

## От теории относительности к теории струн

*Н. В. Даниелян*

*Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, Россия*

*vend22@yandex.ru*

Рассмотрено изменение пространственно-временных представлений в классической эпистемологии, неклассической и современной науке. Особое внимание уделено теории относительности А. Эйнштейна, согласно которой пространство и время составляют единый четырехмерный континуум. Показано, что мышление человека в современном научном исследовании несет в себе характеристики, которые сливаются с предметным содержанием объекта, на основании чего сделан вывод о системном и взаимозависимом характере категорий субъекта и объекта познания. На примере «модельзависимого реализма» С. Хокинга обосновано, что пространственно-временные представления в современной науке имеют в основном конструктивистскую природу. Сделано заключение, что в современном научном познании введение единых инструментальных представлений о пространстве и времени пока не представляется возможным, так как это означало бы выработку в понятийном базисе какого-то исходного базового представления о пространстве и времени.

*Ключевые слова:* теория относительности; теория струн; пространство; время; материя; познание; М-теория; «модельзависимый реализм».

## From the Theory of Relativity to the Theory of Strings

*N. V. Danielyan*

*National Research University of Electronic Technology, Moscow, Russia*

*vend22@yandex.ru*

The article examines some changes that have taken place in understanding space and time in classic epistemology, non-classic and modern science. Special attention is paid to the theory of relativity by A. Einstein. According to this theory, space and time create a single four-dimensional continuum. The author demonstrates human thinking in the modern scientific research has the characteristics which include object representation. As a result, subject and object categories make a system with the elements gaining any sense only in their interdependence and in their dependence on the whole system. The article reasons on the basis of “model-dependent realism” by S. Hawking, that the representation of space and time has mainly the constructivism nature. The author concludes nowadays it's impossible to introduce the unified instrumental conceptions of space and time, for it would mean using their initial fundamental ideas in the conceptual basis of modern science.

*Keywords:* theory of relativity; theory of strings; space; time; matter; cognition; M-theory; “model-dependent realism”.

Данная статья была задумана еще в 2013 г., сразу после защиты докторской диссертации ее автором и последовавших за этим двух осенних месяцев чтения лекций и проведения семинарских занятий с аспирантами Национального исследовательского

© Даниелян Н. В.

университета «МИЭТ». В ходе дискуссий на семинарах постоянно возникал вопрос о природе и понимании пространства и времени в неклассической науке и современной эпистемологии, чему и будет уделено основное внимание в рамках данной работы.

В марте 2018 г. на 77-м году жизни скончался Стивен Хокинг — выдающийся ученый современности, работы которого в значительной степени были посвящены данному вопросу. Человек такой силы воли и невероятного мужества заслуживает особого внимания и почтения со стороны современников, подавая пример служения своему делу, любви и преданности науке. Безусловно, последующие поколения также смогут почерпнуть силы на творчество и самореализацию наперекор любым обстоятельствам, даже самым роковым, из его сложного жизненного пути.

Хотелось бы подчеркнуть, что С. Хокинг, будучи практически полностью парализованным, вел довольно активную жизнь, насыщенную работой и научными открытиями. В октябре 1987 г. в предисловии к книге «Краткая история времени» он написал: «Помощь и поддержка, которую мне оказывали моя жена Джейн и дети Роберт, Люси и Тимоти, обеспечили мне возможность вести относительно нормальный образ жизни и добиться успехов в работе. Мне повезло в том, что я выбрал теоретическую физику, ибо она вся уместается в голове. Поэтому моя телесная немощь не стала серьезным препятствием. Мои коллеги, все без исключения, всегда оказывали мне максимальное содействие» [1, с. 10].

Во время выступлений с лекциями или просто при обращении к слушателям на лице ученого всегда присутствовала добрая улыбка, несмотря на испытываемые им сложности с мимикой лица. Его книги, как и лекции, просты и доступны широкому кругу читателей, совсем не вовлеченных в область теоретической физики. Хотя С. Хокинг считал философию «мертвой наукой» [2, с. 9] (поскольку она не успевает за текущим развитием науки, особенно физики), на страницах своих книг он нередко

философствовал, рассуждая о разгадке «Высшего замысла» человечеством посредством М-теории, о которой речь пойдет далее, или размышляя о природе пространства и времени, о границах нашего познания Вселенной и ее законов, о свободе воли человека.

