

**СТАНОВИЩЕ**  
на дисертационен труд  
за придобиване на образователната и научна степен „доктор”  
в професионално направление 4.1 Физически науки,  
Теоретична и математическа физика,  
по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)  
на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)

Рецензията е изготвена от: проф. дфзн Радослав Христов Рашков, Физически факултет,  
СУ „Св. Климент Охридски“

(академична длъжност, научна степен, име, презиме, фамилия - месторабота)

в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед № РД 38-323 / 17.062024. г. на Ректора на Софийския университет.

**Тема на дисертационния труд: “Оптични ефекти в изкривено пространство време: гравитационни лещи, сенки и поляризация на светлината”**

**Автор на дисертационния труд: Валентин Олегов Делийски**

**I. Общо описание на представените материали**

**1. Данни за представените документи**

Кандидатът **Валентин Олегов Делийски** е представил дисертационен труд и Автореферат, а така също и задължителните таблици за Физически 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 други документи (във вид на служебни бележки и удостоверения от работодател, ръководител на проект, финансираща организация или възложител на проект, референции и отзиви, награди и други подходящи доказателства), покриващи 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“](#).

**2. Данни за кандидата**

*Професионални и биографични данни за кандидата.*

Оскъдните биографичните данни с които разполагам са най-вече от следването на Валентин Делийски във Физически факултет на Софийския университет.

Интересите на Валентин Делийски са в областта на гравитацията и по-специално ефекти на гравитационни лещи, числени методи във физиката, динамична еволюция на полевите уравнения на Айнщайн-Хилбърт, Самогравитиращи системи и др.

Г-н Делийски защитава с отличие бакалавърска теза “Сенки на черни дупки”, а магистърската му теза, защитена също с отличие, е на тема “Гравитационни лещи”. Ръководител на тезите на Валентин Делийски е чл-кор. проф. дфзн Стойчо Язджиев. От юли 2021г. до юли 2024 г. е докторант в катедра Теоретична физика с научни ръководители чл-кор. проф. дфзн Стойчо Язджиев и доц. д-р Фалин Гюлчев. За годините на докторантурата Валентин Делийски се е представил отлично не само на изпитите по специалността и докторантския минимум, но е извърши и огромна по обем изследователска работа. За качеството на дисертацията ще обърна внимание по-долу. Освен това той е работил (и работи) в EnduroSat като инженер по GNC (Guidance, navigation and control).

### **3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата**

Представената дисертация е в областта на най-съвременните теории на гравитацията и нейните обобщения. Структурно дисертацията се състои от обща част, в която се дава детайлна информация за областта и конкретните предизвикателства, и специална част в която са изложени резултатите от изследванията на дисертанта. Тезата е изложена на 138 страници и се състои от 9 глави, включително Увод, заключение и обзор на резултатите, Списък с научната активност, а така също 4 Приложения, Списък с фигурите и литература съдържаща 86 заглавия.

Мотивирано и определено може да се каже, че:

а) научните публикации, включени в дисертационния труд отговарят на минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в съответната научната област и професионалното направление. Нещо повече, те надхвърлят изискванията както като брой, така и като качество. Дисертацията е базирана на 2 работи във *Phys. Review D*, 1 доклад на конференция публикуван в *Journal of Physics: Conference Series* и една работа в *arXiv.org*. Трябва да се отбележи, че има и 3 изнесени доклада на международни конференции.

б) Отбелязваме, че включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от други процедури за придобиване на научно звание или академична длъжност.

в) Не съм забелязал и не ми е известно за доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертационен труд и Автореферат.

Конкретните постижения на кандидата ще анализирам по-нататък.

### **4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата (ако има изискване в ПУРПНСЗАДСУ за това)**

По време на докторантурата си Валентин Делийски е водил семинарни упражнения по "Статистическа физика". Трябва да отбележим положителните отзиви на студентите за работата му като преподавател.

### **5. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата съдържащи се в материалите за защита.**

В представената дисертация се разглеждат подробно и задълбочено наблюдателните характеристики на два различни типа екзотични компактни обекти, които не притежават хоризонт на събитията: пространствено-времеви тунели и голи сингулярности. Тези изследвания са вдъхновени от значимите резултати, постигнати от колаборацията Event Horizon Telescope (ЕНТ), която за първи път успява да постигне достатъчно висока наблюдателна резолюция, за да заснеме директно непосредствената околност на свръхкомпактните обекти, намиращи се в ядрата на галактиката М87 и в центъра на Млечния път.

Основната цел на тази дисертация е да проучи в детайли възможността за разграничаване на екзотични компактни обекти от черни дупки, като се използват наличните наблюдателни данни и се предостави солидна основа за интерпретация на бъдещи наблюдения, които ще бъдат направени от колаборацията ЕНТ. Такива пространствено-времеви структури обикновено възникват в рамките на обобщените теории на гравитацията и играят ключова роля в тяхното валидиране. По-конкретно, тази дисертация се стреми да изследва възможността за ясно и категорично разграничаване на екзотичните обекти от черните дупки, което е от съществено значение за по-доброто разбиране на природата на тези мистериозни обекти и тяхното място във Вселената.

