

Основные концепции пространства и времени в современной физике: сравнительный анализ

© С.А. Лебедев, А.К. Шостов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Проведен сравнительный анализ современных концепций пространства и времени, основанных на общей теории относительности, квантовой механике, теории мультивселенной. Все эти теории, внутренне непротиворечивые и экспериментально подтвержденные, тем не менее, логически несовместимы между собой, ибо построены на разных представлениях о свойствах пространства и времени. Как известно, в классической физике пространство и время рассматривались как самостоятельные и не зависящие друг от друга субстанции наряду с материей. В неклассической физике это внутренне связанные свойства любых объектов и физической реальности в целом. В частной теории относительности пространство и время непрерывны и не искривлены. В общей теории относительности они могут быть искривлены. А в квантовой механике в отличие как от классической физики, так и теории относительности пространство и время — дискретны. Гносеологической основой различного понимания пространства и времени является консенсуальное решение научного сообщества — главного субъекта научного познания.

Ключевые слова: пространство, время, общая теория относительности, квантовая механика, теория мультивселенной, научный консенсус, философские основания науки

Пространство и время — две категории, которые играют ключевую роль в физике. С развитием научных знаний и технологий понимание о природе пространства и времени постоянно меняется и эволюционирует. Следует отметить, что пространство и время как атрибуты бытия были предметом философских и научных споров еще в Древней Греции [1–3].

Пространство — это форма существования материи, характеризующаяся такими свойствами, как протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие. Пространство — это прежде всего взаимное расположение вещей и процессов друг относительно друга, их протяженность и определенный порядок взаимосвязи. Оно трехмерно (с точки зрения Космоса, где обитает человечество) и обратимо.

Время — это форма существования материи, выражающая длительность бытия и последовательность смены состояний всех материальных систем и процессов в мире. К основным свойствам времени относятся длительность, изменение, развитие. Время одномерно и необратимо (по крайней мере, с точки зрения обыденного знания о нем).

В процессе развития научных и философских картин мира понятия пространства и времени были неразрывно связаны с Космосом,

материей и с самим человеком. Концепции пространства и времени дополнялись, менялись, а иногда и вовсе считались несостоятельными. Меняя друг друга, концепции проходили сквозь века, пытаясь описать как наблюдаемые физические явления (обыденный опыт, чувственное и эмпирическое восприятие), так и следствия из эмпирических и теоретических уравнений путем логических выводов [4, 5].

Революционными идеями в понимании пространства и времени были классическая механика И. Ньютона, специальная и общая теории относительности, разработанные А. Эйнштейном, а также квантовая механика, которая получила мощный толчок в своем развитии благодаря работам В. Гейзенберга, Э. Шредингера, Н. Бора и М. Борна [1, 6–8]. Все указанные теории содержат противоположные постулаты о природе и свойствах пространства и времени, которые служат основой всех уравнений в каждой из них, что свидетельствует о неизбежности теоретического плюрализма в науке в ходе ее развития [9]. Сегодня квантовая механика считается одной из стандартных теорий современной физики (соответственно, с ее концепциями пространства и времени) [10]. Однако большинство современных физиков и особенно космологов принимают в качестве таковой и общую теорию относительности Эйнштейна с ее представлениями о пространстве и времени. Парадокс заключается в том, что обе эти теории логически непротиворечивы и экспериментально подтверждаемы [11], однако они опираются в своих постулатах не только на их различное понимание пространства и времени по сравнению с классической механикой Ньютона, но и между собой. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Пространство и время в классической механике Ньютона. В современной физике законы классической механики формулируются как справедливые для всего класса инерциальных систем. Но в период обоснования классической механики перед ее творцами неизбежно вставал вопрос: а существуют ли вообще инерциальные системы? Ведь если дана хотя бы одна такая система, то может существовать бесчисленное их множество, ибо любая система, движущаяся равномерно и прямолинейно относительно данной, также будет инерциальной. Но как найти эту «хотя бы одну» инерциальную систему? Например, является ли таковой система отсчета, связанная с Землей? Известно, что на ней с достаточной степенью точности соблюдается принцип инерции, и, тем не менее, Земля — система неинерциальная: она вращается вокруг Солнца и вокруг собственной оси. Но, может быть, инерциальная система связана с Солнцем? Нет, ибо Солнце вращается вокруг центра Галактики. Но если ни одна реальная система отсчета не является строго инерциальной, то не оказываются ли фикцией основные законы механики?

