивен Вайнберг, в связи с антропным принципом исследуя вопрос о вероятном распределении разумной жизни в мультиверсе⁷¹, пришел к выводу, что формирование галактик (по допущению, обязательное условие возникновения наблюдателей) возможно только при определенных значениях космологической константы⁷². При этом, теоретически, значения константы могут быть любые. Это означает, нет смысла спрашивать о свойствах и структуре нашей вселенной, пространства и времени – почему они такие, а не другие? – нет смысла, потому что в мультиверсе оказываются реализованы все возможные конфигурации. Поясним подробнее – существуют некоторые фундаментальные величины нашей вселенной (помимо упомянутой константы, например, масса электрона), которые известны из опыта, но не вычислены математически. Их математическое вычисление даст обоснование, почему они именно таковы. Пока математика предлагает широкий набор возможных значений, мы знаем их из опыта и подставляем в уравнения (так, например, работает квантовая теория поля), в результате получатся описание нашего мира. Но, возможно, что эти значения невычислимы в принципе – в том смысле, что математика теории допускает любые значения. Это может означать, что мультиверс реален – в нем реализуются все возможности. То же касается и пространств Калаби-Яу – возможно, математика струнной теории никогда не позволит вычислить конфигурации именно нашего пространства, потому что она описывает все возможные вселенные и, соответственно, все конфигурации (допустим и более любопытный вариант – струнная теория описывает другие миры, но не наш – это будет хорошим аргументом в пользу мультиверса в том случае, если саму математику трактовать как реальность, описывающую реальность иного порядка). Но такая позиция может повлиять на сущность и метод науки. Вопрос, логичный с точки зрения традиционной науки – почему свойства пространства именно таковы, – теряет смысл, потому что в бесконечном множестве миров, где реализованы все свойства, объяснять ничего не нужно. Ответом будет: это просто одна из всех возможных конфигураций. Однако даже при этом старые вопросы – является ли оно местом или материей, обладает ли протяженностью или нет, непрерывно или дискретно, и фундаментально ли оно, – остаются актуальными и вписываются в современную научную парадигму.

Список литературы

Аристотель. Метафизика / Пер. с древнегреч. А. Кубицкого // *Аристотель*. Соч.: в 4 т. Т. 1. М., 1976. С. 63–367.

Бройль Л. де. Революция в физике (Новая физика и кванты) / Пер. с фр. М. Поливанова. М.: Атомиздат, 1965. 232 с.

Бруно Д. Диалоги / Пер. с лат. Я. Емельянова, М. Дынника, А. Рубина. М.: Госполитиздат, 1949. 552 с.

Бюргер Г.А., Расне Э.А. Удивительные путешествия на суше и на море, военные походы и веселые приключения барона фон Мюнхгаузена, о которых он обычно рассказывает за бутылкой в кругу своих друзей / Пер. с нем. В. Вальдмана. М.: Наука, 1986. 386 с.

⁷¹ См.: *Weinberg S.* Anthropic Bound on the Cosmological Constant // *Physical Review Letters*. 1987. № 59. P. 2607–2610; *Weinberg S.* The Cosmological Constant Problem // *Reviews of Modern Physics*. 1989. № 61. P. 1–23.

⁷² Имеется в виду то, что обычно обозначается как гравитационная отталкивающая или темная энергия.

