

НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ . ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ.

УЧЕНИЦЫ 11-Б ВЕРБИЦКОЙ . М



Нейтронная звезда

Взрыв был настолько мощным, что воздействовал на атмосферу Земли на расстоянии свыше 50 000 световых лет

Нейтронная звезда — космическое тело, являющийся одним из возможных результатов эволюции [звёзд](#), состоящий, в основном, из нейтронной сердцевины, покрытой сравнительно тонкой (~1 км) корой вещества в виде тяжёлых атомных ядер и электронов. Массы нейтронных звёзд сравнимы с массой [Солнца](#), но типичный радиус нейтронной звезды составляет лишь 10—20 километров.

Поэтому средняя плотность вещества такого объекта в несколько раз превышает плотность атомного ядра (которая для тяжёлых ядер составляет в среднем $2,8 \cdot 10^{17} \text{ кг/м}^3$). Дальнейшему гравитационному сжатию нейтронной звезды препятствует давление ядерной материи, возникающее за счёт взаимодействия нейтронов.

Многие нейтронные звёзды обладают чрезвычайно высокой скоростью вращения, — до тысячи оборотов в секунду. Нейтронные звёзды возникают в результате вспышек [сверхновых](#) звёзд.

Массы большинства нейтронных звёзд с надёжно измеренными массами составляют 1,3—1,5 массы Солнца, что близко к значению предела Чандрасекара. Теоретически же допустимы нейтронные звёзды с массами от 0,1 до примерно 2,5 солнечных масс, однако значение верхней предельной массы в настоящее время известно весьма неточно. Самые массивные нейтронные звёзды из известных — Vela X-1 (имеет массу не менее $1,88 \pm 0,13$ солнечных масс на уровне 1σ , что соответствует уровню значимости $\alpha \approx 34\%$), PSR J1614-2230 (с оценкой массы $1,97 \pm 0,04$ солнечных), и PSR J0348+0432 (с оценкой массы $2,01 \pm 0,04$ солнечных). Гравитация в нейтронных звёздах уравнивается давлением вырожденного нейтронного газа, максимальное значение массы нейтронной звезды задаётся пределом Оппенгеймера-Волкова, численное значение которого зависит от (пока ещё плохо известного) уравнения состояния вещества в ядре звезды. Существуют теоретические предпосылки к тому, что при ещё большем увеличении плотности возможно перерождение нейтронных звезд в кварковые.



Магнитное поле на поверхности нейтронных звёзд достигает значения 10^{12} — 10^{13} Гс (для сравнения — у Земли около 1 Гс), именно процессы в магнитосферах нейтронных звёзд ответственны за радиоизлучение пульсаров. Начиная с 1990-х годов, некоторые нейтронные звёзды отождествлены как магнетары — звёзды, обладающие магнитными полями порядка 10^{14} Гс и выше. Такие магнитные поля (превышающие «критическое» значение $4,414 \cdot 10^{13}$ Гс, при котором энергия взаимодействия электрона с магнитным полем превышает его энергию покоя mec^2) приносят качественно новую физику, так как становятся существенны специфические релятивистские эффекты, поляризация физического вакуума и т. д.

К 2012 году открыто около 2000 нейтронных звёзд. Порядка 90% из них — одиночные. Всего же в нашей [Галактике](#) могут существовать 10^8 — 10^9 нейтронных звёзд, то есть где-то по одной на тысячу обычных звёзд. Для нейтронных звёзд характерна высокая скорость движения (как правило, сотни км/с). В результате аккреции вещества облака нейтронная звезда может быть в этом ситуации видна с [Земли](#) в разных спектральных диапазонах, включая оптический, на который приходится около 0,003% излучаемой энергии (соответствует 10 звёздной величине).

Нейтронные звёзды — одни из немногих классов космических объектов, которые были теоретически предсказаны до открытия наблюдателями.

В 1933 году астрономы Вальтер Бааде и Фриц Цвикки предположили, что нейтронная звезда может образоваться в результате взрыва сверхновой. Теоретические расчёты того времени показали, что излучение нейтронной звезды слишком слабое, и ее невозможно обнаружить. Интерес к нейтронным звёздам усилился в 1960-х гг., когда начала развиваться рентгеновская астрономия, так как теория предсказывала, что максимум их теплового излучения приходится на область мягкого рентгена. Однако неожиданно они были открыты в радионаблюдениях. В 1967 году Джоселин Белл, аспирант Э. Хьюиша, открыла объекты, излучающие регулярные импульсы радиоволн. Этот феномен был объяснён узкой направленностью радиолуча от быстро вращающегося объекта — своеобразный «космический раиомаяк». Но любая обычная звезда разрушилась бы при столь высокой скорости вращения. На роль таких маяков были пригодны только нейтронные звёзды. Пульсар PSR B1919+21 считается первой открытой нейтронной звездой.

