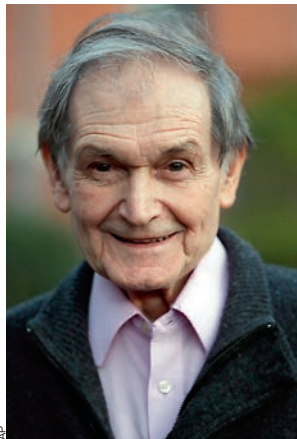


Дыры в реальности

Один лауреат доказал существование черной дыры, другие два ее предъявили миру.

Нобелевской премии по физике 2020 года удостоились Роджер Пенроуз из Великобритании, Райнхард Генцель из Германии и Андреа Гез из США.

Британский теоретик получил половину призовой суммы «за открытие, что образование черной дыры является надежным предсказанием общей теории относительности». Он математически доказал, что черные дыры должны возникать в обычном для космоса процессе: при взрывах сверхновых.



— Роджер Пенроуз



— Райнхард Генцель



— Андреа Гез

Генцель и Гез разделят между собой оставшуюся половину премии. Они отмечены наградой «за открытие сверхмассивного компактного объекта в центре нашей Галактики». Небесное тело, открытое лауреатами, стало первым обнаруженным в космосе объектом, который абсолютно точно является черной дырой.

Роджер Пенроуз: создать черную дыру

В начале XX века Альберт Эйнштейн сформулировал общую теорию относительности (ОТО), объединившую пространство, время и гравитацию. К сегодняшнему дню эта теория выдержала огромное количество самых разнообразных и тщательных проверок, от астрономических наблюдений до экспериментов с ходом часов, и заслуженно господствует в физике. Однако одно из самых эффектных предсказаний ОТО долго не поддавалось проверке. Речь идет о существовании черных дыр.

Черные дыры — тела с самым мощным во Вселенной тяготением. На определенном расстоянии от центра черной дыры ее гравитация так сильна, что преодолеть ее не может даже луч света. Все, что находится в пределах этого «радиуса захвата», безвозвратно падает в черную дыру. Из уравнений ОТО следует, что черные дыры могут существовать. Но существуют ли они на самом деле? Даже сам Эйнштейн сомневался в этом.

У гения были причины для сомнений. В его время был известен единственный сценарий образования черной дыры. Он требовал, чтобы идеально сферически симметричный объект сжимался под действием собственной гравитации. Но в природе не существует объектов с идеальной симметрией, так что эта схема не могла реализоваться. А исследовать другие варианты мешало то обстоя-

тельство, что уравнения ОТО чрезвычайно трудно поддаются решению. Но в 1965 году, через десять лет после смерти Эйнштейна, Пенроуз опубликовал революционное исследование. Он показал, что во многих случаях необязательно знать точные решения уравнений. Новые математические методы, предложенные лауреатом, позволяют обойтись без этих решений и при этом выяснить важнейшие свойства пространства-времени. К слову, эта работа до сих пор считается важнейшим вкладом в ОТО со времен Эйнштейна.

Используя собственные математические инструменты, ученый сделал замечательный вывод. Он показал, что при определенных условиях сжаться в черную дыру могут объекты самой разной формы, а не только сферически симметричные. Тем самым Пенроуз дал зеленый свет образованию черных дыр в космосе.

И астрофизикам известен процесс, в котором эти тела должны возникать. Это вспышки сверхновых. Таким взрывом заканчивают свое существование звезды массой более десяти солнц. После вспышки остается раскаленное ядро светила, которое стремительно сжимается под действием собственной гравитации. Как показывают расчеты, для звезд массой 10–30 солнц ядро должно превратиться в нейтронную звезду, а для более массивных — в черную дыру. Масса этой последней составит несколько солнечных. Такие объекты вполне логично называются черными дырами звездной массы.

Согласно теоретическим моделям, на тысячу светил в Галактике должна приходиться одна черная дыра звездной массы. Поэтому в Млечном Пути их должны быть сотни миллионов. Правда, подобные тела сложно обнаружить, а обнаружив — доказать, что это именно

черная дыра, а не, например, нейтронная звезда. Но наблюдателям известен целый ряд объектов, которые почти наверняка являются черными дырами звездной массы.

Окончательно реальность такого рода черных дыр была установлена в 2015 году. Тогда детекторы впервые уловили гравитационные волны, порожденные столкновением и слиянием черных дыр звездной массы. С тех пор ученые неоднократно фиксировали подобные сигналы. За открытие этих волн, ставшее еще одним блестящим подтверждением предсказаний ОТО, была присуждена Нобелевская премия по физике 2017 года.

Райнхард Генцель и Андреа Гез: заглянуть в Галактику в сердце

Однако первым небесным телом, безоговорочно признанным черной дырой, стал компактный объект в центре Млечного Пути. Его природу установили две независимые научные группы, одна из которых возглавлялась Генцелем, а другая — Гез. То, что в центре Галактики находится нечто интересное, было известно давно. Еще в 1930-х годах ядро Млечного Пути стало первым космическим объектом, радиоизлучение которого приняли и распознали на Земле. Дальнейшие наблюдения показали, что в центре Галактики находится компактный радиоисточник Стрелец А*. Когда в строй вступили первые инфракрасные и рентгеновские телескопы, выяснилось, что Стрелец А* ярко сияет и в этих диапазонах. Но что представляет собой этот объект? Астрономы подозревали, что это сверхмассивная черная дыра, окруженная плотным облаком пыли и газа. Падающее на «хищницу» вещество и испускает излучение, которое принимается земными телескопами. Но в пользу

этой интригующей версии не хватало доказательств.

В начале 1990-х группы Генцеля и Гез начали наблюдения за звездами, обращающимися вокруг Стрельца А*. Ученые стремились нанести орбиты этих звезд на карту, чтобы из закона всемирного тяготения вывести массу и максимальный размер центрального объекта. Обе команды работали с одними из лучших телескопов в мире. Группа Генцеля — с инструментами Европейской южной обсерватории в Чили, а Гез и ее сотрудники — с телескопами Обсерватории Кека на Гавайях. Астрономы вели наблюдения в инфракрасных лучах, чтобы уменьшить влияние закрывающей центр Галактики пыли. Тем не менее обеим командам понадобились многие годы кропотливых наблюдений и новые методы обработки данных, чтобы достигнуть своей цели.

В 2008 году группы Генцеля и Гез практически одновременно опубликовали долгожданные результаты. Обе команды показали, что объект, вокруг которого обращаются звезды, имеет массу в четыре миллиона солнц. При этом по размерам он не превосходит Солнечную систему. Небесное тело такой плотности не может быть ничем, кроме черной дыры.

Тем самым нынешние лауреаты доказали: черные дыры действительно существуют, и одна из них находится в центре нашей собственной Галактики. Заметим, что Млечный Путь в этом отношении отнюдь не уникален. В ядрах практически всех галактик найдены яркие источники излучения, похожие на Стрелец А*. По всем признакам они тоже являются сверхмассивными черными дырами, на которые падает плотный поток излучающего вещества. В 2019 году большая международная группа астрономов использовала восемь радиотелескопов, чтобы получить самое подробное изображение центрального объекта галактики М87. Впервые оно было настолько детальным, чтобы различить темное пятно, в центре которого находится черная дыра. Характеристики этого изображения в точности совпали с предсказаниями ОТО для черных дыр. Даже у самых рьяных скептиков отпали последние поводы для сомнений: в центре М87 находится именно черная дыра, а не что-то иное. В ближайшие годы ученые надеются получить такой же портрет черной дыры в Стрельце А*.

АНАТОЛИЙ ГЛЯНЦЕВ