

УДК 1(091) /115

DOI: 10.26795/2307-1281-2018-6-3-14

ЛОГИЧЕСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ ОБРАТНОГО ХОДА ВРЕМЕНИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ В ИСТОРИИ ФИЛОСОФИИ И НАУКИ XX-XXI ВЕКОВ

Е. В. Смирнова^{1}, Д. В. Воробьев^{2*}*

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

**e-mail: elenna-1234@yandex.ru*

²Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация

**e-mail: phil30@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Введение: цель данной статьи – обозначить основные сложности и парадоксы, связанные с обратным ходом времени, а также рассмотреть пути их решения в контексте философии и ряда естественных дисциплин. В центре внимания статьи находятся основные философские и научные идеи по данной проблеме XX и XXI веков.

Материалы и методы: основой для статьи послужили разработки русских и зарубежных исследователей, подходивших к проблеме обратного хода времени с разных позиций. Основным методом был выбран критический анализ изученного материала, а также попытка синтеза на этой основе выявленных противоречий и путей их решения.

Результаты исследования: в качестве промежуточного результата в данной статье показано, что обратный ход времени логически не противоречив, но лишь маловероятен. Также замечено, что само определение обратного хода времени достаточно проблемно, как и определение времени. По этой причине сама возможность говорить о существовании или несуществовании данного феномена в природе зависит от точки зрения исследователя.

При гипотетическом допущении обратного хода времени возникает ряд парадоксов, которые детально рассмотрены в статье: парадокс Гиббса, множественность времен, петля причинности, парадокс мертвого дедушки.

Данные парадоксы интересовали не только физиков и философов, но и писателей-фантастов, которые предлагали свои пути их решения. На сегодняшний день этой проблемой занимаются исследователи Эдинбургского университета, в частности А. Ричмонд, создавший отдельное направление в философии – философию путешествий во времени. В статье представлены разработки А. Ричмонда и его предшественников, а также его западных и русских коллег, предпринята попытка выявить проблемные стороны в их версии решения указанных противоречий.

Обсуждение и заключения: в статье показано, что основные противоречия, связанные с обратным ходом времени, не являются решенными и представляют собой поле для дискуссии и обсуждения.

History of philosophy

Ключевые слова: обратный ход времени, петля причинности, пространство-время, клиффордово пространство, стрела времени.

Для цитирования: Смирнова Е.В., Воробьев Д.В. Логические противоречия обратного хода времени и пути их решения в истории философии и науки XX-XXI веков // Вестник Мининского университета. 2018. Т.6, №3. С. 14. DOI: 10.26795/2307-1281-2018-6-3-14

THE LOGICAL CONTRADICTIONS OF THE TIME REVERSIBILITY AND THEIR SOLUTIONS IN PHILOSOPHY AND SCIENCE OF XX-XXI CENTURIES

E. V. Smirnova^{1}, D. V. Vorobiov^{2*}*

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

**e-mail: elenna-1234@yandex.ru*

²*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University),
Nizhny Novgorod, Russian Federation*

**e-mail: phil30@mail.ru*

ABSTRACT

Introduction: the purpose of this article is to highlight the main difficulties and paradoxes, which connected with the time reversibility and also to research their solutions in the context of philosophy and natural science. The article focus is the main philosophical and scientific ideas of this problem of XX-XXI centuries.

Materials and Methods: the base of this article is various developments of Russian and foreign researchers, who researched problem of the time reversibility with different approaches. The main chosen methods are critical analysis of the researched materials and the attempt on this base to synthesize identified contradictions and their solutions.

Results: the interim result of this article is the statement that time reversibility is not logically controversial, but it is improbable. It was also noticed that the definition of time reversibility and the definition of time are a problem, therefore the possibility to speak about existing in nature or non-existing of the phenomenon depends on the researcher's point of view.

If we assume the possibility of time reversibility there appear a few paradoxes, which are Gibbs' paradox, time's multiplicity, causality leap, dead grandfather paradox.

Not only philosophers and scientists were interested in those paradoxes, but also science-fiction writers who offered their own solutions. Today the Edinburg University philosophers and particularly A. Richmond are dealing with the problem, they also created the new direction of the philosophy named time travel philosophy. Richmond's, his predecessors' and Russian and foreign colleagues' developments are presented in the paper; the attempt to find the contradictions in their approaches and the ways of its resolving has been also made.

Discussion and conclusions: the main contradictions concerning the time reversibility are not ultimately resolved and still exist as a field for further discussion.

Keywords: time reversibility, causality leap, space-time, Clifford's word, time arrow.

For citation: Smirnova E.V., Vorobiov D.V. The logical contradictions of the time reversibility and their solutions in philosophy and science of XX-XXI centuries // Vestnik of Minin University. 2018. Vol. 6, no. 3. P. 14. DOI: 10.26795/2307-1281-2018-6-3-14

Введение

При разговоре о времени сложности встречаются с самой попытки его определения. В отличие от сугубо научных понятий, которые имеют четкие и ясные дефиниции, время оказывается понятием предельным и неопределенным. В своей работе «Образ мира через призму темпорологии» А.П. Левич пишет: «Время – это материя? поле? ось координат? свойство сознания? конструкт мышления?» [14, с.2]. Поясним несколько подробнее, что это значит.

Время как аргумент присутствует в большинстве математических формул. Все динамические законы есть законы, действующие во времени, однако закона, который бы описывал время, нет. Таким образом, время оказывается математически не определено, напротив, оно является пределом, основой, которая позволяет описывать все протекающие в мире процессы.

Единственным исключением можно назвать преобразования Лоренца, но и в них нет собственно времени, а есть лишь отношение времен двух различных систем отсчета. Все базовые характеристики времени имеют лишь статистическую достоверность. Терминологическое определение времени варьируется в разных научных дисциплинах и в трудах философов, но даже самое распространенное понимание этого явления как формы существования материи нельзя назвать ни полным, ни окончательно ясным. Оно не столько приближает, сколько отдаляет нас от понимания, что такое время, поскольку не содержит в себе ни одной характеристики времени, ничего такого, чтобы позволило вычленить время из множества понятий, так или иначе связанных с материей и материальным миром.

В данной статье рассмотрено время с позиций возможности его обратного хода. В последнее столетие эта возможность сильно волновала умы ученых, философов, писателей. Изменение направления времени давало бы возможность вечной жизни, потенциального бессмертия, путешествий в прошлое и фактически контроля над своей судьбой, судьбой народа. Можно было бы избежать войн и разрушений, создать новую улучшенную версию мироздания. Теория относительности Эйнштейна стала определенным началом, отходом от традиционных понятий о времени как о чем-то неподверженном изменениям [3, с. 28-42]. И это не только положило начало новому физическому пониманию явления, но и стало толчком для творчества писателей-фантастов и создания целой философии путешествий во времени.

В статье показано, какие противоречия вызывает само предположение о возможности изменения хода времени и его направления из будущего в прошлое. Также описаны попытки их решения в современной философии. Особый упор сделан на работы А. Ричмонда – доктора философии Эдинбургского университета.