Поиски ответа на этот вопрос привели к понятию абсолютного пространства. Оно понималось как абсолютно неподвижное, а связанная с ним система отсчета — как строго инерциальная система.

Немаловажным фактором для Ньютона была трактовка геометрии Евклида как истинной теории физического пространства, опираясь на которую можно построить классическую механику. Ньютон считал, что пространство и время являются абсолютными и самостоятельными субстанциями. Время движется от прошлого к будущему, а пространство бесконечно и не искривлено. Опираясь на эти постулаты, классическая механика используется как в повседневной общечеловеческой деятельности, так и во многих технических науках. Однако хотя построенная система является логически непротиворечивой, все же она оказалась неверна, что было показано Эйнштейном в разработанной им теории относительности. В чем же заключалась ошибочность постулатов Ньютона?

К этому вопросу впервые обратился Карл Фридрих Гаусс, немецкий математик и физик. Он предположил, что искривленность пространства может иметь место не только в математике, но и в нашем материальном мире. Для этого он провел эксперимент: построил треугольник с вершинами на трех горах, после чего измерил сумму углов данного треугольника. Результат его удивил: приборы показали сумму углов, не равную 180° . Это не соответствовало геометрии Евклида, в которой пространство не является искривленным. Однако Гаусс решил не публиковать полученные результаты по той причине, что, во-первых, отклонение результата измерения от 180° оказалось в пределах вероятной ошибки измерения, разработкой теории которых занимался Гаусс, а во-вторых, по его собственному признанию, он боялся «крика беотийцев» — реакции со стороны большинства научного сообщества (математиков и физиков своего времени). Но, как показала дальнейшая история развития геометрии и физики, идеи Гаусса об искривленном пространстве действительно оказались не только революционными, но истинными. В области геометрии как математической науки о пространстве это сделали Н.И. Лобачевский, Я. Бойяи и Б. Риман.

В 1854 г. Риман построил уже общую риманову планиметрию, которая стала обобщением как евклидовой планиметрии для плоскостей, не имеющих кривизны, так и планиметрии Лобачевского для плоскостей, имеющих отрицательную кривизну, а также римановой планиметрии, где плоскости имеют уже положительную кривизну [12]. Сегодня это раздел дифференциальной геометрии, которая изучает свойства пространства с произвольной метрикой. В физике она лежит в основе общей теории относительности, описывающей гравитацию как проявление искривления пространства-времени.

Одним из ключевых понятий римановой геометрии является риманова метрика, которая определяет расстояние между точками на поверхности. В евклидовой геометрии это расстояние вычисляется как корень из суммы квадратов разностей координат двух точек. В римановой геометрии метрика может быть более сложной, а расстояние между точками — зависеть от направления.

Важным понятием в римановой геометрии является также кривизна пространства. Ее величина описывает отклонение рассматриваемого пространства от евклидова пространства с нулевой кривизной, где выполняется теорема Пифагора.

Отличительной чертой частной геометрии Римана является то, что сумма углов любых треугольников в ней лежит в интервале от 180 до 360° (здесь окружность является предельным случаем треугольника). В этой геометрии Риман рассматривает поверхности с положительной кривизной. В качестве примера можно привести шар, с положительной кривизной его поверхности на внешней стороне.

