

## Можно ли путешествовать во времени?

(18.02.2012. Обновлено 04.04.2012)

### Введение

Как сообщает Википедия (см. там статью “Машина времени”), идея путешествия во времени *вопреки его естественному ходу* зарождается в фантастической литературе 19-го века. С тех пор фантасты, философы и ученые обсуждали эту идею несчетное число раз. В частности, до сих пор дебатруется вопрос – не нарушается ли при путешествии во времени какой-либо фундаментальный закон Природы?

Можно привести два возражения против возможности такого путешествия, основанные на общепринятых современных физических представлениях. Первое из них я бы назвал “аргументом Уилера-Фейнмана”. Второе (“геометрический аргумент”) основано на космологических соображениях. Кроме того, мы рассмотрим возможность путешествия во времени с помощью “кратовых нор”, или “червоточин” (wormholes).

### Аргумент Уилера-Фейнмана

Выдающийся американский физик Ричард Фейнман уделил много внимания проблеме времени в теории излучения. Он и его научный руководитель – патриарх американской физики Джон Арчибальд Уилер – в 1945 году выдвинули идею использования *опережающих* (т.е. распространяющихся *назад во времени*) потенциалов для описания дальнего действия и объяснения силы радиационного трения ([**Wheeler and Feynman, 1945**]). Затем, через 4 года, они (возможно, впервые) исследовали “парадокс опережающего действия” ([**Wheeler and Feynman, 1949**]), который гипотетически может нарушать принцип причинности (когда, например, внук, попав в прошлое, убивает своего деда и этим исключает возможность собственного рождения). Решая парадокс, они предложили наложить физический запрет на существование в пространстве-времени *замкнутых (петлеобразных)* мировых линий частиц.

Позже, в 1964 году в своей Нобелевской лекции ([**Feynman, 1965**]) Фейнман рассказал, как Уилер позвонил ему по телефону и изложил концепцию, согласно которой столкновение электрона с позитроном можно трактовать как поворот мировой линии электрона назад в прошлое: изменение знака собственного времени эквивалентно изменению знака заряда (это известно как теорема о СРТ-симметрии). И Фейнман, как он пишет, ухватился за эту мысль: позитроны можно представлять себе просто как электроны, идущие из будущего в прошлое.

Но это означает, что любая двинувшаяся *назад во времени* машина времени, состоящая вместе со всем своим содержимым, в частности, из электронов и протонов, немедленно превратится в объект, состоящий из *позитронов и антипротонов*. В результате такой объект мгновенно аннигилирует с окружающей средой. Эта аннигиляция, кстати, решает неоднократно обсуждавшуюся проблему сохранения энергии/материи при перемещении машины времени: нетривиальное перемещение назад во времени с необходимостью влечет мощнейшее выделение энергии, сопровождаемое физическим уничтожением машины. Что же касается гипотетического

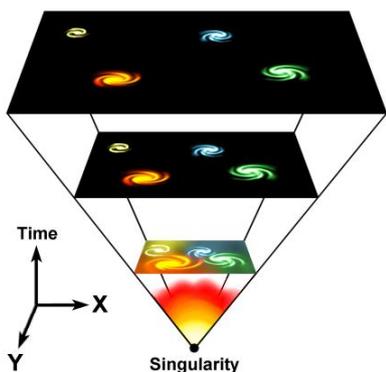
перемещения *вперед во времени*, то оно по аналогичным причинам потребовало бы *затраты* энергии.

Таким образом, выведенный вначале из соображений причинности запрет на существование *замкнутых в пространстве-времени* мировых линий получает осмысленное “энергетическое” обоснование: точки поворота во времени оказываются особыми – в них, в отличие от других точек мировой линии, происходит нетривиальное выделение или поглощение энергии и разрушение материальных объектов. И если бы даже путешествие во времени вперед оказалось возможным, то вернуться назад в свое время у путешественника шансов нет.

## Геометрический аргумент

Полезно заметить, что на самом деле любое путешествие (и даже состояние покоя) оказывается путешествием *во времени* – время течет для всех объектов во Вселенной. Поэтому необходимо уточнить, какие именно путешествия представляются нам парадоксальными, нарушающими *естественный ход* времени.