Обзор литературы

Стрела времени – понятие, которое активно использовал Стивен Хокинг в «Краткой истории времени», казалось бы, навсегда поставило точку в вопросах возможности времени течь вспять. Он, в сущности, повторил второй закон термодинамики, который гласит о постоянном возрастании энтропии в системе [26, с. 81-85].

В «Краткой истории времени» он пишет о совпадении трех стрел времени – космологической, термодинамической и психологической при расширении вселенной. Однако что произойдет при сжатии? Какие следствия повлечет за собой смена направления космологической стрелы времени? Хокинг отвечает на этот вопрос следующим образом: «Вначале я считал, что при коллапсе Вселенной беспорядок должен уменьшаться, потому что, став опять маленькой, Вселенная должна была бы вернуться в исходное гладкое и упорядоченное состояние. Это означало бы, что фаза сжатия эквивалентна обращенной во времени фазе расширения. На стадии сжатия жизнь должна течь в обратном направлении, так что люди умирали бы до своего рождения и по мере сжатия Вселенной становились бы все моложе и моложе... Я понял, что ошибся: из условия отсутствия границ следует, что во время сжатия беспорядок должен продолжать увеличиваться. Термодинамическая и психологическая стрелы времени не изменят своего направления на противоположное ни в черной дыре, ни во Вселенной, начавшей сокращаться вновь» [26, с.85].

Однако, как справедливо заметил Ганс Рейхенбах (его книга «Направление времени», кстати, была издана более чем за 20 лет до «Краткой истории времени» [20]), после открытий Больцмана, показавшего статистический характер второго закона термодинамики [19, с. 168-169], нельзя опираться на рост энтропии как на твердое и достаточное основание для асимметрии времени. Рейхенбах указывает: «Направление физических процессов, а значит, и направление времени объясняется, следовательно, как статистическая тенденция: акт становления представляет собой переход от менее вероятностных конфигураций молекул к более вероятностным» [22, с. 77-78].

Перефразируя Больцмана и Рейхенбаха, можно сказать, что необратимость времени, его однонаправленность являются наиболее вероятными в данных условиях. Для устранения данного положения Рейхенбах вводит новую величину – абсолютную энтропию, которая должна иметь не зависимый от вероятности характер. Ее получение также оказалось связано с рядом затруднений [22, с. 86-91].

В частности, она привела к возникновению парадокса Гиббса [42]. При переходе от вероятностной к абсолютной энтропии нарушается принцип аддитивности, т.е. сумма энтропий частей системы оказывается неравной энтропии целого [43, pp 2-5]. Райхенбах демонстрирует это на примере двух соединенных сосудов, один из которых заполнен газом, а другой пуст. При закрытом находящемся между ними кране общая энтропия равна сумме энтропий двух сосудов. При его открытии энтропия первого начинает возрастать, однако энтропия целого не должна изменяться, поскольку отсутствуют макроизменения, т.е. изменения всей системы. Таким образом, введение невероятностных величин также не является решением вопроса о статистическом характере направления времени.

Парадокс Гиббса пытались решить многие ученые: физики, математики и даже представители гуманитарного направления. В частности, Шредингер говорил о том, что, поскольку речь идет об абстрактных объектах (идеальных газах), нет возможности говорить о реальной диффузии [43, р. 19]. Математик Игнатович в своих рассуждениях опирается на некорректное, на его взгляд, определение энтропии и связанной с этим путаницей [9, с. 83].

Однако, по его собственному утверждению [9, с. 66], пока еще рано говорить об окончательном решении парадокса Гиббса.

На данный момент главная трудность в разговоре о направлении и обратимости времени заключается в инвариантности всех известных законов природы. Это означает, что они продолжают действовать при замене t на $-t$. Исключение составляет распад $K-0$ мезонов [5].

Это означает, что течение времени в обратном направлении, как подчеркивает и Рейхенбах, логически не противоречиво, хоть и статистически маловероятно, однако никогда не наблюдается в реальной действительности. Современные исследования на данный момент призваны продемонстрировать реальное движение времени из прошлого в будущее (или его отсутствие) на всех уровнях организации материи. Наиболее проблемной зоной оставался квантовый уровень, поскольку, как уже говорилось выше, нет оснований утверждать, что и там время имеет наблюдаемое нами во всех иных случаях направление.

Подобные опыты были проведены относительно недавно (ноябрь 2015 года), результаты были опубликованы в *Physical Review Letters*. Исследование проводилось на атомах углерода и было связано с изучением спинов их ядер при изменении магнитного поля [28]. Как было отмечено на сайте американского сообщества физиков, «such a comparison provides a check on the idea that entropy production is a physical quantity and not just a theoretical definition» [27]. Таким образом, экспериментально было продемонстрировано, что стрела времени проявляет себя и на уровне квантов.

Если мы перейдем к примерам из жизни живых организмов, прибегая в данном случае к версии множественности времен [18], то мы сможем найти существ, чье биологическое время оказалось повернуто вспять. В частности, речь можно вести о *Turritopsis nutricula* – полипа из отряда Гидроидные, который оказался способен возвращаться после достижения половой зрелости обратно в состояние «детства». В опубликованной в 2010 году в журнале *Nature and Science* статье это животное было названо единственным многоклеточным, которое может до бесконечности повторять этот цикл, что делает его теоретически бессмертным [34, pp. 15-17].

Вопрос, который необходимо здесь поставить: допустимо ли в данном случае говорить о перемене направления времени на обратное в строгом смысле этого слова, – ведь нельзя предположить, что все части живого существа, все его молекулы и атомы собрались в строго обратном порядке, существовавшем до его полового созревания. Абсолютно очевидно, что они обновлялись и изменялись, поскольку медузе как стадии жизненного цикла полипа также свойственно питание и выделение экскрементов. Так, А.Д. Николенко утверждает, что необходимо разделять «время как одно из измерений пространства-времени, с одной стороны, и феномен течения времени, порождающий изменчивость физических и иных природных систем, с другой стороны» [17, с.2].

Рассуждая о стреле времени, отечественный исследователь А.М. Анисов утверждает, что в этой геометрической модели нет ни прошлого, ни будущего, ни настоящего. Действительно, традиционная «стрела» отражает лишь направление, сказать, где момент «сейчас», пользуясь этой моделью, не представляется возможным. Это затрудняет разговор об обратном ходе времени, во всяком случае, теряет смысл понимание его течения из будущего в прошлое. Анисов предлагает заменить модель «метлой времени», в которой настоящее обозначается точкой, а будущее принимает вид расходящихся из этой точки лучей и, таким образом, остается открытым [2].

В традиционном понимании в точных науках обратный ход времени можно проиллюстрировать мысленным экспериментом с раскачивающимся маятником, который заснят на киноплёнку. При перемотке плёнки в обратном направлении мы можем наблюдать гипотетически обратный ход времени [35].