Несмотря на пренебрежительное отношение С. Хокинга к философии, интересен его пример, имеющий чисто философскую подоплеку, касающийся субъект-объектного взаимодействия в процессе познания. Речь идет о запрете властей итальянского города Монца на содержание золотых рыбок в шаровидных аквариумах. Он продиктован заботой о здоровье рыбок: они, глядя через изогнутые стенки, видят искаженную картину реальности [2, с. 45]. Ученый задается правомерным вопросом относительно достоверности той картины реальности, которую наблюдает сам человек, поскольку возможно, что и он получает искаженную картину действительности. Этот вопрос волновал ученых на протяжении всего развития философии: насколько истинно знание об объекте, полученное субъектом в процессе познания?

Так, в классическом естествознании преобладала идея о достижимости объективности и предметности научного знания только в случае исключения из процедуры объяснения и описания всех тех элементов, которые могут быть отнесены к субъекту и к его познавательной деятельности. Важным отличием, по сравнению с античной и средневековой философией, служит взгляд на человека как на субъект, познающий объективную реальность. Из истории развития естествознания следует, что в XVII — XIX вв. объяснение наблюдаемого явления истолковывалось как поиск механических причин и неких субстанций, представляемых в виде носителей сил, которыми оно было детерминировано. Таким образом, картина реальности, применительно к сфере физического знания, строилась и развивалась на основании редукции знаний о природе к фундаментальным принципам и представлениям классической механики.

Что касается субъекта, то в классической науке он обладал «могущественным рефлексивным сознанием, не знающим границ в познании себя и окружающего мира» [3, с. 76], а также особым, строго определенным методом познавательной деятельности, который был необходим для получения истинного знания об исследуемом объекте.

В классической эпистемологии, по мнению В. А. Лекторского, не существовало «моста между субъективным миром и миром объективности» [4, с. 12], поскольку подразумевалось отделение исследователя от изучаемого объекта. При данном подходе не учитывались возможные изменения познаваемого объекта вследствие проводимого эксперимента, т. е. не принималась во внимание вероятность искажения наблюдаемой картины реальности. Наблюдение и эксперимент служили эпистемологическими основаниями процесса познания, при этом считалось, что объекты реальности раскрывали тайны своего бытия познающему разуму, который наделялся статусом суверенности: «В идеале познающий разум трактовался как дистанцированный от вещей, как бы со стороны наблюдающий и исследующий их, не детерминированный никакими предпосылками, кроме свойств и характеристик изучаемых объектов» [5, с. 22].

В конце XIX — начале XX в. с появлением неклассической науки произошло преобразование стиля научного мышления. За основополагающие стали приниматься такие методы объяснения и описания наблюдаемых явлений, которые содержали явные ссылки на средства и операции познавательной деятельности субъекта. Один из первых — подход Э. Маха к пониманию пространства и времени как продуктов человеческого сознания. В работе «Популярно-научные очерки» [6] он выводил их из способности человека переживать и упорядочивать события, располагая одно за другим. Критикуя абсолютное пространство и время И. Ньютона и их априорность по И. Канту, он утверждал: «О движении тела К можно судить лишь по отношению к другим телам

А, В, С. <...> Мы не должны вести отсчет относительно какого-то одного определенного тела и исключать из рассмотрения то одно из этих тел, то другое. Отсюда и возникает мнение, будто эти тела вообще несущественны» [7, с. 191]. Исходя из данных рассуждений, он сделал революционный в науке вывод, касающийся относительности всех наблюдаемых пространственно-временных отношений. Эйнштейн полагал, что Э. Мах был недалек от того, чтобы прийти к общей теории относительности. Однако ему не хватило понимания постоянства скорости света в вакууме, взятой А. Эйнштейном за основу специальной теории относительности, основное отличие которой от предшествующих теорий заключалось в признании пространства и времени внутренними элементами движения материи, структура которых зависела от природы самого движения и являлась его функцией. Эйнштейн придал пространству и времени такие новые свойства, как относительность длины и временного промежутка, а также равноправность пространства и времени.

