



Путешествие «Эндюранса»

О.О.Фейгин

Из всех творений человеческого разума, от мифологических единорогов и драконов до водородной бомбы, пожалуй, наиболее фантастическое — это черная дыра; дыра в пространстве со вполне очерченными краями; дыра, куда может провалиться все что угодно и откуда ничто не в силах выбраться. Дыра, в которой гравитационная сила столь велика, что даже свет захватывается и удерживается в этой ловушке. Дыра, которая искривляет пространство и искажает течение времени. Подобно единорогам и драконам, черные дыры кажутся скорее атрибутами научной фантастики или древних мифов, чем реальными объектами. Однако из физических законов с неизбежностью следует существование черных дыр. В одной нашей Галактике их, возможно, миллионы.

Кип Стивен Торн.
Путешествие среди черных дыр

Научно-фантастический фильм «Interstellar» («Межзвездный»), вышедший на экраны в конце 2014 года, вызвал большой интерес не только в среде киноманов, но и в ученом мире. Ведь в сюжете фильма есть полеты через гиперпространство, падения в черные дыры и путешествия во времени. К тому же научным консультантом фильма был сам Кип Торн — коллега и друг Стивена Хокинга, профессор Калифорнийского технологического института, иностранный член РАН, известный своими смелыми идеями в области астрофизики, гравитации, — именно он в 1988 году представил доказательство того факта, что машина времени не противоречит идеям современной физики. Впрочем, это уже вторая попытка известного физика-теоретика придать физико-математический реализм продукции Голливуда. Первой была экранизация романа Карла Сагана «Контакт».

Контакт науки и фантастики

Тридцать лет назад знаменитый астроном и популяризатор науки Карл Саган начал писать научно-фантастический

роман. Он решил не заниматься беспочвенными фантазиями, а транспортное устройство для межзвездных путешествий создать «по науке». Для этого Саган обратился к своему другу, видному физико-теоретику Кипу Торну. Торн загорелся идеей Сагана и принялся за расчеты. Ему было известно, что еще в 1916 году австрийский физик Людвиг Фламм получил решение для «прокола пространства» в теории гравитации Эйнштейна. В 1930-х годах к подобному результату пришел и сам Альберт Эйнштейн с Натаном Розеном. Так возник образ «внепространственных переходов», названных «мостиками Эйнштейна — Розена». Долгое время их считали чистой абстракцией, однако Торн математически показал, что если объединить «проколы пространства» и черные дыры, то может получиться «ход в иной мир». Правда, для этого еще нужен антигравитационный материал. Может быть, когда-нибудь «антигравитационные частицы» найдут в загадочной «темной материи», заполняющей Вселенную...

Созданный таким образом туннель мог бы решить проблему не только

межзвездных, но и межгалактических перелетов. Одновременно мы получили бы и своего рода машину времени.

Сотрудничество Сагана и Торна привело к появлению научно-фантастического бестселлера «Контакт», который стал основой одноименного фильма, весьма зрелищного. А соответствующие исследования коллектива физиков-теоретиков под руководством Торна породили многочисленные публикации, вызвавшие большой резонанс.

Червоточины Уилера

Работы Торна заставили вспомнить не только о мостиках Эйнштейна — Розена, но и о «кротовых норах», «червоточинах» и «червячных ходах» американского физика, одного из участников проекта создания атомной бомбы Арчибальда Уилера. Уилер ввел эти термины вместе с «черной дырой», совсем не ожидая, что они войдут в обиход научных обозревателей и писателей-фантастов. Червоточина — это туннель в пространстве-времени, стабилизированный так называемой фантомной материей, которая не дает туннелю схлопнуться. Эта материя обладает отрицательной плотностью энергии.

Насколько правдоподобны подобные построения физиков-теоретиков? Существуют ли в действительности червячные ходы в пространстве-времени, или же это всего лишь нереализуемые математические фантазии? Но если верно второе, то почему они не реализуются, коль скоро не противоречат законам природы? И самый главный вопрос: можно ли предложить какие-либо реальные эксперименты, вплоть до создания искусственных подпространственных кротовых нор, пусть

даже в отдаленном будущем, когда наша цивилизация станет достаточно развитой и мощной?