Геометрия Лобачевского — также одна из неевклидовых геометрий, статью о которой он опубликовал в 1829 г. Она основана на тех же постулатах, что и евклидова геометрия, кроме аксиомы о параллельных прямых. В евклидовой геометрии две прямые, которые параллельны третьей, также параллельны друг другу. В геометрии Лобачевского это не так: две прямые, параллельные третьей, в итоге пересекаются.

Геометрия Лобачевского имеет сегодня множество важных применений. Например, она применяется в теории относительности для описания пространства-времени вокруг черных дыр. Также она может быть использована для понимания некоторых явлений в физике элементарных частиц и в космологии.

Сумма углов любого треугольника в геометрии Лобачевского лежит в интервале от 0 до 180° (здесь прямая является предельным случаем треугольника). Кривизна поверхности в данном случае отрицательная.

Необходимо отметить, что кривизна пространства учитывается сегодня и в повседневной практике. Самый простой пример — построение маршрута самолетов на пути следования на большие расстояния. Минимальным расстоянием уже не будет считаться то, которое соединяет две точки напрямую, так как поверхность нашей планеты имеет искривленную форму. Искривление пространства также можно было наблюдать в древние времена: когда корабль появлялся на горизонте, то сначала была видна его верхняя часть, а уже потом выплывал весь корабль целиком.

Геометрии Римана и Лобачевского — Бойи послужили мощным стимулом для развития теории относительности.

Важно отметить, что Ньютон различал время истинное (математическое, абсолютное), которое является некоей невещественной, но

объективной субстанцией, и относительное время (чувственное, обыденное время). В изложении Ньютона это выглядит так: «Абсолютное... время само по себе, по самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью. Относительное, кажущееся, или обыденное, время есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, совершаемая при посредстве какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени...» [11].

Понятие одновременности, вероятно, не очень волновало Ньютона. Скорее всего, он, как и многие до и после него, считал содержание данного понятия интуитивно ясным и определенным. Субстанциальная концепция времени, выраженная Ньютоном логически четко и почти непротиворечиво, позволила ему разработать свою знаменитую теорию всемирного тяготения.

Классическая механика Ньютона и философия, вытекающая из нее и обосновывающая ее, впоследствии оказались сначала расшатаны, а затем и опровергнуты ходом научной мысли уже в XIX в. и прежде всего благодаря открытиям в области электромагнитных явлений. опыты Фарадея и Максвелла показывали неспособность классической механики объяснить интерференцию и так называемую ультрафиолетовую катастрофу. Известный физик лорд Кельвин накануне XX в. заявил, что «на небе физики осталось всего два облачка». Однако именно их решение привело к возникновению неклассических теорий в физике. Максвелл вывел уравнения взаимосвязи электрического и магнитного полей, а Эйнштейн использовал эти уравнения при создании теории относительности.

Пространство и время в теории относительности А. Эйнштейна. В конце XIX — начале XX в. в физике возник кризис, связанный с невозможностью объяснить новые экспериментальные данные с помощью принципов классической механики, основанной на законах Ньютона. Новая фундаментальная физическая теория — теория относительности Эйнштейна пришла на смену классической физике. Она была создана для устранения логических противоречий между механикой Ньютона и электромагнитной теорией Максвелла [13, 14]. Эта новая теория включила в себя не только специальную, но и общую теорию относительности. В специальной теории относительности пространство и время — это уже не субстанции Вселенной, а свойства отдельных материальных (физических) систем. Пространство и время взаимосвязаны друг с другом, и изменение одного из этих свойств любой физической системы приводит к изменению другого. Существует единая физическая реальность: пространство-время. Для фиксации этого положения Эйнштейн ввел новый физический конструкт: пространственно-

временной континуум. Только его характеристики остаются инвариантными при переходе от одной инерциальной системы к другой при описании свойств конкретной физической системы. По отдельности пространственные и временные свойства системы являются относительными. Специальная теория относительности расширила принципы относительности, сформулированные Г. Галилеем для механических систем, на электромагнитные взаимодействия. Результаты опытов А. Майкельсона и Х. Лоренца подтвердили вывод, что скорость света остается неизменной во всех системах координат, что противоречило классическим представлениям о координатах и скоростях в разных инерциальных системах. А Эйнштейн не только принял результаты эксперимента Майкельсона — Морли за неопровержимые, но и сформулировал основные положения специальной теории относительности, которая установила инвариантность физических величин и свойств объектов при переходе от одной системы отсчета к другой.