Однако некоторые современные физики обращают внимание на то, что разговор об обратном ходе времени гораздо сложнее, чем, например, промотанный назад фильм [30, р. 1]. Вопрос о том, может ли эволюция или «изменение порядка» сводиться к обратимости времени, довольно активно обсуждается в современной науке [30, pp. 2-4].

Разделение времени на внутреннее и внешнее и вытекающие из этого возможности и следствия были разработаны впервые писателями-фантастами. В середине прошлого века это привлекло к себе внимание американских философов, в частности Льюиса и одного из его современных последователей из Англии А. Ричмонда. Это направление получило название философии путешествий во времени, и на данный момент исследователей занимает детальная разработка связанных с этим явлением противоречий и способов их решения. В своей статье «Granual Spatio-Temporal Ontologies» авторы Т. Биттнер и Б. Смит называют это направление также «four-dimensionalism», подразумевая, что этот подход основан на понимании времени как дополнительного измерения, ничем не отличающегося от трех пространственных [29]. Ниже будет рассмотрено, насколько адекватны принятые ими подходы и могут ли они поставить последнее слово в дискуссии, посвященной этой проблеме.

Одним из направлений философии, которое во многом противостояло «путешественникам во времени», является презентизм, поскольку их трактовка истории и прошлого строится строго из момента сейчас. Более того, «в презентистском истолковании реальным признается только настоящее» [41]. Однако многие современные авторы (в частности, Т. Сайдер) уверены, что спор между презентистами и философами, изучающими путешествия во времени, скорее терминологический, чем онтологический и что фактически презентизм не отрицает прошлого или будущего (а с ними и изменения хода времени), а лишь иначе о них говорит [23].

Материалы и методы

Основным методом исследования является критический анализ представленной литературы и последних научных исследований в вопросе обратного хода времени. Нефилософская литература и публикации рассматривались с позиции философского осмысления. Был поставлен вопрос: что будут значить те или иные исследования, полученные учеными выводы для философии времени? Была принята попытка обобщить и систематизировать полученные данные.

Исследование проводилось с позиции конкретной исторической перспективы – XX-XXI века. В качестве материалов были выбраны статьи, публикации и монографии, посвященные или затрагивающие проблему обратного хода времени.

Поскольку в статье идет речь о парадоксах, возникающих при допущении обратного хода времени, необходимо подвести методологические основания возможностей говорения о подобных парадоксах. Б. Рассел, в частности, полагал, что парадоксы являются неотъемлемой частью любого семантически замкнутого языка (к которым относится и русский). Он, как и Витгенштейн, предлагал избавиться от так называемых «пустых имен»,

которые не отсылают к каким-либо объектам мира сущего [16]. С такой позиции парадоксы касательно любого феномена, особенно времени (отнесение которого к не-«пустым именам» является спорным [10]), не могут свидетельствовать о его истинности или ложности, т.к. являются лишь следствием определенного способа говорения о нем. В данном случае уместно привести метод, предложенный В.А. Ладовым, который он назвал «Ad hoc решение». Оно состоит в следующем: «Мы работаем в семантически замкнутом языке без каких-либо сбоев до того момента, пока в опыте не столкнемся с ситуацией парадокса. Как только это происходит, мы фиксируем высказывания, репрезентирующие парадокс, как семантически некорректные и устанавливаем запрет на данную форму рассуждения как рационально непоследовательную. Эмпирически установив данное ограничение на рациональный дискурс, мы продвигаемся дальше, пока не встретим новый парадокс, по отношению к которому мы выставим следующее ограничение» [13]. С одной стороны, такой методологический подход позволяет избежать противоречий, с другой – он может воспрепятствовать развитию представлений о каком-либо феномене, в данном случае о времени. Кроме того, в философской традиции существует точка зрения, что необходимо «помещать рассматриваемый предмет в центр узла противоречий» [15].

В противоположность Ладову исследователи Е.В. Вострикова и П.С. Куслий предлагают разделить предложения естественного языка на грамматические и неграмматические. В таком случае для описаний, для которых необходима строгая логика, можно использовать предложения только первого типа [4].

В нашем исследовании мы не будем окончательно отказываться от парадоксов и противоречий, поскольку цель его состоит скорее в выявлении, регистрации и рассмотрении их решения в историческом контексте.

Результаты

В последние десятилетия активно проводятся исследования, посвященные проблеме времени, в том числе поиску экспериментальных оснований его обратимости или необратимости на макро- и микроуровнях организации материи. О чем говорят эти экспериментальные данные и сам факт проведения подобных экспериментов? В первую очередь, это подтверждает отсутствие достаточных оснований для принятия утверждения об однонаправленности времени как постулата. Это исследуемое поле и то, что положительная продукция энтропии была показана на микроуровне, не свидетельствует о том, что на уровне более глубоком или, наоборот, макроскопическом она также будет проявляться.

Бесконечность познания и постоянное углубление в материю говорят о том, что предел, на котором можно остановиться и окончательно сказать, что ход времени однозначно установлен, никогда не будет достигнут.

Таким образом, рассуждать о временной реверсии в данном случае можно только в рамках подхода, предполагающего разные времена, но никак не в строгом физическом смысле. Фактически, это означает добавление к трем стрелам времени Хокинга (космологической, термодинамической и психологической) еще одной – биологической, которая бы отмечала движение организмов от рождения через старение к смерти. Кстати, именно это сделал современный коллега Стивена Хокинга Шон Керролл, заявив в своей книге «Вечность. В поисках окончательной теории времени» следующее: «Можно превратить яйцо в омлет, как в классическом примере, но невозможно сделать из омлета

целое яйцо. Молоко смешивается с кофе; топливо сгорает и превращается в выхлопные газы; люди рождаются, взрослеют и умирают. В природе мы повсеместно обнаруживаем последовательности событий, в которых один тип событий всегда предшествует другому, а другой — всегда следует после. Все вместе они определяют стрелу времени» [12, с. 13].

Однако даже на уровне многоклеточных организмов это течение времени нарушается. Если же мы перейдем на уровень ниже и рассмотрим бактерии и вирусы, которые в принципе находятся на границе между живой и неживой природой, то обнаружим еще более поразительные факты.

Например, вирусы способны «поворачивать» свой жизненный цикл в различных направлениях. Стандартной схемой для большинства живых клеток является ДНК-РНК-белок, такой порядок является основой для функционирования и в «стандартных» клетках является однонаправленным. Первый процесс носит название транскрипция, второй — трансляция. До 70-х годов прошлого века однонаправленность этого процесса считалась центральной догмой молекулярной биологии. Однако два независимых открытия изменили представления об этом процессе, оказалось, что некоторые вирусы способны инвертировать этот процесс и синтезировать ДНК на базе РНК, что приводит к большому количеству ошибок, с одной стороны, но и увеличивает многообразие вирусов, что позволяет ускользать от иммунного ответа или лекарственных средств, с другой. Возможно, в будущем будут также открыты организмы, которые способны на обратную трансляцию, меняя ход своего жизненного цикла.