Модель червоточины подобна согнутому листу бумаги (именно так ее и иллюстрируют в «Интерстеллар». Если проделать отверстие карандашом, то муравей-землянин не будет блуждать по листу, а мгновенно попадет на его другую половину. Такой «прокол пространства» служит обоснованием для всяческих «нуль-транспортировок», «телепортаций» и «трансгрессий» из фантастических произведений.

Бездонные провалы космоса

Когда речь идет о поиске подпространственных червоточин, первое, что обращает на себя внимание, это черные дыры — бездонные гравитационные провалы сколлапсировавших «замерзших звезд». По мнению астрофизиков, многие свойства коллапсаров говорят о том, что воронки таких звезд вполне могут быть входными порталами червоточин пространства-времени. Если это так, то можно (пока еще чисто умозрительно) попытаться приспособить их для путешествий в пространстве и времени, ведь время в их окрестностях останавливается лишь для внешнего наблюдателя, а для космонавтов, устремившихся в жерло черной дыры, все будет идти своим чередом, и никакого замирания процессов они не заметят.

Эта гипотеза особенно интересна тем, что астрономические теории предсказывают существование удивительных объектов с прямо противоположными коллапсарам свойствами. Такие белые дыры еще более загадочны, чем их черные сестры, и должны неудержимо из-



Портал межгалактического метро (фильм «Контакт»)



РАДОСТИ ЖИЗНИ

вергать вещество. Нырнув в зев черной дыры, звездолет мог бы вынырнуть из диска ее белой сестры в какую-нибудь пространственно-временную область нашего мира или совсем в другую вселенную, связанную с нашей лишь тонкой горловиной червячного лаза.

Вообще говоря, тут просматриваются два варианта фантастического будущего. Первый — из «Контакта» и «Интерстеллера» — это создание некоего «подпространственного метро», позволяющего мгновенно перемещаться на парсеки и столетия. Второй — не ждать милостей от природы, а оснастить звездолет генератором черных дыр. Дело в том, что теоретически в невообразимых глубинах пространства-времени (в масштабах «планковской длины» равной $1,62 \times 10^{-35}$ метра, что в 10^{20} раз меньше атомного ядра) бушует удивительнейшая «квантовая пена», насыщенная сверхмикроскопическими черными дырочками — микроколлапсарами. Опять же теоретически, если поймать микроколлапсар и насытить его энергией, он вырастет в черную дыру, пригодную для путешествий через гиперпространство.

Прыжок в подпространство

Сюжет фильма «Интерстеллар» включает полет корабля «Эндюранс» через портал искусственного коллапсара, возникший в окрестностях Сатурна. Далее отважные земляне попадают в кротовую нору, где встречают «пятимерных существ», которые переправляют их в чужую галактику. Наша это Вселенная или иная — понять невозможно. Во всяком случае, даже если это один из миров Мультиверса, там действуют те же физические законы.

Любопытно, что профессор Торн почему-то никак не обыграл весьма любопытный момент выхода из «подпространственного туннеля», а ведь это самый загадочный элемент межгалактического туннелирования. Черные дыры знают все, и многие астрономы считают их открытыми, а вот белой дыры никто еще не наблюдал...

В «Интерстеллере» в отличие от «Контакта» много внимания уделяют темпоральным парадоксам. Из общей теории относительности следует, что чем сильнее гравитация, тем медленнее течет время. С другой стороны, согласно специальной теории относительности, чем быстрее летишь, тем медленнее стареешь относительно неподвижного наблюдателя. Отсюда следует и знаменитый «парадокс близнецов», согласно которому молодой космонавт может вернуться к своему пожилому брату, оставшемуся на Земле. Кстати, российский космонавт-рекордсмен С.К.Крикалев, кружась на орбите со скоростью более семи километров в секунду, за 803 суток «отыграл у вечности» не менее 0,02 секунды.

В фильме червячный ход выбрасывает «Эндюранс» в десяти световых миллиардах от Солнечной системы у чудовищной черной дыры Гаргантюа, равной по массе ста миллионам Солнц. Радиус дыры сравним с земной орбитой, а ее аккреционный диск из притянутого вещества простирался бы чуть ли не до пояса астероидов. Из-за колоссальной гравитации коллапса час на поверхности планеты Миллер равен семи годам.