- Визгин В.П.* Идея множественности миров: очерки истории. М.: ЛКИ, 2007. 336 с.
- Гайденко П.П.* История греческой философии в ее связи с наукой. М.: URSS, 2012. 264 с.
- Гайденко П.П.* История новоевропейской философии в ее связи с наукой. М.: URSS, 2011. 376 с.
- Декарт Р.* Первоначала философии / Пер. с лат. С. Шейнман-Топштейн и с фр. Н. Сретенского // *Декарт Р.* Соч.: в 2 т. Т. 1. М., 1989. С. 297–422.
- Зубов В.П.* Развитие атомистических представлений до начала XIX в. М.: Наука, 1965. 372 с.
- Карпенко А.С.* Основной вопрос метафизики // *Филос. журнал.* 2014. № 2(13). С. 51–74.
- Карпенко А.С.* Философский принцип полноты // *Вопр. философии.* 2013. № 6–7. С. 58–71.
- Карпенко И.А.* От замкнутой вселенной к бесконечной и обратно // *Филос. науки.* 2014. № 6. С. 105–118.
- Карпенко И.А.* Проблема связи квантовой механики и реальности: в поисках решения // *Эпистемология и философия науки.* 2014. № 2. С. 110–126.
- Койре А.* Заметки о парадоксах Зенона / Пер. с фр. Я. Ляткера // *Койре А.* Очерки истории философской мысли. М., 1985. С. 27–51.
- Койре А.* От замкнутого мира к бесконечной вселенной / Пер. с англ. В. Стрелкова. М.: Логос, 2001. 288 с.
- Кузанский Николай.* Об ученом незнании / Пер. с лат. З. Тажуризинной // *Кузанский Николай.* Соч. в 2 т. Т. 1. М., 1979. С. 47–184.
- Лейбниц Г.В.* Избранные философские сочинения / Пер. с лат. В. Преображенского. М.: Тип. А. Гатцука, 1890. 363 с.
- Лейбниц Г.В.* О глубинном происхождении вещей / Пер. с лат. В. Преображенского // *Лейбниц Г.В.* Соч.: в 4 т. Т. 1. М., 1982. С. 282–290.
- Ньютон И.* Математические начала натуральной философии / Пер. с лат. А. Крылова. М.: Эдиториал УРСС, 2008. 704 с.
- Платон.* Парменид / Пер. с древнегреч. Н.Н. Томасова // *Платон.* Соч.: в 4 т. Т. 2. СПб., 2007. С. 413–493.
- Платон.* Тимей / Пер. с древнегреч. С. Аверинцева // *Платон.* Соч. в 4 т. Т. 3. Ч. 1. СПб., 2007. С. 495–589.
- Прокл Диадок.* Комментарий к первой книге «Начал» Евклида / Пер. с древнегреч. А.И. Щетникова. М.: Русский Фонд Содействия Образованию и Науке, 2013. 368 с.
- 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. Iss. 2, P. 91–94.
- Bardeen J.M., Steinhardt P.J., Turner M.S.* Spontaneous Creation of almost Scale-Free Density Perturbations in an Inflationary Universe // *Physical Review.* 1983. № 28 D. P. 679–694.
- Bekenstein J.* Black Holes and Entropy // *Physical Review.* 1976. № 7 D. P. 2333–2346.
- Bell J.S.* On the Einstein Podolsky Rosen Paradox // *Physics.* 1964. № 1(3). P. 195–200.
- Bell J.S.* Speakable and Unspeakeable in Quantum Mechanics. Camb.: Cambridge University Press, 1987. 212 p.
- Bergerac, Cyrano de.* Histoire comique par Monsieur de Cyrano Bergerac contenant les Estats & Empires de la Lune. Paris: Charles de Sercy, 1657. 282 p.
- Bohm D.* A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of «Hidden» Variables, I and II // *Quantum Theory and Measurement* / Ed. by J.A. Wheeler and W.H. Zurek. Princeton: Princeton University Press, 1983. P. 369–397.
- Born M.* Zur Quantenmechanik der Stoßvorgänge // *Zeitschrift für Physik.* 1926. Bd. 37(12). S. 863–867.
- Bussièrès F., Clausen C., Tiranov A., Korzh B., Verma V., Sae Woo Nam, Marsili F., Ferrier A., Goldner P., Herrmann H., Silberhorn C., Sohler W., Afzelius M., Gisin N.* Quantum teleportation from a telecom-wavelength photon to a solid-state quantum memory // *Nature Photonics.* 2014. Vol. 8(10). P. 775–778.