Взаимодействие нейтронной звездой с окружающим веществом определяют два основных параметра и, как следствие, их наблюдаемые проявления: период (скорость) вращения и величина магнитного поля. Со временем звезда расходует свою вращательную энергию, и её вращение замедляется. Магнитное поле также ослабевает. По этой причине нейтронная звезда за время своей жизни может менять свой тип. Ниже представлена номенклатура нейтронных звёзд в порядке убывания скорости вращения, согласно монографии В.М. Липунова. Поскольку теория магнитосфер пульсаров все еще в состоянии в развитии, существуют альтернативные теоретические модели.

Эжектор

Сильные магнитные поля и малый период вращения. В простейшей модели магнитосферы, магнитное поле вращается твердотельно, то есть с той же угловой скоростью, что и тело нейтронной звезды. На определённом радиусе линейная скорость вращения поля приближается к скорости света. Этот радиус называется «радиусом светового цилиндра». За этим радиусом обычное дипольное поле существовать не может, поэтому линии напряжённости поля в этом месте обрываются. Заряженные частицы, двигающиеся вдоль силовых линий магнитного поля, через такие обрывы могут покинуть нейтронную звезду и улетать в межзвездное пространство. Нейтронная звезда данного типа «эжектирует» (от фр. éjecter — извергать, выталкивать) релятивистские заряженные частицы, которые излучают в радиодиапазоне. Эжекторы наблюдаются как радиопульсары.

Пропеллер

Скорость вращения уже недостаточна для эжекции частиц, поэтому такая звезда не может быть радиопульсаром. Однако скорость вращения всё ещё велика, и захваченная магнитным полем окружающая нейтронную звезду материя не может упасть, то есть аккреция вещества не происходит. Нейтронные звёзды данного типа практически не имеют наблюдаемых проявлений и изучены плохо.

Аккректор (рентгеновский пульсар)

Скорость вращения снижается до такого уровня, что веществу теперь ничего не препятствует падать на такую нейтронную звезду. Падая вещество уже будучи в состоянии плазмы движется по линиям магнитного поля и ударяется о твёрдую поверхность тела нейтронной звезды в районе ее полюсов, разогреваясь до десятков миллионов градусов. Вещество, нагретое до столь высоких температур, ярко светится в рентгеновском диапазоне. Область, в которой происходит столкновение падающего вещества с поверхностью тела нейтронной звезды, очень мала — всего около 100 метров. Это горячее пятно из-за вращения звезды периодически пропадает из вида, что наблюдаются регулярные пульсации рентген-излучения. Такие объекты и называются рентгеновскими пульсарами.

Георотатор

Скорость вращения таких нейтронных звёзд мала и не препятствует аккреции. Но размеры магнитосферы таковы, что плазма останавливается магнитным полем раньше, чем она будет захвачена гравитацией. Подобный механизм работает в магнитосфере Земли, из-за чего данный тип нейтронных звезд и получил своё название.

Магнетар

Нейтронная звезда, обладающая исключительно сильным магнитным полем (до 10^{11} Тл). Теоретически существование магнетаров было предсказано в 1992 году, а первое свидетельство их реального существования получено в 1998 году при наблюдении мощной вспышки гамма- и рентгеновского излучения от источника SGR 1900+14 в созвездии Орла. Время жизни магнетаров составляет около 1000-1000 лет. У магнетаров сильнейшее магнитное поле во Вселенной. Магнетары являются малоизученным типом нейтронных звёзд по причине того, что немногие находятся достаточно близко к Земле. Магнетары в диаметре насчитывают около 20—30 км, однако массы большинства превышают массу Солнца. Магнетар настолько сжат, что горошина его материи весила бы более 100 миллионов тонн. Большинство из известных магнетаров вращаются очень быстро, как минимум несколько оборотов вокруг оси в секунду. Наблюдаются в гамма-излучении, близком к рентгеновскому, радиоизлучение не испускает. Жизненный цикл магнетара достаточно короток. Их сильные магнитные поля исчезают по прошествии примерно 10 000 лет, после чего их активность и излучение рентгеновских лучей прекращается. Согласно одному из предположений, в нашей галактике за всё время её существования могло сформироваться до 30 миллионов магнетаров. Магнетары образуются из массивных звёзд с начальной массой около $40 M_{\odot}$.