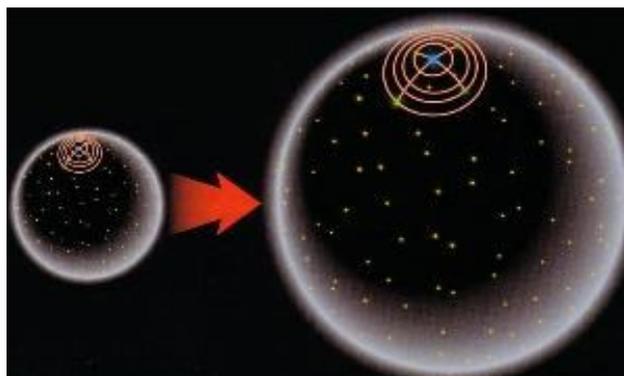
Существуют различные геометрические модели Вселенной. Большинство космологов в настоящее время считает, что геометрия модели близка к “плоской” (левый рисунок), и ее расширение характеризуется мерой всеобщего увеличения расстояний – “масштабным фактором”. Не исключено, впрочем, что Вселенная обладает замкнутой геометрией, т.е. геометрией поверхности 4-мерной сферы (правый рисунок), в этом случае масштабный фактор отождествляется с радиусом такой сферы.



Открытая модель Вселенной

Иллюстрация с сайта

[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Universe\\_expansion.png](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Universe_expansion.png)



Замкнутая модель Вселенной

Иллюстрация с сайта

<http://galspace.spb.ru/index60.file/ras.jpg>

В любом случае каждому моменту эволюции Вселенной можно сопоставить соответствующее значение масштабного фактора, подобно тому, как каждому году эволюции обычного земного дерева можно сопоставить соответствующее годичное кольцо. Такая параметризация позволяет говорить о своего рода “слоях” времени. Этот слой является общим космологическим временем для всей Вселенной и не связан с тем локальным определением интервалов времени, которое развито в теории относительности.

Как хорошо известно, теория относительности предлагает такую схему “путешествия в будущее”: путешественник улетает от Земли на сверхбыстрой ракете, затем возвращается и узнает, что на Земле прошло, скажем, 100 лет, хотя сам он за время полета постарел лишь на год. В этом случае речь идет о различном темпе течения *локального* времени на Земле и в ракете. Однако и Земля, и ракета все время принадлежат к одному и тому же слою (с растущим масштабным фактором) глобального космологического времени, никогда не покидая этот слой. “Перескочить” в прошлое или будущее – из слоя в слой (если даже допустить существование множества слоев) – невозможно, мировая линия любого тела может принадлежать лишь единственной реализации Вселенной.

### “Заграница” нам поможет?

Во второй половине прошлого века астрофизики стали теоретически изучать весьма экзотические объекты. Им стало мало черных дыр, которые сейчас обладают статусом практически надежно обнаруженных объектов. Теоретики стали исследовать что-то вроде гипотетических “половинок черных дыр” – “червоточины”, или “кротовые норы” (так иногда называют гипотетические пространственно-временные туннели).

Одна такая половинка, по их мнению, выводит материю из нашей Вселенной. Предполагается, что существует другая половинка, которая может исторгнуть материальный объект в иную Вселенную или в нашу же Вселенную, но в далеком (*бесконечно* далеком!) будущем или прошлом. Заметим, что эта вторая половинка должна быть по свойствам сходна не с “черной”, а с “белой” дырой, но существование реальных белых дыр более чем проблематично.

Исследований на эту тему существует множество, тема настолько же интересная, насколько и модная. Многие результаты, полученные в этой области, вполне заслуживают серьезного отношения, когда речь идет о возможных физических свойствах этих объектов. Однако возможность перемещения между слоями времени требует, прежде всего, построения модели той среды (вне нашей Вселенной), в которой могло бы происходить такое перемещение. Никаких подобных моделей в настоящее время в науке не существует.

Тем более не может идти речи о какой-либо навигации при таких перемещениях. Более того, бесконечно далекое прошлое или будущее, куда якобы можно было бы “перепрыгнуть” – это не строгое (или хотя бы как-то аргументированное) научное утверждение, а тот самый ковер, под который физики иногда любят заматывать мусор, как говаривал Фейнман. Иными словами, автор склонен считать, что все это – лишь красивые мечты, под которыми нет никакого основания.

### Ссылки:

**[Feynman, 1965]** R.P. Feynman, The Development of the Space-Time View of Quantum Electrodynamics, Nobel Lecture, December 11, 1965. Preprint les Prix Nobel en 1965. The Nobel Foundation. Stockholm, 1966.

**[Wheeler and Feynman, 1945]** Wheeler J.A., Feynman R.P. Interaction with the Absorber as the Mechanism of Radiation, Reviews of Modern Physics, **vol. 17**, numbs. 2 and 3, p. 157-181 (1945)

**[Wheeler and Feynman, 1949]** Wheeler J.A., Feynman R.P. Classical Electrodynamics in Terms of Direct Interparticle Action, Reviews of Modern Physics, **vol. 21**, numb. 3, p. 425-433 (1949)