- Deutsch D.* Fabric of Reality. N.Y.: Penguin Books, 1997. 390 p.
- Einstein A.* Relativity: The Special and the General Theory. L.: Methuen, 1954. 165 p.
- Feynman R., Hibbs A.* Quantum Mechanics and Path Integrals. N.Y.: McGraw-Hill, 2005. 384 p.
- Fontenelle, Bernard Le Bouyer de.* Entretiens sur la pluralité des mondes. P.: Flammarion, 1998. 220 p.
- Freivogel B., Kleban M., Rodríguez Martínez M., Susskind L.* Observational Consequences of a Landscape // Journal of High Energy Physics. 2006. Vol. 3. № 3. 039. arXiv:hep-th/0505232
- Friedmann A.* On the Possibility of a World with Constant Negative Curvature of Space // General Relativity and Gravitation. 1999. Vol. 31(12). P. 2001–2008.
- Goodman N.* Ways of Worldmaking. Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1978. 160 p.
- Greene B.* The Hidden Reality. Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos. N.Y.: Penguin Books, 2012. 384 p.
- Guth A.* The Inflationary Universe. L.: Basic Books, 1997. 384 p.
- Hadot P.* Exercices spirituels et philosophie antique. P.: Etudes augustiennes, 1987. 254 p.
- Hawking S.W.* Black Hole Explosions? // Nature. 1974. Vol. 248(5443). P. 30–31.
- Horowitz G.T., Maldacena J., Strominger A.* Nonextremal Black Hole Microstates and U-Duality // Physical Letters. 1996. Vol. 383 B. P. 151–159.
- Karpenko I.* Question of Consciousness: to Quantum Mechanics for the Answers // Studia Humana. 2014. Vol. 3. № 3. P. 16–28.
- Lewis D.* On the Plurality of Worlds. Oxf.: Basil Blackwell, 1986. 288 p.
- Linde A.D.* Particle Physics and Inflationary Cosmology. Chur: CRC Press, 1990. 380 p.
- Lovejoy A.O.* The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea. Camb. (Mass.): Harvard University Press, 1936. 400 p.
- Nozick R.* Philosophical Explanations. Camb. (Mass.): Harvard University Press, 1981. 778 p.
- Quantum theory and measurement / Ed. by J.A. Wheeler, W.H. Zurek. Princeton University Press, 1983. 840 p.
- Schwarzschild K.* Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie // Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. Sitzung vom 3. Februar 1916. S. 189–196.
- Stephens C.R., 't Hooft G., Whiting B.F.* Black Hole Evaporation without Information Loss // Classical and Quantum Gravity. 1994. Vol. 11(3). P. 621–649.
- Susskind L.* The World as a Hologram // Journal of Mathematical Physics. 1995. Vol. 36(11). P. 6377–6399.
- The Many Worlds Interpretation of Quantum Mechanics / Ed. by S. DeWitt Bryce, N. Graham. Princeton: Princeton University Press, 1973. 266 p.
- Weinberg S.* Anthropic Bound on the Cosmological Constant // Physical Review Letters. 1987. № 59. P. 2607–2610.
- Weinberg S.* The Cosmological Constant Problem // Reviews of Modern Physics. 1989. № 61. P. 1–23.
- Whitrow G.J.* The Natural Philosophy of Time. Oxf.: Oxford University Press, 1980. 410 p.
- Witten E.* Anti-de Sitter Space and Holography // Advances in Theoretical and Mathematical Physics 1998. № 2. P. 253–291.

The problem of interpretation of the concept of space in some of the multiverse hypotheses in contemporary physics

Ivan Karpenko

Ph.D. in Philosophy, Associate Professor. National Research University Higher School of Economics. Myasnitckaya Str. 20, Moscow 101000, Russian Federation; e-mail: gobzev@hse.ru