Толчки, образованные на поверхности магнетара, вызывают огромные колебания в звезде; колебания магнитного поля, которые сопровождают их, часто приводят к огромным выбросам гамма-излучения, которые были зафиксированы на Земле в 1979, 1998 и 2004 годах. По состоянию на май 2007 года было известно двенадцать магнетаров, и ещё три кандидата ожидали подтверждения. Примеры известных магнетаров:

SGR 1806-20, расположенный на расстоянии 50 000 световых лет от Земли на противоположной стороне нашей галактики Млечный Путь в созвездии Стрельца.

SGR 1900+14, отдалённый на 20 000 световых лет, находящийся в созвездии Орла. После длительного периода низких эмиссионных выбросов (существенные взрывы только в 1979 и 1993) активизировался в мае-августе 1998, и взрыв, обнаруженный 27 августа 1998 г., имел достаточную силу, чтобы заставить выключить космический аппарат NEAR Shoemaker в целях предотвращения ущерба. 29 мая 2008 года телескоп НАСА «Спитцер» обнаружил кольца материи вокруг этого магнетара. Считается, что это кольцо образовалось при взрыве, наблюдавшемся в 1998 году.

1E 1048 1-5937 — аномальный рентгеновский пульсар, расположенный в 9000 световых лет в созвездии Киль. Звезда, из которой

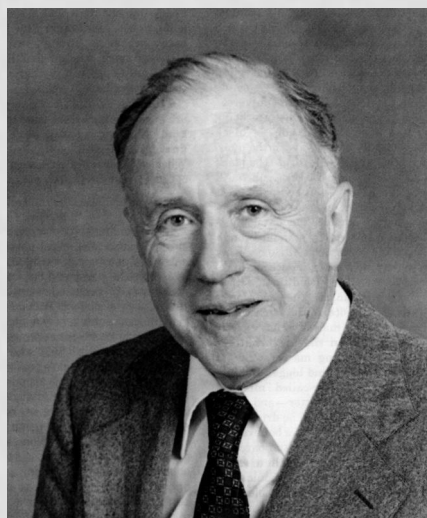
А теперь представьте, что произойдет, если мы будем — в рамках предложенной картины — увеличивать и увеличивать массу тяжелого шара, не увеличивая при этом его физических размеров? Будучи абсолютно эластичной, воронка будет углубляться до тех пор, пока ее верхние края не сойдутся где-то высоко над совсем потяжелевшим шаром, и тогда он просто перестанет существовать при взгляде с поверхности. В реальной Вселенной, накопив достаточную массу и плотность материи, объект захлопывает вокруг себя пространственно-временную ловушку, ткань пространства-времени смыкается, и он теряет связь с остальной Вселенной, становясь невидимым для нее. Так возникает черная дыра.

Шварцшильд и его современники полагали, что столь странные космические объекты в природе не существуют. Сам Эйнштейн не только придерживался этой точки зрения, но и ошибочно считал, что ему удалось обосновать свое мнение математически.

В 1930-е годы молодой индийский астрофизик Чандрасекар доказал, что истратившая ядерное топливо звезда сбрасывает оболочку и превращается в медленно остывающий белый карлик лишь в том случае, если ее масса меньше 1,4 масс Солнца. Вскоре американец Фриц Цвикки догадался, что при взрывах сверхновых возникают чрезвычайно плотные тела из нейтронной материи; позднее к этому же выводу пришел и Лев Ландау. После работ Чандрасекара было очевидно, что подобную эволюцию могут претерпеть только звезды с массой больше 1,4 масс Солнца. Поэтому возник естественный вопрос — существует ли верхний предел массы для сверхновых, которые оставляют после себя нейтронные звезды?

В конце 30-х годов будущий отец американской атомной бомбы Роберт Оппенгеймер установил, что такой предел действительно имеется и не превышает нескольких солнечных масс. Дать более точную оценку тогда не было возможности; теперь известно, что массы нейтронных звезд обязаны находиться в интервале 1,5–3 $M_{\odot}$. Но даже из приблизительных вычислений Оппенгеймера и его аспиранта Джорджа Волкова следовало, что самые массивные потомки сверхновых не становятся нейтронными звездами, а переходят в какое-то другое состояние. В 1939 году Оппенгеймер и Хартланд Снайдер на идеализированной модели доказали, что массивная коллапсирующая звезда стягивается к своему гравитационному радиусу. Из их формул фактически следует, что звезда на этом не останавливается, однако соавторы воздержались от столь радикального вывода.