Распространив полученные выводы на всю область физики, Э. Мах отметил относительность всех физических определений и выдвинул ряд вопросов, направленных на выявление особых свойств пространства, а также возможность «мыслить» его (как известно, сегодня существует ряд физических теорий о многомерности пространства). Что касается времени, он предложил сделать его ощущение некоторой шкалой, расположив другие ощущения познающего субъекта в соответствии с ней. По мнению П. П. Гайдено, «если физиологическое время и пространство суть системы ориентирующих ощущений, определяющих возбуждение биологически целесообразных реакций, то физическое время и пространство суть особые зависимости физических элементов друг от друга» [8, с. 241]. Следовательно, Э. Мах сделал попытку понять пространство и время из более элементарных физических фактов и показать их подчиненность материальной составляющей. Следует отметить, что подобными воззрениями он

сформировал предпосылки реляционной концепции пространства и времени, разрабатываемой современными физиками.

В специальной теории относительности А. Эйнштейн объединил пространство и время в единый четырехмерный пространственно-временной континуум, в котором свойства тел зависели от скорости их движения [9]. Интересно, что британский писатель Г. Уэллс предложил подобную идею в романе «Машина времени» за 10 лет до открытия А. Эйнштейна. Главный герой произведения говорит: «И все же существуют четыре измерения, из которых три мы называем пространственными, а четвертое — временным. Правда, существует тенденция противопоставить три первых измерения последнему» [10, с. 18].

Из принципа относительности следует, что в инерциальных системах отсчета процессы протекают одинаково. Однако при переходе к неинерциальным системам релятивистские эффекты могут быть замечены и измерены. Так, если провести воображаемый эксперимент по отправке релятивистского корабля типа фотонной ракеты к удаленным звездам, то после возвращения на Землю окажется, что времени в нем прошло существенно меньше, чем на нашей планете. Чем дальше полет и чем ближе скорость корабля к скорости света, тем существеннее данное различие. Оно может составлять сотни и даже тысячи лет. Тем самым экипаж корабля переносится в более близкое или отдаленное будущее, т. е. выпадает из хода развития событий на Земле.

Эйнштейн приходит к выводу, что в понятии одновременности нет смысла: «Два события, одновременные при наблюдении из одной координатной системы, уже не воспринимаются как одновременные при рассмотрении из системы, движущейся относительно данной» (приводится по: [11, с. 13]). Коренным отличием его подхода от предыдущих теорий стало «признание пространства и времени в качестве внутренних элементов движения материи, структура которых зависит от природы самого движения» [12, с. 94]. Пространство и время в его концепции приобрели новые свойства: равноправность и относительность.

Если обратиться к современным концепциям (таким как М-теория), то данный континуум расширяется до одиннадцатимерного, в котором дополнительные измерения свернуты во «внутреннее пространство», отличающееся от нашего привычного трехмерного. «Одиннадцатимерное пространство-время рассматривается как произведение десятимерного пространства-времени и одномерной окружности» [13]. В теории струн (одним из инициаторов которой является Л. Сасскинд), в отличие от М-теории, предлагаемой С. Хокингом в качестве универсальной (о чем говорилось выше), десятимерность пространства-времени связана с тем, что мерность мембраны (так называемой р-браны) принимает значения от 0 до 9. Под мембраной в современной теоретической физике подразумевается поверхность, к которой может быть присоединен конец струны [14, с. 323]. Свободно скользя по поверхности мембраны в любом направлении, он не может ее покинуть.

Данные примеры иллюстрируют «модель независимый реализм» Хокинга [1, с. 49]. Поскольку любая физическая теория не отменяет полностью предшествующую ей теорию, а дополняет и преобразует ее (принцип соответствия Н. Бора), она дает основу для новой интерпретации научных данных. Саундерс полагает, что идея Н. Бора стала «консервативным расширением существующих концепций и фрагментов науки», позволяющим проследить динамику субъект-объектного взаимодействия в ее истории [15, с. 442]. Так, квантовая механика отвергла постулаты классической физики, дав толчок к формированию неклассического типа научного мышления, ведущего к построению более точной картины реальности. Возвращаясь к примеру с золотыми рыбками, можно утверждать, что с появлением неклассического естествознания стенки аквариума, в который помещен субъект, менее искривляют познаваемую им картину реальности.