Казалось бы, это не имеет никакого отношения ко времени, однако, если наложить на стандартную схему стрелу времени, окажется, что «выбранная» большинством клеток стратегия является наиболее простой — вероятной, при ее применении используется оптимальное соотношение затраченной энергии к полученному результату. Эта именно та стратегия, которую Пригожин и Стенгерс использовали в качестве доказательства для возможности эволюции при соблюдении второго закона термодинамики [21], однако именно обратная тенденция, используемая вопреки наиболее вероятному ходу событий, имеет место быть и, более того, принесла своим «адептам» огромную пользу, сделав их как биологический вид практически бессмертными.

Поясним, что у обычных вирусов генетическая информация записана в ДНК, и при внедрении нуклеиновой кислоты в клетку организма-хозяина в нее, как с матрицы, синтезируются копии, на матрице которых, в свою очередь, синтезируется белок. После этого клетку покидают собранные вирусы. Но в случае с ретровирусами ситуация немного иная. Информация записана у них в РНК, которая имеет несколько незначительных химических отличий по составу и структуре от ДНК. На базе РНК синтезируется ДНК, которая встраивается в ДНК хозяина и может оставаться в таком состоянии довольно долго. Для синтеза собственно вирусных частиц необходимы ее активация, копирование информации опять в РНК и после этого сборка вириона.

Таким образом, мы имеем дело с некоторой инверсией, не будем говорить пока инверсией времени, но однозначно инверсией целесообразности, в которой увеличение затрат энергии и количества ошибок ведет не к деградации, но дает преимущество. Насколько проще и экономичнее было бы записать информацию сразу на ДНК и не тратить ресурсы на ее переписывание. Но в реальности мы имеем обратное явление.

Интересно, что некоторые исследователи рассматривают гаметы не только местом для хранения и передачи наследственной информации, но и времени. А.П. Дубров писал, что они

«содержат в себе все три группы времени – прошлое, настоящее и будущее нового организма в «одной упаковке»» [6, с. 51-60]. Однако, конечно, это относится не столько к гаметам, как клеткам, сколько к содержащейся в них молекуле ДНК.

Итак, допустим как промежуточный вывод, что в живых организмах ДНК может быть рассмотрена как носитель времени. В этой связи будет интересно интерпретировать такое явление, как горизонтальный перенос генов. У многоклеточных организмов наблюдается только вертикальный перенос, то есть перенос от родителей к потомству, тогда как бактерии выработали способность передавать полезную генетическую информацию своей же генерации.

Может ли подобный пример быть рассмотрен как вариант появления некоторой временной сети? Сложно сказать. С одной стороны, бактерии одной колонии находятся в одинаковых внешних условиях и получают своеобразные «куски» времени, начиная с этого момента, они способны к различной реализации этого приобретенного временного отрезка; с другой – каждая бактерия все же находится не в абсолютно тождественных условиях. Как минимум отличается их локация, а следовательно, может отличаться доступность кислорода, концентрация питательных веществ субстрата и пр.

Таким образом, можно заключить, что, если единственным доказательством необратимости и однонаправленности хода времени является то, что мы наблюдаем его эмпирически, очевидно, нам придется отказаться и от него тоже, если мы хотим смотреть несколько дальше чашек, которые не собираются обратно и не вскакивают на стол. Более того, придется признать, что, во-первых, это принципиально недоказуемо, а, во-вторых, при взгляде на проблему времени под особым углом мы можем наблюдать временную инверсию.

Как было показано, что применение самого понятия направления времени к живым объектам требует его разделения на внутреннее и внешнее, первое из которых может течь в сторону, противоположную внешнему или противоположную наиболее вероятностному ходу событий, что в данном случае одно и то же. Подобное допущение само по себе содержит ряд противоречий, которые впервые, как ни странно, были замечены и разработаны фантастами. Детальный философский и логический анализ был предложен американским философом Дэвидом Льюисом в его работе «The paradoxes of time travel» [36].

Одним из первых выделенных им парадоксов оказывается разница между временем и временем. По сути, для Льюиса это проблемой не является, он лишь проводит различия касательно путешествий во времени, говоря о том, что необходимо при размышлении о подобных путешествиях мыслить два разных времени, одно из которых течет обычным образом, другое – противоположным. Однако, абстрагируясь от предмета его исследования, можно заметить, что само понятие противоположного тока времени предполагает наличие некоего времени, ток которого тождественен самому себе. Получается, что при разговоре об изменении направления времени необходимо допустить, что есть некоторое нормальное направление и некоторое от него отличное. Это выводит Льюиса и некоторых его предшественников (в частности, Джека В. Мейланда) к возможности допустить существование как минимум двух независимых измерений для времени, и в пределах этих измерений происходят разнообразные события, т.е. одно и то же событие имеет отражение как минимум по двум осям, как физические объекты в трехмерном пространстве. В итоге собственно разнонаправленность, являющаяся источником данных рассуждений, оказывается невозможной, поскольку любое событие случается или в одном, или в другом варианте времени, которые оказываются несравнимы между собой.

Из этого противоречия Льюис выходит следующим образом, он утверждает, что внешнее и внутреннее время (в его примере это время всего мира и время, которое отмечает на своих часах путешественник во времени, в нашем случае внутреннее время будет временем медузы, которая «молодеет» вместо старости) не являются двумя разными временами. Так, путешественник может разговаривать с собой самим в прошлом или в будущем, т.е. они оба существуют в некотором универсальном пространстве-времени, однако предстают в нем как два разных лица.

Однако действительно ли Льюис решает проблему? Если проводить аналогию с пространственными измерениями, не существует никакого закона, согласно которому физический объект должен принадлежать только одному из трех известных. Напротив, каждый реальный предмет имеет некоторые показания по каждому из трех, а в одном или двух могут находиться только объекты идеального мира (линия или плоскостная фигура). По сути, введенное им «внутреннее» время очень похоже на отдельную линию декартовой системы координат, так медуза, молодея, движется назад во времени и вместе с тем вперед с внешним временем остального мира.

Это допущение рождает еще ряд проблем: можно ли говорить о внутреннем времени каждого объекта в принципе? насколько такая постановка вопроса будет соотноситься с теорией относительности Эйнштейна и своим собственным ходом времени в каждой системе отсчета? где в принципе в этой теории внешнее время?

Еще одним возникающим при допущении обратного хода времени парадоксом оказывается петля причинности. В привычном внешнем ходе времени одни события становятся причиной других, и первые обязательно предшествуют последним. Льюис рассуждает о петлях или, скорее, циклах причинности, в которых события будущего становятся причиной событий будущего.

