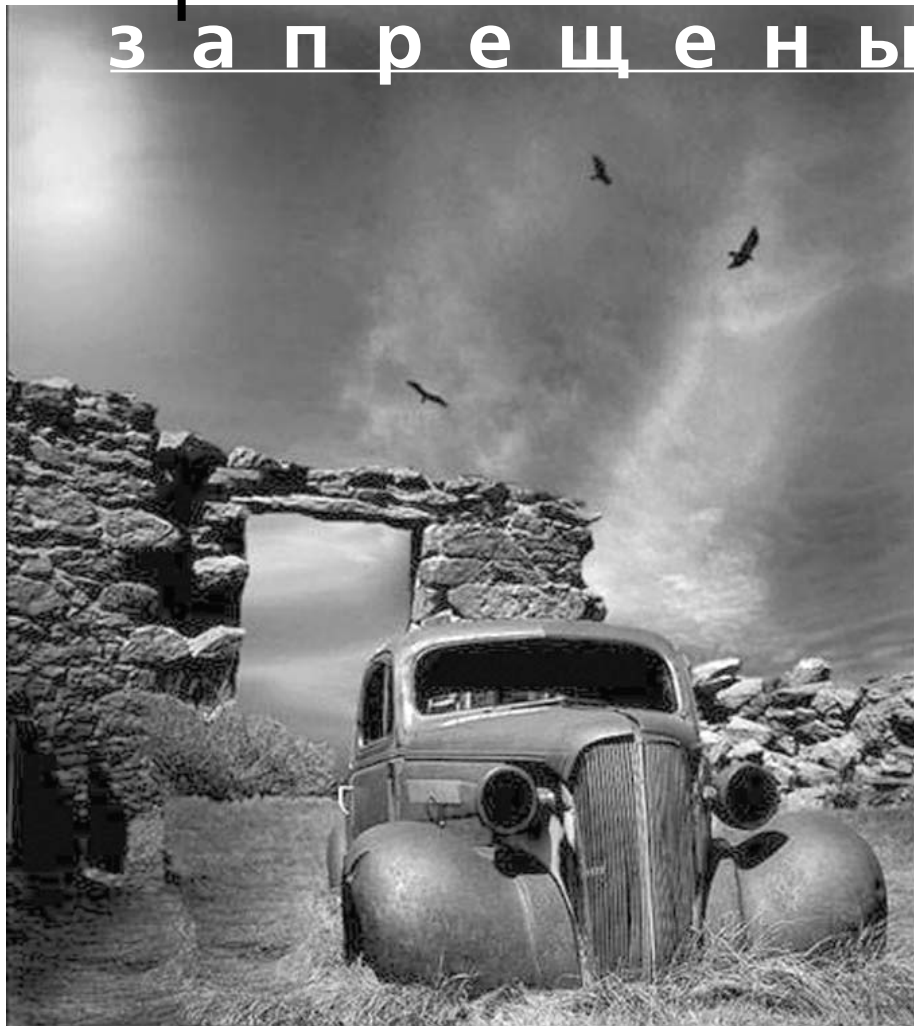


Путешествия в прошлое

з а п р е щ е н ы



Говоря о времени и о Вселенной, мы, конечно же, не могли обойти вниманием проблему осуществления путешествий во времени. И хотя заголовок этой статьи утверждает, что в прошлое путь «заказан», мы поэкспериментировали, вернувшись – в не столь далекое – прошлое нашего журнала, когда в очередной раз обзревали эту тему, и попросили автора (в прошлом) взглянуть на проблему, перенесая в день сегодняшний (то есть в будущее). Результат этой «временной петли» – перед вами.

Что думает современная наука о путешествиях во времени? Мы не раз писали об этом – обновим тему еще раз, тем более, что она того заслуживает. Не случайно ведь путешествия во времени стали мечтой человечества с тех пор, как Герберт Уэллс в начале XX века впервые их придумал. Эта мечта настолько глубоко въелась в наше сознание, что даже известные ученые и философы (из самых недавних – Кип Торн в «Черных дырах и туннелях времени», Пол Дэвис в «Петлях времени», Клиффорд Пиквер в книге «Время: путеводитель путешественника», Ник Герберт в монографии «Быстрее света», да и «сам» Стивен Хокинг в своем бестселлере «Вселенная в скорлупке») всерьез обсуждают, возможны ли, с точки зрения науки, такие путешествия, и если да, то почему к нам самим до сих пор не появились пришельцы из будущего? Заметим, однако, одну особенность всех этих обсуждений: говоря о таких путешествиях, все молчаливо предполагают при этом, что и то, что уже было («прошедшее»), и то, чего еще не было («будущее»), уже существуют «где-то на оси времени», и что, сойдя с этой оси и двигаясь «вперед» или «назад», можно попасть в эти «прошлое» или «будущее», оставаясь при этом такими, как «сейчас». Интересно, что сказал бы святой Августин, услышав эти разговоры?