09.07.1911 - 13.04.2008



Окончательный ответ был найден во второй половине XX века усилиями целой плеяды блестящих физиков-теоретиков, в том числе и советских. Оказалось, что подобный коллапс всегда сжимает звезду «до упора», полностью разрушая ее вещество. В результате возникает сингулярность, «суперконцентрат» гравитационного поля, замкнутый в бесконечно малом объеме. У неподвижной дыры это точка, у вращающейся — кольцо. Кривизна пространства-времени и, следовательно, сила тяготения вблизи сингулярности стремятся к бесконечности. В конце 1967 года американский физик Джон Арчибальд Уилер первым назвал такой финал звездного коллапса черной дырой. Новый термин полюбился физикам и привел в восторг журналистов, которые разнесли его по всему миру (хотя французам он сначала не понравился, поскольку выражение *trou noir* наводило на сомнительные ассоциации).

Важнейшее свойство черной дыры — что бы в нее ни попало, обратно оно не вернется. Это касается даже света, вот почему черные дыры и получили свое название: тело, поглощающее весь свет, падающий на него, и не испускающее собственного кажется абсолютно черным. Согласно общей теории относительности, если объект приближается к центру черной дыры на критическое расстояние — это расстояние называется радиусом Шварцшильда, — он уже никогда не сможет вернуться назад. (Немецкий астроном Карл Шварцшильд (Karl Schwarzschild, 1873–1916) в последние годы своей жизни, используя уравнения общей теории относительности Эйнштейна, рассчитал гравитационное поле вокруг массы нулевого объема.) Для массы Солнца радиус Шварцшильда составляет 3 км, то есть, чтобы превратить наше Солнце в черную дыру, нужно уплотнить всю его массу до размера небольшого городка!

Внутри радиуса Шварцшильда теория предсказывает явления еще более странные: всё вещество черной дыры собирается в бесконечно малую точку бесконечной плотности в самом ее центре — математики называют такой объект сингулярным возмущением. При бесконечной плотности любая конечная масса материи, математически говоря, занимает нулевой пространственный объем. Происходит ли это явление реально внутри черной дыры, мы, естественно, экспериментально проверить не можем, поскольку всё попавшее внутрь радиуса Шварцшильда обратно не возвращается.

Не имея, таким образом, возможности «рассмотреть» черную дыру в традиционном смысле слова «смотреть», мы, тем не менее, можем обнаружить ее присутствие по косвенным признакам влияния ее сверхмощного и совершенно необычного гравитационного поля на материю вокруг нее.

Сверхмассивные черные дыры

В центре нашего Млечного Пути и других галактик располагается невероятно массивная черная дыра в миллионы раз тяжелее Солнца. Эти сверхмассивные черные дыры (такое название они получили) были обнаружены по наблюдениям за характером движения межзвездного газа вблизи центров галактик. Газы, судя по наблюдениям, вращаются на близком удалении от сверхмассивного объекта, и простые расчеты с использованием законов механики Ньютона показывают, что объект, притягивающий их, при мизерном диаметре обладает чудовищной массой. Так закрутить межзвездный газ в центре галактики может только черная дыра. Фактически астрофизики нашли уже десятки таких массивных черных дыр в центрах соседних с нашей галактик, и сильно подозревают, что центр любой галактики — суть черная дыра.

Черные дыры со звездной массой

Согласно нашим нынешним представлениям об эволюции звезд, когда звезда с массой, превышающей примерно 30 масс Солнца, гибнет со вспышкой сверхновой, внешняя ее оболочка разлетается, а внутренние слои стремительно обрушиваются к центру и образуют черную дыру на месте израсходовавшей запасы топлива звезды. Изолированную в межзвездном пространстве черную дыру такого происхождения выявить практически невозможно, поскольку она находится в разреженном вакууме и никак не проявляет себя в плане гравитационных взаимодействий. Однако, если такая дыра входила в состав двойной звездной системы (две горячих звезды, обращающихся по орбите вокруг их центра масс), черная дыра будет по-прежнему оказывать гравитационное воздействие на парную ей звезду. Астрономы сегодня имеют более десятка кандидатов на роль звездных систем такого рода, хотя строгих доказательств не получено в отношении ни одной из них.