В общей теории относительности Эйнштейна свойства пространства и времени физических систем зависят уже не только друг от друга, но и от распределения гравитационных масс во Вселенной. Это приводит к так называемой кривизне пространства и связи этой кривизны с плотностью массы и энергии. Современная космология связывает свойства Вселенной (ее прошлое, настоящее и будущее) со средней плотностью материи. Общая теория относительности Эйнштейна предлагает несколько решений для описания устройства Вселенной и исходит из существования множества космологических моделей Вселенной.

Первая из них была разработана самим Эйнштейном в 1917 г. Он разделял убеждение Ньютона, что звезды по отношению друг к другу находятся в стационарном положении. Но объяснить такое положение звезд одними силами тяготения было затруднительно. Поэтому Эйнштейн вводит в уравнения общей теории относительности специальный член — лямбду (λ), который должен был в математической форме предположить наличие не только сил притяжения между космическими объектами, но и сил отталкивания. Прием, использованный Эйнштейном, в науке называется ad-hoc (ад хок), что в переводе с латинского означает «специально для данного случая». Эйнштейн использовал его за неимением лучшего. Но вскоре, после публикации решений уравнений общей теории относительности А. Фридманом, Эйнштейн был вынужден отказаться от своих решений как единственно возможных, но фактически направленных на обоснование стационарности Вселенной [15, с. 609–611].

В модели Вселенной Эйнштейна локальные искажения пространства-времени гравитационными массами вызывают глобальное искривление, приводящее к замкнутости Вселенной в пространственных координатах. В цилиндрической модели Вселенной Эйнштейна временная

координата остается неизменной (время течет равномерно от прошлого к будущему). Позднее она была доработана голландским астрофизиком В. де Ситтером. Основываясь на наблюдаемом красном смещении, он предположил, что время в отдаленных частях Вселенной движется медленнее (искажение временной координаты), и создал модель замкнутой гиперсферы. Но оба этих представления о стационарной Вселенной имели две принципиальные трудности: во-первых, необходимо было допустить существование неких дополнительных сил, которые предотвращают сжатие Вселенной под воздействием гравитационных полей, во-вторых, объяснить проблему “избавления” от света, исходящего от звезд, в предшествующие периоды времени в замкнутом пространстве. В эйнштейновской модели Вселенной материя распределена в среднем равномерно, а гравитационное притяжение масс компенсируется универсальным космологическим отталкиванием. Время существования Вселенной бесконечно, т. е. не имеет ни начала, ни конца, а пространство безгранично, но конечно. Вселенная в целом стационарна, бесконечна во времени и безгранична в пространстве.

В современной космологии общепринятой стала концепция не просто нестационарной и эволюционирующей Вселенной, но и постоянно расширяющейся в своих размерах, причем с все увеличивающимся ускорением. Она опирается на неопровержимые астрономические наблюдения и эффекты (красное смещение, разлет галактик). Сегодня астрономическим научным сообществом принят также тот факт, что пространство имеет кривизну. Однако эксперименты показали, что значительное искривление пространства характерно только для локальных концентраций масс (около планет, звезд и черных дыр), а в целом во Вселенной наблюдается плоскостность пространства. Для установления этого факта использовали метод построения треугольника по астрономическим маркерам с последующим вычислением суммы углов получившегося треугольника. Опыт показал, что сумма углов такого треугольника равна 180° с точностью 99,8 %.

