

Пресс-релиз

12 мая 2022

Астрономы представили первое изображение черной дыры в центре нашей галактики

Астрономы представили первое изображение сверхмассивной чёрной дыры в центре нашей собственной галактики Млечный путь. Этот результат предоставляет убедительные доказательства того, что объект действительно является черной дырой, и дает ценные сведения о работе таких гигантов, которые, как считается, находятся в центре большинства галактик. Изображение было получено международной исследовательской группой под названием Коллаборация Телескопа горизонта событий (Event Horizon Telescope Collaboration, EHT) с использованием наблюдений международной сети радиотелескопов.

Изображение представляет собой долгожданный взгляд на массивный объект, который находится в самом центре нашей галактики. Ранее ученые видели звезды, вращающиеся вокруг чего-то невидимого, компактного и очень массивного в центре Млечного Пути. Это убедительно свидетельствует о том, что этот объект, известный как Стрелец А* (Sgr A*, произносится как "sadge-ay-star"), является черной дырой, и сегодняшнее изображение дает первое прямое визуальное свидетельство этого.

Хотя мы не можем видеть саму черную дыру, потому что она совершенно темная, светящийся газ вокруг нее дает характерный признак: темная центральная область (называемую «тенью») в окружении яркой кольцеобразной области. Новые методы обработки зафиксировали свет, который изгибается под действием гравитации мощной черной дыры, которая в четыре миллиона раз массивнее нашего Солнца. "Мы были ошеломлены тем, насколько размер кольца согласуется с предсказаниями общей теории относительности Эйнштейна", - сказал ученый проекта EHT Джеффри Бауэр (Geoffrey Bower) из Института астрономии и астрофизики, Академия Синика в Тайбэе (the Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica). "Эти беспрецедентные наблюдения значительно улучшили наше понимание того, что происходит в самом центре нашей галактики, и дают новые представления о том, как эти гигантские черные дыры взаимодействуют со своим

окружением". Результаты команды ЕНТ опубликованы в специальном выпуске журнала «Письма Астрофизического журнала» (The Astrophysical Journal Letters).

Поскольку чёрная дыра находится на расстоянии около 27000 световых лет от Земли, нам кажется, что в небе она имеет примерно такой же размер, как пончик на Луне. Чтобы получить ее изображение, команда создала мощную коллаборацию ЕНТ, которая объединила восемь существующих радиообсерваторий по всей планете, чтобы сформировать единый виртуальный телескоп "размером с Землю"[1]. ЕНТ наблюдал за Стрельцом А* несколько ночей, собирая данные в течение многих часов подряд, подобно использованию длинной выдержки на камере.

«Я очень горжусь тем, что наши собственные телескопы SMA, ALMA и JCMT построены или эксплуатируются при активной поддержке Академии Синика (Academia Sinica) и Министерства науки и технологий Тайваня (MOST) в качестве жизненно важных инструментов в разгадке научных тайн этого века», — сказал Мин-Тан Чэн (Ming-Tang Chen), заместитель директора по операциям на Гавайях (the Deputy Director for Hawaii Operations) Института астрономии и астрофизики Академии Синика, Гавайи (the Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, Hawaii.).

«Благодаря строительству и эксплуатации телескопов SMA, ALMA и JCMT наши исследователи из Института астрономии и астрофизики (the Institute of Astronomy and Astrophysics) сыграли важную роль в сотрудничестве с коллаборацией ЕНТ», — сказал президент Академии Синика (Academia Sinica) Джеймс Ляо (James Liao). «Тайвань вносит значительный вклад в науку и технологии ЕНТ».

"Министерство науки и технологий Тайваня (MOST) давно уделяет первоочередное внимание фундаментальным исследованиям. Мы стараемся развивать международное научное сотрудничество и партнерство, инвестируя объекты и инфраструктуру мирового уровня" - сказал Мэн-Фан Луо (Meng-Fan Luo), генеральный директор департамента естественных наук и устойчивого развития Министерства науки и технологий Тайваня (Director General of the Department of Natural Sciences and Sustainable Development, MOST). "Наша долгосрочная поддержка ALMA позволила Тайваню внести решающий вклад в передовые фундаментальные исследования в мире".

Прорыв последовал после получения коллаборацией ЕНТ в 2019 году первого изображения черной дыры под названием М87* в центре более далекой галактики Мессье 87.