В двойной системе с черной дырой в ее составе вещество «живой» звезды будет неизбежно «перетекать» в направлении черной дыры. И закручиваться высасываемое черной дырой вещество при падении в черную дыру будет по спирали, исчезая при пересечении радиуса Шварцшильда. При подходе к роковой границе, однако, засасываемое в воронку черной дыры вещество будет неизбежно уплотняться и разогреваться в силу учащения соударений между поглощаемыми дырой частицами, пока не разогреется до энергий излучения волн в рентгеновском диапазоне спектра электромагнитного излучения. Астрономы могут измерить периодичность изменения интенсивности рентгеновского излучения такого рода и вычислить, сопоставив ее с другими доступными данными, примерную массу объекта, «перетягивающего» на себя материю. Если масса объекта превышает предел Чандрасекара (1,4 массы Солнца), этот объект не может являться белым карликом, в которого суждено выродиться нашему светилу. В большинстве выявленных случаев наблюдения подобных двойных рентгеновских звезд массивным объектом является нейтронная звезда. Однако насчитано уже более десятка случаев, когда единственным разумным объяснением является присутствие в двойной звездной системе черной дыры.

Все другие типы черных дыр куда более спекулятивны и основаны исключительно на теоретических изысканиях — экспериментальных подтверждений их существования не имеется вовсе. Во-первых, это черные мини-дыры с массой, сопоставимой с массой горы и сжатой до радиуса протона. Идею об их зарождении на начальной стадии формирования Вселенной непосредственно после Большого взрыва высказал английский космолог Стивен Хокинг (см. Скрытый принцип необратимости времени). Хокинг предположил, что взрывами мини-дыр можно объяснить действительно загадочный феномен точечных вспышек гамма-излучения во Вселенной. Во-вторых, некоторые теории элементарных частиц предсказывают существование во Вселенной — на микро-уровне — настоящего решета из черных дыр, представляющих собой своего рода пену из отбросов мироздания. Диаметр таких микро-дыр предположительно составляет около 10–33 см — они в миллиарды раз мельче протона. На данный момент у нас нет каких-либо надежд на экспериментальную проверку даже самого факта существования таких черных дыр-частиц, не говоря уже о том, чтобы хоть как-то исследовать их свойства.

А что произойдет с наблюдателем, если он вдруг окажется по ту сторону гравитационного радиуса, иначе именуемого горизонтом событий. Здесь начинается самое удивительное свойство черных дыр. Не зря, говоря о черных дырах, мы всегда упоминали время, точнее пространство-время. По теории относительности Эйнштейна, чем быстрее движется тело, тем больше становится его масса, но тем медленнее начинает идти время! На малых скоростях в нормальных условиях этот эффект незаметен, но если тело (космический корабль) движется со скоростью близкой к скорости света, то масса его увеличивается, а время замедляется! При скорости тела равной скорости света, масса обращается в бесконечность, а время останавливается! Об этом говорят строгие математические формулы. Вернемся к черной дыре. Представим себе фантастическую ситуацию, когда звездолет с космонавтами на борту приближается к гравитационному радиусу или горизонту событий. Понятно, что горизонт событий назван так потому, что мы можем наблюдать какие-либо события (вообще что-то наблюдать) только до этой границы. Что за этой границей мы наблюдать не в состоянии. Тем не менее, находясь внутри корабля, приближающегося к черной дыре, космонавты будут чувствовать себя, как и раньше, т.к. по их часам время будет идти «нормально». Космический корабль спокойно пересечет горизонт событий, и будет двигаться дальше. Но поскольку скорость его будет близка к скорости света, то до центра черной дыры космический корабль достигнет, буквально, за миг.

А для внешнего наблюдателя космический корабль просто остановится на горизонте событий, и будет находиться там практически вечно! Таков парадокс колоссального тяготения черных дыр. Закономерен вопрос, а останутся ли живы космонавты, уходящие в бесконечность по часам внешнего наблюдателя. Нет. И дело вовсе не в громадном тяготении, а в приливных силах, которые у столь малого и массивного тела сильно меняются на малых расстояниях. При росте космонавта 1 м 70 см приливные силы у его головы будут гораздо меньше, чем у ног и его просто разорвет уже на горизонте событий. Итак, мы в общих чертах выяснили, что такое черные дыры, но речь пока шла о черных дырах звездной массы. В настоящее время астрономам удалось обнаружить сверхмассивные черные дыры, масса которых может составлять миллиард солнц! Сверхмассивные черные дыры по свойствам не отличаются от своих меньших собратьев. Они лишь гораздо массивнее и, как правило, находятся в центрах галактик – звездных островов Вселенной. В центре Нашей Галактики (Млечный Путь) тоже имеется сверхмассивная черная дыра. Колоссальная масса таких черных дыр позволяет вести их поиск не только в Нашей Галактике, но и в центрах далеких галактик, находящихся на расстоянии миллионы и миллиарды световых лет от Земли и Солнца. Европейские и американские ученые провели глобальный поиск сверхмассивных черных дыр, которые, согласно современным теоретическим выкладкам, должны находиться в центре каждой галактики.