Из общей теории относительности следует, что гравитационные свойства материи, создающей гравитационное поле, тождественны искривлению пространства-времени. Пространство-время наделяется свойством искривляться — деформироваться и, в свою очередь, воздействовать на гравитационные свойства материи. Эйнштейн устанавливает зависимость времени (хода часов) от гравитационного потенциала. Таким образом, хотя пространство и время зависят от физических событий, но и физические события, в свою очередь, зависят от искривления пространства-времени.

Пространство и время в теории мультивселенной. Теория мультивселенной является концепцией о возможности существования множества миров, существующих параллельно друг другу [16]. Впервые

термин «мультивселенная» был введен в 1895 г. У. Джеймсом, но в другом контексте. Современное понимание мультивселенной было предложено Х. Эвереттом, который проводил опыт с интерференцией. На экспериментальной установке Эверетт исследовал прохождение через решетку одного-единственного электрона. В итоге ученый получил интерференционную картину, характерную для пучка электронов. Парадоксальный результат Эверетт предложил объяснить с помощью концепции существования множества вселенных.

Согласно этой концепции, при прохождении через решетку электрона последний интерферировал со своим «двойником» из параллельной вселенной, который неизвестным образом попал в наш мир. Казалось бы, что столь необычное объяснение не найдет поддержки в научном сообществе. Однако сторонниками концепции мультивселенных являются такие именитые ученые, как С. Хокинг [17–20], Д. Дойч, А. Линде, А. Виленкин и др.

Противниками данной теории являются С. Вайнберг, В. Муханов и один из самых титулованных ученых современности Р. Пенроуз [21]. Они считают, что концепция мультивселенной является надуманной и порождающей больше проблем, чем решений предыдущих задач.

Сам создатель концепции мультивселенной Х. Эверетт дополнял, что возможность существования параллельных миров дает возможность предполагать существование квантового бессмертия. Согласно данному понятию, каждый мыслящий индивид является бессмертным с квантовой точки зрения. Таким образом, в момент смерти в одной вселенной сознание индивида перемещается в другую, параллельную первоначальной. Отсюда вытекал принцип невозможности смерти сознания. Это напоминает представление о загробной жизни, существующее почти во всех религиях [22].

С начала 2000-х годов концепция мультивселенной стала всерьез рассматриваться в связи с изучением природы темной энергии. Математическая модель мультивселенной, основанная на предположении физической реальности комплексных чисел, была впервые предложена советским физиком А.А. Антоновым.

Для экспериментальной проверки существующих теорий темной энергии в 2015 г. в США был запущен проект Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI). В число проверяемых гипотез входила гипотеза мультивселенной.

Большой взрыв, случившийся одновременно во всей Вселенной около 13,8 млрд лет назад, не был началом пространства и времени, а стал началом только нашей наблюдаемой Вселенной [23]. До него существовала эпоха космической инфляции, в которой пространство расширялось экспоненциально и было заполнено энергией, присущей ткани пространства-времени. Концепция космической инфляции — это

пример физической теории, которая сначала сопутствовала основной, а затем затмила ее, ибо она:

- согласовывалась со всеми выводами теории Большого взрыва и последующей за ним наблюдаемой нами эволюции Вселенной;
- объяснила несколько проблем, с которыми не могла справиться теория Большого взрыва, включая объяснение того, почему температура по всей Вселенной одинакова, почему она в пространственном отношении в целом является плоской, почему не существует остаточных высокоэнергетических реликтов вроде магнитных монополей;
- сделала множество новых предсказаний, которые можно было проверить с помощью наблюдений и большая часть которых уже эмпирически подтверждена.

