

РАСПАД ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ НА «ВЕЧНЫЕ» ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭПОХИ, ВРЕМЕННАЯ СЦЕПЛЕННОСТЬ И МАШИНА ВРЕМЕНИ

А.К. Гуц

д.ф.-м.н., профессор, e-mail: guts@omsu.ru

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск, Россия

Аннотация. В статье показано, каким образом можно математически описать процесс распада пространства-времени на бесконечное число различных пространств-времён, которые с точки зрения некоторого наблюдателя существуют вечно. Рассматривается связь этого распада с временной сцепленностью (запутанностью) квантовых полей на бесконечно удалённой границе пространства-времени в рамках *AdS/CFT*-соответствия.

Ключевые слова: распад пространства-времени, исторические эпохи, машина времени, *AdS/CFT*-соответствие, временная запутанность.

В статьях [1, 2] мы предложили теорию машины времени, в которой предполагается существование Мира исторических эпох, переход между которыми совершает аппарат, называемый квантовой машиной времени. Этот аппарат использует квантовую сцепленность пространственных областей различных исторических эпох.

Существенным моментом, который даёт нашей теории квантовой машины времени право на существование, является предъявление доказательств того, что:

- 1) исторические эпохи столь же реальны, как Наша эпоха;
- 2) среди многообразия исторических эпох действительно присутствуют *прошлые* эпохи, например эпоха Христа (т. е. времена, когда жил Христос или его прообраз).

1. Прошлое реально

Специальная теория относительности (СТО) даёт нам доказательство того, что прошлое другого наблюдателя можно увидеть, и это говорит о его реальности¹. Для этого необходимо быть от него достаточно далеко и нести с огромной скоростью. Данную ситуацию хорошо описала американская студентка-физик Элла Олдерсон:

¹Не надо путать это видение с наблюдением далёких галактик.

Движение даёт человеку другой темп времени и, следовательно, другое восприятие кадра и того, что в нем происходит. Хотя теория относительности действует на Земле всё время, различия настолько малы, что незаметны. Однако если два наблюдателя находятся на достаточном расстоянии (скажем, в десятках миллиардов световых лет) и один из них движется с огромной скоростью относительно другого, то движение может изменить их восприятие кадра и включить для движущегося наблюдателя события из прошлого и будущего. Но если это правда и наше будущее или/и прошлое могут быть частью восприятия другого наблюдателя, это должно привести нас к выводу о том, что обе эти вещи — и наше прошлое, и наше будущее — уже существуют: будущее не разворачивается, и прошлое не недоступно» [3].

Если добавить к этому Мир событий общей теории относительности (ОТО), в которой и прошлое, и настоящее, и будущее *всегда есть*, то доказательство реальности прошлого сводится к экспериментальной проверке ОТО. Но ОТО имеет множество экспериментальных подтверждений. Поэтому остаётся только уверенно констатировать, что прошлое столь же реально, сколь и настоящее. Различие иллюзорно:

Now he has again preceded me a little in parting from this strange world. This has no importance. For people like us who believe in physics, the separation between past, present and future has only the importance of an admittedly tenacious illusion (Эйнштейн. На смерть М. Бессо. Письмо его семье, 1955).

2. Как «добраться» до эпохи Христа

Итак, прошлое, прошлые эпохи — реальность. Реальность — и эпоха Христа. Она отделена от нас слоями времени, составляющими иные, промежуточные эпохи (рис. 1).

С точностью до преобразования пространства-времени мы можем представить мировую трубу цивилизации Земли как 4-параллелепипед в \mathbb{R}^4 , разбитый на конгруэнтные 4-подпараллелепипеды, соответствующие историческим эпохам (рис. 2, А).

Построим разбиение \mathbb{R}^4 , состоящее из 4-параллелепипедов (4-кубов), конгруэнтных тем, что изображают исторические эпохи (рис. 2, Б).

