АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по

специальности «6D060400 – Физика»

БАУЫРЖАН ГҮЛЬНУР БАУЫРЖАНКЫЗЫ

МЕТОДЫ МНОГООБРАЗИЯ И ПОДМНОГООБРАЗИЯ В НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЯХ ОБОБЩЁННЫХ ТЕОРИЙ ГРАВИТАЦИИ

Настоящая работа посвящена исследованию обобщенной космологической моделей F(R,T,X,φ) и F(R,Q,X,φ) и их частных случаев методами дифференциальной геометрии. Показано, что симметрия модели определяет ее инфляционность.

Актуальность темы

Постоянно появляющиеся новые космологические данные, приводит к пониманию необходимости уточнения общей теории относительности. В частности, есть необходимость определения причины ускоренного расширения Вселенной в начальный период и в наше время. В частности, имеющееся ускоренное расширение описывает модель с k-эссенцией. Первоначальная же инфляция в частности хорошо описывается космологической моделью с F(R)-гравитацией. В качестве частного случая она включает модель гравитации с квадратным членом скаляра Риччи R, которую можно рассматривать как обобщение общей теории относительности, описывающей инфляцию Старобинского. Минусом этой модели является вопрос о причине существования космологической модели именно в таком виде, приводящем к первоначальной инфляции. Ответить на этот вопрос можно рассматривая модель в наиболее общей форме методами теории симметрий в рамках дифференциальной геометрии.

Исследования многообразий сами по себе имеют высокую актуальность в математике и физике благодаря их фундаментальной роли в моделировании сложных пространственно-временных структур и физических процессов. Важность многообразий подтверждается их применением в различных областях науки, где они формируют основу для точного математического описания физических явлений, таких как гравитация, квантовая механика и других. В настоящее время актуальность этих исследований подкрепляется значительным числом успешных теоретических и экспериментальных подтверждений, а также многими приложениями в прикладных науках и инженерных задачах.

Решения подобных задач обычно сводятся к решения нелинейных дифференциальных уравнений. Важным разделом решений подобных уравнений в рамках поставленных задач являются солитонные решения нелинейных уравнений, описываемых на многообразиях. Солитоны,

описываемые уравнениями, такими как уравнение Кортевега-де Фриза, устойчиво наблюдаются в нелинейных оптических системах, гидродинамике и физике плазмы, что подтверждает научную достоверность моделей, основанных на многообразиях. Помимо этого, солитоны применяются и в космологии. Космологические солитоны, также называемые топологическими дефектами, играют важную роль в теоретических моделях, описывающих крупномасштабные структуры, формирование галактик, а также взаимодействие и эволюцию материи и полей во Вселенной. Солитоны представляют собой уникальные нелинейные волновые структуры, которые сохраняют свою форму и энергию при распространении и взаимодействии, что делает их значимыми для разнообразных приложений в физике, инженерии и математике. Научная важность и актуальность солитонов заключается в их способности моделировать устойчивые волновые процессы в различных нелинейных средах.

Целью работы является теоретическое исследование уравнения второго порядка Монжа-Ампера, описывающую свойства его решения, также используется методы дифференциальной геометрии, а именно:

1. Найти вид функции Лагранжа для F(R,T,X,φ), F(R,X,φ), F(T,X, φ) и F(R,Q,X,φ) космологических моделей методами теории Нетер.
2. Рассмотреть свойства уравнения Монжа-Ампера методами дифференциальной геометрии, и найти его решение для случая постоянной кривизны поверхности.
3. Сравнить получаемую модель с астрономическими наблюдательными данными.

Объект исследования

Эволюция Вселенной в обобщенных космологических моделях с к-эссенцией.

Предмет исследования

Влияние симметрии на инфляционный характер эволюции Вселенной в обобщенных космологических моделях с к-эссенцией.

Методы исследования

Были использованы методы дифференциальной геометрии, теории Нетер и представления Лакса.

Для нахождения лагранжиана модели был использован метод теории Нётер для выявления законов сохранения. Интегрируемость уравнения Монжа-Ампера было показано через представление Лакса. Применены также метод Сима-Тафеля и спектральная деформация для связи геометрии и солитонов, что позволило описать солитонные поверхности через фундаментальные формы и кривизну.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Решение уравнений поля для обобщенных F(R,T,X,φ) и F(R,Q,X,φ) космологических моделей и их частных случаев F(R,X,φ), F(T,X,φ) и F(Q,X,φ) в виде решения уравнения Монжа-Ампера является аналогом модели Старобинского, описывающий инфляцию начальный эпохи расширения Вселенной.

2. Представление Лакса для нелинейного уравнения Монжа-Ампера второго порядка, показывает интегрируемость полученной модели в рамках теории солитонов.

3. Постоянный косинус координатного угла, описывающий квадратное решение уравнения Монжа-Ампера, показывает соответствие параметров с наблюдательными данными

.Научная новизна и значимость диссертационной работы

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Показано что инфляционная модель является результатом симметрии обобщенных космологических моделей F(R,T,X,φ) и F(R,Q,X,φ) с к эссенцией. Найдено что частным случаем решения является космологическая модель Старобинского.
2. Показано, что космологические модели F(R,X,φ), F(Q,X,φ) и F(T,X,φ) так же имеют решение в виде решения уравнения Монжа-Ампера, одно из решений которого включает модель Старобинского. При этом модель F(R,T,φ) с скалярным полем не имеет такого решения.
3. Показано что решение для рассматриваемых моделей может иметь солитонный характер.
4. Показано что параметры рассматриваемой F(R,X,φ) модели для космологии медленного скатывания соответствуют наблюдательным данным.