Современные технологии позволяют выявить наличие этих коллапсаров в соседних галактиках, но обнаружить их удалось совсем немного. Значит, либо черные дыры просто скрываются в плотных газопылевых облаках в центральной части галактик, либо они находятся в более отдаленных уголках Вселенной. Итак, черные дыры можно обнаружить по рентгеновскому излучению, испускаемому во время аккреции вещества на них, и чтобы произвести перепись подобных источников, в околоземное космическое пространство были запущены спутники с рентгеновскими телескопами на борту. Занимаясь поиском источников X-лучей, космические обсерватории «Чандра» (Chandra) и «Росси» (Rossi) обнаружили, что небо заполнено фоновым рентгеновским излучением, и является в миллионы раз более ярким, чем в видимых лучах. Значительная часть этого фонового рентгеновского излучения неба должна исходить от черных дыр. Обычно в астрономии говорят о трех типах черных дыр. Первый — черные дыры звездных масс (примерно 10 масс Солнца). Они образуются из массивных звезд, когда в них заканчивается термоядерное горючее. Второй — сверхмассивные черные дыры в центрах галактик (массы от миллиона до миллиардов солнечных). И наконец, первичные черные дыры, образовавшиеся в начале жизни Вселенной, массы которых невелики (порядка массы крупного астероида). Таким образом, большой диапазон возможных масс черных дыр остается незаполненным. Но где эти дыры? Заполняя пространство рентгеновскими лучами, они, тем не менее, не желают показывать свое истинное «лицо». Но чтобы построить четкую теорию связи фонового рентгеновского излучения с черными дырами, необходимо знать их количество. На данный момент космическим телескопам удалось обнаружить лишь небольшое количество сверхмассивных черных дыр, существование которых можно считать доказанным. Косвенные признаки позволяют довести количество наблюдаемых черных дыр, ответственных за фоновое излучение, до 15%. Приходится предполагать, что остальные сверхмассивные черные дыры просто прячутся за толстым слоем пылевых облаков, которые пропускают только рентгеновские лучи высокой энергии или же находятся слишком далеко для обнаружения современными средствами наблюдений.

Сверхмассивная черная дыра (окрестности) в центре галактики M87 (рентгеновское изображение). Виден выброс (джет) от горизонта событий. Изображение с сайта www.college.ru/astronomy

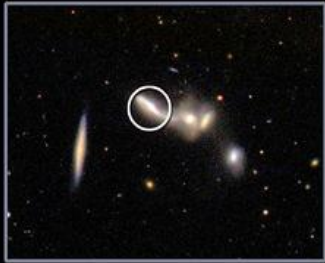
Поиск скрытых черных дыр — одна из главных задач современной рентгеновской астрономии. Последние прорывы в этой области, связанные с исследованиями при помощи телескопов «Чандра» и «Росси», тем не менее охватывают лишь низкоэнергетический диапазон рентгеновского излучения — приблизительно 2000–20 000 электрон-вольт (для сравнения, энергия оптического излучения — около 2 электрон-вольт). Существенные поправки в эти исследования может внести европейский космический телескоп «Интеграл» (Integral), который способен проникнуть в еще недостаточно изученную область рентгеновского излучения с энергией 20 000–300 000 электрон-вольт. Важность изучения этого типа рентгеновских лучей состоит в том, что хотя рентгеновский фон неба имеет низкую энергетику, но на этом фоне проявляются множественные пики (точки) излучения с энергией около 30 000 электрон-вольт. Ученые еще только приоткрывают завесу тайны того, что порождает эти пики, а «Интеграл» — первый достаточно чувствительный телескоп, способный найти подобные источники рентгеновских лучей. По предположению астрономов, лучи высокой энергии порождают так называемые Комптон-объекты (Compton-thick), то есть сверхмассивные черные дыры, окутанные пылевой оболочкой. Именно Комптон-объекты ответственны за пики рентгеновского излучения в 30 000 электрон-вольт на поле фонового излучения.