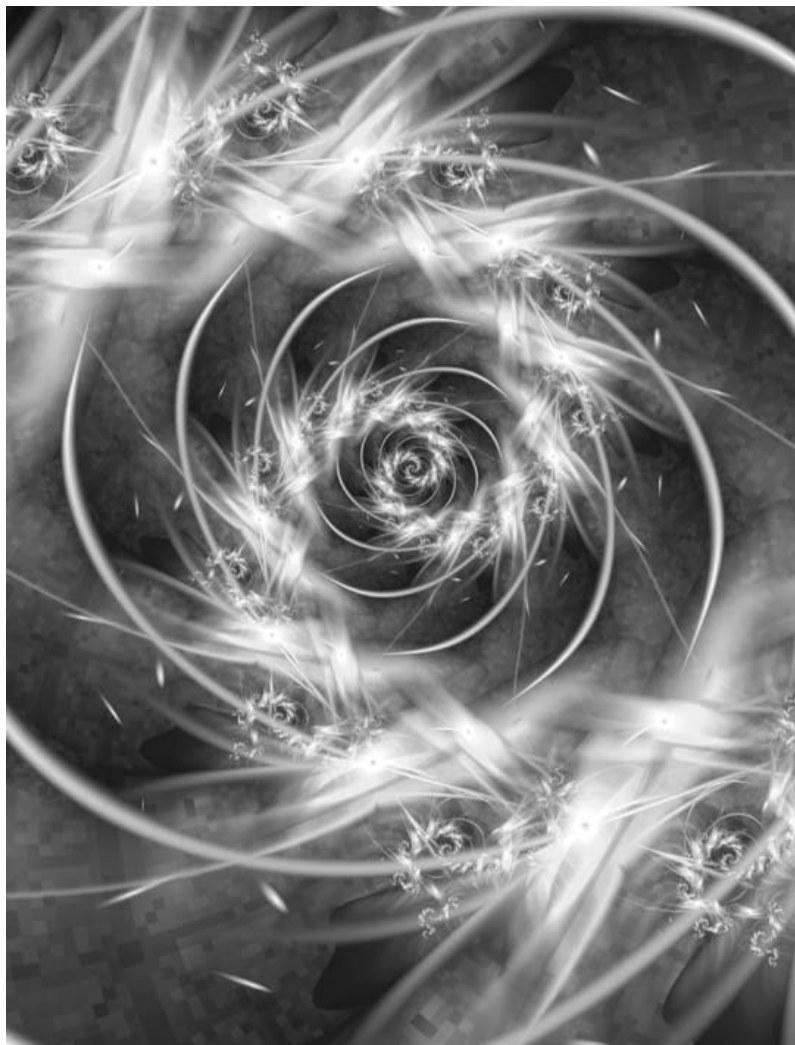
Рассматривались самые разные теории, но все они в основном относились к путешествиям в будущее. Так вот, как утверждает великий научный гуру Стивен Хокинг, путешествия в будущее в определенном смысле слова осуществимы, но «на условиях Эйнштейна», с помощью кораблей, движущихся с околосветовой скоростью, при которой, по Эйнштейну, время путешественников резко замедляется относительно времени землян, так что они могут вернуться на Землю через миллионы лет по земному времени. Слетав в космос и обратно на околосветовой скорости, можно, не очень даже постарев, заглянуть в любое самое далекое будущее (но уже не вернуться из него). То же самое можно

сделать, проведя какое-то время в местах с очень сильной гравитацией. (Мы не обсуждаем сейчас практическую осуществимость этих вариантов.)

Но вернуться во времени назад – совсем иное дело, ибо, как легко понять, путешествия в прошлое могут нарушить уже существующую причинно-следственную цепь событий и привести к сложнейшим парадоксам. Со времен Уэллса фантасты сотни, если не тысячи раз мусолили все мыслимые вариации таких «временных петель» и их (логически невозможных) решений.