### **Предизвикателства:**

Най-важните характеристики, които могат да опишат тези обекти и да отговорят на поставените цели, включват три основни наблюдателни аспекта: морфологията на получените изображения, тяхната променливост и поляризацията на излъчването. Тези характеристики играят ключова роля за разбирането на природата на изследваните обекти и тяхното разграничаване от други подобни явления.

Една от основните трудности, пред които се изправя изследването, произтича от сложното нелинейно взаимодействие с магнито-хидродинамичните процеси, протичащи в излъчващата среда около тези обекти. Тези взаимодействия могат значително да повлияят на наблюдаваните характеристики и да затруднят тяхната интерпретация.

Допълнително предизвикателство е свързано с наличието на много широк спектър от екзотични компактни обекти, които, макар да се различават съществено един от друг, могат да оставят качествено сходен отпечатък в наблюденията. Тази прилика може да доведе до затруднения при разграничаването им въз основа на съществуващите данни.

Освен това, наблюдателният отпечатък на обекти, които имат качествено различна оптична проява в резултат на ефекта на гравитационната леща, може да бъде подтиснат от ограниченията на разделителната способност или от други наблюдателни предизвикателства, което допълнително усложнява задачата за точното им идентифициране.

### **Проведени изследвания:**

Проведените изследвания включват такива на оптични, морфологични характеристики и променливост. Сложните пресмятания и получаване на образите на обектите изискват високопрофесионални числени умения. Освен овладяване на известни кодове – силно нетривиална работа, Валентин Делийски е създал авторски код Mjølner. Заедно с други софтуерни пакети е постигнат забележителен резултат в генериране на образите на екзотични обекти и сравняването им с черни дупки на Шварцшилд. Без да се спирам на подробностите, бих отбелязал че резултатите дават перспектива за анализ на бъдещи наблюдателни данни на колаборацията ЕНТ.

## Резултати:

Резултатите представени в публикациите на които се базира дисертационния труд бих изброил накратко така: а) получени са образите на единични орбити чрез използване на известен полу-аналитичен подход за генериране на образи; б) получено е, че образите на двата класа екзотични компактни обекти притежават съществено различна морфология от тази на черни дупки на Шварцшилд; в) с помощта на простен аналитичен модел на излъчването и използвайки авторския код Mjølner са направени заключения за това как директните и индиректни образи се влияят от магнитното поле, така също и от пространство-времето; показано е, че дори и с разширяване на набора телескопи образите остават морфологично сходни на черни дупки; г) установено е, в рамките на работната хипотеза, че реконструкциите стават чувствителни към централната пръстеновидна структура като се наблюдава появата на ясен централен максимум в депресията. Наличието на такива наблюдателни данни може да служи като признак за съществуването на екзотични компактни обекти.

В статията Valentin Deliyiski, Galin Gyulchev, Petya Nedkova, and Stoytcho Yazadjiev. Polarized image of equatorial emission in horizonless spacetimes: Traversable wormholes. *Phys. Rev. D*, 106:104024, Nov 2022, Валентин Делийски има съществен принос, потвърдено и от останалите съавтори.

Без съмнение резултатите получени в дисертацията не само развиват съвременните познати постижения, но и правят стъпка напред. Получените числени симулации образи на екзотичните обекти дават път на нови хипотези за съществуването, динамиката и разпознаемостта им. Разработеният авторски код по същество дава нов инструмент за анализ в конкретната област.

Приносите в дисертацията на Валентин Делийски имат не само научни достойнства, но имат и научно-приложни аспекти.

**Публикации:** Общо 4 публикации както следва: 2 работи във *Phys. Review D*, 1 доклад на конференция публикуван в *Journal of Physics: Conference Series* и една работа в *arXiv.org*. Забелязани независими цитирания: 9; h-index 2.

## 6. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки по дисертационния труд и Автореферата. Дисертантът показва много добри умения по отношение на постановката, представяне и точност на анализите. Бих отбелязал и много добрата му литературна осведоменост.

## 7. Лични впечатления за кандидата

Познавам кандидата още от студентските му години. Изключително концентриран, със задълбочени познания на професионално ниво. Валентин Делийски е отзивчив колега, отдаден на науката. Уверено мога да твърдя, че Валентин Делийски е един изграден млад учен и с голяма перспектива.

## 8. 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 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“ с голям запас**. 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, **убедено препоръчвам** на научното жури да **присъди образователната и научна степен „доктор”** в професионално направление **4.1 Физически науки, Теоретична и математическа физика**, на **Валентин Делийски**.

05.09 2024 г.

Изготвил рецензията:.....

(проф. дфзн Радослав Рашков)