

За горизонтом событий

КИНО ОБЫЧНО ПРИНЯТО РУГАТЬ ЗА ПРЕНЕБРЕЖЕНИЕ НАУЧНЫМИ ДЕТАЛЯМИ. «ИНТЕРСТЕЛЛАР» КРИСТОФЕРА НОЛАНА — ДРУГОЕ ДЕЛО: С САМОГО НАЧАЛА РАБОТЫ В ПРОЕКТЕ УЧАСТВОВАЛ ОДИН ИЗ ИЗВЕСТНЕЙШИХ ФИЗИКОВ — КИП ТОРН, КОТОРЫЙ И НАПИСАЛ ПЕРВУЮ ВЕРСИЮ СЦЕНАРИЯ. В ФИЛЬМЕ МНОГО СЛОЖНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СЮЖЕТОВ, КОТОРЫЕ ЧАСТО ТЕРЯЮТСЯ ЗА СПЕЦЭФФЕКТАМИ. «ВОКРУГ СВЕТА» РАССКАЗЫВАЕТ, ЧТО ИМЕЛИ В ВИДУ АВТОРЫ

Текст
АНДРЕЙ КОНЯЕВ

КРОТОВЫЕ НОРЫ

Главным объектом, обеспечивающим завязку сюжета, является кротовая нора, она же червоточина. С точки зрения физики это особое решение уравнения Эйнштейна, представляющее собой трехмерный мостик между различными регионами пространственно-временного континуума. Главное свойство такого мостика состоит в том, что его внутренняя длина может оказаться куда короче, чем внешнее расстояние между входом и выходом. В теории такие норы позволяют путешествовать из одной точки пространства в другую быстрее скорости света.

Классические червоточины носили название мостов Эйнштейна — Розена. Эти дыры на самом деле не годятся для применения в фантастике, потому что они непроходимы: еще в 60-х годах прошлого века было показано, что если такой мост соединяет различные регионы одной и той же вселенной, то он не будет стабилен. То есть схлопнется, не дав пролететь даже фотону. Но есть лазейка — ведь вход и выход этого моста могут оказаться в разных вселенных. Именно такую, спасительную для научной фантастики, картину мира предлагает теория Эйнштейна — Картана — один из вариантов «расширения» теории относительности. В ней на входе норы располагается черная дыра, а на выходе — ее антипод, белая. Белые дыры — это гипотетические регионы пространства, внутрь которых невозможно попасть, но которые постоянно испускают материю и излучение.

Есть и другое решение проблемы: в 1988 году вышла работа Кипа Торна и Майкла Морриса, в ней авторы предложили поместить внутрь моста

Эйнштейна — Розена (который внутри одной и той же вселенной) сферу из экзотической материи (материи с отрицательной плотностью). Оказалось, что подобная сфера не даст норе закрыться. При этом существование такой материи не противоречит квантовой механике, то есть возмущения энергетической плотности вакуума вполне могут давать энергию ниже той, которая в вакууме. Такая кротовая нора и появилась в «Интерстелларе».

ЧЕРНАЯ ДЫРА

Обычно, когда говорят про черную дыру, упоминают, что даже свет не может ее покинуть. И это правда. Но в фильме дыра светится и даже дает некоторое тепло планетам. Дело в том, что вокруг дыры располагается аккреционный диск — диск из пыли, газа и космических обломков, которые постепенно падают на дыру. Перед падением они разгоняются до околосветовых скоростей, излучая во всех диапазонах электромагнитного спектра, в том числе и в видимом. Благодаря диску и особенностям его излучения астрофизики могут находить такие черные дыры. Более того, считается, что квазары — одни из ярчайших объектов во Вселенной, являются именно сверхмассивными черными дырами, активно поглощающими материю.

А откуда рядом с дырой могли взяться планеты и почему они не упали на саму дыру? А вот откуда: моделирование процесса поглощения дырой звезды с планетой показывает, что иногда звезду-то затянет, а вот планету выкинет из окрестностей дыры. При этом ее может забросить не слишком далеко, в результате чего она не улетит в открытый космос, а окажется на стабильной орбите вокруг дыры. «Стабильность» означает, что, если тело, движущееся по такой орбите, немного толкнуть, оно вернется обратно на орбиту. Например, орбиты Земли и других планет Солнечной системы стабильны.

Замедление времени

По ходу сюжета космонавты посещают две планеты, в частности планету Миллер. При этом один час, проведенный на Миллере, равен семи годам на Земле. Теоретически это возможно. С учетом гравитационного маневра во время отлета корабля путешествие занимает 23 года. Такое сильное замедление для планеты на стабильной орбите (то есть достаточно далеко от самой дыры) является следствием вращения дыры. Вращаясь, Гаргантюа (так в фильме называется черная дыра) тащит своим гравитационным полем за собой пространство-время, наматывая его на горизонт событий. И возникающая деформация континуума, которая и вызывает замедление, куда сильнее, чем если бы дыра не крутилась, поэтому мощные эффекты добираются в том числе и до далеких орбит. Другим занятным свойством планеты Миллер являются гигантские волны. Эти волны, скорее всего, появляются под воздействием приливных сил черной дыры на планету. За годы приливы сравняли рельеф Миллера, поэтому им там ничего не мешает. А еще гигантские волны в фильме могут быть родственниками волн-убийц — редких одиноких волн в океане Земли высотой в десятки метров. До конца XX века эти волны считались вымыслом, пока их не удалось сфотографировать. Считается, что они образуются в результате гидродинамических процессов в океане, вызванных ветрами и течениями.

А что внутри?

Самое фантастическое с точки зрения науки место в фильме — это путешествие внутрь черной дыры. Однако, вопреки расхожему заблуждению, горизонт событий вокруг черной дыры возможно пересечь на корабле без особого вреда для пилотов. Это связано с тем, что у сверхмассивной дыры объем растет быстрее массы, поэтому ее плотность у горизонта может быть меньше плотности воздуха.

Что касается приключений внутри дыры, то тут сложнее. В классической теории относительности ничто не в состоянии покинуть дыру. Однако теория относительности описывает только одно из четырех фундаментальных физических взаимодействий — гравитационное. Например, Стивен Хокинг, пытаясь объединить квантовую механику и физику, обнаружил, что черные дыры могут излучать.

Буквально в последние годы стало ясно, что проблема черных дыр много сложнее, чем считалось ранее. Квантовая механика, теория относительности и теория струн в отношении горизонта событий черной дыры вообще не дружат. Первая требует, чтобы регион вокруг дыры ничем не отличался от любого другого места пространства, вторая — чтобы информация сохранялась, то есть, если ничто не может по-

кинуть черную дыру, то для этого существует некий неизвестный механизм. Судя по всему, Торн и Нолан решили вопрос в пользу теории струн: в фильме информация вполне может покидать дыру. Правдив ли «Интерстеллар» в этой конкретной детали, мы узнаем тогда, когда долетим до настоящей черной дыры. До тех пор этот фильм — хорошее видеопособие по астрофизике и квантовой теории гравитации.