Но теория космической инфляции предсказывает еще одно следствие: существование мультивселенной. Пока неизвестно, возможно ли подтвердить его экспериментально. Инфляция заставляет пространство экспоненциально расширяться, что очень быстро может привести к тому, что любое искривленное пространство будет казаться плоским. Инфляция работает так, что заставляет космос расширяться с экспоненциальной скоростью. Все то, что существовало до Большого взрыва, становится гораздо больше по размеру. Пока ясно одно: человечество живет в очень большой по размерам, но при этом достаточно однородной Вселенной. В конце процесса инфляции Вселенная заполнится огромным количеством вещества и излучения и, вероятно, случится очередной Большой взрыв.

Хотя в расширяющемся пространстве-времени теория мультивселенной предсказывает существование множества независимых Вселенных, инфляция никогда не заканчивается везде одновременно, это происходит только в определенных и независимых участках, разделенных продолжающим расширяться пространством. Возможно, понимание состояния, бывшего до Большого взрыва, неверно и идеи об инфляции неприемлемы. И тогда предположение о существовании мультивселенной не является теоретически неизбежным. Однако концепция ее существования хотя и выходит за пределы современной физики, но вполне может рассматриваться как метафизическое (философское) предсказание, лишь пока находящееся за возможностями физической науки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Безлепкин Е.А. Методологические особенности становления квантовой механики. *Вестник Томского государственного университета*, 2015, № 395, с. 40–45.
- [2] Лебедев С.А., Рубочкин В.А. *История и философия науки*. Москва, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2010, 196 с.

- [3] Стёпин В.С. *История и философия науки*. Москва, Академический проект, 2011, 423 с.
- [4] Лебедев С.А., Борзенков В.Г., Гируссов Э.В., Грибов В.А. [и др.]. *Философия естественных наук*. Москва, Академический проект, 2006, 556 с.
- [5] Лебедев С.А. *Философия науки*. Москва, Юрайт, 2011, 288 с.
- [6] Лебедев С.А., Борзенков В.Г., Лазарев Ф.В., Лесков Л.В. [и др.]. *Философия науки. Общий курс*. Москва, Академический процесс, 2004, 736 с.
- [7] Лященко М.Н. Сущность и принципы понимания объективного знания в неклассической науке: сравнительный анализ взглядов Н. Бора и М. Борна. *Вестник Челябинского государственного университета*, 2010, № 1, с. 156–161.
- [8] Шевченко Е.В., Коржуев А.В. Нильс Бор о физических методах исследования процессов в живых организмах (исторический аспект). *Сибирский медицинский журнал*, 2006, № 7, с. 101, 102.
- [9] Лебедев С.А. Методологический плюрализм современной науки. *Вестник Московского государственного областного университета*. Сер. Философские науки, 2021, № 1, с. 53–76.
- [10] Гейзенберг В. *Физика и философия. Части и целое*. Москва, Наука, 1990, 399 с.
- [11] Поппер К. *Логика и рост научного знания*. Москва, Прогресс, 1983, 605 с.
- [12] Риман Б. *Сочинения*. Москва, Ленинград, ОГИЗ, 1948, 543 с.
- [13] Эйнштейн А., Инфельд Л. *Эволюция физики*. Москва, Наука, 2001, 267 с.
- [14] Stachel J. et al., eds. *The Collected Papers of Albert Einstein*. Princeton, Princeton University Press, 1987, 724 p.
- [15] Каменев А.С. *Современное естествознание: понятия, термины, персоналии*. Москва, Вузовская книга, 2006, 302 с.
- [16] Стенджер В. *Бог и Мультивселенная. Расширенное понятие космоса*. Санкт-Петербург, Питер, 2016, 432 с.
- [17] Хокинг С. *Краткие ответы на большие вопросы*. Москва, Большая наука, 2018, 185 с.
- [18] Хокинг С. *Черные дыры и молодые вселенные*. Москва, АСТ, 2022, 254 с.
- [19] Хокинг С., Млодинов Л. *Кратчайшая история времени*. Санкт-Петербург, Амфора, 2011, 179 с.
- [20] Хокинг С., Пенроуз Р. *Природа пространства и времени*. Москва, АСТ, 2023, 192 с.
- [21] Пенроуз Р. *Циклы времени. Новый взгляд на эволюцию Вселенной*. Москва, Лаборатория знаний, 2014, 333 с.
- [22] Хоссенфельдер С. *Уродливая Вселенная. Как поиски красоты заводят физиков в тупик*. Москва, Бомбора, 2021, 304 с.
- [23] Harrison E. *The Science of the Universe*. Cambridge, Cambridge University Press, 2000, 578 p.