This paper examines a number of multiverse hypotheses deriving from certain theories of modern physics, in order to determine the usage they make of the concept of space. The author lays emphasis on scientific explanations of the type first formulated in Early modern period, taking account of ancient sources only to the extent they came to be reconsidered, further developed or denied by subsequent philosophy and science. The interpretations of space in the history of philosophy and science, therefore, are considered from the viewpoint of their interrelation with contemporary physical notions. This connection does actually occur, since leading physical theories in their explanatory part (where available) often make use of categories and meanings formulated by preceding philosophy. This said, physics itself (and still less mathematics) never engages in explaining what space actually is, leaving this task to the philosophy of science. Apart from traditional philosophical sources concerning the problem, the author brings into consideration the ideas expressed by contemporary scientists which influenced, directly or indirectly, the interpretation of the category of space. The names of Steven Weinberg, Edward Witten, Nicolas Gisin, Alan Guth, Juan Maldacena, Leonard Susskind, Stephen Hawking and Gerard 't Hooft deserve here a mention in the first place. The methods used in the present study include cognitive interpretation of formal contents of physical and mathematical theories, comparative analysis of philosophical texts, hermeneutics and phenomenology (in the sense of the analysis of representations). It is argued that the emergence of modern multiverse theories contributes new aspects to the understanding of space. As a result, one can draw conclusions regarding the interpretation of space in present-day philosophy of physics.

Keywords: concept of space, philosophy of physics, multiverse, history of science, quantum physics, superstring theory, eternal inflation

References

- Aristotle. *Metafizika* [Metaphysics], trans. by A. Kubitskii, in: Aristotle, *Sochineniya* [Collected Works], vol. 1. Moscow: Mysl' Publ., 1976. pp. 63–367. (In Russian)
- 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, issue 2, pp. 91–94.
- Bardeen, J.M., Steinhardt, P.J. & Turner, M.S. "Spontaneous Creation Of Almost Scale-Free Density Perturbations In An Inflationary Universe", *Physical Review*, 1983, D 28, pp. 679–694.
- Bekenstein, J. "Black Holes and Entropy", *Physical Review*, 1976, D 7, pp. 2333–2346.
- Bell, J.S. "On the Einstein Podolsky Rosen Paradox", *Physics*, 1964, no 1(3), pp. 195–200.
- Bell, J.S. *Speakable and Unsayable in Quantum Mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. 212 pp.
- Bergerac, Cyrano de. *Histoire comique par Monsieur de Cyrano Bergerac contenant les Estats & Empires de la Lune*. Paris: Charles de Sercy, 1657. 282 pp.
- Bohm, D. "A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of 'Hidden' Variables, I and II", *Quantum Theory and Measurement*, ed. by J.A. Wheeler & W.H. Zurek. Princeton: Princeton University Press, 1983, pp. 369–397.