Начнем менять топологию \mathbb{R}^4 так, что оно распадётся на изолированные 4-параллелепипеды, а история цивилизации Земли — на изолированные исторические эпохи. При этом позже введём лоренцеву метрику в \mathbb{R}^4 так, что каждая историческая эпоха будет отделена от другой (ближайшей), как во времени, так и в пространстве, бесконечным промежутком времени или расстояния.



Рис. 1. Мировая труба, состоящая из мировых линий объектов цивилизации Земли

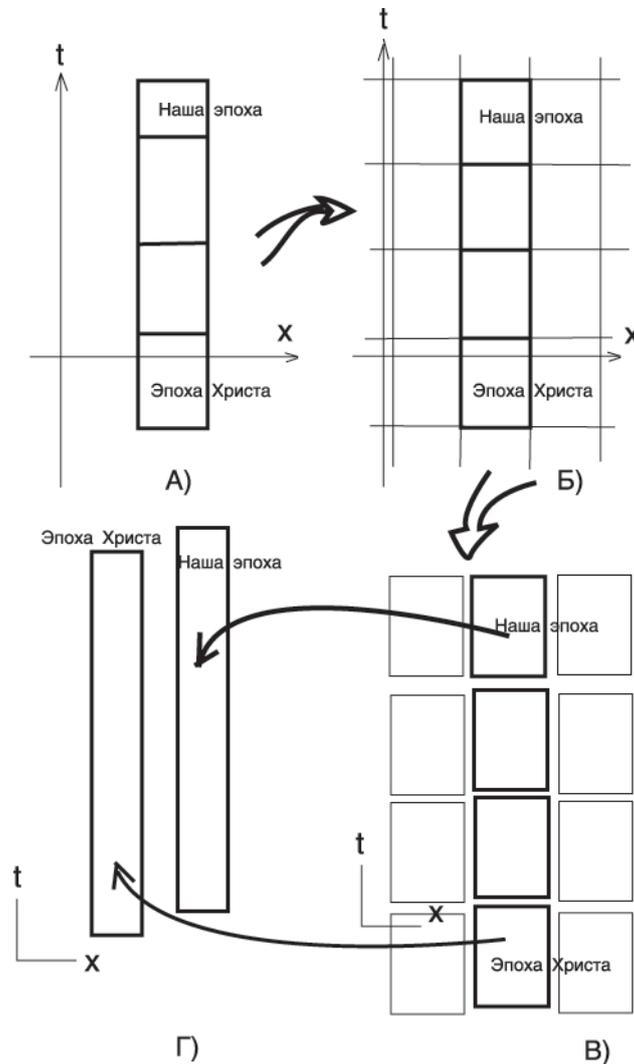


Рис. 2. А) Наша эпоха и эпоха Христа в пространстве-времени (t, x, y, z) ; Б) преобразование пространства-времени, разбивающего его на равные параллелепипеды; В) топологический разрыв пространства-времени на несвязные эпохи; Г) преобразование пространства-времени, в котором Наша эпоха и эпоха Христа «рядом и **параллельны** во времени»

Самым важным в наших построениях является то, что прошлая эпоха Христа оказывается самостоятельным пространством-временем, находящимся «рядом» с Нашей эпохой, и она столь же реальна, как и Наша эпоха, и в той же мере, в какой справедлива теория относительности.

Описанный процесс распада единого пространства-времени на изолированные эпохи представлен как искусственно организованный, как результат волевого акта людей. Но вполне можно допустить, что это естественный процесс, который происходит в силу ослабления или потери взаимодействия между историческими эпохами. Более того, естественен и обратный процесс, когда изолированные друг от друга исторические эпохи — компоненты некогда единого пространства-времени вновь «сливаются» и образуют, возможно, по-новому организованное единое связное пространство-время.

3. «Распад» плоскости \mathbb{R}^2

Чтобы представить, каким образом 4-мерное пространство-время, которое мы разбили на 4-параллелепипеды (4-кубы), распадётся на не связанные друг с другом 4-параллелепипеды за счёт введения динамически меняющейся со временем топологии, продемонстрируем это на примере распада плоскости \mathbb{R}^2 на квадраты.