Статья поступила в редакцию 30.01.2024

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Лебедев С.А., Шостов А.К. Основные концепции пространства и времени в современной физике. *Гуманитарный вестник*, 2024, вып. 1.

<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2024-1-886>

Лебедев Сергей Александрович — д-р филос. наук, профессор, профессор кафедры «Философия» МГТУ им. Н.Э. Баумана. saleb@rambler.ru

Шостов Артем Константинович — аспирант факультета «Энергомашиностроение» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Main concepts of space and time in modern physics: comparative analysis

© S.A. Lebedev, A.K. Shostov

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The paper presents a comparative analysis of modern concepts of space and time based on the general theory of relativity, quantum mechanics, and the theory of the multiverse. All these theories are internally consistent and experimentally confirmed, but they are nevertheless logically incompatible with each other, because they are built on different ideas on the space and time properties. As is known, classical physics considers space and time as independent and separate substances, along with the matter. In non-classical physics, these are the internally related properties of any object and physical reality in general. In partial theory of relativity, space and time are continuous and not curved. In general relativity, they could be curved. In quantum mechanics, they are contrasting both classical physics and the theory of relativity; thus, space and time are discrete. Epistemological basis for different understanding of space and time lies in consensual decision of the scientific community, i.e. the main subject of scientific knowledge.

Keywords: *space, time, general relativity theory, quantum mechanics, multiverse theory, scientific consensus, science philosophical foundations*

REFERENCES

- [1] Bezlepkin E.A. Metodologicheskie osobennosti stanovleniya kvantovoy mekhaniki [Methodological features of the establishment of quantum mechanics]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta — Tomsk State University Journal*, 2015, no. 395, pp. 40–45.
- [2] Lebedev S.A., Rubochkin V.A. *Istoriya i filosofiya nauki* [History and philosophy of science]. Moscow, Moskovskiy Gosudarstvennyi Universitet im. M.V. Lomonosova Publ., 2010, 196 p.
- [3] Stepin V.S. *Istoriya i filosofiya nauki* [History and philosophy of science]. Moscow, Akademicheskii Proekt Publ., 2011, 423 p.
- [4] Lebedev S.A., Borzenkov V.G., Girusov E.V., Gribov V.A. et al. *Filosofiya estestvennykh nauk* [Philosophy of natural sciences]. Moscow, Akademicheskii proekt Publ., 2006, 556 p.
- [5] Lebedev S.A. *Filosofiya nauki* [Philosophy of science]. Moscow, Yurayt Publ., 2011, 288 p.
- [6] Lebedev S.A., Borzenkov V.G., Lazarev F.V., Leskov L.V. et al. *Filosofiya nauki. Obschiy kurs* [Philosophy of science. General course]. Moscow, Akademicheskii protsess, 2004, 736 p.
- [7] Lyaschenko M.N. Sushchnost i printsipy ponimaniya obyektivnogo znaniya v neklassicheskoy nauke: sravnitelnyi analiz vzglyadov N. Bora i M. Borna [The essence and principles of understanding objective knowledge in non-classical science: comparative analysis of the views of N. Bohr and M. Born]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta — Bulletin of Chelyabinsk State University*, 2010, no. 1, pp. 156–161.
- [8] Shevchenko E.V., Korzhuev A.V. Nils Bor o fizicheskikh metodakh issledovaniya protsessov v zhivykh organizmakh (istoricheskiy aspekt) [Nils Bor about physical research techniques of various processes in alive organisms (historical aspect)].