- Born, M. "Zur Quantenmechanik der Stoßvorgänge", *Zeitschrift für Physik*, 1926, Bd. 37 (12), S. 863–867.
- Brogie, L. de. *Revolutsiya v fizike (Novaya fizika i kvanty)* [Revolution in Physics (New Physics and Quantum)], trans. by M. Polivanov. Moscow: Atomizdat Publ., 1965. 232 pp. (In Russian)
- Bruno, Giordano. *Dialogi* [Dialogues], trans. by Ja. Emel'janov, M. Dynnik, A. Rubin. Moscow: Gospolitizdat Publ., 1949. 552 pp. (In Russian)
- Bürger, G.A. & Raspe, R.E. *Priklyucheniya barona fon Myungkhauzena* [Adventures of Baron Munchausen], trans. by V. Val'dman. Moscow: Nauka Publ., 1986. 386 pp. (In Russian)
- Bussières, F., Clausen, C., Tiranov, A., Korzh, B., Verma, V., Sae Woo Nam, Marsili, F., Ferrier, A., Goldner, P., Herrmann, H., Silberhorn, C., Sohler, W., Afzelius, M. & Gisin, N. "Quantum teleportation from a telecom-wavelength photon to a solid-state quantum memory", *Nature Photonics*, 2014, vol. 8(10), pp. 775–778.
- Descartes. «Pervonachala filosofii» [Principles of Philosophy], trans. by S. Shejnman-Topshtejn & N. Sretenskij, in: Descartes, *Sochineniya* [Collected Works], vol. 1. Moscow: Mysl' Publ., 1989, pp. 297–422. (In Russian)
- Deutsch, D. *Fabric of Reality*. New York: Penguin Books, 1997. 390 pp.
- DeWitt, B.S. & Graham, N. (eds.). *The Many Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*. Princeton: Princeton University Press, 1973. 266 pp.
- Einstein, A. *Relativity: The Special and the General Theory*. London: Methuen, 1954. 165 pp.
- Feynman, R. & Hibbs, A. *Quantum Mechanics and Path Integrals*. New York: McGraw-Hill, 2005. 384 pp.
- Fontenelle, Bernard Le Bouyer de. *Entretiens sur la pluralité des mondes*. Paris: Flammarion, 1998. 220 pp.
- Freivogel, B., Kleban, M., Rodríguez Martínez, M. & Susskind, L. "Observational Consequences of a Landscape", *Journal of High Energy Physics*, 2006, vol. 3, no 3, 039. arXiv:hep-th/0505232.
- Friedmann, A. "On the Possibility of a World with Constant Negative Curvature of Space", *General Relativity and Gravitation*, 1999, vol. 31(12), pp. 2001–2008.
- Gaidenko, P. *Istoriya grecheskoi filosofii v ee svyazi s naukoj* [The History of Ancient Greek Philosophy in its Connection with Science]. Moscow: URSS Publ., 2012. 264 pp. (In Russian)
- Gaidenko, P. *Istoriya noevropejskoi filosofii v ee svyazi s naukoj* [The History of European Philosophy in its Connection with Science]. Moscow: URSS Publ., 2011. 376 pp. (In Russian)
- Goodman, N. *Ways of Worldmaking*. Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1978. 160 pp.
- Greene, B. *The Hidden Reality. Parallel Universes and the Deep Laws of the Cosmos*. New York: Penguin Books, 2012. 384 pp.
- Guth, A. *The Inflationary Universe*. London: Basic Books, 1997. 384 pp.
- Hadot, P. *Exercices spirituels et philosophie antique*. Paris: Etudes augustiennes, 1987. 254 pp.
- Hawking, S.W. "Black Hole Explosions?", *Nature*, 1974, vol. 248 (5443), pp. 30–31.
- Horowitz, G.T., Maldacena, J. & Strominger, A. "Nonextremal Black Hole Microstates and U-Duality", *Physical Letters*, 1996, vol. 383 B, pp. 151–159.
- Karpenko, A. "Filosofskii printsip polnoty" [The Philosophical Foundations of Fullness Principle], *Voprosy filosofii*, 2013, no 6–7, pp. 58–71. (In Russian)
- Karpenko, A. "Osnovnoi vopros metafiziki" [The Main Question of Metaphysics], *Filosofskii zhurnal*, 2014, no 2 (13), pp. 51–74. (In Russian)
- Karpenko, I. "Ot zamknutoi vselennoi k beskonechnoi i obratno" [From the Closed to the Infinite Universe and Back Again], *Filosofskie nauki*, 2014, no 6, pp. 105–118. (In Russian)
- Karpenko, I. "Problema svyazi kvantovoi mekhaniki i real'nosti: v poiskakh resheniya" [Quantum Mechanics and Measurement Relation Problem: Searching for Solutions], *Epistemologiya i filosofiya nauki*, 2014, no 2, pp. 110–126. (In Russian)