Для описания изменения топологии плоскости \mathbb{R}^2 , ведущей к потере связности и распаду плоскости на квадраты с целочисленными координатами вершин (k, m) , $k, m \in \mathbb{Z}$, квадратов, вводим семейство функций

$$z = f_t(x, y), \quad 0 \leq t \leq 1,$$

причём при $t < 1$

$$f_t(x, y) \in C^\infty,$$

$$f_0(x, y) \equiv 1,$$

$$0 < f_t(x, y) \leq 1, \quad f_t(k/2, m/2) = 1, \quad f_t(x, y) > f_{t'}(x, y) \quad (t < t'), \quad f_1(x, y) < f_t(x, y)$$

$$\lim_{t \rightarrow 1-0} f_t(x, y) = f_1(x, y),$$

и функция $f_1(x, y)$ показана на рис. 3.

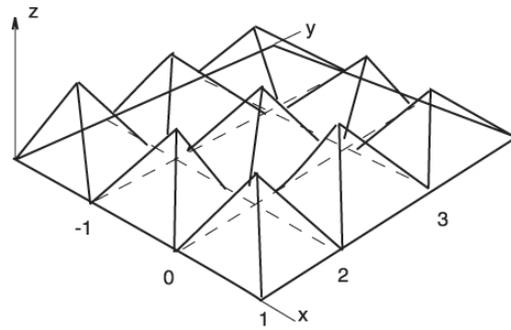
Мы видим, что функция $f_1(x, y)$ теряет гладкость на прямых $x = k$ и $y = m$, по которым будем разрывать плоскость.

Точки (a, b) и (c, d) считаем эквивалентными, если $a = c = k/2$ и $b = d = m/2$.

Если этот случай не имеет места, то $(a, b), (c, d) \in \mathbb{R}^2$ назовём t -эквивалентными при выполнении следующих условий:

- 1) $a = b, c = d$;
- 2) $f_t(a, b) = f_t(c, d)$;
- 3)

$$\lim_{\substack{x \rightarrow a-0 \\ y \rightarrow b-0}} \frac{\partial f_t}{\partial x}(x, y) = \lim_{\substack{x \rightarrow c+0 \\ y \rightarrow d+0}} \frac{\partial f_t}{\partial x}(x, y),$$

Рис. 3. Функция $f_1(x, y)$.

$$\lim_{\substack{x \rightarrow a-0 \\ y \rightarrow b-0}} \frac{\partial f_t}{\partial y}(x, y) = \lim_{\substack{x \rightarrow c+0 \\ y \rightarrow d+0}} \frac{\partial f_t}{\partial y}(x, y).$$

Профакторизуем пространство \mathbb{R}^2 по введённому отношению эквивалентности \sim_t . Получаем фактор-пространство $\Gamma_t = \mathbb{R}^2 / \sim_t$.

Нетрудно увидеть, что это фактор-пространство Γ_t при $t < 1$ гомеоморфно плоскости \mathbb{R}^2 , а при $t = 1$ — несвязному пространству, состоящему из счётного числа компонент связности S_α , каждая из которых гомеоморфна квадрату $[0, 1] \times [0, 1]$.

Другими словами, плоскость распалась на счётное объединение непересекающихся квадратов, т. е. на «атомы» пространства $S_\alpha = [k_+, (k+1)_-]$, $k \in \mathbb{Z}$:

$$\mathbb{R}^2 \rightarrow \Gamma_1 = \bigcup_{\alpha \in \mathbb{Z}} S_\alpha.$$

В [4] аналогично описан распад пространства \mathbb{R}^3 и прямой \mathbb{R} .

4. Распад \mathbb{R}^4

В случае \mathbb{R}^4 мы введём функции $f_\tau(t, x, y, z)$ ($0 \leq \tau \leq 1$), аналогичные функциям $f_t(x, y)$, где τ — время того, кто осуществляет распад пространства-времени на исторические эпохи (рис.2, В). Важно, что функция $f_1(t, x, y, z) = 0$ на границах 4-параллелепипедов (4-кубов) Q_α , на которые распадается пространство-время.