С научной точки зрения, все мыслимые варианты путешествий в прошлое распадаются на три большие группы: перемещение с помощью сверхсветовых скоростей, использование «замкнутых» траекторий искривленного пространства-времени и, наконец, «прокалывание» черной дыры по «туннелю времени». Разберемся по порядку.

В начале XX века известный физик-теоретик Зоммерфельд выдвинул предположение, что в природе могут существовать частицы, движущиеся со сверхсветовыми скоростями, так называемые «таххионы». Теоретическое изучение особенностей этих гипотетических частиц, проведенное полвека спустя Танакой, Сударшаном, Терлецким и другими, показало, что тахионы должны обладать «мнимой» массой, что они теряют энергию, когда ускоряются, и набирают ее, когда замедляются, что при бесконечной энергии они достигают скорости света, а при нулевой энергии – бесконечной скорости (то есть одновременно находятся всюду) – короче, их свойства противоположны свойствам обычных, досветовых частиц («тардионов»), и два эти мира разделяет непроницаемая преграда в виде светового барьера: тахионы существуют только по одну его сторону, тардионы – только по другую. Однажды тахион – навсегда тахион. Все эти свойства тахионов венчает их способность перемещаться «из будущего в прошлое»: наблюдатель, движущийся со скоростью в 90% от скорости света, увидит, что тахион, вылетевший



из А в Б со скоростью в две световые, сначала появится в Б, а потом вылетит из А; наблюдатель, движущийся со скоростью в 50% от скорости света, увидит, что такой тахион появляется в А и Б одновременно. Все эти тахионные чудеса описаны в монографии Ника Герберта «Быстрее света».

Разумеется, досужие мечты некоторых фантастов о применении некоего «тахионного вещества» или «тахионной тяги» для путешествий в прошлое принципиально неосуществимы, так как обычное вещество, из которого сделаны люди, не может перейти световой барьер, то есть однажды тардион – навсегда тардион. Но поскольку,

как мы видели, при наличии тахионов последовательность событий А и Б теряет всякую определенность и наблюдателям в некоторых системах отсчета представляется даже, что тахионы движутся вспять во времени, то возникает мысль о возможности использовать тахионы хотя бы для передачи информации в прошлое. Формально это вполне осуществимо (то есть расчеты по формулам теории относительности показывают, что с помощью «тахионного передатчика» космонавты, летящие с околосветовой скоростью, действительно могут послать на Землю сигнал, который прибудет – по часам Земли – раньше, чем его послали), но поскольку

ку сама гипотеза о существовании тахионов в высшей степени сомнительна (ни одному теоретику до сих пор не удалось втиснуть эти сверхсветовые частицы в рамки законов квантовой механики и теории относительности одновременно, не нарушая при этом закон причинности), то и этот «слабый вариант» путешествия в прошлое — передача туда информации с помощью сверхсветовых сигналов — тоже, видимо, запрещен природой.

Интересно, что Эйнштейн уже в 1905 году в своей первой статье о теории относительности счел необходимым специально отметить, что сверхсветовые скорости «не могут существовать». А выдающийся астрофизик Артур Эддингтон чуть позже разъяснил, почему это так: «Предельность скорости света — это наша защита от переворачиваемости прошлого и будущего. Последствия, которые могла бы породить возможность передачи сигналов быстрее света, столь чудовищны, что о них даже не хочется думать».

В последнее время на смену космометрированным тахионам пришли новые идеи. Одну из них высказал, например, Мигуэль Алькубиерре, выдвинувший идею создания своего рода «волны в пространстве», которая будет сжимать пространство впереди, куда она идет, и расширять его позади, уходя оттуда; а поскольку такое расширение пространства (наподобие того расширения, что происходит в нашей Вселенной) может происходить с любой, даже сверхсветовой скоростью, то корабль, «оседлавший» такую «волну», сможет двигаться со сверхсветовой скоростью, не нарушая теорию относительности. Увы, наука не знает способов создания такой «волны» и вообще управления пространством, а кроме того расчеты показывают, что если бы такие способы и были, то, однажды «оседлав» эту волну, сойти с нее уже невозможно. Так что идея Алькубиерре остается чисто теоретической.