Но, продолжая исследования, ученые пришли к выводу, что Комптон-объекты составляют лишь 10% от того числа черных дыр, которые должны создавать пики высоких энергий. Это — серьезное препятствие для дальнейшего развития теории. Значит, недостающие рентгеновские лучи поставляют не Compton-thick, а обычные сверхмассивные черные дыры? Тогда как быть с пылевыми завесами для рентгеновских лучей низкой энергии? Ответ, похоже, кроется в том, что многие черные дыры (Комптон-объекты) имели достаточно времени, чтобы поглотить весь газ и пыль, которые окутывали их, но до этого имели возможность заявить о себе рентгеновским излучением высокой энергии. После поглощения всего вещества такие черные дыры уже оказались неспособными генерировать рентгеновское излучение на горизонте событий. Становится понятно, почему эти черные дыры нельзя обнаружить, и появляется возможность отнести недостающие источники фонового излучения на их счет, так как хотя черная дыра уже не излучает, но ранее созданное ей излучение продолжает путешествие по Вселенной. Тем не менее, вполне возможно, что недостающие черные дыры более скрыты, чем предполагают астрономы, то есть то, что мы не их видим, вовсе не значит, что их нет. Просто пока у нас не хватает мощности средств наблюдений, чтобы увидеть их. Тем временем ученые из NASA планируют расширить диапазон поиска скрытых черных дыр еще дальше во Вселенную. Именно там находится подводная часть айсберга, считают они. В течение нескольких месяцев исследования будут проводиться в рамках миссии «Свифт» (Swift). Проникновение в глубокую Вселенную позволит обнаружить прячущиеся черные дыры, найти недостающее звено для фонового излучения и пролить свет на их активность в раннюю эпоху Вселенной.

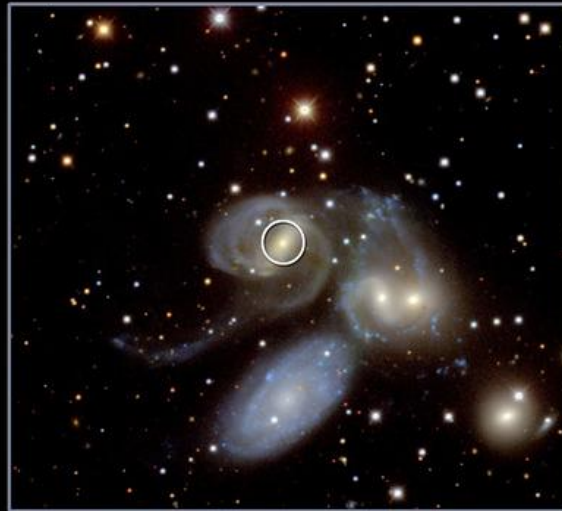
Некоторые черные дыры считаются более активными, чем их спокойные соседи. Активные черные дыры поглощают окружающее вещество, а если в полет тяготения попадет «зазевавшаяся» звезда, пролетающая мимо, то она непременно будет «съедена» самым варварским способом (разорванная в клочья). Поглощаемое вещество, падая на черную дыру, нагревается до огромных температур, и испытывает вспышку в гамма, рентгеновском и ультрафиолетовом диапазоне. В центре Млечного Пути так же находится сверхмассивная черная дыра, но ее труднее изучать, чем дыры в соседних или даже далеких галактиках. Это связано с плотной стеной газа и пыли, встающей на пути центра Нашей Галактики, ведь Солнечная система находится почти на краю галактического диска. Поэтому наблюдения активности черных дыр гораздо эффективней у тех галактик, ядро которых хорошо просматривается. При наблюдении одной из далеких галактик, расположенной в созвездии Волопаса на расстоянии 4-х миллиардов световых лет, астрономам впервые удалось отследить от начала и почти до конца процесс поглощения звезды супермассивной черной дырой. В течение тысяч лет этот гигантский коллапсар тихо-мирно покоился в центре безымянной эллиптической галактики, пока одна из звезд не осмелилась приблизиться к ней достаточно близко.

Мощная гравитация черной дыры разорвала звезду на части. Сгустки вещества начали падать на черную дыру и при достижении горизонта событий, ярко вспыхивать в ультрафиолетовом диапазоне. Эти вспышки и зафиксировал новый космический телескоп NASA Galaxy Evolution Explorer, изучающий небо в ультрафиолете. Телескоп и сегодня продолжает наблюдать за поведением отличившегося объекта, т.к. трапеза черной дыры еще не закончилась, а остатки звезды продолжают падать в бездну времени и пространства. Наблюдения таких процессов, в конце концов, помогут лучше понять, как черные дыры развиваются вместе с их родительскими галактиками (или, наоборот, галактики развиваются с родительской черной дырой). Более ранние наблюдения показывают, что подобные эксцессы не редкость во Вселенной. Ученые подсчитали, что в среднем звезда поглощается сверхмассивной черной дырой типичной галактики один раз в 10000 лет, но поскольку галактик большое количество, то наблюдать поглощения звезд можно гораздо чаще.

