

1) **И.И. Хабибуллин**

2) **"Измерение поляризации рентгеновского эха двухсотлетней вспышки Sgr A*"**

- 3) Marin, F., Churazov, E., **Khabibullin, I.**, ..., Vikhlinin, A., ... , Sunyaev, R., et al 2023, Nature, 619, 41, <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06064-x>,
"X-ray polarization evidence for a 200-year-old flare of Sgr A*"

4) **Общая формулировка научной проблемы и ее актуальность**

Отражение рентгеновского излучения молекулярными облаками, окружающими сверхмассивную черную дыру в центре нашей Галактики, позволяет заглянуть в прошлое и исследовать ее активность с запаздыванием в сотни лет. Ключевым предсказанием модели "рентгеновского эха" является поляризация непрерывной составляющей спектра отраженного излучения, направление и величина которой определяются исключительно геометрией относительного расположения источника, облака и наблюдателя, а также возможной поляризацией первичного излучения.

5) **Конкретная решаемая в работе задача и ее значение**

Измерение рентгеновской поляризации, ставшее возможным с запуском первого корректирующего рентгеновского поляриметра IXPE, является важнейшим шагом для подтверждения сложившейся парадигмы "эха короткой вспышки" и независимого определения ее параметров (в первую очередь возраста).

6) **Используемый подход, его новизна и оригинальность**

Длительное наблюдение ярчайшего на данный момент в отраженном излучении молекулярного комплекса Sgr A (Рисунок 1, левая панель) было проведено весной 2022 года. В тот же период было проведено наблюдение той же области обсерваторией Chandra, позволившее получить актуальную карту отраженного излучения, меняющегося на масштабе короче года в результате прохождения рентгеновского эха через разные области молекулярного комплекса. Комбинация данных двух обсерваторий, а также архивных данных, позволяет предсказать степень поляризации и ее спектральную зависимость для заданных параметров модели отражения.

7) **Полученные результаты и их значимость**

Сравнение модели с данными, полученными IXPE (Рисунок 1, правая панель) указывает на то, что непрерывная компонента отраженного излучения поляризована со степенью поляризации на уровне 30% и направлением, согласующимся с гипотезой, в которой именно Sgr A* является первичным источником излучения. Данное измерение не только подтверждает сложившуюся парадигму, но и уточняет возраст вспышки на уровне 200+/-50 лет (предполагая, что первичное излучение было не поляризовано). Данным измерением также прокладывается путь для дальнейших наблюдений данной области с целью обнаружения пространственных вариаций поляризационного сигнала, характерных для моделей с несколькими вспышками или изначальной линейной поляризации излучения вспышки. Последний аспект важен для выяснения возможной природы вспышечной активности СМЧД Sgr A*, возможно связанной с неустойчивостями в окружающем ее горячем аккреционном потоке или подпиткой облаками плотного межзвездного газа, попавшими на глубоко проникающие орбиты.

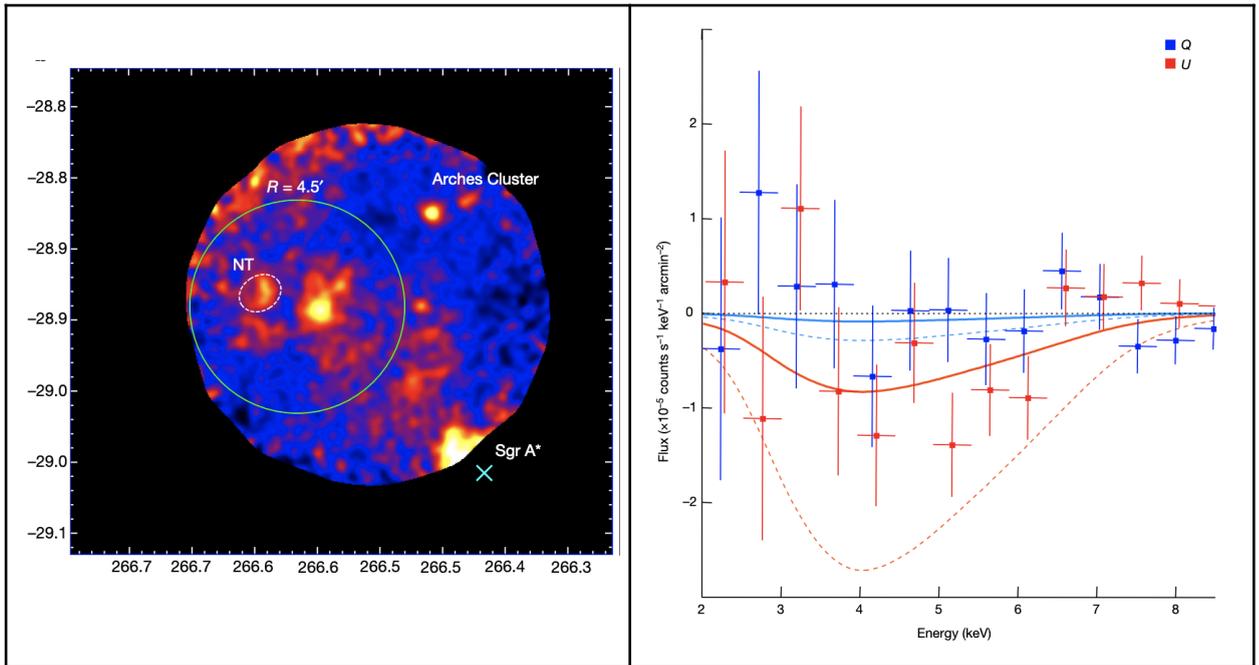


Рисунок 1. Слева - изображение области Галактического Центра в диапазоне 4-8 кэВ по данным обсерватории IXPE. Круг радиусом 4.5 минут дуги показывает область, из которой наблюдается отраженное излучение прошлой вспышки СМЧД Sgr A* (отмечена справа). Справа - энергетический спектр поляризационных параметров Стокса Q (синие точки) и U (красные точки) по данным IXPE, а также модели, соответствующие направлению поляризации с Sgr A* в качестве источника первичного излучения и степени поляризации в 31% (сплошные линии). Штриховые линии показывают ситуацию 100% поляризации, которая соответствовала бы рассеянию на 90 градусов. Данное измерение позволяет определить, что угол рассеяния был близок к 45 градусам, а следовательно восстановить трехмерное положение облака относительно источника первичного излучения (25 пк в проекции и 25 пк вдоль луча зрения) и уточнить возраст вспышки (~200+/-50 лет).