Столь же абстрактной является идея Кливера и Обуси использовать для достижения сверхсветовых скоростей некие манипуляции с экстрапространственными измерениями, суще-

ствование которых постулирует новейшая «теория струн». Даже если сама теория струн и окажется верной, в чем многие физики пока сомневаются, это не изменит фантастического характера предлагаемых авторами «манипуляций» — уж если обычным пространством нельзя манипулировать, то чего уж говорить об «экстрапространствах»! Нет, ни одна из этих идей не открывает реальных путей к путешествиям в прошлое. Они имеют интерес только как попытки доказать, что сверхсветовые скорости, «вообще говоря», возможны, пусть даже лишь теоретически. Но большинству специалистов все эти «доказательства» представляются сомнительными спекуляциями.

О втором возможном методе путешествий в прошлое заговорили в 1949 году, когда знаменитый математик Курт Гёдель (коллега Эйнштейна по Принстонскому Институту высших исследований) открыл новое решение эйнштейновых уравнений тяготения, в котором стягивание Вселенной под действием собственной тяжести в точности компенсируется центробежной силой, порожденной вращением Вселенной как целого. Для такой точной компенсации наша Вселенная, по Гёделю, должна совершать один полный оборот каждые 70 млрд лет (возраст нашей Вселенной составляет 13,7 миллиардов лет).

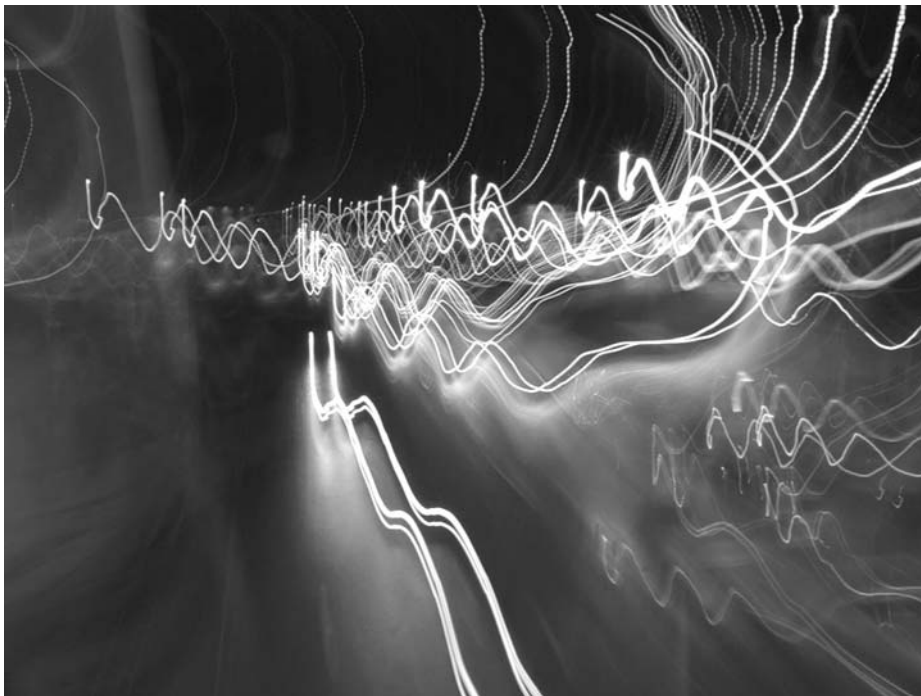
Теория Гёделя предсказывает, что при этой скорости вращения свойства пространства-времени меняются так, что в нем могут возникнуть некие замкнутые пути, двигаясь по которым, можно перейти в будущее, описать петлю и вернуться в собственное время в той же точке, откуда начался путь. Но такая, как ее называют, «замкнутая времеподобная петля» (ЗВП) не может быть меньше определенной «критической длины», которая, по тем же расчетам, составляет (для нашей Вселенной) около 100 миллиардов световых лет. Впрочем, вселенную Гёделя, в которой такое путешествие возможно, нельзя на самом деле сравнивать с нашей Вселенной, ибо гёделевская вращающаяся

вселенная не расширяется и не сжимается, тогда как наша, реальная Вселенная, расширяется и даже ускоренно. А кроме того, она явно «негёделевская», ибо, судя по изотропности реликтового излучения, она не вращается.