Научно - практическая значимость работы

Диссертационная работа носит теоретический характер. Поэтому научные результаты, полученные по ходу исследования, были опубликованы в открытой печати. Распространение результатов работ среди потенциальных пользователей, сообщества ученых и широкой общественности осуществляется изданием их в виде статей в сборниках конференций, статьи в изданиях РК и зарубежных рецензируемых журналах с ненулевым импакт-фактором. Целевыми потребителями результатов исследования являются ученые проводящие схожие работы в области солитонной поверхности, теории гравитации и других разделах физики и прочих отраслей наук. Наряду с этим, работу можно ввести в виде учебных дисциплин, а также в виде спецкурсов для магистрантов и PhD докторантов в ВУЗ-ах и научных центрах.

Кроме того, результаты диссертационной работы могут быть применены в учебном процессе при чтении элективных курсов бакалаврам, магистрантам и докторантам специальности «Физика».

Достоверность результатов работы

Полученные результаты подтверждены публикациями в ведущих научных журналах с высоким импакт-фактором, а также в журналах, рекомендованных Комитетом образования и науки Республики Казахстан. Кроме того, наличие публикаций в сборниках материалов отечественных и зарубежных международных научных конференций еще раз подтверждает достоверность результатов.

Источниками исследования являются оригинальные научные работы, перечисленные в списке использованной литературы

Личный вклад автора

Основные результаты исследования получены автором. Численные расчеты и графики найдены автором самостоятельно. Публикации по теме диссертационной работы подготовлены автором лично. Постановка задач, выбор метода исследования и обсуждения результатов работы были проведены совместно с научными консультантами.

Опубликованность результатов

По результатам диссертационной работы было опубликовано 9 статей, в том числе 1 публикация в журнале Q1, процентиль 66, входящего в Web of Science и по CiteScore в базе Scopus процентиль 88, и 3 публикации входящие в состав ККСОН РК, 5 статей и тезисов в материалах международных и республиканских конференциях.

Статьи с высоким импакт-фактором в базе данных Thomson Reuters или изданиях, включенных в международную научную базу данных Scopus:

1. Inflation from the Symmetry of the Generalized Cosmological Model // Symmetry. – 2021. – Vol. 13(12). – P. 2254 (по базе Web of Science IF=2.940, Q1, процентиль 66, по CiteScore в базе Scopus процентиль 88).

Статьи в изданиях, рекомендуемых ККСНВО Министерства науки высшего образования МНВО РК:

1. Soliton geometry using the Lax pair of isomonodromic deformation // News of NAS RK. Series Physico – mathematical. – 2021. – Vol. 3(337). – P. 2025 (входящие в состав ККСОН РК).
2. Решение периодической системы Манакова для солитонных поверхностей // КазНПУ. Хабаршы. Серия «Физика-математические науки». – 2019. – №2(66). – С. 121-126 (входящие в состав ККСОН РК).
3. Термодинамика и геометротермодинамика черных дыр Рейсснера-Нордстрёма в многомерных моделях с степенной зависимостью// Вестник КазНУ.Серия физика. №2(66). Алматы,2021.с.18-28.

Публикации в материалах международных и зарубежных научных конференций, а также отечественных конференций

1. Generalized F(R, T) cosmological models with fermionic fields // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 2090. – P. 012063.
2. Soliton surface for complex modified Korteweg – de Vries equation // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1391. – P. 012108.
3. Investigation of a soliton surface by the methods of the Gauss equation // Proceedings of the IV International Conference «Astrophysics, gravity and cosmology» (Nur-Sultan, 2019. – P. 32-36).
4. Generalized F(R,X,φ) cosmology // Сборник материалов XIX Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Gylym Jane Bilim-2024» (Астана, 2024. – С. 246-249).

5. Study of the cosmological model by methods of the F(R, X, φ) symmetry theory // Сборник материалов XIX Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Gylym jane bilim-2024» (Астана, 2024. – С. 299-302).

Апробация диссертации

Результаты работы были представлены и обсуждены на следующих отечественных и зарубежных международных конференциях:

– на научных семинарах кафедры общая и теоретическая физики ЕНУ им.Л.Н.Гумилева;

- Proceedings of the IV International Conference «Astrophysics, gravity and cosmology. Astana - 2019.» ЕНУ им.Л.Н.Гумилева;

– на Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Gylym jane bilim-2024» ЕНУ им.Л.Н.Гумилева;

Диссертация на тему связи с планами научных работ

Работа выполнялась в соответствии с планами научно-исследовательских работ по проекту–«Исследование уравнения Монжа-Ампера геометрическими методами теории солитонов и его применение к решению физических задач»

Годы реализации проекта - 17.05.2023-31.12.2025. ИРН проекта AP19175860.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованных источников. Работа изложена на 87 страницах, содержит 8 рисунков, приведено 460 формул, список использованных источников 97 наименования.