

Краткая информация о проекте

Наименование	Исследование наблюдаемых признаков дилатонных чёрных дыр
Актуальность	Данный проект направлен на поиск уникальных свойств и исследование параметров дилатонных черных дыр для их наблюдательной идентификации. Это будет осуществлено путем вычисления характеристик аккреционных дисков, анализа частот квазипериодических осцилляций и компьютерного моделирования теней дилатонных черных дыр. Эти исследования позволят более точно определять параметры, такие как радиусы фотонных сфер и интенсивность теней, посредством сопоставления результатов компьютерного моделирования с наблюдательными данными, полученными от сети телескопов Event Horizon Telescope. Решение этой проблемы поможет ограничить параметры альтернативных теорий гравитации и в дальнейшем расширить понимание свойств черных дыр.
Цель	Целью проекта является аналитическое и численное исследование характеристик аккреционных дисков, квазипериодических осцилляций и теней чёрных дыр в пространство-времени дилатонных чёрных дыр.
Задачи	1. Вычислить характеристики аккреционных дисков, такие как радиус ближайшей к центру устойчивой круговой орбиты, поток излучения, дифференциальную и спектральную светимость с использованием модели Новикова-Торна-Пейджа. 2. Исследовать фундаментальные частоты частиц в аккреционных дисках вокруг дилатонных чёрных дыр. На основе модели релятивистской прецессии Стеллы-Вьетри определить параметры чёрных дыр из наблюдаемых квазипериодических осцилляций. 3. Решить уравнения геодезических для световых частиц и вычислить радиусы фотонных сфер и удельную интенсивность теней дилатонных чёрных дыр в условиях сферической аккреции.
Ожидаемые и достигнутые результаты	Ожидаемые результаты: 1. Будут рассчитаны орбитальные параметры частиц в аккреционном диске, такие как угловая скорость, момент импульса, энергия и эффективный потенциал. На основе этих параметров будут проанализированы устойчивость круговых орбит, радиус ближайшей устойчивой орбиты, поток излучения и светимость, с использованием модели Новикова-Торна-Пейджа. 2. Будут определены фундаментальные эпициклические частоты в метрике дилатонных

чёрных дыр, и на основе модели релятивистской прецессии будет сопоставлено теоретическое моделирование с наблюдаемыми данными по квазипериодическим осцилляциям. Ожидается извлечение параметров чёрных дыр для таких источников, как GRO J1655-40, XTE J1550-564, и GRS 1915+105.

3. Будут рассчитаны радиусы фотонных орбит и прицельные параметры. Будет исследована наблюдаемая интенсивность тени, а также светимость тени и фотонного кольца дилатонных чёрных дыр в условиях сферической аккреции. Наблюдения телескопа Event Horizon Telescope за Sgr A* и M87* будут использованы для ограничения параметров дилатонных чёрных дыр.

Достигнутые результаты:

Были рассчитаны орбитальные параметры частиц в аккреционном диске, такие как угловая скорость, момент импульса, энергия и эффективный потенциал. На основе этих параметров были проанализированы устойчивость круговых орбит, радиус ближайшей устойчивой орбиты, поток излучения и светимость, с использованием модели Новикова-Торна-Пейджа.

В рамках продвижения научных результатов проекта осуществлено публикация в высокорейтинговом международном журнале, индексируемом в базах данных *Web of Science (Q1)* и *Scopus (перцентиль 91)*:

«Boshkayev K., Muccino M. Constraints on the Sen black hole mass and charge from quasi-periodic oscillations //The European Physical Journal C. – 2025. – Т. 85. – №. 12. – С. 1477. »

В рамках продвижения научных результатов проекта осуществлено участие в международном конференций:

11th APSS 2025 (The 11th International Conference on Astrophysics and Space Science) Санья, Китай.

В рамках продвижения научных результатов проекта осуществлено участие в международном семинаре:

Astrophysical implications of compact objects (Пленарное выступление проф. Бошкаев К), Марракеш, Марокко.

Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	1. Хасанов Манас Кабылтайевич, PhD; ResearcherID (WoS): ABA-7250-2020; ScopusID : 57204019721; ORCID: 0000-0001-9857-0658. 2. Бошкаев Куантай Авгазыевич, PhD; ResearcherID (WoS): AAZ-3346-2020; ScopusID: 54883880400; ORCID: 0000-0002-1385-270X. 3. Тоқтарбай Сәкен , PhD; ResearcherID (WoS): B-3614-2012; ScopusID: 56336189300; ORCID: 0000-0002-5699-4476. 4. Уразалина Айнур Адильхановна, PhD; ScopusID: 57076979300; ORCID: 0000-0002-4633-9558. 5. Аймуратов Ерлан Кайратович, PhD; ResearcherID: J-3040-2019; Scopus ID: 56743315700; ORCID: 0000-0001-5717-6523. 6. Бейсенбекова Жулдыз Бейсенбеккызы , Докторант; ResearcherID (WoS): LKL-3038-2024; ORCID: 0009-0005-6048-3221. 7. Құрманбек Айдана, Докторант; Orcid ID: 0009000185427390. 8. Умирбаева Адель Жанболатовна, Докторант; ORCID: 0000-0001-9339-4990; Scopus AuthorID: 57776936900
Использование	Отечественные и зарубежные исследовательские коллективы, магистранты и докторанты, работающие в областях теоретической астрофизики и астрофизики высоких энергий. Результаты будут полезны в области общей теории относительности и теоретической астрофизики.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	отличием данного проекта от исследований, проводимых ранее является комплексный подход к изучению аккреционных дисков, квазипериодических осцилляций и теней черных дыр в пространстве-времени дилатоновых черных дыр. Предполагается получение новых данных, касающихся орбитальных параметров частиц в аккреционных дисках и их влияния на излучательные характеристики. Кроме того, впервые будет проведен анализ теней дилатоновых черных дыр с учетом наблюдений ЕНТ для таких объектов, как Sgr A* и M87*.
Список публикаций с ссылками на них	Boshkayev K., Muccino M. Constraints on the Sen black hole mass and charge from quasi-periodic oscillations //The European Physical Journal C. – 2025. – Т. 85. – №.

	12. – С. 1477. https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-025-15167-w
Информация о патентах	В рамках проекта получение патентов не планируется, так как исследование носит фундаментальный и теоретический характер