- Sibirskiy meditsinskiy zhurnal — Siberian Scientific Medical Journal*, 2006, no. 7, pp. 101, 102.
- [9] Lebedev S.A. Metodologicheskiy plyuralizm sovremennoy nauki [The methodological pluralism of modern science]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Filosofskie nauki — Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Philosophy*, 2021, no. 1, pp. 53–76.
- [10] Heisenberg W. *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science (Great Minds)*, Harper & Row, 1958 [In Russ.: Geyzenberg V. Fizika i filosofiya. Chasti i tseloe. Moscow, Nauka Publ., 1990, 399 p.].
- [11] Popper K. *Logik der Forschung*. Julius Springer, Hutchinson & Co., 1934 [In Russ.: Popper K. Logika i rost nauchnogo znaniya. Moscow, Progress Publ., 1983, 605 p.].
- [12] Riemann B. *Sochineniya* [Collection of works]. Moscow, Leningrad, OGIz Publ., 1948, 543 p.
- [13] Einstein A., Infeld L. *The Evolution of Physics*. Cambridge University Press, 1038 [In Russ.: Eynshteyn A., Infeld L. Evolyutsiya fiziki. Moscow, Nauka Publ., 2001, 267 p.].
- [14] Stachel J. et al., eds. *The Collected Papers of Albert Einstein*. Princeton, Princeton University Press, 1987, 724 p.
- [15] Kamenev A.S. *Sovremennoe estestvoznaniye: ponyatiya, terminy, personalii* [Modern natural sciences: concepts, terms, personalities]. Moscow, Vuzovskaya Kniga Publ., 2006, 302 p.
- [16] Stenger V. *God and the Multiverse. Humanity's Expanding View of the Cosmos*. Prometheus, 2014 [In Russ.: Stenzher V. Bog i Multivselennaya. Rasshirenoe ponyatie kosmosa]. Saint Petersburg, Piter Publ., 2016, 432 p.
- [17] Hawking S. *Brief Answers to the Big Questions*. Hodder & Stoughton, 2018 [In Russ.: Khoking S. Kratkie otvety na bolshie voprosy. Moscow, Bolshaya Nauka Publ., 2018, 185 p.].
- [18] Hawking S. *Black Holes and Baby Universes and Other Essays*, Bantam, 1994 [In Russ.: Khoking S. Chernye dyry i molodye vseennyye. Moscow, AST Publ., 2022, 254 p.].
- [19] Hawking S., Mlodinov L. *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*, Bantam Dell Publishing Group, 1988 [In Russ.: Khoking S., Mlodinov L. Krachayshaya istoriya vremeni. Saint Petersburg, Amfora Publ., 2011, 179 p.].
- [20] Hawking S., Penrose R. *The Nature of Space and Time*. Princeton University Press, 1996 [In Russ.: Khoking S., Penrouz R. Priroda prostranstva i vremeni. Moscow, AST Publ., 2023, 192 p.].
- [21] Penrose R. *Cycles of Time: An Extraordinary New View of the Universe*. Vintage, 2012 [In Russ.: Penrouz R. Tsikly vremeni. Novyi vzglyad na evolyutsiyu Vselennoy. Moscow, Laboratoriya Znaniy Publ., 2014, 333 p.].
- [22] Hossenfelder S. *Lost in Math: How Beauty Leads Physics Astray*. Basic books, 2018 [In Russ.: Khossenfelder S. Urodlivaya Vselennaya. Kak poiski krasoty zavodyat fizikov v tupik. Moscow, Bombora Publ., 2021].
- [23] Harrison E. *The Science of the Universe*. Cambridge University Press, 2000, 578 p.

Lebedev S.A., Dr. Sc. (Philos.), Professor, Professor of the Department of Philosophy, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: saleb@rambler.ru

Shostov A.K., Postgraduate, Department of Power Engineering, Bauman Moscow State Technical University.