

Краткая информация о проекте

Наименование	AP14869876 «Аксиально симметричные гравитационные конфигурации» (0122PK00619)
Актуальность	<p>Изучение астрофизических компактных объектов — одна из основных задач релятивистской астрофизики, которую можно рассматривать как прямое приложение общей теории относительности Эйнштейна. В целом понятие астрофизических компактных объектов включает в себя все малые по своей массе объекты, такие как планетоподобные объекты, звезды, белые карлики, нейтронные звезды, другие экзотические плотные звезды и черные дыры. В этом проекте мы сосредоточимся на изучении белых карликов, для которых ожидается, что релятивистские эффекты будут играть важную роль.</p> <p>В частности, нас интересует, как квадрупольный момент, являющийся мерой отклонения объекта от сферической симметрии, влияет на физические свойства компактных объектов. Более того, мы планируем проанализировать эту проблему, рассматривая все пространство-время, т. е. внутреннее и внешнее пространство-время, которые соединяются с помощью процедуры сопоставления СЗ. Физические свойства белых карликов, в свою очередь, могут быть получены путем интегрирования законов сохранения, которые интерпретируются как условия гидростатического равновесия звезды. Насколько нам известно, рассмотрение квадрупольного момента как дополнительного параметра, который явно входит в уравнения равновесия и геометрию пространства-времени, является новым. Фактически большинство исследований условий равновесия в релятивистской астрофизике ограничивается случаем сферически-симметричных источников. Новизна настоящего проекта заключается в том, как мы рассматриваем квадруполь и осевую симметрию в метриках, определяющих геометрическую структуру пространства-времени.</p> <p>Изучение релятивистских компактных объектов и их физических свойств очень важно для лучшего понимания нашей Вселенной. С момента формулирования общей теории относительности как теории гравитационного поля тысячи исследовательских проектов были посвящены изучению компактных объектов. Это доказательство важности настоящего проекта в контексте астрофизики и науки в целом.</p>
Цель	Исследование гравитационного поля белых карликов с помощью теории гравитации Эйнштейна. Рассмотрим равновесные свойства поля внутри звезды, а также поля вне звезды с учетом деформации поверхности звезды, описываемой квадрупольным моментом.
Задачи	<p>Задача 1: Исследование осесимметричного гравитационного поля компактных объектов с помощью квадрупольного момента и деформации поверхности объекта;</p> <p>Задача 2: Исследование условий равновесия внутренней структуры компактного объекта с квадруполем.</p>

2.1 Интегрирование условия равновесия: а) с уравнением состояния Чандрасекара; б) с уравнением состояния Солпитера;

2.2 Интегрирование условия равновесия с уравнением состояния Фейнмана-Метрополиса-Теллера; найдем эффективное баротропное уравнение состояния белых карликов.

Задача 3: Приложения и анализ физической значимости результатов:

3.1 Определение соотношений масса-радиус и масса-плотность для каждого уравнения состояния из предыдущих исследований;

3.2 Сравнение с наблюдательными данными для определения значения квадрупольного момента для нескольких белых карликов.

1-е задание включает в себя: мы будем использовать статическую квадрупольную метрику (q -метрику). Эта метрика интерпретируется как простейшее обобщение метрики Шварцшильда, которая является осесимметричной и включает дополнительный параметр q , определяющий квадрупольный момент источника. Для учета вращения источника рассмотрим стационарное обобщение q -метрики для внешнего гравитационного поля вращающихся компактных тел. Явный вид этих метрических функций может быть получен из потенциала Эрнста, полученного явно в предыдущей работе [1]. Расчеты могут проводиться как в сферических координатах, так и в цилиндрических координатах. Мы будем анализировать внутреннее и внешнее пространство-время, используя процедуру сопоставления СЗ;

Во 2-ой задаче — мы должны описать внутреннее гравитационное поле, воспользуемся частным линейным элементом, предложенным нами в [2] и исследованным в [3]. Одним из преимуществ этого линейного элемента является то, что соответствующие уравнения закона сохранения имеют очень простой вид. Эти законы сохранения представляют собой условия гидростатического релятивистского равновесия, и мы будем интегрировать условия гидростатического релятивистского равновесия с уравнением состояний для построения моделей компактных объектов. Кроме того, мы будем тестировать решения для всех энергетических условий, то есть сильных, слабых и нулевых энергетических условий;

3-й задачей является – астрофизические приложения 1-й и 2-й задач. Для каждой задачи мы будем стремиться проанализировать физическую значимость результатов, которые будут полезны для построения конкретных моделей компактных объектов и для определения значения квадрупольного момента для нескольких белых карликов,