Так, один из его последователей Dr. Alasdair Richmond приводит пример с Шекспиром, которому путешественник из будущего приносит написанный Шекспиром роман, и Шекспир в прошлом просто переписывает его, и в итоге роман через столетия попадает в руки путешественнику из будущего. Вопрос, который встает: кто же написал этот роман и откуда он взялся? [38] Однако и Льюис, и Ричмонд уходят от прямого ответа, относя этот вопрос к одной из нерешенных философских задач. Если взять Шекспира в прошлом без каких-либо путешественников с романом, то откуда берется в его голове сюжет, идея и пр.? Откуда в принципе берется та или иная информация? Откуда взялось вообще все? На данный момент мы можем знать только то, что все существует. А истоки существования при любом направлении причинности для нас остаются загадкой.

В данном случае можно привести другой пример – из физики. Обратный ход времени означал бы, что, например, сначала протекает некий процесс (в частности, химическая реакция), а потом поступает энергия, необходимая для ее протекания. Это звучит даже невероятнее, чем идея путешествий во времени. И ведет к прямому нарушению законов термодинамики. Вопрос в том, наблюдались ли подобные явления в действительности, повторялись ли экспериментально и какие гипотезы выдвигали для их объяснения ученые, непосредственно занятые в этой сфере.

Бертран Рассел полагал, что обратный ход времени необходимо в принципе рассматривать не причинно. Он приводит следующую аргументацию. Во-первых, если фундаментальные физические теории симметричны относительно времени, они не являются причинными. Во-вторых, все фундаментальные физические законы обладают симметрией во

времени. Следовательно, фундаментальные физические законы не являются причинными [40]. Голд в своей работе «Космические процессы и природа времени» (1966) отказывается от строгого противопоставления причинности и обратного хода времени. Он пишет, что при обычном течении времени мы связываем два события, называя одно причиной, а другой эффектом, при изменении направления мы должны всего лишь поменять эти события местами [33].

Философ Мэтт Фарр в своей работе «Causation and time reversal», возражая Расселу, утверждает, что причинность и обратный ход времени имеют гораздо более сложные взаимоотношения. Он спорит с Расселом, говоря, что последний базируется на идее только одного возможного мира, что не является доказанным. Кроме того, в его работе отмечено, что некоторые события происходят в результате случайностей, которые просто нельзя объяснить в стандартном понимании причинности [31]. В ряде физических работ под процессом понимается серия причинно-связанных событий, разворачивающихся во времени [37]. Однако такое использование термина «процесс» для удобства вычислений и логических операций не может свидетельствовать о том, что оно адекватно реальности.

Следующим парадоксом, с которым столкнулись ученые и философы, оказалась возможность уничтожения объекта в настоящем. Как утверждает К.В. Иванков, при путешествии во времени объект, появляясь в другом моменте времени, должен быть уничтожен в данный момент времени, т.е. должен отсутствовать сейчас [8]. Также он отсылает к общему началу термодинамики, согласно которому процесс установления равновесия в замкнутой системе необратим [1, с 19]. Помимо уже указанной точки зрения Льюиса, допускающего существование объекта и в настоящем, и в прошлом, возражения можно найти в работе другого ученого-физика М. Зиналиева в его работе «На пути к стандартной модели времени». Он говорит о том, что время проявляется в том, что стороннему наблюдателю не доступна информация о материи в любой момент времени, кроме сейчас. Таким образом, нельзя вести речь о фактическом отсутствии или присутствии, а лишь об отсутствии информации о предыдущих и будущих состояниях системы [7].

Пожалуй, одним из самых известных парадоксов обратного хода времени можно назвать парадокс мертвого дедушки. Его использовал и Льюис, и Ричмонд, многие фантасты и кинорежиссеры. Что если путешественник во времени в прошлом убьет своего собственного дедушку и не появится в результате этого на свете? Льюис утверждает, что в мире есть вещи, которые принципиально неизменяемы, и никакие случайные события не могут на них повлиять. Так, неизменны числа и события прошлого.

Рассуждения о решении описанных парадоксов можно найти в работе Курта Геделя «An example of a new type of cosmological solutions of Einstein's field equations of gravitation», опубликованной в 1949 году. В ней он вводит понятие «closed timelike curves» (CTCs). Базируясь на относительности одновременности, Гедель говорит о завихрениях времени, которые позволяют любому процессу вернуться в ту временную точку, из которой он начался [32].

Ричмонд в статье «Time travel, hyperspace and Cheshire cats» противопоставляет два взгляда на ток времени: Велса и Геделя. Первый мыслил время с позиции ньютоновского, как абсолютное и имеющее направление из прошлого в будущее. Второй же отталкивался от общей теории относительности [39, pp 1-22]. В геделевском мире прошлое и будущее сами по себе оказываются локальными, но не глобальными, при переходе к масштабам, значительно превышающим человеческую жизнь, грань просто стирается.

History of philosophy

Так, все неувязки кажутся парадоксальными лишь в ньютоновском пространстве и времени, где два этих параметра независимы друг от друга. В мире Эйнштейна и Геделя, где пространство и время объединены в единое пространство-время, изогнутость и даже замкнутость времени самого на себя не является противоречивой. По сути, здесь даже не идет речь об изменении направлении времени, а только об изменении его пространственной конфигурации.

Еще один вариант решения этих парадоксов был предложен Уилером в его знаменитом диалоге с Фейнманом. Он предположил, что все электроны есть один электрон, лишь в различных временных срезах [25]. Хотя Фейнман и расценил эту теорию как чересчур смелую, в их совместной теории позитроны обозначаются как электроны с обратным ходом времени [11, с. 123]. В таком ключе теория Фейнмана-Уилера оказывается вариантом реализации мира Геделя.

Еще одним вариантом решения описанных парадоксов может быть, по мнению Ричмонда, алгебра Клиффорда. Клиффордово пространство-время представляет собой нечто промежуточное между миром Геделя и Велса. Пространство-время в клиффордовом варианте не принципиально закручено, но имеет локальные завихрения, таким образом, в своей линейной части ток времени, обратный времени мира, все же остается возможным. Важной в данном контексте отличительной особенностью геометрической алгебры Клиффорда является наличие в ней направления. Доктор физико-математических наук В.И. Тарханов так поясняет это ее свойство: «...в 1986 году на Международной конференции «Алгебры Клиффорда и их применения в математической физике» было заявлено, что алгебра Клиффорда является такой же универсальной и фундаментальной, как система вещественных чисел. Она расширяет эту систему путем использования геометрической концепции направления. Это – система ориентированных чисел, и, как таковая, может и должна использоваться в качестве единого языка, объединяющего специалистов большинства известных в настоящее время разделов физики и математики» [24, с.1].

Обсуждение и заключения

Подводя итоги, рассмотрим еще раз, какие основные проблемы ставит возможность обратного хода времени:

- множественность времен – личное и мировое время или времена, существующие в различных измерениях;
- нарушение законов причинности;
- нарушение тождества объекта самому себе;
- нарушение законов термодинамики.

Окончательное решение этих противоречий на данный момент не представлено в философии или точных науках, что оставляет обширное поле для дальнейших исследований и дискуссий.

Список использованных источников

1. Аминов Л.К. Термодинамика и статистическая физика: конспекты лекций и задачи. Казань: Казанский университет, 2015.