Тем не менее обнаруженная Гёделем принципиальная возможность существования вселенных с ЗВП привлекла внимание ряда физиков, и в последующие годы были предложены различные теоретические варианты аналогичных систем, не требующие вращения всей вселенной. Типлер и Гриббин, например, рассчитали, что очень массивный (весом с Солнце), а также достаточно длинный и совершающий тысячи оборотов в секунду цилиндр тоже может искривить окружающее его пространство-время так, что в нем возникнут ЗВП. Увы, как показали расчеты, такой массивный цилиндр, даже вращаясь, должен сплющиться в блин под собственным весом.

Куда более серьезную — хотя тоже всего лишь принципиальную — возможность полетов в прошлое предло-

жил новозеландский физик Рой Керр. Применив уравнения Эйнштейна к черным дырам, он показал, что эти уравнения допускают существование вращающихся черных дыр. Оказалось, что у такой дыры есть некие особые свойства. Эти свойства делают возможным (в принципе) достижение каким-нибудь космическим кораблем центра керровской дыры без того, чтобы его раздавили имеющиеся в обычной дыре воздействия искаженного пространства-времени. Более того, войдя в керровскую дыру, корабль не только не погибает, но может пройти сквозь кольцо, окружающее центр такой дыры, на «другую» его сторону. Расчеты показывают, что, пройдя центральное кольцо, корабль окажется в «отрицательном» пространстве-времени, в котором либо расстояния и время, либо гравитация становятся негативными. Представить себе «отрицательное расстояние» нормальному человеку, думается, не под силу, но зато «отрицательное тяготение» представимо легко — это попросту отталкивание (то есть не «стягивающая», а «распирающая» сила,



нечто вроде той загадочной «темной энергии», которая, по нынешним представлениям, повинна в том, что наша Вселенная расширяется не равномерно, а ускоренно).

Эти особенности керровских дыр приводят, по расчетам, к возможности совершения путешествий в прошлое. Если пересечь плоскость центрального кольца, спуститься «ниже», в область отрицательного пространства-времени, совершить там несколько оборотов вокруг оси вращения дыры и снова подняться «над» кольцом, то можно прибыть туда раньше, чем вышел, и притом тем раньше, чем больше кругов совершил. Плохо лишь, что вылететь обратно из дыры корабль не сможет, поскольку его не выпустит «горизонт». Но и тут теория приходит на помощь: дальнейшие исследования показали, что могут существовать и сверхбыстровращающиеся дыры, в которых действие вращательного момента (то есть центробежная сила) превосходит действие их массы (то есть гравитацию), и это приводит к удивительнейшей особенности — у такой дыры исчезает «горизонт», остается лишь одна, ничем не прикрытая, «обнаженная» сингулярность. В таком случае путешественник во времени может без опаски спуститься к центру дыры, пройти под ее центральное кольцо, совершить желаемое число оборотов и вернуться не только выше кольца, но и вообще на Землю — никакой «горизонт» не будет ему в этом препятствовать.

Эта возможность путешествия в прошлое (а стало быть, нарушения причинности) так взволновала в свое время некоторых физиков, что Роджер Пенроуз даже выдвинул предположение о некой «космической цензуре», запрещающей существование «обнаженных» сингулярностей, а Стивен Хокинг высказал гипотезу о «сохранности хронологии» — согласно этой гипотезе, «природа сама заботится, чтобы историки никогда не сталкивались с нарушениями причинности». Некоторые физики предположили, что такая «сохранность причинности» достигается в природе благодаря

тому, что каждый раз, когда путешественник, попав в прошлое, меняет тамошние условия, он ничуть не меняет свое «бывшее» будущее, из которого прибыл, а лишь создает «новый мир», новую линию истории, начинающуюся с измененных им условий.

Это, в сущности, развивает известную гипотезу Эверетта о возможном существовании параллельных миров. (По Эверетту, каждое квантовое явление, имеющее множество возможных результатов, порождает множество миров, в каждом из которых осуществился один из этих результатов.) Хокинг, однако, полагает, что и это невозможно, потому что путешественник должен всегда оставаться в своей единственной истории. Свой вклад в этот спор внес российский астрофизик Игорь Новиков, выдвинув так называемый принцип самосогласованности. Грубо говоря, этот принцип утверждает, что природа устроена так, что если путешественник, движущийся по упомянутой выше замкнутой времеподобной петле, совершит в какой-нибудь ее точке изменение, то последствия этого вмешательства в историю покатаются вперед по петле, вызывая другие изменения, которые обойдут всю петлю и вернуться к исходной точке, согласовав изменения в ней со всей петлей и тем самым устранив все возможные парадоксы.