Две черные дыры выглядят удивительно похожими, хотя черная дыра нашей галактики более чем в тысячу раз меньше и менее массивна, чем М87* [2]. "У нас

есть два совершенно разных типа галактик и две очень разные массы черных дыр, но вблизи края этих черных дыр они выглядят удивительно похожими", - говорит Сера Маркофф (Sera Markoff), сопредседатель Научного совета ЕНТ (ЕНТ Science Council) и профессор теоретической астрофизики в Амстердамском университете, Нидерланды (the University of Amsterdam, the Netherlands). "Это говорит нам о том, что общая теория относительности управляет этими объектами вблизи, и любые различия, которые мы видим дальше, должны быть связаны с различиями в материале, который окружает черные дыры".

Это достижение было значительно сложнее, чем для М87*, хотя Стрелец А* гораздо ближе к нам. Ученый ЕНТ Чи-Кван Чан (Chi-kwan Chan), из обсерватории Стюарда и кафедры астрономии и Института данных Аризонского университета, США (Steward Observatory and Department of Astronomy and the Data Science Institute of the University of Arizona, US), объясняет: "Газ в окрестностях черных дыр движется с той же скоростью - почти со скоростью света - вокруг Стрельца А* и М87*. Но там, где газу требуется от нескольких дней до нескольких недель, чтобы совершить оборот вокруг более крупного М87*, то в гораздо меньшем Стрельце А* он совершает полный оборот за считанные минуты. Это означает, что яркость и структура газа вокруг Стрельца* быстро менялись по мере того, как коллаборация ЕНТ наблюдала за ним - это немного похоже на попытку сделать четкий снимок щенка, который гоняется за своим хвостом».

Исследователям пришлось разработать новые сложные инструменты, которые учитывали бы движение газа вокруг Стрельца А*. В то время как М87* была более легкой и устойчивой целью, и почти все изображения выглядели одинаково, то с Стрельцом А* всё по-другому. Изображение черной дыры Sgr А* представляет собой среднее значение различных изображений, извлеченных командой, и, наконец, впервые показывает гиганта, скрывающегося в центре нашей галактики.

Это стало возможным благодаря изобретательности более 300 исследователей из 80 институтов по всему миру, которые вместе составляют коллаборацию ЕНТ. В дополнение к разработке сложных инструментов для решения проблем с визуализацией Стрельца А*, команда усердно работала в течение пяти лет, используя суперкомпьютеры для объединения и анализа своих данных, одновременно собирая беспрецедентную базу данных смоделированных черных дыр для сравнения с наблюдениями.

«Пытаться сфотографировать Стрельца А* — это все равно, что пытаться свести весь художественный фильм в одно изображение. Понадобилось два года, чтобы разработать новые методы, которые помогли нам точно представить, что действительно происходит на горизонте событий», — сказал ученый ЕНТ Бриттон

Джетер (Britton Jeter) из Института астрономии и астрофизики Академии Синика, Тайбэй (the Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, Taipei). «Многие модели и анализы, которые мы сделали для Стрельца A*, заняли бы целую вечность, чтобы работать на вашем ноутбуке или настольном ПК. Нам пришлось использовать огромные суперкомпьютеры по всему миру, из США, Канады, Европы и прямо здесь, на Тайване, чтобы обработать цифры и получить нужные нам результаты!»

Ученые особенно взволнованы тем, что наконец-то получили изображения двух черных дыр очень разных размеров, что является отличной возможностью сравнивать и противопоставлять их. Они также начали использовать новые данные для проверки теорий и моделей поведения газа вокруг сверхмассивных черных дыр. Этот процесс еще не до конца изучен, но считается, что он играет ключевую роль в формировании и эволюции галактик.

«Теперь мы можем изучить различия между этими двумя сверхмассивными черными дырами, чтобы получить новые ценные сведения о том, как работает этот важный процесс», — сказал ученый ЕНТ Кейити Асада (Keiichi Asada) из Института астрономии и астрофизики Академии Синика, Тайбэй (the Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, Taipei). «У нас есть изображения двух черных дыр — одной на большом конце и одной на малом конце сверхмассивных черных дыр во Вселенной - так что мы можем пойти намного дальше в тестировании того, как гравитация ведет себя в этих экстремальных условиях, чем когда-либо прежде».

Прогресс в области ЕНТ продолжается: в марте 2022 года в рамках крупной наблюдательной кампании было задействовано больше телескопов, чем когда-либо прежде. Продолжающееся расширение сети ЕНТ и значительные технологические обновления позволят ученым в ближайшем будущем делиться еще более впечатляющими изображениями и видеороликами черных дыр.

