

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
ОТДЕЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ И
МАТЕМАТИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
РОССИЙСКОЕ ГРАВИТАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
БИОФИЗИКИ РАН

ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Материалы VI Российской конференции

Москва, РУДН, 9-10 декабря 2022 г.

Москва
Российский университет дружбы народов
2022



РЕАЛЬНОСТЬ ПРОШЛОГО И МЕЖВРЕМЕННЫХ ПЕРЕХОДОВ В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

А.К. Гуц

Международный инновационный университет, Сочи, Россия

Открытие Куртом Гёделем замкнутых временных петель, которые он интерпретировал как возможный механизм переходов в Прошлое, т.е. как машину времени, было встречено Эйнштейном настороженно. С одной стороны он пишет, что статья Гёделя является важным вкладом в ОТО, “в особенности в анализ понятия времени. Проблема, о которой идет речь, беспокоила меня еще во времена создания общей теории относительности, но решить ее мне так и не удалось” [1, с.313]. Тут следует помнить, что Гёдель его друг и сосед по коттеджу, которому Эйнштейн помогал получить гражданство США. А с другой – деликатно интересуется, что “было бы интересно выяснить, не следует ли такие решения исключать из рассмотрения на основе физических соображений” [1, с.314].

Фактически решение, найденное Гёделем, означает, что если все решения уравнений Эйнштейна соответствуют реальности, то путешествия в Прошлое возможны. Сам же Эйнштейн задается вопросом, а все ли решения полевых уравнений отвечают реальности?

Для Эйнштейна реальность – это мир, не зависящая от человеческого разума. Альтернатива реальности есть “мир как единое целое, зависящее от человека” [1, с.130]. Истина, научная истина по Эйнштейну, есть утверждения, факты, не зависящие от человека: “Я не могу доказать, что научную истину следует считать истиной, справедливой независимо от человечества, но в этом я твердо убежден. <..> Во всяком случае, если есть реальность, не зависящая от человека, то должна быть истина, отвечающая этой реальности, и отрицание первой влечет за собой отрицание последней” [1, с.131].

Прошлое, достижимое машиной Гёделя, есть свойство решения уравнений Эйнштейна, т.е. есть научная истина, и, следовательно, относится к миру, не зависящему от человека, а поэтому оно реально. Отрицать Прошлое Гёделя – значит отрицать, что все решения уравнений Эйнштейна суть научная истина, не зависящая от воли и желаний человека.

“Согласно ньютоновой системе, физическая реальность характеризуется понятиями пространства, времени, материальной точки и силы (взаимодействия материальных точек)” [1, с.136]. Поэтому считая Прошлое реальностью, мы должны описать его в терминах пространства (где?), времени (когда?), материального взаимодействия (что это, из чего состоит, на что влияет и т.д.).

Но при этом “речь идет о том, чтобы заменить абстрактное и туманное “пространство” по возможности наиболее прямым и простым способом (твердое тело) чем-то, имеющим смысл с точки зрения эксперимента” [1, с.572]. Иначе говоря, мы должны сообщить, как то, что в прошлом, можно “пощупать”.

Казалось, ответ прост: потрогать своего дедушку! А вы хорошо знаете, каким был дедушка до свадьбы с вашей бабушкой? Ведь вряд ли помните своего дедушку в деталях, каким видели его в своем детстве (тогда дедушка был в большей мере похож на того, кто был на свадьбе). Другими словами, тот, кого вы “трогаете”, ваш ли это дедушка? Отправляясь в Прошлое к дедушке, мы плохо представляем во всех деталях своего дедушку. Мы говорим: “Он такой-то...” и тут же соглашаемся, что “возможно, он не совсем такой...”. Мы не можем это ни доказать, ни опровергнуть.

А ведь мы сейчас фактически обсуждали важнейшую материальную составляющую физической реальности, которую приписали Прошлому. И единственное, что можем заключить, это то, что если Прошлое и реально, то оно расплывчато, нечетко, не восстановимо! И это либо его объективное, т.е. независимое от людей свойство, либо оно непрерывно меняется в угоду мыслящих о нем людей – не объективно. Противоречие. Противоречивые утверждения появляются всегда, когда вы пытаетесь изучить путешествия в прошлое. Но это противоречия, как правило, в рамках используемой нами классической двузначной логики. Другую логику, насколько известно автору, никто и не использовал.