Падение в никуда

После приключений на планетах системы Гаргантюа главный герой и его робот на двух зондах устремляются в сердцевину черной дыры за научными данными. В теории катастрофический перепад сил тяготения должен был бы скрутить, растянуть и разорвать астронавта и робота на бесчисленное множество фрагментов. Однако Торн считает, что чудеса практики могут опровергнуть любую теорию, и позволяет отважным исследователям легко проникнуть через горизонт событий — точку невозврата для всего, что попадает внутрь черной дыры. Предложено и своеобразное объяснение. Гигантские размеры Гаргантюа минимизируют разрывающие приливные силы, так что при очень большом радиусе горизонта событий и его вращении с определенной скоростью есть шанс проникнуть невредимым в таинственные глубины коллапса.

Внутри вращающейся черной дыры исследователи находят пятимерную вселенную.

Тут надо вспомнить, что еще А.Д.Сахаров в своих удивительных космологических работах разработал многолистную модель Вселенной, которую затем дополнил несколькими временами. В ней Андрей Дмитриевич на совершенно новом научном уровне рассмотрел очень старую идею Тео-



В системе черной дыры

дора Калуцы. Для построения единой теории поля, над которой начал тогда работать Эйнштейн, Калуца в 1921 году предположил, что физическое пространство имеет не три, а четыре измерения, дополненные пятым — временем. При этом Калуца допустил, что четвертое пространственное измерение «свернуто» в сверхмикроскопические размеры и не может быть зафиксировано приборами. Идеи Калуцы восторженно восприняли не только физики-теоретики, среди которых был и великий Эйнштейн, но и писатели. Так, Герберт Уэллс ввел многомерное пространство в роман «Люди как боги» (1923). В этой утопии выдающийся фантаст предложил очень необычную для того времени систему Мироздания: «Как в трехмерном пространстве бок о бок может лежать любое число практически двумерных миров, подобно листам бумаги, точно так же многомерное пространство, которое плохо приспособлено к таким представлениям человеческий разум еще только начинает с большим трудом постигать, может включать в себя любое число практически трехмерных миров, лежащих, так сказать, бок о бок и приблизительно параллельно развивающихся во времени».

Вселенная Уэллса напоминает книгу, каждый лист которой оказывается новым миром. Путешествовать тут можно по «книжному корешку», соединяющему вместе все миры. Долгое время этот зримый образ множественного Мироздания, или Мультиверса, вдохновлял научных обозревателей и писателей-популяризаторов, но все считали его лишь блестящей выдумкой. Затем на экраны вышли голливудские блокбастеры «Филаделфийский эксперимент» и «Контакт», после которых иные времена и измерения попали даже в сериалы «Секретные материалы», «Хранилище 13» и «Теория Большого взрыва».

Ретрохрон

Использованию огромных черных дыр для космических путешествий отдал дань и Станислав Лем. В романе «Фиаско» он придумал способ обратить время, чтобы экипаж межзвездного корабля вернулся на Землю в свое время, а не спустя много тысячелетий. Вот описание этой идеи:

«...Теоретические модели гравитационных могил построила астрофизика в конце двадцатого века. Как обычно в истории познания, модель оказалась несовершенной. Она была упрощенной схемой действительности... Звезда "захлопывается" потому, что ее излучение слабеет и не может противостоять тяготению; она приобретает форму шара не сразу. Сжимаясь, она дрожит, как капля, попеременно расплющиваясь в диск и растягиваясь, как веретено. Эта дрожь длится очень недолго. Частота колебаний зависит от массы коллапса. Он ведет себя как гонг, ударяющий сам в себя. Но умолкший гонг может ударом извне заставить дрожать снова. С черным шаром это можно сделать при помощи сидеральной инженерии. Нужно знать ее законы и располагать достаточной энергией, порядка 10^{44} эргов, излучаемой так, чтобы черный шар начал резонировать. Зачем? Чтобы создать то, что астрофизики, вышедшие к громадности объектов своих исследований, назвали "темпоральной луковицей". Так же, как сердцевину луковицы окружает слоями мякоть, на срезе напоминающая годовые древесные кольца, так коллапсар в резонансе окружен изогнутым гравитацией временем — вернее, сложными наслонениями пространства-времени. С точки зрения удаленных наблюдателей, черная дыра дрожит, как камертон, несколько секунд. Но для того, кто оказался бы около нее в прослойке измененного времени, показания галактических часов потеря-



Коллапсар Гаргантюа



ли бы смысл. Значит, если корабль доберется до черной дыры, многообразно деформирующей пространство-время, он может вплыть в брадихрон и в этой области замедленного времени находиться годами — чтобы затем покинуть темпоральный порт.