2. Анисов А.М. Проблема времени: грядущая революция в науке // Вестник Мининского университета. 2016. №3. URL: <http://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/250/251>. (дата обращения: 01.02.2018).
3. Афанасьева В., Анисимов В.С. Постнеклассическая онтология // Вопросы философии. 2015. №8. URL: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Afanasyeva_V_V/postneklassicheskaya_ontologiya.pdf (дата обращения: 10.02.2018).
4. Вострикова Е.В., Куслий П.С. Открывая логический анализ языка заново // Эпистемология и философия науки. 2016. Т. 50, №4. С. 8-20. URL: https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/04_2016/8%E2%80%939320.pdf (дата обращения: 10.02.2018).
5. Дмитриевский И.М. Обратимость времени. URL: http://www.chronos.msu.ru/old/TERMS/dmitrievsky_obratimost.htm (дата обращения: 10.02.2018).
6. Дубров А.П. Взаимодействие живых систем со временем и пространством // Сознание и физическая реальность. 2003. Т. 8, №3.
7. Зиналиев М. На пути к стандартной модели времени. URL: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Zinaliev/Zinaliev_Na_puti_k_SMV.pdf (дата обращения 16.02.2018).
8. Иванков К.В. Абсолютность и относительность в пространстве и времени. Возможность путешествий во времени. URL: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Ivankov/Ivankov_Absolutost_i_otnositelnost_v_prostranstve_i_vremeni.pdf (дата обращения: 15.02.2018).
9. Игнатович В.Н. Парадокс Гиббса с точки зрения математика. Киев: Издательская группа «АТОПОЛ», 2010.
10. Карпенко И.А. Что такое время в современной физике? // Эпистемология и философия науки. 2016. Т. 49, №3. С. 105-123. URL: https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/03_2016/105%E2%80%9393123.pdf (дата обращения: 15.02.2018).
11. Кассандров В.В. На пути к новой физике // Метафизика. 2017. №4(26). URL: http://www.intelros.ru/pdf/metafizika/2017_04/17.pdf (дата обращения: 20.02.2018).
12. Керролл Шон. Вечность. В поисках окончательной теории времени: пер. с англ. СПб.: ООО «Питер Пресс», 2016.
13. Ладов В.А. Решение логических парадоксов в семантически замкнутом языке // Эпистемология и философия науки. 2017. Т. 52, №2. С. 104-119. URL: [https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/02_2017/eps_2017_52\(2\)_104%E2%80%9393119.pdf](https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/02_2017/eps_2017_52(2)_104%E2%80%9393119.pdf) (дата обращения: 15.02.2018).
14. Левич А.П. Образ мира через призму темпорологии. Калейдоскоп времени: ускорение, инверсия, нелинейность, многообразие. Саратов, 2015. URL: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Levich/levich_obraz_mira.pdf (дата обращения: 23.02.2018).
15. Логинов Е.В. Прагматизм, истина и проблема значения // Эпистемология и философия науки. 2016. Т. 50, №4. С. 151-167. URL: https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/04_2016/151%E2%80%9393167.pdf (дата обращения: 23.02.2018).

16. Никифоров А.Н. Можно ли говорить от трансцендентном? // Эпистемология и философия науки. 2016. Т. 50, №4. С. 98-101. URL: https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/04_2016/98%E2%80%9393101.pdf (дата обращения: 23.02.2018).
17. Николенко А.Д. Движение во времени и возникающие при этом парадоксы // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. 2015. №15(3). С. 46-59. URL: http://chronos.msu.ru/images/rreports/Nikolenko/Nikolenko_A.D._Dvizhenie_vo_vremeni_i_v_oznikayushchie_pri_etom_paradoksy.pdf (дата обращения: 23.02.2018).
18. Пилипенко Е.А. Время как ноумен // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 7: Философия, социология и социальные технологии. 2016. №2(32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/vremya-kak-noumen> (дата обращения: 23.02.2018).
19. Полак Л.С. Людвиг Больцман (1844 – 1906). М.: Наука, 1987. 208 с.
20. Порус В.Н. Райхенбах. URL: <https://iphlib.ru/greenstone3/library/collection/newphilenc/document/HASHe582c4684b9930e2c8eae5> (дата обращения: 23.02.2018).
21. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой: пер. с англ. / под общ. ред. В.И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича, Ю.В. Сачкова. М.: Прогресс, 1986.
22. Рейхенбах Г. Направление времени: пер. с англ. Изд. 2-е, стереотипное. М.: Едиториал УРСС, 2003.
23. Савельева И.М., Полетаев А.В. О пользе и вреде презентизма в истории // «Цепь времен». Проблемы исторического сознания. М.: ИВИ РАН, 2005. С. 63-88.
24. Тарханов В.И. Геометрическая алгебра – язык творческого мышления. URL: <http://plotnikovna.narod.ru/ga.pdf> (дата обращения: 23.02.2018).
25. Теория одноэлектронной вселенной. Словари и энциклопедии на Академике: электронный ресурс. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/392887> (дата обращения: 23.02.2018).
26. Хокинг С. Краткая история времени. От большого взрыва до черных дыр. URL: http://znaniya-sila.narod.ru/library/pdf_00/hawk_th.pdf (дата обращения: 23.02.2018).
27. Auffèves A. Viewpoint: Nuclear Spinpoints out Arrow of Time // Physics. 2015. Vol. 8, no. 106. Available at: <https://physics.aps.org/articles/pdf/10.1103/Physics.8.106> (accessed: 10.06.2018).
28. Batalhão T. B., Souza A. M., Sarthour R. S., Oliveira I. S., Paternostro M., Lutz E., and Serra R. M. Irreversibility and the Arrow of Time in a Quenched Quantum System // Physical Review Letters. 2015. Vol. 115, no. 19. P. 190601. Available at: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.115.190601> (accessed: 10.06.2018).
29. Bittner T., Smith B. Granual Spatio-Temporal Ontologies. Available at: <http://www.aaai.org/Library/Symposia/Spring/2003/ss03-03-003.php> (accessed: 10.06.2018).
30. Brayn W. Roberts. Three Myths About Time Reversal in Quantum Theory. Available at: URL: <https://arxiv.org/pdf/1607.07388.pdf> (accessed: 10.06.2018).
31. Farr M. Causation and Time Reversal. Available at: <http://philsci-archive.pitt.edu/id/eprint/12658> (accessed: 10.06.2018).
32. Gödel K. An example of a new type of cosmological solutions of Einstein's field equations of gravitation // Reviews of modern physics. 1949. Vol. 21, no. 3. Available at: <https://journals.aps.org/rmp/pdf/10.1103/RevModPhys.21.447> (accessed: 10.06.2018).