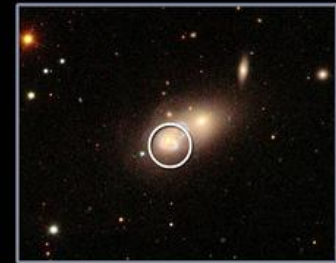
Обнаруженные черные дыры в сливающихся галактиках



UGC 06527



NGC 7319



NGC 1142



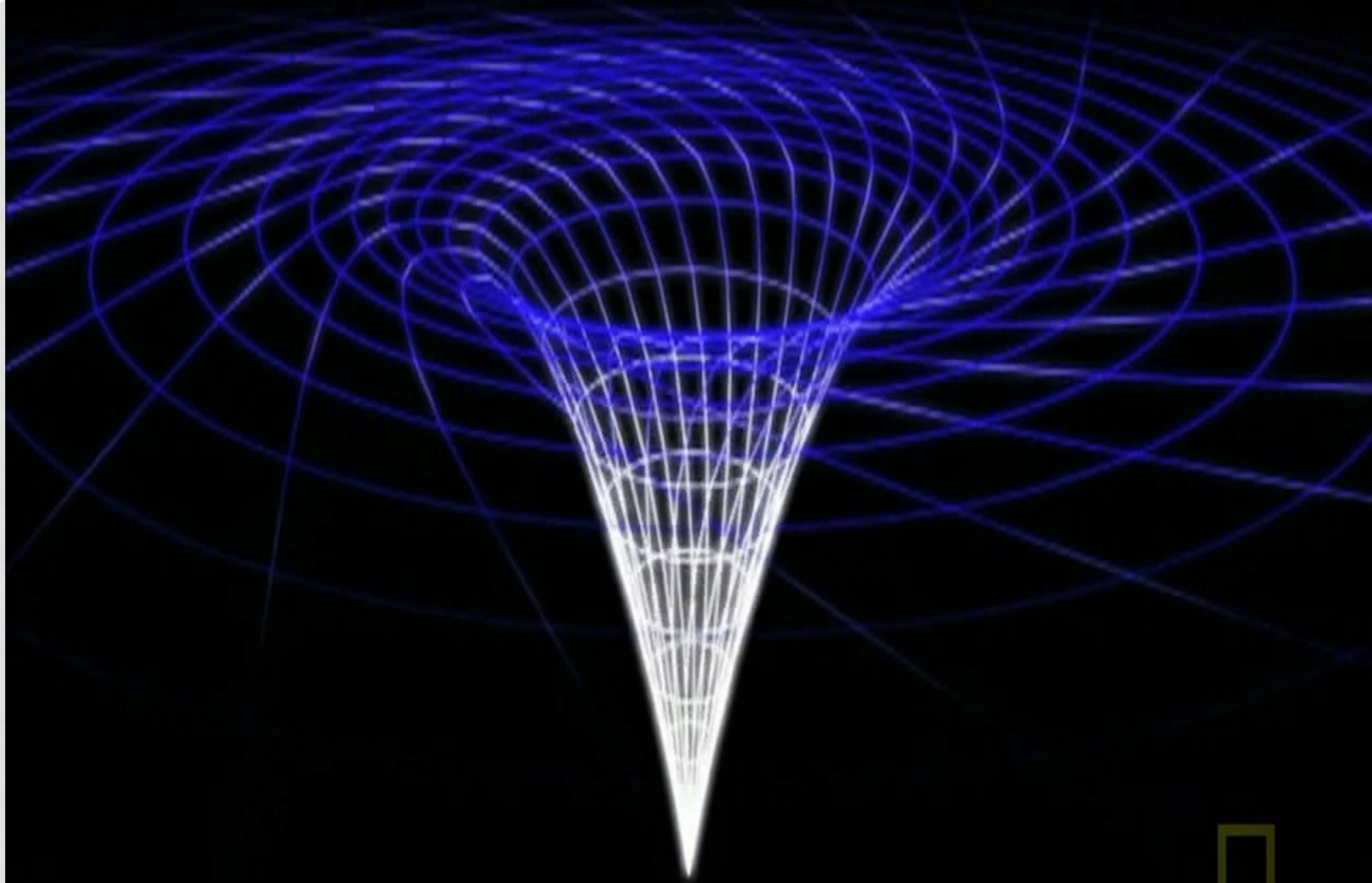
NGC 3227



MCG 0212050



NGC 2992



natgeotv.com