Таким образом, в нашем распоряжении появится «набор атомов пространства-времени» $\{Q_\alpha\}$, на которые распалось пространство-время

$$\mathbb{R}^4 \rightarrow \Gamma_1 = \bigcup_{\alpha \in \mathbb{Z}} Q_\alpha,$$

состоящий, в частности, из исторических эпох.

Ничто теперь не мешает нам перетасовать эти «атомы» так, чтобы Наша эпоха и эпоха Христа были рядом и параллельны во времени (рис.2, Г). Для этого надо отобразить их в единое подходящее пространство-время (или объединить

нужным нам образом в единое пространство-время посредством введения подходящей топологии, которая склеит все распавшиеся куски-«атомы»).

Метрика, о которой говорили выше, может иметь следующий вид:

$$\begin{aligned}
 ds_\tau^2 &= \frac{1}{[f_\tau(t, x^1, x^2, x^3)]^2} g_{ik}(t, x^1, x^2, x^3) dx^i dx^k \xrightarrow{\tau \rightarrow 1} \\
 &\rightarrow \frac{1}{[f_1(t, x^1, x^2, x^3)]^2} g_{ik}(t, x^1, x^2, x^3) dx^i dx^k = ds_1^2, \\
 x^0 &= t, \quad x^1 = x, \quad x^2 = y, \quad x^3 = z.
 \end{aligned}$$

Очевидно, что в метрике ds_τ^2 расстояния и промежутки времени, соединяющие разные 4-кубы, стремятся к $+\infty$ при $\tau \rightarrow 1$.

5. Какие действия формируют распад \mathbb{R}^4

Напомним [5], что при AdS/CFT -соответствии ряд свойств пространства-времени анти-де Ситтера с $(d + 2)$ -метрикой

$$ds^2 = R \frac{dz^2 - dx^{0^2} + \sum_{i=1}^d dx^{i^2}}{z^2}$$

определяются свойствами квантовых полей CFT_{d+1} на границе $z = 0$. В частности, сцепленность полей S_A (entanglement entropy of a spatial region A in a holographic CFT) в пространственных непересекающихся областях A и B определяет потерю связности при $S_A \rightarrow 0$ пространства в мире анти-де Ситтера в соответствии с формулой Рю–Такаянаги (рис. 4).

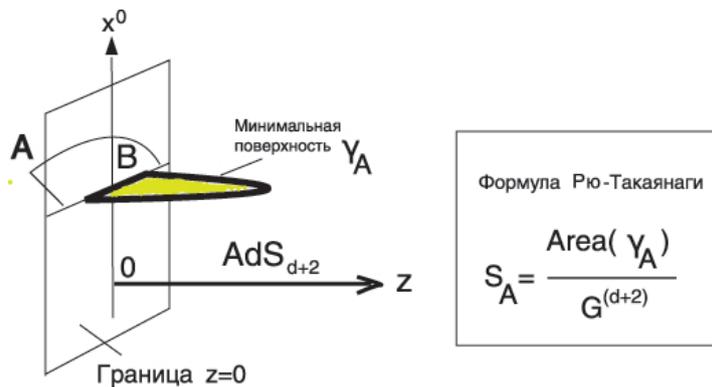


Рис. 4. Потеря связности в $(d + 1)$ -пространстве мира AdS_{d+2} по γ_A .

В свете AdS/CFT -соответствия, или голографической теории [5], а также с учётом формулы Рю-Такаянаги [6, 7], определённые действия над квантовыми полями на бесконечно удалённой конформной границе $Fr(\mathbb{R}^4)$ пространства-времени \mathbb{R}^4 обеспечивают распад \mathbb{R}^4 на исторические эпохи, поскольку геометрия балка AdS_{d+2} , его топология (форма), как известно, отражает граничную зацепленность.

О какой границе в нашем случае идёт речь? О множестве

$$Fr(\mathbb{R}^4) = \{(t, x^1, x^2, x^3) \in \mathbb{R}^4 : f_1(t, x^1, x^2, x^3) = 0\}.$$

А *определённые действия* над квантовыми полями — это процедура расцепления/сцепления (распутывания/запутывания) квантовых полей в непересекающихся областях границы. Расцеплению соответствует $S_A \rightarrow 0$; при сцеплении S_A увеличивается.