«Многие из нас на Тайване, еще до начала сотрудничества с ЕНТ, приложили немало усилий, чтобы представить тени черных дыр. Наконец, в 2017 году мы провели наблюдения, обработали большие объемы данных, затем создали и проанализировали изображения. Это был долгий путь, полный проблем и неожиданных сложностей, особенно в последние несколько лет работы в международном сотрудничестве во время всемирной пандемии», — сказал Сатоки Мацусита (Satoki Matsushita), главный исследователь GLT и тайваньский представитель ЕНТ из Института астрономии и астрофизики. Академия Синика, Тайбэй (the GLT Principal Investigator and the EHT Taiwan representative from the Institute of Astronomy and Astrophysics, Academia Sinica, Taipei). «Но, видя потрясающие результаты, которые мы имеем сейчас, это определенно стоило затраченных усилий!»

Ссылки:

[1] Отдельными телескопами, участвовавшими в ЕНТ в апреле 2017 года, когда проводились наблюдения, были: ALMA, APEX (Чили), 30-метровый телескоп IRAM (Испания), телескоп Джеймса Клерка Максвелла JCMT и Субмиллиметровая решётка SMA (Гавайи), Большой миллиметровый телескоп Альфонсо Серрано (LMT, Мексика), Субмиллиметровый телескоп (SMT, США) и телескоп на Южном полюсе (SPT, Антарктида). С тех пор ЕНТ добавила к своей сети Гренландский телескоп (GLT), Северную расширенную миллиметровую решетку (NOEMA) и 12-метровый телескоп UArizona на Китт-Пик. ALMA является партнерством Европейской южной обсерватории (the European Southern Observatory, ESO), представляющая государства Европы, Национальный научный фонда США (the U.S. National Science Foundation, NSF) и Национальные институты естественных наук Японии (the National Institutes of Natural Sciences, NINS), Национальный исследовательский совет Канады (the National Research Council), Министерство науки и технологий Тайваня (the Ministry of Science and Technology, MOST), Институт астрономии и астрофизики Академии Синика Тайваня (Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics, ASIAA) и Корейский институт астрономии и космических наук (Korea Astronomy and Space Science Institute, KASI) в сотрудничестве с Республикой Чили. Объединенная обсерватория ALMA управляется ЕЮО (ESO), объединенными университетами, Национальной радиоастрономической обсерваторией (Inc./National Radio Astronomy Observatory, AUI/NRAO) и Национальной астрономической обсерваторией Японии (the National Astronomical Observatory of Japan, NAOJ). APEX, коллаборация между немецким Институтом радиоастрономии им. Макса Планка (the Max Planck Institute for Radio Astronomy), Шведской Космической обсерваторией Онсала (the Onsala Space Observatory) и ЕЮО (ESO), управляется ЕЮО (ESO). 30-метровый телескоп находится в ведении IRAM (организациями-партнерами IRAM являются MPG (Германия), CNRS (Франция) и IGN (Испания)). JCMT управляется Восточноазиатской обсерваторией (the East Asian Observatory) от имени Центра астрономической меганауки Китайской академии наук, NAOJ, ASIAA, KASI, Национального института астрономических исследований Таиланда (the National Astronomical Research Institute) и организаций Соединенного Королевства и Канады. LMT эксплуатируется Мексиканским Национальным институтом астрофизики, оптики и электроники (INAOE) и Массачусетским университетом США (UMass), SMA эксплуатируется Гарвард-Смитсоновским центром астрофизики США (Center for Astrophysics, Harvard & Smithsonian) и Институтом астрономии и астрофизики Академии Синика Тайваня (ASIAA), а также UArizona SMT находятся в ведении Университета Аризоны (UArizona). SPT управляется Чикагским университетом со

специализированным оборудованием ЕНТ, предоставленным Аризонским университетом. Гренландский телескоп (GLT) управляется Институтом астрономии и астрофизики Академии Синика Тайваня (ASIAA) и Смитсоновской астрофизической обсерваторией (SAO). GLT является частью проекта ALMA-Taiwan и частично поддерживается Академией Синика (Academia Sinica) и Министерством науки и технологий Тайваня (MOST). NOEMA находится в ведении IRAM, а 12-метровый телескоп UArizona в Китт-Пик (Kitt Peak) находится в ведении Университета Аризоны.

[2] Черные дыры — единственные известные нам объекты, масса которых зависит от размера. Черная дыра в тысячу раз меньше другой и в тысячу раз менее массивна.

ЕНТ website: <https://eventhorizontelescope.org/>