

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 Физическия факултет (ФзФ)
на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Становището е изготвена от: доц. д-р Сава Димитров Донков, Институт по Астрономия с НАО, БАН, в качеството му на член на научното жури
съгласно Заповед № РД 38-55/25.01.2025 г. на Ректора на Софийския университет.

Тема на дисертационния труд: “Равновесни конфигурации на неутронни звезди в Гаус-Боне гравитацията със самогравитиращо скаларно поле”

Автор на дисертационния труд: Петър Йорданов Йорданов

I. Общо описание на представените материали

1. Данни за представените документи

Кандидатът Петър Йорданов Йорданов е представил 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“](#).

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

Образование

- СУ "Св. Климент Охридски", доктуратура по теоретична и математическа физика: януари 2022 г. - януари 2025 г. Научен ръководител: чл. кор. проф. дфзн Стойчо Стоянов Язаджиев.

Дисертация: „Равновесни конфигурации на неутронни звезди в Гаус-Боне гравитация със самогравитиращо скаларно поле“

- Софийски университет "Св. Климент Охридски", магистър по теоретична и математическа физика: октомври 2019 г. - октомври 2021 г., общ успех 5,81.

Дипломна работа: „Въртене на равнината на поляризация в гравитационни и аксионни полета като метод за търсене на подобна на аксион тъмна материя“

- СУ "Св. Климент Охридски", бакалавър по астрофизика, метеорология и геофизика: октомври 2015 г. - септември 2019 г., общ успех 5,49.

Дипломна работа: „За ролята на магнитните полета при образуването на звезди в молекулярните облаци“

Компютърни умения

- ✓ Advanced - Microsoft Office, Sony Vegas Pro 13
- ✓ Intermediate - LaTeX, C++, FORTRAN, Wolfram Mathematica
- ✓ Basic - MATLAB, Origin Data Analysis, Python Programming in Jupyter Notebook (NumPy, SciPy, Matplotlib, SymPy)

Езикови умения

- ✓ Български (роден)
- ✓ Английски (свободно владее: устен и писмен)
- ✓ Немски (основно ниво)

3. Характеристика и оценка на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в материалите за участие в конкурса

Дисертацията е посветена на изследването на устойчиви решения в Гаус-Боне гравитацията със самогравитиращо скаларно поле, които описват неутронни звезди. Състои се от 7 глави, които имат следното съдържание.

Глава 1 на дисертационния труд е уводна. В глава 2 е представен накратко математическия апарат на общата теория на относителността, уравненията на Хилберт-Айнщайн и тяхното извеждане от вариационен принцип. Глава 3 на дисертацията е посветена на скаларно-

тензорната Гаус-Боне гравитация. Разгледани са също спонтанната (линейна) и нелинейната скаларизация. Подробно е описана спонтанната скаларизация на черната дупка на Шварцшилд и математическите техники зад нея. В глава 4 са описани числените методи и компютърни кодове, използвани в следващите глави за числено конструиране на модели на неутронни звезди в скаларната Гаус-Боне гравитация, а така също за налагане на ограничения на теорията чрез наблюдателни данни. В глава 5 на дисертационния труд се представят и изучават числени модели на неутронни звезди в скаларната Гаус-Боне гравитация. Изследвани са неутронни звезди в Гаус-Боне теории проявяващи спонтанна и нелинейна скаларизация. Показано е съществуването на решения допускащи гравитационни фазови преходи. Глава 6 на дисертацията е посветена на тестването на скаларната Гаус-Боне гравитация с бинарни пулсари. Описани са основните методи за налагане на наблюдателни ограничения, а именно методът на максималната наблюдавана маса за неутронни звезди и методът на затихване на орбиталния период на бинарните системи заради излъчване на гравитационни (тензорни) и скаларни вълни. Като са използвани най-съвременни наблюдателни данни за бинарни пулсари са наложени конкретни ограничения върху параметрите на Гаус-Боне теориите, допускащи спонтанна скаларизация и върху параметрите на т.н. Айнщайн-дилатон-Гаус-Боне теория. В глава 7 се разглежда разширената скаларно-тензорна Гаус-Боне гравитация, при която скаларното поле се куплира не само към кривината на пространство-времето чрез инварианта на Гаус-Боне, но и към материята в отправната система на Айнщайн. Конструирани са нови числени решения, описващи статични и сферично-симетрични неутронни звезди. Показано е съществуването на нов тип решения и качествено нов тип ефекти за неутронни звезди.