Граница $Fr(\mathbb{R}^4)$ имеет одну временную составляющую и две пространственные. И в отличие от пространственного сцепления, т. е. сцепления квантовых полей в непересекающихся областях A и B , принадлежащих одному пространственному сечению (рис. 4), нам, скорее всего, необходимо рассматривать временное сцепление, или временное запутывание (time entanglement), когда A и B временные области. Теория временного сцепления слабо разработана, и, тем более, соответствующие экспериментальные исследования фактически отсутствуют. Правда, зачатки нужной теории предложены в статьях польского физика Новаковского [8–12], а также иной вариант теории изложен в статье Ааронова и Вайдмана [13], но как будет выглядеть временной аналог формулы Рю–Такаянаги, можно только предполагать.

Новаковский определил сцепленность непротиворечивых историй, эволюционирующей во времени t системы с гамильтонианом H , записываемых в виде (тензорного) произведения

$$|H^i\rangle = P_n^{i_n} \odot P_{n-1}^{i_{n-1}} \odot \dots \odot P_1^{i_1}, \quad i = (i_n, i_{n-1}, \dots, i_1),$$

$$\sum_i |H^i\rangle = I,$$

где $P_x^{i_x}$ — оператор проектирования в момент времени t_x , $t_1 < t_2 < \dots < t_n$, каждый из которых соответствует некоторой измеряемой в разные моменты времени физической величине (эрмитовому оператору). Трудно, однако, понять, как это увязывается со связностью пространства-времени, иначе говоря, как выглядит временной аналог формулы Рю–Такаянаги.

Обратим внимание на то, что в нашем временном сцеплении должны участвовать как моменты настоящего t_x , так и моменты прошлого t'_x , и моменты будущего t''_x , а сам акт сцепления/расцепления должен происходить (одновременно?) по часам τ .

Временное сцепление — это, по сути дела, синхронистичность по Юнгу, которую в какой-то мере пытался изучать нобелевский лауреат Вигнер. Путешествие в прошлое предполагает установление квантовой корреляции во времени, т. е. несиловой связи между прошлым и настоящим, или временной сцепленности, поскольку Прошлое не ждёт того, что будет сделано в Настоящем.

6. Как сцепить разные исторические эпохи

Чтобы заработала машина времени, соединяющая две исторические эпохи, нужно их пространственные области сцепить (запутать) [1, 2]. Как это сде-

вать? Обратим внимание, что это уже иное сцепление, чем сцепление квантовых полей на границе $Fr(\mathbb{R}^4)$, а именно это уже сцепление двух траекторий (пространств-времени) в суперпространстве Уилера–деВитта, или сцепление внутри балка, если иметь в виду теорию AdA/CFT .

Думается, здесь достаточно строить 4-мерную кротовую нору, соединяющую эти исторические эпохи. Почему? По заявлению Малдасены и Заскинда [14], ЭПР-пара, т. е. сцепленные частицы, соединяются 3-мерной кротовой норой. В нашем случае сцепленность временная, поэтому и нора будет 4-мерной [19].

7. Теория MIW

Есть ли в квантовой теории способы установить реальность прошлого, или параллельных миров, которые тождественны прошлым историческим эпохам?

Как теория Эверетта, которая декларирует существование параллельных миров, но не прорисовывает их явно, так и её аналог в духе де Бройля–Бома [15, 16], где эти миры уже прорисованы как геометрические траектории, не дают убедительного доказательства реальности параллельных вселенных.

Недавно появилась теория MIW (многих взаимодействующих миров) [17]. Число миров в ней конечно, и все они классические.

«Прелесть теории MIW в том, — как заявляют авторы, — что если существует только один мир, то наша теория сводится к ньютоновской механике, а если существует гигантское количество миров, она воспроизводит квантовую механику» [18]. Квантовая механика — реальность, следовательно, параллельные миры реальны.