Сравнение рационального знания о пространстве и времени для классической и неклассической эпистемологии свидетельствует о его значительном преобразовании.

Произошел переход к «открытой» форме познания, предполагающей способность субъекта выйти за пределы фиксированной системы координат, принимаемых за исходные. Таким образом, можно заключить, что «моделезависимый реализм» соответствует господствующим научным парадигмам, влияющим на когнитивные процессы субъекта, возникающие у него в ходе наблюдения и восприятия.

Сегодня существует множество примеров, когда теоретические модели находят последующее применение на практике. Среди них революционное для науки открытие электрона Дж. Томсоном в 1897 г., которое способствовало становлению квантовой электродинамики, послужившей основой для квантово-полевых теорий. Фейнман совместно с рядом физиков разработал ее в 1940-х гг. (знаменитые диаграммы Фейнмана) [16]. Основой квантово-полевых теорий являются бозоны — переносящие энергию частицы, которые движутся между частицами материи и передают силу (например, фотон (частица света), передающий электромагнитную силу). Хокинг объясняет данный процесс следующим образом: «...Частица материи, например, электрон, испускает бозон (частицу силы) и отскакивает в противоположном направлении... <...> Частица силы затем сталкивается с другой частицей материи и поглощается ею, изменяя движение этой частицы материи» [1, с. 119]. Таким образом, происходит обмен фотонами между заряженными частицами (фермионами, к которым относятся электроны и кварки<sup>1</sup>). В итоге каждая материальная частица имеет парную силовую частицу и, напротив, силовая частица имеет парную материальную.

Итак, в теории поля частица соответствует полю, вследствие чего превращение одних частиц в другие будет соответствовать переходу одних полей в другие. Как результат, движение тождественной себе частицы будет происходить в гравитационном, электромагнитном и других полях.

<sup>1</sup> Кварк — фундаментальная частица, входящая в состав адронов (элементарных частиц, подверженных сильному взаимодействию, к ним относятся, например, протоны и нейтроны).

В обычной модели построения реальности частица имеет точечную форму, тогда как в теории струн ее предлагается заменить вибрирующим отрезком, имеющим только длину, т. е. подобием бесконечно тонкого отрезка струны. Авторы этой концепции выделяют фундаментальную струну, через которую могут быть выявлены все элементарные частицы — 1-мерный объект длиной порядка  $10^{-33}$  см. Она имеет моду<sup>2</sup>, которая определяет квантовые числа (массу, спин<sup>3</sup> и т. д.), присущие частице, и несет в себе набор квантовых чисел, отвечающих определенному типу частиц. Следовательно, все частицы можно описать через один объект — струну.

Эти выводы ведут к полной трансформации существующих представлений о материи, но до конца не проясняют ее философское понимание в зависимости от предлагаемых теорий пространственно-временных отношений. В чем же заключаются основные проблемы? Первая, наиболее фундаментальная, — превращение одних форм материи в другие, вторая — неизвестность абсолютной элементарности, далее — противоположная направленность мега- и микромира, а также появление универсальной теоретической системы (по мнению С. Хокинга, таким универсальным инструментом является М-теория), которая объединила бы в себе микро-, макро- и мегамиры.

С понятием «рождение Вселенной» связана необходимость описания явлений, отражающих перечисленные выше проблемы. На помощь приходит «моделезависимый реализм», предложенный С. Хокингом, поскольку для любого первичного явления всегда требуется определенная степень прогнозирования. Условия, в которых оно происходило, не могут быть полностью

<sup>2</sup> Мода — набор характерных для колебательной системы типов гармонических колебаний. Мода характеризуется пространственной конфигурацией колеблющейся системы, определяемой положением ее узловых точек (линий или поверхностей), а также собственной частотой. Каждой моде, как правило, соответствует определенная собственная частота.

<sup>3</sup> Спин — собственный момент количества движения элементарной частицы, имеет квантовую природу.