	определения отношения массы-радиуса и массы-плотности, запланированные на 3-й год реализации проекта.
Ожидаемые и достигнутые результаты	<p>Ожидаемые результаты</p> <p>1. <i>Осесимметричные</i> решения уравнений Эйнштейна, учитывающие основные характеристики компактных объектов, такие как вращение относительно неподвижной оси и деформация поверхности объекта.</p> <p><i>По Задаче 1:</i></p> <p>Было исследовано осесимметричное гравитационное поле компактных объектов с квадруполем и деформацией поверхности объекта.</p> <p>Были получены осесимметричные решения уравнений Эйнштейна, учитывающие основные характеристики компактных объектов, такие как вращение относительно неподвижной оси и деформация поверхности объекта.</p> <p>При рассмотрении линейного приближения деформаций компактных объектов, характеризующиеся квадрупольным моментом, был получен эффективный коэффициент преломления. Был получен явный вид метрических функций для стационарного случая из рассмотрения потенциала Эрнста. Были проанализированы внутреннее и внешнее пространство-время с использованием процедуры сопоставления СЗ.</p> <p>2 Решение уравнений внутреннего поля для компактного объекта:</p> <p>2.1 <i>Влияние квадрупольного параметра q</i> на уравнение состояний Чандрасекара и Солпитера</p> <p>2.2 <i>Влияние квадрупольного параметра q</i> на уравнение состояний Фейнмана-Метрополиса-Теллера</p> <p>Найдено решение уравнений внутреннего поля для компактного объекта:</p> <p><i>По Задаче 2.1</i></p> <p>Исследовано влияние квадрупольного параметра q- на уравнение состояния Чандрасекара и Солпитера.</p> <p><i>По Задаче 2.2</i></p> <p>Исследовано влияние квадрупольного параметра q на уравнение состояния Фейнмана-Метрополиса-Теллера.</p> <p>3. Соотношения масса-радиус и масса-плотность для каждого уравнения состояния; соответствующие значения квадрупольного параметра q для нескольких белых карликов (2024)</p> <p>3.1 Соотношения масса-радиус и масса-плотность для каждого уравнения состояния</p> <p>3.2 Соответствующие значения квадрупольного параметра q для нескольких белых карликов</p>
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами	<p>1. <u>Бейсен Нурзада</u>, Образование: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, РК. Ученая степень: кандидат физико-математических наук (2005 г.). Опыт работы по направлению проекта более 20 лет (физика и астрономия); ScopusID:</p>

<p>(Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<p>https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530753300 (Scopus h-index=3). WoS/Publons ID: https://publons.com/researcher/2754418/nurzada-beissen/ (WoS/Publons h-index=3). ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1957-2768.; Должность и роль в проекте: Общее руководство Проектом, координация Проекта, разработка и тестирование компьютерного кода, подготовка научных статей, написание отчетов по Проекту.</p> <p>2. <u>Абишев Медеу</u>, Образование: КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, РК. Степень: д.ф.-м.н. (2010). ScopusID: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=26530759900 (Scopus h-index=3). WoS/Publons ID: https://publons.com/researcher/1906391/medeu-abishev/ (WoS/Publons h-index=3). ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3602-6934. Направление и характер работы в проекте: координация работ по Проекту, разработка и тестирование компьютерного кода, подготовка научных статей, написание отчетов по Проекту.</p> <p>3. <u>Токтарбай Сакен</u>, образование: КазНУ им. Аль-Фараби (бакалавр, 2009, Казахстан); Национальный исследовательский Томский политехнический университет (магистр, 2011, Россия); КазНУ им. Аль-Фараби (PhD, 2016, Казахстан). Ученая степень: PhD в теоретической физике (2016). Опыт работы по направлению проекта: более 10 лет (физика и астрономия). ScopusID: 56336189300, (Scopus индекс Хирша = 3); WoS/PublonsID: В-3614-2012, (WoS/Publons индекс Хирша = 3); ORCID: 0000-0002-5699-4476; Позиция и роль в проекте: разработка и тестирование компьютерного кода, подготовка научных статей, написание отчетов по Проекту.</p> <p>4. <u>Хасанов Манас</u>, Образование: КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, РК. Ученая степень: PhD (2020). Идентификатор Scopus https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204019721, (Scopus h-index=1). WoS/Publons ID: https://publons.com/researcher/2441420/manas-k-khassanov/ (WoS/Publons h-index=1); Позиция и роль в проекте: разработка и тестирование компьютерного кода, подготовка научных статей, написание отчетов по Проекту.</p> <p>5. <u>Муратхан Арай</u>, Студент PhD, КазНУ им. аль-Фараби; WoS/PublonsID: V-1168-2018; ORCID:0000-0001-9920-5193; Должность и роль в проекте: Поддержка в аналитических расчетах, участие в написании статей и отчетов по Проекту.</p> <p><u>Алимкулова Мадина</u>, преподаватель, КазНУ им. аль-Фараби; ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4977-7980; Должность и роль в проекте: Поддержка в аналитических расчетах, участие в написании статей и отчетов по Проекту.</p>
<p>Список публикаций со ссылками на них</p>	<p><i>Было опубликовано 2 статьи, включенные в базы Scopus и Web of Science.</i></p> <p>1. Beissen N, Abishev M, Khassanov M, Aitassov T, Mamatova S, Toktarbay S. Stability Properties of</p>

	<p>Geometrothermodynamic Cosmological Models. <i>Entropy</i>. 2023; 25(10):1391. https://doi.org/10.3390/e25101391 ISSN:1099-4300, , 89%, Q2</p> <p>2. Beissen N, Utepova D, Abishev M, Quevedo H, Khassanov M, Toktarbay S. Gravitational Refraction of Compact Objects with Quadrupoles. <i>Symmetry</i>. 2023; 15(3):614. https://doi.org/10.3390/sym15030614 ISSN:2073-8994, 93%, Q2</p> <p><i>Опубликована одна статья в журнале, включенном в КОКШВО МНВО РК</i></p> <p>1. NA Beissen, D Utepova, A Muratkhan, A Orazymbet, M Khassanov, S Toktarbay. Application of GBT theorem for Gravitational deflection of light by Compact Objects // <i>Recent Contributions to Physics</i>, Vol. 84 No. 1, 2023.</p> <p><i>Участие в международных конференциях</i></p> <p>1. В город Кёнджу (Южная Корея) конференция “15th International Conference on Gravitation, Astrophysics and Cosmology (ICGAC15)” с 3 по 7 июля 2023 г.</p> <p>International Conference ABDILDIN READINGS (ACTUAL PROBLEMS OF MODERN PHYSICS), Al Farabi Kazakh National University, April 12–15, 2023, Almaty</p>
Информация о патентах	-