Все сказанное означает, что общая теория относительности Эйнштейна, в отличие от частной, в принципе допускает возможность существования ЗВП, а стало быть, и путешествий в прошлое, но чисто теоретически. Поэтому в последние годы более популярным среди занимающихся этим вопросом физиков стал третий, более перспективный способ реализации путешествий в прошлое — с помощью «прокалывания» статичной черной дыры вдоль так называемого «червячного туннеля времени». Такой способ особенно энергично популяризирует американский теоретик Кип Торн.

Идеи Торна восходят к теоретическому открытию Эйнштейна и Розена, которые еще в 1935 году пришли к выводу, что уравнения теории тяготения

допускают такие решения, в которых наряду с нашей Вселенной существует еще «вселенная-2», соединенная с нашей неким проходом, таким «червячным туннелем» (wormhole), по которому можно перейти из одной вселенной в другую, но лишь на сверхсветовых скоростях. Как мы уже знаем, сверхсветовые переходы в обычном пространстве-времени невозможны, но Торн выдвинул предположение, что они становятся возможными в искривленном пространстве-времени вблизи центра («сингулярности») черной дыры. В самом деле, представим себе, что мы живем в линейном мире, где максимальная разрешенная скорость 100 километров в час и где из А в Б, расстояние между которыми по прямой — 100 километров, нельзя добраться быстрее чем за час. Согнем теперь эту прямую в виде дуги (какой она и является на поверхности Земли) и «проколем» эту дугу, двигаясь из А в Б по хорде (по подземной прямой), которая стягивает эту дугу и которая, разумеется, ее короче. Мы прибудем раньше, чем за час, и значит, по часам «линейного мира» наша скорость будет превышать 100 километров в час. Мы обойдем запрет, не нарушая никаких законов.

Примерно то же, утверждает Торн, можно сделать внутри статичной черной дыры, вблизи ее центра. Только там по этой «дуге» искривляется не одномерная линия, а трехмерное пространство, и для наглядности нужно представить, что оно само погружено в некое «гиперпространство», которое можно «проколоть» вдоль трехмерной «хорды», или «червячного туннеля» длиной, скажем, в 1 километр, а затем снова выйти в трехмерное пространство на расстоянии в десятки световых лет от точки входа. Проведя сложные расчеты, Торн доказал, что такой туннель может возникнуть в центре дыры спонтанно, при условии, что его будет распирать некая «экзотическая энергия» (на самом деле все та же «отрицательная гравитация») и что в таком случае две черные дыры, соединенные таким туннелем, могут быть использованы как способ «сверхсвето-

вого» перемещения в космическом пространстве.

Далее Торн проанализировал простейший случай, когда две такие дыры, входная и выходная, соединены очень коротким туннелем. Если входную дыру ускорить до околосветовой скорости, а затем вернуть на место, не нарушая ее связи с выходной дырой, то двигавшаяся дыра, как и положено «по Эйнштейну», «состарится» меньше, чем покоившаяся. Если раньше часы тут и там показывали, к примеру, 2010 год, то в конце эксперимента часы дыры, двигавшейся с около-световой скоростью, будут показывать, скажем, 2011 год, а часы покоившейся дыры — 2012-й. Но это для внешнего наблюдателя. Внутри, однако, дыры связаны общим «туннелем времени», и это означает, что для путешественника, движущегося по этому туннелю, часы на обоих его концах должны оставаться синхронизованными. Если он вошел в туннель, когда часы на входе показывали 2011 и через минуту (туннель-то короткий) достиг выходного конца, там тоже должен быть 2011 год, хотя для наружного наблюдателя там — 2012-й. Иными словами, путешественник вернется в прошлое выходной дыры.

Увы, и эта красивая теоретическая спекуляция оказалась, мягко говоря, непрактичной. Другие теоретики показали, что: а) по такому туннелю нельзя будет вернуться в прошлое раньше, чем он был создан, б) для его создания нужна экзотическая, то есть отрицательная, энергия, в) даже если она найдется и ее удастся загнать в туннель, то должна быть так распределена по нему, что это приведет к нарушению законов физики, и д) если даже удастся распределить ее нужным образом, это тотчас приведет к разрыву туннеля, потому что, будучи отрицательной, экзотическая энергия будет расширять пространство между дырами.

Итак, путешествия во времени возможны, однако только в будущее, но не в прошлое.