воспроизведены, даже посредством ускорителей элементарных частиц, позволяющих приблизиться к их пониманию. Особая значимость придается сингулярности, поскольку она не имеет выделенного направления времени. Вселенная, как известно, расширяется в ходе космологической эволюции, однако при других начальных условиях процесс мог бы носить противоположную направленность. Если рассматривать процесс становления и развития материи во Вселенной с точки зрения неустойчивости, то на первый план выходит понятие необратимости, которая приводит к появлению проблемы хаоса. Рождение Вселенной, по мнению И. Пригожина и И. Стенгерс, явилось реализацией некой возможности в первые мгновения после Большого взрыва [11; 17]. Следовательно, говоря о физических законах, имеющих место в материальном мире, их можно понимать в качестве результатов определенного сценария из множества возможных путей реализации мира, заложенных в природе. Наши представления о протекающих явлениях также являются вероятностной моделью возможных событий: «Реальный мир управляется не детерминистическими законами и не абсолютной случайностью. В промежуточном описании физические законы приводят к новой форме познаваемости, выражаемой несводимыми вероятностными представлениями» [11, с. 9].

Можно заключить, что если ранее время рассматривалось как последовательность прошлых и будущих событий в статике, то в современном научном подходе оно нацелено на будущее. Его можно творить, создавать на основании «плана действий», вырабатываемого в процессе научных исследований. Примерно те же представления относятся и к пространству, поскольку оно, с одной стороны, — конструкт сознания человека (его модель), а с другой — объективная реальность, существующая независимо от него.

Из предпринятой в данной статье попытки показать изменение пространственно-временных представлений по мере развития физической теории в XX в. можно заключить, что однозначного ответа

на поставленный вопрос не существует. Время и пространство многолики и зависят от выбираемого подхода к их пониманию и определению. Данная проблема является фундаментальной и требует синтеза различных эпистемологических и частнонаучных подходов. Как отмечает В. П. Казарян, «наш мир — это мир неопределенности. Стало понятно, что много интересных явлений есть в нелинейных процессах. Появились альтернативные стратегии развития исследований в этой области науки» [18, с. 60]. Пока существует человек как познающий разум, работа в данном направлении не может быть завершена, так как в современном научном познании не представляется возможным введение единых инструментальных представлений о пространстве и времени, которые удовлетворяли бы всем имеющимся на сегодняшний день физическим и философским теориям и подходам, а также вновь возникающим.

Из проведенного в статье анализа стало очевидным, что такие новые ориентации, как нелинейность, необратимость, хаосность и др., активно используются современной наукой. В ее расширенный объем сегодня включают интуицию ученого или исследователя, неопределенность, эвристику и другие прагматические элементы научного исследования (например, его пользу и эффективность). Это свидетельствует о том, что мышление человека с его целями и ценностными ориентациями содержит характеристики, сливающиеся с предметным содержанием объекта. Поэтому в современном научном познании категории субъекта и объекта образуют систему, элементы которой приобретают смысл только во взаимозависимости друг от друга и от системы в целом, что особенно явно демонстрирует физика в период от теории относительности А. Эйнштейна до «модельзависимого реализма» С. Хокинга.

### *Литература*

1. Хокинг С. Краткая история времени // Три книги о пространстве и времени / С. Хокинг; пер. с англ. И. И. Иванова, М. В. Кононова, Н. Я. Смородиной. СПб.: Амфора, 2013. С. 9—216.

2. Хокинг С., Млодинов Л. Высший замысел = The grand design / [Пер. с англ. М. Кононова под ред. Г. Бурбы]. СПб.: Амфора, 2012. 208 с.: ил. (Династия).

3. Микешина Л. А. Философия науки. М.: Издательский дом Международного университета в Москве, 2006. 440 с.

4. Лекторский В. А. Реализм, антиреализм, конструктивизм и конструктивный реализм в современной эпистемологии и науке // Конструктивистский подход в эпистемологии и науках о человеке / Отв. ред. академик РАН В. А. Лекторский. М.: Канон+: РООИ «Реабилитация», 2009. С. 5—40.