33. Gold T. Cosmic processes and the nature of time // Colodny R.G. (ed.) *Mind and Cosmos*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1966. Pp. 311–329.
34. Hongbao Ma Yan Yang. Turritopsis nutricula // *Nature and Science*. 2010. Vol. 8, no. 2. Available at: http://www.sciencepub.net/nature/ns0802/03_1279_hongbao_turritopsis_ns0802_15_20.pdf (accessed: 10.06.2018).
35. Lamb J.S.V., Roberts J.A.G. Time-reversal symmetry in dynamical systems: A survey // *Physica D: Nonlinear Phenomena*. 1998. Vol. 112, no. 1-2. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-2789\(97\)00199-1](https://doi.org/10.1016/S0167-2789(97)00199-1).
36. Lewes D. The Paradoxes of Time Travel // *American Philosophical Quarterly*. 1976. Vol. 3, no. 2. Available at: https://www.jstor.org/stable/20009616?seq=1#page_scan_tab_contents (accessed: 10.06.2018).
37. Nikolenko O.D. Physics Essays: The Non-Relativistic Paradox of Physical Clock // *Applied Physics Research*. 2016. Vol. 8, no. 2. DOI: [10.5539/apr.v8n2p57](https://doi.org/10.5539/apr.v8n2p57)
38. Richmond A. Hand-out for MOOC. Lecture 7. Time Travel and Philosophy. Available at: <https://d396qusza40orc.cloudfront.net/flex-introphil%2FWeek%20%20-%20Time%20Travel%20and%20Philosophy%2FWeek%20%20handout%20%27Time%20Travel%20and%20Philosophy%27.pdf> (accessed: 10.06.2018).
39. Richmond A. Time travel, hyperspace and Cheshire cats. DOI: [10.1007/s11229-017-1448-2](https://doi.org/10.1007/s11229-017-1448-2)
40. Russell B. On the notion of cause // *Proceedings of the Aristotelian Society*. 1912-1913. Vol. 13. Pp. 1-26. Available at: https://www.jstor.org/stable/4543833?seq=1#page_scan_tab_contents (accessed: 10.06.2018).
41. Sider T. Travelling in A- and B-time // *The Monist* 2005. Vol. 88. Pp 329-335. Available at: http://tedsider.org/papers/ab_travel.pdf (accessed: 10.06.2018).
42. Stepanov I.A. Explanation of Gibbs paradox in statistical mechanics // *Physical Chemistry: An Indian Journal*. 2016. Vol. 11, no. 2. Available at: <https://www.tsijournals.com/articles/explanation-of-the-gibbs-paradox-in-statistical-mechanics.pdf> (accessed: 10.06.2018).
43. Uffinc J. What is Gibbs paradox and do we need quantum mechanics to resolve it? Available at: http://quantum-history.mpiwg-berlin.mpg.de/news/workshops/hq3/hq3_talks/11_uffink.pdf (accessed: 10.06.2018).

References

1. Aminov L.K. Thermodynamics and statistical physics: lecture notes and problems. Kazan, Kazanskij universitet Publ., 2015. (In Russ.)
2. Anisov A.M. The problem of time: the coming revolution in science. *Vestnik Mininskogo universiteta*, 2016, no. 3. Available at: <http://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/250/251> (accessed: 01.02.2018). (In Russ.)
3. Afanas'eva V., Anisimov V.S. Post-non-classical ontology. *Voprosy filosofii*, 2015, no. 8. Available at: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Afanasyeva_V_V/postneklassicheskaya_ontologiya.pdf (accessed: 10.02.2018). (In Russ.)
4. Vostrikova E.V., Kuslij P.S. Opening the logical analysis of the language again. *Эпистемология и философия науки*, 2016, vol. 50, no. 4, pp. 8-20. Available at:

History of philosophy

- https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/04_2016/8%E2%80%939320.pdf (accessed: 10.02.2018). (In Russ.)
5. Dmitrievskij I.M. Reversibility of time. Available at: http://www.chronos.msu.ru/old/TERMS/dmitrievsky_obratimost.htm (accessed: 10.02.2018). (In Russ.)
 6. Dubrov A.P. The interaction of living systems with time and space. *Soznanie i fizicheskaya real'nost'*, 2003, vol. 8, no. 3. (In Russ.)
 7. Zinaliev M. On the way to the standard model of time. Available at: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Zinaliev/Zinaliev_Na_puti_k_SMV.pdf (accessed: 16.02.2018). (In Russ.)
 8. Ivankov K.V. Absoluteness and relativity in space and time. The ability to travel in time. Available at: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Ivankov/Ivankov_Absolutost_i_otnositelnost_v_pr_ostranstve_i_vremeni.pdf (accessed: 15.02.2018). (In Russ.)
 9. Ignatovich V.N. Gibbs paradox from the point of view of mathematics. Kiev: ATOPOL Publ., 2010. (In Russ.)
 10. Karpenko I.A. What is time in modern physics? *EHPistemologiya i filosofiya nauki*, 2016, vol. 49, no. 3, pp. 105-123. Available at: https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/03_2016/105%E2%80%9393123.pdf (accessed: 15.02.2018). (In Russ.)
 11. Kassandrov V.V. Towards a new physics. *Metafizika*, 2017, no. 4(26). Available at: http://www.intelros.ru/pdf/metafizika/2017_04/17.pdf (accessed: 20.02.2018). (In Russ.)
 12. Kerroll SHon. Eternity. In search of a final theory of time. St. Petersburg: Piter Press Publ., 2016. (In Russ.)
 13. Ladov V.A. Solution of logical paradoxes in semantically closed language. *EHPistemologiya i filosofiya nauki*, 2017, vol. 52, no. 2, pp. 104-119. Available at: [https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/02_2017/eps_2017_52\(2\)_104%E2%80%9393119.pdf](https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/02_2017/eps_2017_52(2)_104%E2%80%9393119.pdf) (accessed: 15.02.2018). (In Russ.)
 14. Levich A.P. The image of the world through the prism of temporology. *Kaleidoscope of time: acceleration, inversion, nonlinearity, manifold*. Saratov, 2015. Available at: http://www.chronos.msu.ru/images/rreports/Levich/levich_obraz_mira.pdf (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
 15. Loginov E.V. Pragmatism, truth and the problem of value. *EHPistemologiya i filosofiya nauki*, 2016, vol. 50, no. 4, pp. 151-167. Available at: https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/04_2016/151%E2%80%9393167.pdf (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
 16. Nikiforov A.N. Is it possible to speak from the transcendent? *EHPistemologiya i filosofiya nauki*, 2016, vol. 50, no. 4, pp. 98-101. Available at: https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/epst/04_2016/98%E2%80%9393101.pdf (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
 17. Nikolenko A.D. Movement in time and the paradoxes arising in this case. *Fizika soznaniya i zhizni, kosmologiya i astrofizika*, 2015, no. 15(3), pp. 46-59. Available at: http://chronos.msu.ru/images/rreports/Nikolenko/Nikolenko_A.D._Dvizhenie_vo_vremeni_i_v_oznikayushchie_pri_etom_paradoksy.pdf (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)