А работа машины времени – переход в прошлое – это переход в некоторую реальность. Но это с классической точки зрения, известной как *теория абсолютного пространства-времени* [2], в котором Прошлое столь же реально, как и Настоящее. Другими словами, и Прошлое, и Настоящее, и Будущее всегда есть, всегда существуют, всегда наличествуют. В случае квантовой машины времени следует понимать, что величины, выступающие в основных законах квантовой механики, “не претендуют на то, чтобы описывать саму физическую реальность, они описывают только вероятность появления физической реальности” [1, с.139]. Замечательное замечание Эйнштейна о сущности квантовой механики: квантовая машина времени оказывается в реальности Прошлого, которое оказывается либо той, либо иной, скорее всего наиболее вероятной, но и это не факт [2,3]. Дедушка вроде бы мой, ну, или очень похож на моего. С какой-то вероятностью, он появляется,... но возможны сомнения, и выстрел не прозвучит. Парадокс дедушки – парадокс лишь с точки зрения классической логики, где “или... или... и третьего не дано”.

“Цель ученого состоит в том, чтобы дать логически непротиворечивое описание природы” [1, с.162]. Но прежде следует определиться, в рамках какой логики он будет давать свое описание? Нам нужно различать “необходимую истину” и “возможную (случайную) истину”. Последнее отражает то, что мы



оговаривали как “размытое”, “вероятное”. Иначе говоря, нам следует обратиться к модальным логикам. Что, по сути дела, позволяет благополучно разрешить парадокс дедушки: даже если путешественник в Прошлое настроен решительно – убью и всё! – в реальности, т.е. в мире, не зависящем от желаний людей и где живет возможный дедушка, совсем не факт, что это ему удастся. Законы пространства-времени, где реализуется модальная логика (или лучше сказать, квантовая логика), более изошренны, нежели в классической реальности с двузначной логикой.

Так ли это? Соответствующий эксперимент с моделью квантовой машины времени, действующей по законам квантовой механики, провели Сет Ллойд и Стейнберг [3,4]. Опуская детали устройства их модели квантовой машины времени, основанной на квантовой запутанности и квантовой телепортации, остановимся на результате. Серии экспериментов показали нечто интересное: каждый раз, когда путешествие во времени реализуется, пистолет не стреляет. И когда путешествие во времени не удается, пистолет работает. На языке дедушкиного парадокса это означает, что до тех пор, пока есть вероятность того, что ваш пистолет не выстрелит и убийство не удастся, путешествие во времени может реализоваться. “Вы можете навести пистолет, но не сможете нажать на курок, – прокомментировал эксперименты Ллойд”.

Конечно, они действовали в рамках микрофизики, но эффекты квантовой механики самым неожиданным образом проявляются и в макрофизике. Просто на данный момент мы не имеем полноценной макроскопической квантовой механики, с помощью которой такие эффекты можно было бы досконально изучить.

Обращение для решения парадокса дедушки к квантовой механике естественно. Во-первых, это более общая теория, фактически включающая в себя классическую механику, как было показано еще в 1934 году А.Д.Александровым [5], а, во-вторых, ей присуща неклассическая, квантовая, а точнее, модальная логика [6].

Что бы ищем, рассуждая о машине времени? Истину. О которой Эйнштейн пишет:

“Нашу естественную точку зрения относительно существования истины, не зависящей от человека, нельзя ни объяснить, ни доказать, но в нее верят все, даже первобытные люди. Мы приписываем истине сверхчеловеческую объективность. Эта реальность, не зависящая от нашего существования, нашего опыта, нашего разума, необходима нам, хотя мы и не можем сказать, что она означает” [1, с.132].

Обращение к модальной логике, это не только отказ от двузначности (см. например [7]). Семантика модальной логики в ее наиболее распространенной форме семантики Крипке дает ответ на вопрос Эйнштейна о природе сверхчеловеческой объективности истины. Семантика Крипке модальной логики

рассматривает множество “возможных миров”, одним из которых является *наш мир*. Истина *необходима*, т.е. обладает сверхчеловеческой объективностью, если она истинна *во всех* возможных мирах. Напротив, если утверждение оказывается истинным в нашем мире, но ложным в другом мире, то оно является *условной* истиной, для нас она всего лишь *возможная* истина. Миры Крипке, а, точнее, миры Лейбница, в какой-то мере суть миры Эверетта.

Мы привели аргументы в пользу реальности Прошлого и в пользу привлечения модальной логики, которая разрешает парадокс дедушки и делает логически доступными путешествия в Прошлое. Приведем еще один аргумент в пользу реальности Прошлого, который можно назвать онтологическим доказательством (заключением, идущим от понятия к бытию) реальности, т.е. существования, или бытия Прошлого. Для этого используем схему онтологического доказательства существования Бога, предложенного Гёделем в системе модальной логики S5 второго порядка [8].

