**Professor of Theoretical Physics and Cosmology**
*School of Science & Technology*
*Physics Division*
62032 Camerino, Italy
via Madonna delle Carceri, 9
tel +39 0737 402501
fax +39 0737 402853
orlando.luongo@unicam.it

UNIVERSITÀ DI CAMERINO

REVIEW

on the PhD thesis
**"Application of field theories to astrophysical problems"**
by Suliyeva Gulnara
Department of Theoretical and Nuclear Physics
Al-Farabi Kazakh National University

The research work of Gulnara Suliyeva is devoted to the study of black hole models arising in modified theories of gravity where additional fields, scalar, vector, and nonlinear electromagnetic, are included into the structure of spacetime. The work aims to identify deviations from classical General Relativity (GR) predictions that could, in principle, be the subject of observational verification.

The relevance of the research is justified by the current state of astrophysics, where modern observational facilities (LIGO/VIRGO/KAGRA, Event Horizon Telescope, spectroscopic studies of stellar orbits, etc.) allow us to test gravitational theories with unprecedented accuracy. The central idea of the dissertation work is that modifications of black hole metrics induced by nonlinear electrodynamics or dilaton fields lead to measurable corrections in astrophysical phenomena. This approach is well motivated and corresponds to current trends in theoretical astrophysics.

The structure of the dissertation, as presented in the annotation, is built around three main research tasks: (1) analysis of gravitational effects in the Fan-Wang black hole spacetime, (2) study of circular geodesics in dilatonic black holes with two scalar and two vector fields, and (3) investigation of accretion disk radiation in the Fan-Wang and Dymnikova black holes. Each of these parts addresses a topical problem and contributes to the comparison of alternative black hole models with standard GR solutions.

In terms of results, the author obtained analytical expressions for perihelion shift and light deflection in the Fan-Wang spacetime and derived corrections due to nonlinear electrodynamics. For dilaton black holes, the dependence of the innermost stable circular orbit (ISCO) and orbital characteristics on the dilaton coupling was established. Finally, the study of thin accretion disks demonstrated modifications of radiative efficiency and temperature distributions in comparison with the Schwarzschild case. These results are of clear theoretical interest and, in principle, could be used to constrain model parameters from astrophysical observations.

The methods applied are standard for this field: analytical and numerical integration of geodesic equations, Lagrangian formalism, perturbative analysis, and modeling of accretion disk spectra. The practical value of the work lies in its potential to link theoretical black hole models to astrophysical phenomena, such as stellar orbital dynamics and accretion disk observations. The research primarily remains at the theoretical modeling level.

The publication record of the author demonstrates participation in collaborative works published in peer-reviewed journals indexed in Scopus and Web of Science. This indicates that the candidate has gained experience in scientific writing and in presenting results at the international level.

In summary, the research work of Gulnara Suliyeva represents an attempt to apply field-theoretical models to astrophysical black hole problems. The candidate demonstrates familiarity with modern approaches in gravitational physics, is capable of performing analytical and numerical calculations, and has produced a number of results that expand upon classical GR solutions.

The research work contains results of scientific value. Therefore, I consider that that it corresponds to the standards required for the award of the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Physics.

Scientific supervisor
Prof. Orlando Luongo




School of Science & Technology
Physics Division
62032 Camerino, Italy
via Madonna delle Carceri, 9

UNIVERSITÀ DI CAMERINO

**Professor of Theoretical Physics and Cosmology**
*School of Science & Technology*
*Physics Division*
62032 Camerino, Italy
via Madonna delle Carceri, 9
tel +39 0737 402501
fax +39 0737 402853
orlando.luongo@unicam.it

# ОТЗЫВ

на диссертационную работу
Сулиевой Гульнары
**“Применение теорий поля к астрофизическим задачам”**
Кафедра теоретической и ядерной физики
Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Научно-исследовательская работа Сулиевой Гульнары посвящена изучению моделей чёрных дыр, возникающих в модифицированных теориях гравитации, в которых в структуру пространства-времени включаются дополнительные поля, скалярные, векторные и нелинейно-электромагнитные. Цель работы заключается в выявлении отклонений от предсказаний классической общей теории относительности (ОТО), которые, в принципе, могут быть подвергнуты наблюдательной проверке.

Актуальность исследования определяется современным состоянием астрофизики, когда современные наблюдательные инструменты (LIGO/VIRGO/KAGRA, проект Event Horizon Telescope, спектроскопические наблюдения орбит звёзд и др.) позволяют тестировать гравитационные теории с беспрецедентной точностью. Центральная идея диссертационной работы заключается в том, что модификации метрик чёрных дыр, вызванные нелинейной электродинамикой или дилатонным полем, приводят к измеримым поправкам в астрофизических явлениях. Такой подход является хорошо обоснованным и соответствует современным тенденциям теоретической астрофизики.

Структура диссертации, изложенная в аннотации, построена вокруг трёх основных исследовательских задач: (1) анализ гравитационных эффектов в пространстве-времени чёрной дыры Фань-Вана; (2) исследование круговых геодезических орбит в дилатонных чёрных дырах с двумя скалярными и двумя векторными полями; (3) изучение излучения аккреционных дисков в моделях Фань-Вана и Дымниковой. Каждая из этих частей затрагивает актуальную научную задачу и вносит вклад в сопоставление альтернативных моделей чёрных дыр со стандартными решениями ОТО.

В результате работы автор получила аналитические выражения для смещения перицентра и отклонения света в метрике Фань-Вана, а также вывела поправки, обусловленные нелинейной электродинамикой. Для дилатонных чёрных дыр была установлена зависимость радиуса внутренней устойчивой круговой орбиты (ISCO), фотонной сферы и орбитальных характеристик от параметра связи дилатонного поля. Наконец, исследование тонких аккреционных дисков показало изменение радиационной эффективности и температурного распределения по сравнению со случаем чёрной дыры Шварцшильда. Эти результаты представляют очевидный теоретический интерес и, в принципе, могут быть использованы для ограничения параметров моделей на основе астрофизических наблюдений.

Используемые методы являются стандартными для данного направления: аналитическое и численное интегрирование геодезических уравнений, лагранжев формализм, анализ возмущений и моделирование спектров аккреционных дисков. Практическая ценность работы состоит в возможности связать теоретические модели чёрных дыр с наблюдаемыми астрофизическими явлениями, такими как орбитальная динамика звёзд и излучение аккреционных дисков. Исследование, в основном, носит теоретико-модельный характер.

Публикационная активность автора свидетельствует об участии в совместных работах, опубликованных в рецензируемых журналах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, что указывает на приобретённый опыт научного письма и представления результатов на международном уровне.

В целом, исследовательская работа Сулиевой Гульнары представляет собой попытку применения моделей теорий поля к астрофизическим задачам, связанным с чёрными дырами. Автор демонстрирует знание современных подходов в гравитационной физике, способность выполнять аналитические и численные расчёты и получила ряд результатов, развивающих классические решения ОТО.

Работа содержит научно значимые результаты. Поэтому я считаю, что она соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «Физика».

Научный руководитель
Проф. Орландо Луонго

/подпись и печать имеется/

Школа науки и технологий
Физическое отделение
62032 Камерино, Италия
Виа Мадонна Делле Карцери, 9