5. Степин В. С. Научная рациональность в историческом измерении // Философия познания: к юбилею Людмилы Александровны Микешиной: [сб. ст. / Под общ. ред. Т. Г. Щедриной]. М.: РОССПЭН, 2010. С. 13—30.

6. Мах Э. Популярно-научные очерки: Пер. с 3-го нем. изд. Г. А. Котляра. М.: URSS: КомКнига, 2011. 340 с. (Из наследия мировой философской мысли).

7. Мах Э. Механика: историко-критический очерк ее развития / Пер. с нем. Г. А. Котляра; под ред. Н. А. Гезехуса. Изд. стер. М.: КомКнига, 2015. 448 с.: рис. (Классики науки).

8. Гайдено П. П. Время. Длительность. Вечность. Проблема времени в европейской философии и науке. М.: Прогресс-Традиция, 2006. 464 с.

9. Эйнштейн А. Собрание научных трудов: в 4 т. Т. 1: Работы по теории относительности. 1905—1920. М.: Наука, 1965. 700 с.: портр. (Классики науки).

10. Уэллс Г. Машина времени. Человек-невидимка: Пер. с англ. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002. 508 с.: ил.

11. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени: Пер. с англ. М.: Эдиториал УРСС, 2000. 240 с.

12. Ахундов М. Д. Пространство и время в физическом познании. М.: Мысль, 1982. 251 с.

13. Ю Ш., Надис С. Теория струн и скрытые измерения Вселенной = The Shape of Inner Space: String Theory and the Geometry of the Universe's Hidden Dimensions: пер. с англ. СПб.: Питер, 2012. 399 с.: фот., схемы, рис., граф. (Династия) (Элементы).

14. Сасскинд Л. Космический ландшафт. Теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной: [пер. с англ.]. СПб. [и др.]: Питер, 2015. 446 с.: ил. (New Science).

15. Saunders S. Complementarity and Scientific Rationality // Foundations of Physics. 2005. V. 35, No. 3. P. 417—447. doi: 10.1007/s10701-004-1982-x.

16. Фейнман Р. Характер физических законов: Пер. с англ. М.: АСТ, 2016. 256 с. (Эксклюзивная классика).

17. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой / Пер. с англ. Ю. А. Данилова. 3-е изд. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 310 с.: рис.

18. Казарян В. П. Темпоральность и естественные науки // На пути к пониманию феномена времени: конструкции времени в естествознании. Ч. 3: Методология. Физика. Биология. Математика. Теория систем / Под ред. А. П. Левича. М.: Прогресс-Традиция, 2009. С. 30—63.

**Даниелян Наира Владимировна** — доктор философских наук, доцент, профессор кафедры философии, социологии и политологии Национального исследовательского университета «МИЭТ» (пл. Шокина, д. 1, г. Зеленоград, Москва, 124498, Российская Федерация), vend22@yandex.ru

## References

1. Khoking S. (Hawking S.) Kratkaya istoriya vremeni (A Brief History of Time), *Tri knigi o prostranstve i vremeni*, by S. Khoking, per. s angl. I. I. Ivanova, M. V. Kononova, N. Ya. Smorodinskoi, SPb., Amfora, 2013, pp. 9—216.

2. Khoking S. (Hawking S.), Mlodinov L. (Mlodinow L.) Vysshii zamysel (The Grand Design), Per. s angl. M. Kononova pod red. G. Burby, SPb., Amfora, 2012, 208 p., il., Dinastiya.

3. Mikeshina L. A. Filosofiya nauki (Philosophy of Science), M., Izdatel'skii dom Mezhdunarodnogo universiteta v Moskve, 2006, 440 p.

4. Lektorskii V. A. Realizm, antirealizm, konstruktivizm i konstruktivnyi realizm v sovremennoi epistemologii i nauke (Realism, Anti-Realism, Constructivism and Constructive Realism in Modern Epistemology and Science), *Konstruktivistskii podkhod v epistemologii i naukakh o cheloveke*, Otv. red. akad. RAN V. A. Lektorskii, M., Kanon+, ROOI "Reabilitatsiya", 2009, pp. 5—40.