Считаем, что Прошлое обладает свойством *завершённости* во всем, т.е. *всё, что прошло*, то завершено, свершилось. Прошлое есть сущее, все атрибуты которого обладают завершенностью. С точки зрения абсолютной теории пространства-времени – это очевидный факт, изменений нет, они иллюзорны. Существование как реальность Прошлого в рамках модальной логики с учетом семантики Крипке есть высказывание

$$\Box \exists x P(x),$$

где \Box – знак модальности “необходимо”/“обязательно”, $P(x)$ – предикат “объект x есть прошлое”; нам понадобится еще другая модальность – \Diamond “возможное”. Введем предикат $Z(A)$ – “атрибут (свойство) A завершенное, свершившееся”.

В таком случае, перефразируя онтологическое доказательство Гёделя, мы имеем онтологическое доказательство существования, т.е. бытия, реальности Прошлого.

$$\text{Axiom 1. } (Z(A) \wedge \Box \forall x (A(x) \Rightarrow B(x))) \Rightarrow Z(B)$$

(если свойство A завершенное, то завершенным будет и свойство B , вытекающее из A)

$$\text{Axiom 2. } \Leftrightarrow \neg Z(A) \quad Z(\neg A)$$

(свойство A не является завершенным только если завершено его отрицание)

$$\text{Theorem 1. } Z(A) \Rightarrow \Diamond \exists x A(x)$$

$$\text{Defenition 1. } P(x) \Leftrightarrow \forall A (Z(A) \Rightarrow A(x))$$

(объект x является Прошлым тогда и только тогда, когда x имеет в качестве существенных свойств только те свойства, которые завершены)

$$\text{Axiom 3. } Z(P)$$

(Прошлое есть завершенное)

**Theorem 2.** $\diamond \exists x P(x)$ (возможно Прошлое x существует)Defenition 2. $A \text{ ess } x \Leftrightarrow A(x) \wedge \forall B(B(x) \Rightarrow \Box \forall y(A(y) \Rightarrow B(y)))$

(A является сущностью объекта x тогда и только тогда, когда x обладает свойством A и для каждого свойства B , которым x обладает, обязательно (необходимо) A влечет за собой B), или (для свойства A быть сущностью объекта x означает, что любое свойство B , присущее данному объекту, с необходимостью включается в свойство A)

Axiom 4. $Z(A) \Rightarrow \Box Z(A)$

(если свойство завершённое, то оно обязательно завершённое)

Theorem 3. $P(x) \Rightarrow P \text{ ess } x$ (быть Прошлым – это существенное свойство, это сущность объекта x)Defenition 3. $E(x) \Leftrightarrow \forall A(A \text{ ess } x \Rightarrow \Box \exists y A(y))$

(объект x обязательно существует ($E(x)$) тогда и только тогда, когда каждая сущность объекта x обязательно экземплифицируется), или (необходимое существование (E) присуще объекту x – это, когда из сущности объекта x вытекает, что необходимо найдется объект, обладающий этой сущностью).

Axiom 5. $Z(E)$

(необходимое существование является завершённым свойством)

Theorem 4. $\Box \exists x P(x)$

(существование, бытие Прошлого необходимо/обязательно).

Другими словами, доказано, что если у нас есть понятие прошлого, то оно реально.

Литература

- [1] Эйнштейн А. Т.4. Собрание научных трудов. М.: Наука, 1967.
- [2] Гуц А.К. Время, параллельные вселенные и машина времени. М.: УРСС,
- [3] Гуц А.К. Квантовая машина времени // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019. №3. С.20-44.
- [4] Lloyd S., Maccone L., Garcia-Patron R., Giovannetti V., Shikano Y., Pirandola S., Rozema L.A., Darabi A., Soudagar Y., Shalm L.K., Steinberg A.M. Closed timelike curves via post-selection: theory and experimental demonstration // Physical Review Letters, 2011, vol.106, no.4, P.040403. <https://arxiv.org/abs/1005.2219v1>.
- [5] Александров А.Д. Замечание о правилах коммутации и уравнении Шредингера // Доклады АН СССР. 1934. Т.4, № 4. С.198-202.
- [6] Васюков В.П. Квантовая логика. М.: ПЕР СЭ, 2005.
- [7] Пивинская П.И. Логическая возможность “машины времени” // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: сборник материалов II Международной научно-практической кон-

ференции (8 апреля 2016 года), Том II – Кемерово: ЗапСибНЦ, 2016 – 456 с. С.302-305.

[8] Пушкарский, А.Г. Курт Гедель и его онтологическое доказательство // РАЦИО.ru. 2014. №13. С. 153-172.