18. Pilipenko E.A. Time as Noumena. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 7: Filosofiya, sociologiya i social'nye tekhnologii, 2016, no. 2(32). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/vremya-kak-noumen> (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
19. Polak L.S. Ludwig Boltzmann (1844-1906). Moscow, Nauka Publ., 1987. 208 p. (In Russ.)
20. Porus V.N. Reichenbach. Available at: <https://iphlib.ru/greenstone3/library/collection/newphilenc/document/HASHe582c4684b9930e2c8eae5> (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
21. Prigozhin I., Stengers I. Order from chaos. A new dialogue of man with nature. Eds: V.I. Arshinova, YU.L. Klimontovicha, YU.V. Sachkova. Moscow, Progress Publ., 1986. (In Russ.)
22. Rejhenbah G. Time direction. Moscow, Editorial URSS Publ., 2003. (In Russ.)
23. Savel'eva I.M., Poletaev A.V. On the benefits and harms of presentism in history. «Сер' vremen». Problemy istoricheskogo soznaniya. Moscow, IVI RAN Publ., 2005. Pp. 63-88. (In Russ.)
24. Tarhanov V.I. Geometric algebra is the language of creative thinking. Available at: <http://plotnikovna.narod.ru/ga.pdf> (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
25. Theory of a single-electron universe. Dictionaries and encyclopedias on Academic: electronic resource. Available at: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/392887> (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
26. Hoking S. A brief history of time. From the big bang to black holes. Available at: http://znaniya-sila.narod.ru/library/pdf_00/hawk_th.pdf (accessed: 23.02.2018). (In Russ.)
27. Auffèves A. Viewpoint: Nuclear Spinpoints out Arrow of Time. Physics, 2015, vol. 8, no. 106. Available at: <https://physics.aps.org/articles/pdf/10.1103/Physics.8.106> (accessed: 10.06.2018).
28. Batalhão T. B., Souza A. M., Sarthour R. S., Oliveira I. S., Paternostro M., Lutz E., and Serra R. M. Irreversibility and the Arrow of Time in a Quenched Quantum System. Physical Review Letters, 2015, vol. 115, no. 19, p. 190601. Available at: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.115.190601> (accessed: 10.06.2018).
29. Bittner T., Smith B. Granual Spatio-Temporal Ontologies. Available at: <http://www.aaai.org/Library/Symposia/Spring/2003/ss03-03-003.php> (accessed: 10.06.2018).
30. Brayn W. Roberts. Three Myths About Time Reversal in Quantum Theory. Available at: <https://arxiv.org/pdf/1607.07388.pdf> (accessed: 10.06.2018).
31. Farr M. Causation and Time Reversal. Available at: <http://philsci-archive.pitt.edu/id/eprint/12658> (accessed: 10.06.2018).
32. Gödel K. An example of a new type of cosmological solutions of Einstein's field equations of gravitation. Reviews of modern physics, 1949, vol. 21, no. 3. Available at: <https://journals.aps.org/rmp/pdf/10.1103/RevModPhys.21.447> (accessed: 10.06.2018).
33. Gold T. Cosmic processes and the nature of time. Colodny R.G. (ed.) Mind and Cosmos. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1966. Pp. 311-329.
34. Hongbao Ma Yan Yang. Turritopsis nutricula. Nature and Science, 2010, vol. 8, no. 2. Available at: http://www.sciencepub.net/nature/ns0802/03_1279_hongbao_turritopsis_ns0802_15_20.pdf (accessed: 10.06.2018).
35. Lamb J.S.V., Roberts J.A.G. Time-reversal symmetry in dynamical systems: A survey. Physica D: Nonlinear Phenomena, 1998, vol. 112, no. 1-2. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-2789\(97\)00199-1](https://doi.org/10.1016/S0167-2789(97)00199-1).

History of philosophy

36. Lewes D. The Paradoxes of Time Travel. American Philosophical Quarterly, 1976, vol. 3, no. 2. Available at: https://www.jstor.org/stable/20009616?seq=1#page_scan_tab_contents (accessed: 10.06.2018).
37. Nikolenko O.D. Physics Essays: The Non-Relativistic Paradox of Physical Clock. Applied Physics Research, 2016, vol. 8, no. 2. DOI: 10.5539/apr.v8n2p57
38. Richmond A. Hand-out for MOOC. Lecture 7. Time Travel and Philosophy. Available at: <https://d396qusza40orc.cloudfront.net/flex-introphil%2FWeek%20%20-%20Time%20Travel%20and%20Philosophy%2FWeek%20%20handout%20%27Time%20Travel%20and%20Philosophy%27.pdf> (accessed: 10.06.2018).
39. Richmond A. Time travel, hyperspace and Cheshire cats. DOI: 10.1007/s11229-017-1448-2
40. Russell B. On the notion of cause. Proceedings of the Aristotelian Society, 1912-1913, vol. 13, pp. 1-26. Available at: https://www.jstor.org/stable/4543833?seq=1#page_scan_tab_contents (accessed: 10.06.2018).
41. Sider T. Travelling in A- and B-time. The Monist, 2005, vol. 88, pp 329-335. Available at: http://tedsider.org/papers/ab_travel.pdf (accessed: 10.06.2018).
42. Stepanov I.A. Explanation of Gibbs paradox in statistical mechanics. Physical Chemistry: An Indian Journal, 2016, vol. 11, no. 2. Available at: <https://www.tsijournals.com/articles/explanation-of-the-gibbs-paradox-in-statistical-mechanics.pdf> (accessed: 10.06.2018).
43. Uffinc J. What is Gibbs paradox and do we need quantum mechanics to resolve it? Available at: http://quantum-history.mpiwg-berlin.mpg.de/news/workshops/hq3/hq3_talks/11_uffink.pdf (accessed: 10.06.2018).

© Смирнова Е.В., Воробьев Д.В., 2018

Информация об авторах

Смирнова Елена Владимировна – аспирант, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: elenna-1234@yandex.ru

Воробьев Дмитрий Валерьевич – доктор философских наук, профессор кафедры философии и общественных наук. Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: phil30@mail.ru

Information about authors

Smirnova Elena Vladimirovna – postgraduate student, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: elenna-1234@yandex.ru

Vorobiov Dmitry Valerevich – doctor of Philosophy, Professor of the Department of Philosophy and Social Sciences, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University (Minin University), Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: phil30@mail.ru

Вклад соавторов

Смирнова Елена Владимировна – поиск и анализ исторических источников и научной литературы, написание текста статьи, работа по переводу, составление библиографического списка (70%).

Воробьев Дмитрий Валерьевич – оформление статьи и библиографического списка, написание текста статьи (30%).

Contribution of authors

Smirnova Elena Vladimirovna – search and analysis of sources and scientific literature, writing an article, work on translation, compiling bibliographical a list (70%)

Vorobiov Dmitry Valerevich – design of the article and bibliographic list, writing an article (30%).

Поступила в редакцию: 29.05.2018

Принята к публикации: 22.09.2018

Опубликована: 30.09.2018