5. Stepin V. S. Nauchnaya ratsional'nost' v istoricheskom izmerenii (Scientific Rationality in Historical Dimension), *Filosofiya poznaniya: k yubileyu Lyudmily Aleksandrovny Mikeshinoy*, sb. st., Pod obshch. red. T. G. Shchedrinoi, M., ROSSPEN, 2010, pp. 13—30.

6. Makh E. (Mach E.) Populyarno-nauchnye ocherki (Popular Scientific Lectures), Per. s 3-go nem. izd. G. A. Kotlyara, M., URSS, KomKniga, 2011, 340 p., Iz naslediya mirovoi filosofskoi mysli.

7. Makh E. (Mach E.) Mekhanika: istoriko-kriticheskii ocherk ee razvitiya (The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of its Development), Per. s nem. G. A. Kotlyara, pod red. N. A. Gezekhusa, Izd. ster., M., KomKniga, 2015, 448 p., ris., Klassiki nauki.

8. Gaidenko P. P. Vremya. Dlitel'nost'. Vechnost'. Problema vremeni v evropeiskoi filosofii i nauke (Time. Continuance. Eternity. Problem of Time in European Philosophy and Science), M., Progress-Traditsiya, 2006, 464 p.

9. Einshtein A. (Einstein A.) Sbranie nauchnykh trudov, v 4 t., T. 1, Raboty po teorii otnositel'nosti. 1905—1920 (Collection of Scientific Papers, in 4 Vols., Vol. 1, Works on Relativity Theory. 1905 to 1920), M., Nauka, 1965, 700 p., portr., Klassiki nauki.

10. Uells G. (Wells H.) Mashina vremeni. Chelovek-nevidimka (The Time Machine. The Invisible Man), Per. s angl., M., OLMA-PRESS, 2002, 508 p., il.

11. Prigozhin I. (Prigogine I.), Stengers I. Vremya, khaos, kvant. K resheniyu paradoksa vremeni (Time, Chaos, Quantum. To the Solution of Clock Paradox), Per. s angl., M., Editorial URSS, 2000, 240 p.
12. Akhundov M. D. Prostranstvo i vremya v fizicheskom poznanii (Space and Time in Physical Knowledge), M., Mysl', 1982, 251 p.
13. Yau Sh., Nadis S. Teoriya strun i skrytye izmereniya Vselennoi (The Shape of Inner Space: String Theory and the Geometry of the Universe's Hidden Dimensions), per. s angl., SPb., Piter, 2012, 399 p., fot., skhemy, ris., graf., Dinastiya, Elementy.
14. Sasskind L. (Susskind L.) Kosmicheskii landschaft. Teoriya strun i illyuziya razumnogo zamysla Vselennoi (The Cosmic Landscape. String Theory and the Illusion of Intelligent Design), per. s angl., SPb. i dr., Piter, 2015, 446 p., il., New Science.
15. Saunders S. Complementarity and Scientific Rationality, *Foundations of Physics*, 2005, V. 35, No. 3, pp. 417—447. doi: 10.1007/s10701-004-1982-x.
16. Feinman R. (Feynman R.) Kharakter fizicheskikh zakonov (The Character of Physical Law), Per. s angl., M., AST, 2016, 256 p., Eksklyuzivnaya klassika.
17. Prigozhin I. (Prigogine I.), Stengers I. Poryadok iz khaosa: novyi dialog cheloveka s prirodoi (Order out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature), Per. s angl. Yu. A. Danilova, 3-e izd., M., Editorial URSS, 2001, 310 p., ris.
18. Kazaryan V. P. Temporal'nost' i estestvennye nauki (Temporality and Natural Sciences), *Na puti k ponimaniyu fenomena vremeni: konstruktii vremeni v estestvoznanii, Ch. 3, Metodologiya. Fizika. Biologiya. Matematika. Teoriya sistem*, Pod red. A. P. Levicha, M., Progress-Traditsiya, 2009, pp. 30—63.

Submitted 16.02.2018

**Danielyan Naira V.**, Doctor of Philosophy, Assistant Professor, Professor of the Department of Philosophy, Sociology and Politology, National Research University of Electronic Technology (Shokin sq., 1, Zelenograd, Moscow, 124498, Russia), [vend22@yandex.ru](mailto:vend22@yandex.ru)