Хотя это опять лишь декларация, но что более интересно, авторы говорят: теория «многих взаимодействующих миров» создаёт исключительную возможность проверки существования других миров: «Возможность аппроксимировать квантовую эволюцию с использованием конечного числа миров может иметь значительные разветвления в молекулярной динамике, что важно для понимания химических реакций и действия лекарств» [18].

Таким образом, о реальности прошлого теория MIW ничего не говорит. Но ценно то, что она говорит о возможности проверки реальности параллельных миров.

Поэтому нам остаётся надеяться на доказательства теории относительности, возможности AdS/CFT -соответствия и авторитет Эйнштейна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуц А.К. Не-гёделевская машина времени // Математические структуры и моделирование. 2016. № 3(39). С. 48–58.
2. Гуц А.К. Временные эффекты коллапса волнового пакета в суперпространстве Уилера // Международный научный семинар «Нелинейные модели в механике, статистике, теории поля и космологии» GRACOS-16. Лекции школы и материалы семинара (5–7 ноября 2016 г. Казань). Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2016. С. 273–280.

3. Ella A. Everything Exists at Once: Past, Present, and Future. On the relativity and illusion of time. URL: <https://medium.com/futuresin/everything-exists-at-once-past-present-and-future-264b252e0748>.
4. Гуц А.К. Моделирование распада пространства на «атомы пространства» // Математические структуры и моделирование. 2020. № 3(55). С. 12–21.
5. Nishioka T., Ryu S., Takayanagi T. Holographic Entanglement Entropy: An Overview. URL: <https://arxiv.org/abs/0905.0932v2>.
6. Гуц А.К. Теории пространства-времени // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019. № 4. С. 23–47.
7. Ryu S., Takayanagi T. Aspects of Holographic Entanglement Entropy. URL: <https://arxiv.org/abs/hep-th/0605073v3>.
8. Nowakowski M. Quantum entanglement in time // AIP Conference Proceedings 1841, 020007. 2017. URL: <https://doi.org/10.1063/1.4982771> Published Online: 31 May 2017.
9. Nowakowski M. Quantum Entanglement in Time. arXiv:1701.08116v1 [quant-ph]. 2017.
10. Nowakowski M. Monogamy of quantum entanglement in time. arXiv:1604.03976v1 [quant-ph]. 2016.
11. Nowakowski M., Cohen E. Entangled Histories vs. the Two-State-Vector Formalism — Towards a Better Understanding of Quantum Temporal Correlations. arXiv:1803.11267v2 [quant-ph]. 2018.
12. Nowakowski M. Are temporal quantum correlations generally non-monogamous? arXiv:2011.08437v1 [quant-ph]. 2020.
13. Aharonov Y., Vaidman L. The two-state vector formalism of quantum mechanics // Time in Quantum Mechanics. Springer, 2002. P. 369–447.
14. Maldacena J., Susskind L. Cool horizons for entangled black holes. arXiv:1306.0533.
15. Nelson Pinto-Netom Ward Struyvey. Bohmian quantum gravity and cosmology. arXiv:1801.03353v1 [gr-qc]. 10 Jan 2018.
16. Valentini A. De Broglie-Bohm Pilot-Wave Theory: Many Worlds in Denial? arXiv:0811.0810v2 [quant-ph]. 5 Nov 2008.
17. Hall M.J.W., Deckert D-A., Wiseman H.M. Quantum Phenomena Modeled by Interactions between Many Classical Worlds // Phys. Rev. X 4. 2014. P. 041013.
18. Many Interacting Worlds theory: Scientists propose existence and interaction of parallel worlds. URL: <https://phys.org/news/2014-10-interacting-worlds-theory-scientists-interaction.html>.
19. Guts A.K. Time machine as four-dimensional wormhole. arxiv: gr-qc/9612064. 1996.