- Karpenko, I. "Question of Consciousness: to Quantum Mechanics for the Answers", *Studia Humana*, 2014, vol. 3, no 3. pp. 16–28.
- Koyré, A. "Zametki o paradoksakh Zenona" [Notes on Zeno's Paradoxes], trans. by Ja. Lyatker, in: A. Koyré, *Ocherki istorii filosofskoi mysli* [Essay on the History of Philosophical Thought]. Moscow: Progress Publ., 1985, pp. 27–51. (In Russian)
- Koyré, A. *Ot zamknutogo mira k beskonechnoi vselennoi* [From the Closed World to the Infinite Universe], trans by V. Strelkov. Moscow: Logos Publ., 2001. 288 pp. (In Russian)
- Leibniz, G.W. "O glubinnom proiskhozhdenii veshchei" [On Genesis of Things], trans. by V. Preobrazhenskii, in: Leibniz, *Sochineniya* [Collected Works], vol. 1. Moscow: Mysl' Publ., 1982, pp. 282–290. (In Russian)
- Leibniz, G.W. *Izbrannye filosofskie sochineniya* [Selected Works on Philosophy], trans. by V. Preobrazhenskii. Moscow: A. Gatsuk Publ., 1890. 363 pp. (In Russian)
- Lewis, D. *On the Plurality of Worlds*. Oxford: Basil Blackwell, 1986. 288 pp.
- Linde, A.D. *Particle Physics And Inflationary Cosmology*. Chur: CRC Press, 1990. 380 pp.
- Lovejoy, A.O. *The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 1936. 400 pp.
- Newton, Isaac. *Matematicheskie nachala natural'noi filosofii* [Mathematical Principles of Natural Philosophy], trans. by A. Krylov. Moscow: URSS Publ., 2008. 704 pp. (In Russian)
- Nicolaus Cusanus. "Ob uchenom neznanii" [On Learned Ignorance], trans. by Z. Tazhurizna, in: Nicolaus Cusanus, *Sochineniya* [Collected Works], vol. 1. Moscow: Mysl' Publ., 1979, pp. 47–184. (In Russian)
- Nozick, R. *Philosophical Explanations*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 1981. 778 pp.
- Plato. "Parmenides", trans. by N. Tomasov, in: Plato, *Sochineniya* [Collected Works], vol. 2. St.Petersburg: Oleg Abyshko Publ., 2007, pp. 413–493. (In Russian)
- Plato. "Timaeus", trans. by S. Averintsev, in: Plato, *Sochineniya* [Collected Works], vol. 2/1. St.Petersburg: Oleg Abyshko Publ., 2007, pp. 495–589. (In Russian)
- Proclus, *Kommentarii k pervoi knige 'Nachal' Evklida* [A Commentary on the First Book of Euclid's Elements], trans. by A. Shchetnikov. Moscow: Russkij Fond Sodejstvija Obrazovaniju i Nauke Publ. 2013. 368 pp. (In Russian)
- Schwarzschild, K. „Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie“, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, Sitzung vom 3. Februar 1916, S. 189–196.
- Stephens, C.R., t Hooft, G. & Whiting, B.F. "Black Hole Evaporation without Information Loss", *Classical and Quantum Gravity*, 1994, vol. 11(3), pp. 621–649.
- Susskind, L. "The World as a Hologram", *Journal of Mathematical Physics*, 1995, vol. 36 (11), pp. 6377–6399.
- Vizgin, V. *Ideya mnozhestvennosti mirov* [The Idea of Plurality of Worlds]. Moscow: LKI Publ., 2007. 336 pp. (In Russian)
- Weinberg, S. "Anthropic Bound on the Cosmological Constant", *Physical Review Letters*, 1987, no 59, pp. 2607–2610.
- Weinberg, S. "The Cosmological Constant Problem", *Reviews of Modern Physics*, 1989, no 61, pp. 1–23.
- Wheeler, J.A. & Zurek, W.H. (eds.) *Quantum Theory and Measurement*. Princeton University Press, 1983. 840 pp.
- Whitrow, G.J. *The Natural Philosophy of Time*. Oxford: Oxford University Press, 1980. 410 pp.
- Witten, E. "Anti-de Sitter Space and Holography", *Advances in Theoretical and Mathematical Physics*, 1998, no 2. pp. 253–291.
- Zubov, V. *Razvitie atomisticheskikh predstavlenii do nachala XIX v.* [The Evolution of Atomism to the Beginning of the XX Century]. Moscow: Nauka Publ., 1965. 372 pp. (In Russian)