

СТАНОВИЩЕ

на дисертационен труд

за придобиване на образователната и научна степен „доктор”

в професионално направление 4.1 „Физически науки“, научна специалност 01.03.01

„Теоретична и математична физика“,

по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)

на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Становището е изготвено от: **доц. д-р Сава Димитров Донков, ИА с НАО, БАН**, в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед № РД 38-30 / 24.01.2023 г. на Ректора на Софийския университет.

Тема на дисертационния труд: „Структура и астрофизика на самогравитиращи обекти в мултискаларни теории”

Автор на дисертационния труд: Радостина Жекова Желева

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатът Радостина Жекова Желева е представила дисертационен труд и автореферат, а така също и задължителните таблици за Физическия ф-т от [Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“](#). Представени са и 7 на брой други документи (диплома за магистър и приложението към нея, автобиография, декларация за авторство от докторанта, таблица с авторска справка за приносите на докторанта, заявление от докторанта до научния ръководител, както и протокол за оригиналността на дисертационния труд и становище във връзка с процедурата за предотвратяване на плагиатство от научния ръководител), подкрепящи постиженията на кандидата.

Представените по защитата документи от кандидата съответстват на изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и [Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“](#) (ПУРПНСЗАДСУ).

2. Данни за кандидата

Радостина Жекова Желева е родена на 31.03.1994г. в Стара Загора. Тя е българска гражданка. През 2013г. завършва профилираната природо-математическа гимназия „Гео Милев“ в Стара Загора. През 2017г. завършва бакалавърската програма „Квантова и космическа теоретична физика“ на катедра „Теоретична физика“ на Фз.Ф. на СУ „Св. Климент Охридски“. Дипломната работа е на тема „Излъчване на Хокинг“ с научен ръководител чл-кор. проф. дфзн Стойчо С. Язаджиев. През октомври 2018 завършва магистърската програма на същата катедра с дипломна работа на тема „Приливни пертурбации на пространствено-времени тунели – числа на Лов“, отново под ръководството на чл-кор. проф. дфзн Стойчо С. Язаджиев. От януари 2019 до януари 2023 е докторант на чл-кор. проф. дфзн Стойчо С. Язаджиев и подготвя дисертация на тема „Структура и астрофизика на самогравитиращи обекти в мултискаларни теории“.

Научните интереси на Радостина Желева са в областта на теоретичната и математичната физика. Математически апарат на Обща теория на относителността. Пространствено-времени тунели и тяхната геометрия. Черни дупки. КТП в изкривено пространство-време. Диференциална геометрия и топология. И др.

Владее на добро ниво английски и френски език.

3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Както ясно е обяснено в дисертацията, скорошното детектиране на гравитационни вълни проправя път към гравитационно-вълновата астрономия, която заедно с електромагнитните наблюдения оформя мултимесинджър астрономията. Тя, на свой ред, е мощно средство за изследване на Вселената, както и за търсене на нови фундаментални полета и нови екзотични обекти. Въпреки, че общата теория на относителността е в пълно съгласие с опита ученият винаги има причини да търси нова физика, отвъд приетия модел на гравитацията. Скаларните полета са най-прости за разглеждане и затова те участват в разширения на Стандартния модел и в алтернативни теории на гравитацията. В тези теории гравитацията се описва, както от метричния тензор, така и от едно или няколко скаларни полета. Такива са мултискаларните теории на Гаус-Боне, в които скаларните полета са куплирани към кривината на пространство-времето. Тези теории предсказват нови явления и нов вид обекти (като пространствено-времените тунели). Това от своя страна поражда нова интересна астрофизика свързана с тези обекти.

В настоящата дисертация е показано съществуването на скаларизирани самогравитиращи компактни обекти, поддържащи нетривиални скаларни полета в мултискаларните теории на гравитацията (по-специално в Айнщайн-Гаус-Боне гравитацията), където скаларните полета взаимодействат с кривината на пространство времето посредством топологичния ин-

вариант на Гаус-Боне. В дисертационния труд числено е показано съществуването на скаларизирани черни дупки и неутронни звезди с бързо намаляваща „скаларна коса“ в мултискаларните Гаус-Боне теории, чието скаларно пространство е максимално симетрично тримерно риманово пространство. Получените решения дават възможност да се търсят нови астрофизични обекти с ясно изразена скаларна сигнатура. Като пример са изследвани квазипериодични осцилации от акреционните дискове на въртящи се пространствено-времеви тунели, като са анализирани разликите с подобни осцилации при черни дупки на Кер, което ще помогне за разграничаването на двата вида обекти при бъдещи наблюдения.

Обобщавайки, мога да кажа, че Радостина Желева работи активно и компетентно в една много модерна област на съвременната теоретична физика и астрофизика, която освен всичко изисква изключително добри познания в математиката (диференциална геометрия, диференциални уравнения, числени методи и др.). Споменатите резултати показват, че изследванията се провеждат на ръба на съвременното знание за компактните обекти във Вселената, което изисква голямо напрежение на интелекта и крие научен риск. Последното създава характер на истински учен и аз пожелавам на Радостина и на нейните колеги тежкият и търпелив труд да се отблагодари с наблюдателни доказателства, които да потвърдят техните решения.