Библиографията включва 50 заглавия.

Основните научни приноси на автора са следните:

- Изследвани са структурата и свойствата на статични и сферично-симетрични неутронни звезди в скаларно-тензорната Гаус-Боне гравитация. Показано е, че феноменът на нелинейна скаларизация присъства за неутронни звезди в Гаус-Боне гравитацията, което води до възможността за гравитационни фазови преходи. Освен това е показано, че нелинейната скаларизация може да се наблюдава за широк диапазон от параметри, така че не е необходима фина настройка. Това затвърждава предположението, че гравитационните фазови преходи са важен феномен за компактни обекти и техните астрофизични последици заслужават задълбочено проучване.
- Подробно е изследвана възможността за налагане на наблюдателни ограничения на различни класове теории на Гаус-Боне чрез бинарни пулсари. Освен това, съществуващите ограничения, свързани с наблюдаваната максимална маса на неутронни звезди, също са актуализирани. Ноложени са конкретни ограничения на параметрите на определен класове Гаус-Боне

теории. В зависимост от уравнението на състоянието, получените ограничения на параметрите на куплиране на теориите могат да надминат два пъти ограниченията, идващи от наблюдения на гравитационни вълни от сливания на бинарни системи (черни дупки и неутронни звезди), дори за така наречената гравитация на Айнщайн-дилатон-Гаус-Боне. Като допълнителен принос е направено сравнение на прецизните байесови методи с директни подходи за наблюдателни ограничения, като последните показват много добра точност въпреки своята простота.

- Изследвани са модели на неутронни звезди в разширената скаларно-тензорна Гаус-Боне гравитация, при която динамичното скаларно поле е куплирано не само към инварианта на Гаус-Боне, но и към материята в отправната система на Айнщайн. Идентифицирано е качествено ново поведение на решенията, включително съществуването на нови видове фазови преходи и нови клонове на решения, присъстващи само за големи маси на неутронни звезди. Показано е, че поради особеностите на решенията, те не могат лесно да бъдат имитирани чрез проста промяна на уравнението на състоянието.
- Разработени са компютърни кодове за числено интегриране на полевите уравнения на разширената скаларно-тензорна Гаус-Боне гравитация и ограничаването на параметричното пространство на скаларните Гаус-Боне теории.

Изследванията са докладвани в следните три научни публикации:

- Публикация I - D. D. Doneva, C. J. Krueger, K. V. Staykov, and P. Y. Yordanov. Neutron stars in Gauss-Bonnet gravity: Nonlinear scalarization and gravitational phase transitions. *Physical Review D*, 108(4):1–17, 2023. Q1; IF – 4.6
- Публикация II - P. Y. Yordanov, K. V. Staykov, S. S. Yazadjiev, and D. D. Doneva. The power of binary pulsars in testing Gauss-Bonnet gravity. *Astronomy and Astrophysics*, 687:1–18, 2024. Q1; IF – 5.4
- Публикация III - K. V. Staykov, P. Y. Yordanov, D. D. Doneva, and S. S. Yazadjiev. Neutron stars in extended scalar-Gauss-Bonnet gravity: the richness of the solution spectrum. *The European Physical Journal C*, 84:1324, 2024. Q1; IF – 4.2

От приложения списък на публикациите, техния импакт-фактор и квантил, а също от декларирания от съавторите равностоеен или водещ принос на кандидата в тях, мога ясно да заключа, че Петър Йорданов удовлетворява напълно минималните национални изисквания по чл. 26, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ и дори съществено надвишава допълнителните изисквания на Фз.Ф. на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиването на образователната и научна степен „доктор“. Освен това включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание или академична длъжност.

Също така няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертационен труд и автореферат.

4. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки. Пожелавам успехи на Петър в неговата академична кариера.

5. Лични впечатления за кандидата

Нямам лични впечатления.

6. Заключение

След като се запознах с представените дисертационен труд, автореферат и другите материали, и възоснова на направения анализ на тяхната значимост и съдържащите се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че научните постижения на Петър Йорданов Йорданов отговарят на 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

Възоснова на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди **образователната и научна степен „доктор“** в професионално направление 4.1 „Физически науки“ на Петър Йорданов Йорданов.

21.03.2025 г.

Изготвил становището: доц. д-р Сава Донков