THE DECAY OF SPACE-TIME TO THE ETERNAL PARALLEL HISTORICAL EPOCHS, TIME ENTANGLEMENT AND TIME MACHINE

A.K. Guts

Dr.Sc. (Phys.-Math.), Professor, e-mail: guts@omsu.ru

Dostoevsky Omsk State University

Abstract. The article shows how mathematics can describe the process of the decay of space-time to infinite number of different space-times, which from the point of view

of some observer are eternal. The relation of this decay to the time entanglement of quantum fields on an infinitely distant boundary of space-time within the *AdS/CFT*-correspondence is considered.

Keywords: decay of space-time, historical epochs, machine time, *AdS/CFT*-duality, time entanglement.

REFERENCES

1. Guts A.K. Ne-gedelevskaya mashina vremeni. *Matematicheskie struktury i modelirovanie*, 2016, no. 3(39), pp. 48-58. (in Russian)
2. Guts A.K. Vremennye efekty kollapsa volnovogo paketa v superprostranstve Uilera. *Mezhdunarodnyi nauchnyi seminar «Nelineinye modeli v mekhanike, statistike, teorii polya i kosmologii» GRACOS-16. Lektsii shkoly i materialy seminarov (5–7 noyabrya 2016 g., Kazan’)*. Kazan’: Kazanskii (Privolzhskii) federal’nyi universitet, 2016, pp. 273–280. (in Russian)
3. Ella A. Everything Exists at Once: Past, Present, and Future. On the relativity and illusion of time. URL: <https://medium.com/futuresin/everything-exists-at-once-past-present-and-future-264b252e0748>.
4. Guts A.K. Modelirovanie raspada prostranstva na «atomy prostranstva». *Matematicheskie struktury i modelirovanie*, 2020, no. 3(55), pp. 12–21. (in Russian)
5. Nishioka T., Ryu S., and Takayanagi T. Holographic Entanglement Entropy: An Overview. URL: <https://arxiv.org/abs/0905.0932v2>.
6. Guts A.K. Teorii prostranstva-vremeni. *Prostranstvo, vremya i fundamental’nye vzaimodeistviya*, 2019, no.4, pp. 23-47. (in Russian)
7. Ryu S. and Takayanagi T. Aspects of Holographic Entanglement Entropy. URL: <https://arxiv.org/abs/hep-th/0605073v3>.
8. Nowakowski M. Quantum entanglement in time, AIP Conference Proceedings 1841, 020007, 2017. URL: <https://doi.org/10.1063/1.4982771>. Published Online: 31 May 2017
9. Nowakowski M. Quantum Entanglement in Time. arXiv:1701.08116v1 [quant-ph], 2017.
10. Nowakowski M. Monogamy of quantum entanglement in time. arXiv:1604.03976v1 [quant-ph], 2016.
11. Nowakowski M. and Cohen E. Entangled Histories vs. the Two-State-Vector Formalism — Towards a Better Understanding of Quantum Temporal Correlations. arXiv:1803.11267v2 [quant-ph], 2018.
12. Nowakowski M. Are temporal quantum correlations generally non-monogamous? arXiv:2011.08437v1 [quant-ph], 2020.
13. Aharonov Y. and Vaidman L. The two-state vector formalism of quantum mechanics, in: *Time in Quantum Mechanics*. Springer, 2002, P. 369–447.
14. Maldacena J. and Susskind L. Cool horizons for entangled black holes, arXiv:1306.0533.
15. Nelson Pinto-Neto Ward Struyvey. Bohmian quantum gravity and cosmology. arXiv:1801.03353v1 [gr-qc], 10 Jan 2018.
16. Valentini A. De Broglie-Bohm Pilot-Wave Theory: Many Worlds in Denial? arXiv:0811.0810v2 [quant-ph], 5 Nov 2008.

17. Hall M.J.W., Deckert D-A., and Wiseman H.M. Quantum Phenomena Modeled by Interactions between Many Classical Worlds, Phys. Rev. X 4, 2014, P. 041013.
18. Many Interacting Worlds theory: Scientists propose existence and interaction of parallel worlds. URL: <https://phys.org/news/2014-10-interacting-worlds-theory-scientists-interaction.html>.
19. Guts A.K. Time machine as four-dimensional wormhole. arxiv: gr-qc/9612064, 1996.

Дата поступления в редакцию: 22.11.2020