Описаните по-горе резултати са публикувани в три научни статии: две в PHYSICAL REVIEW D, и една в The European Physical Journal C. И двете списания са в Q1. В една от статиите докторантът Радостина Желева е със съществен принос. Има установени 20 независими цитата на нейните работи. На този етап има h-фактор 2. Тя е изнесла, също така, един доклад на научен семинар. Въз основа на това уверено мога да кажа, че Радостина Желева отговаря и даже надвишава чувствително минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на Фз.Ф. на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в съответната научната област и професионално направление, упоменати в началото на този документ.

Също така, включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност и няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертационен труд и автореферат, както се вижда от протокола за оригиналност и становището на нейния научен ръководител чл-кор. проф. дфзн Стойчо Язаджиев.

4. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в материалите за участие в конкурса

Анализ на научните постижения на кандидата въз основа на структурата на дисертационния труд.

В Глава 1 са представени резултатите от изследването на квазипериодични осцилации от акреционни дискове около въртящи се проходими пространствено-времени тунели. Изследвана е линейната стабилност на кръговите геодезични орбити в екваториалната равнина и са изведени аналитични изрази за епицикличните честоти. Показана е разликата на квазикръговите осцилации при пространствено-времените тунели в сравнение с тези при черни дупки на Кер, което дава възможност за тяхното разграничаване при астрофизични наблюдения. Оказва се, че при пространствено-времените тунели може да се наблюдават много по-разнообразни резонанси и съответно по-силни видими сигнали.

В Глава 2 е изведена мултискаларната Айнщайн-Гаус-Боне гравитация чрез нейното действие. След това са представени размерно редуцираните полени уравнения, описващи черни дупки в теорията. Дадени са числените решения, описващи черни дупки с максимално симетрично скаларно пространство, за няколко куплиращи функции. Направено е систематично изследване на характеристиките на черните дупки и на свойствата на пространството около тях (площ на хоризонта, ентропия, радиус на фотонната сфера). Установено е, че решенията са със скаларен заряд нула и следователно скаларното диполно излъчване се потиска, което предполага много по-малко наблюдателни ограничения. За една от куплиращите функции е установена неединственост на скаларизираните решения.

В Глава 3 са разгледани уравнения и решения, описващи неутронни звезди в мултискаларната Айнщайн-Гаус-Боне гравитация. Представени са числени решения, представляващи спонтанно скаларизирани неутронни звезди с максимална симетрия на скаларното пространство. Построени са зависимостите маса-централна плътност, маса-радиус и зависимостта на енергията на свързване от барионната маса, които носят информация и за стабилността на неутронна звезда.

В заключение мога да кажа, че получените оригинални резултати са нови нетривиални решения на ключови проблеми в мултискаларната Айнщайн-Гаус-Боне гравитация, които отварят възможности за детектиране на нови полета и обекти от мултимесинджър астрономията. Последното би разширило границите на нашите познания за компактните обекти във Вселената. Това е работа на ръба на науката и аз пожелавам успех и късмет, както на Радостина, така и на целия екип.

По отношение на формалните показатели ще повторя, че резултатите са публикувани в три статии от Q1, както следва:

1. Efthimia Deligianni, Jutta Kunz, Petya Nedkova, Stoytcho Yazadjiev, and Radostina Zheleva, Quasiperiodic oscillations around rotating traversable wormholes, *Phys. Rev. D* 104, 024048, Published 19 July 2021.
2. Daniela D. Doneva, Kalin V. Staykov, Stoytcho S. Yazadjiev, and Radostina Z. Zheleva, Multiscalar Gauss-Bonnet gravity: Hairy black holes and scalarization, *Phys. Rev. D* 102, 064042, Published 15 September 2020.
3. Staykov, K.V., Zheleva, R.Z., Scalarized non-topological neutron stars in multi-scalar Gauss-Bonnet gravity, *Eur. Phys. J. C* 82, 108 (2022), Published 04 February 2022.

Забелязани са 20 независими цитирания на работите на Радостина Желева. Тя има h-фактор 2. Съществен принос има в последната работа (горе под номер 3).

5. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки.

6. Лични впечатления за кандидата

Личните ми впечатления са само от презентацията на предзащитата, която беше представена много добре.

7. Заключение

След като се запознах с представените дисертационен труд, автореферат и другите материали, и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че научните постижения отговарят и даже надвишават изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за **придобиване на образователната и научна степен „доктор“**. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса дисертационен труд, автореферат и научни трудове.

Давам своята **положителна** оценка на дисертационния труд.

II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди **образователната и научна степен „доктор“** в професионално направление **4.1 „Физически науки“** на **Радостина Жекова Желева**.

10.03.2023 г.

Изготвил становището:

(доц. д-р Сава Донков)