Для внешнего наблюдателя корабль исчезнет, приблизившись к черной дыре, а после невидимой стоянки на брадихроне появится в окрестностях звезды. Для всей Галактики, для всех сторонних наблюдателей коллапсар, приведенный в резонанс, несколько секунд дрожит, изменяя форму от сплюснутого диска до веретена. Подобным образом он содрогался в агонии, когда был захлопываемой звездой, раздавленной собственной тяжестью после того, как выгорела ее нуклеарная начинка.

Для корабля на брадихроне время почти стоит. Но это еще не все. Содрогающийся коллапсар ведет себя не как идеально эластичный мяч, а скорее как неравномерно деформирующийся при подскоках шарик. Это результат усиления квантовых эффектов. Поэтому при брадихронах могут появляться ретрохроны: потоки времени, текущего вспять. Для внешнего наблюдателя не существует ни первых, ни вторых. Чтобы использовать это стоячее либо обратное время, в него нужно вторгнуться».

Петли времени

Можно сказать, что и в «Интерстеллере» вся картина запутана в петлях времени. При этом время, проецируясь из пятимерного пространства, описывает такую петлю, что начинает проявляться феномен «двойников». Главный герой из глубины сверхпространства видит самого себя в прошлом, затем мы видим, как он когда-то реагировал на «потустороннее» проявление своего пятимерного образа, что и привело его в межгалактическую экспедицию. Там

он попал в черную дыру и увидел себя... Петля замкнулась!

Это происходит почти так, как это описывает все тот же Лем в «Звездных дневниках Йона Тихого», с одной лишь существенной разницей — в «Интерстеллере» (как, впрочем, и в «Филладельфийском эксперименте») петля времени образовалась в результате воздействия черной дыры, а не фантастических темпоральных вихрей, и это уже допускается современной наукой. Как подобное может происходить в земных условиях? Однозначного ответа на этот вопрос пока нет.

Однако, скорее всего, выпадение из реального хода времени в данном случае связано не с перемещением в параллельное пространство, а с перемещением в некую зону искривления пространственно-временного континуума, в некий «временной мешок», черную дыру, где не существует даже времени.

Физика хроноквантов

Академик Сахаров, развивая теорию пульсирующей Вселенной, много внимания уделял теории изначального момента рождения мироздания. И однажды ему в голову пришла невероятная мысль: а если процесс появления новых миров в пучинах Большого взрыва никогда не прерывается? Тогда появляется образ динамичного, можно даже сказать, «живого» Мультиверса, стремительно растущего, как луковица миров, где в каждое неизмеримо малое мгновение появляется листок новорожденной вселенной.

Выдающийся мыслитель почему-то не стал достраивать столь необычный космологический сценарий и больше никогда к нему не возвращался. Между тем в последнее время квантовая механика добавила много существенных деталей в возникающую на наших глазах

физику времени. Эксперименты показали, что в мире существует удивительное явление квантовой нелокальности, когда частицы связаны друг с другом не силами, а особым квантовым образом. Когда-то подобное очень не нравилось Эйнштейну, который критически называл это «квантовой телепатией». Сейчас мало кто сомневается в эффекте «квантовой запутанности», приводящей к квантовой телепортации, тем более что на его основе собираются строить квантовые системы связи с совершенно фантастическими характеристиками.

Есть догадки, что существует и «хроноквантовая спутанность». Тогда миры, возникающие в сингулярности Большого взрыва, должны быть не только прошиты временными нитями, но и полностью повторять друг друга.

Теперь представьте себе бесконечную вереницу развивающихся одинаковых миров, нанизанных на стрелу времени. Что это будет напоминать стороннему наблюдателю?

Ну конечно же! Перед нами предстает хорошо знакомый образ «линейного времени», возникающий у нас в детстве и сопровождающий всю оставшуюся жизнь. Классическая физика учит, что это мнимый образ, помогающий решать школьные задачи. А вот современная квантовая теория предлагает считать подобные модели вероятным образом множественного мироздания. И тогда возникает удивительный парадокс — оказывается, что лишь невообразимый хроноквант отделяет наш мир от предшествующей и соответственно последующей вселенной, летящей вместе с нами в будущее. А вместе с этими мирами несутся по стреле времени и неисчислимые множества наших двойников... Может быть, подобная феерическая картина многомирья станет сюжетом для следующего экшен-блокбастера!

