

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност

„доцент“

в професионално направление 4.1. Физически науки (Обща теория на относителността и релятивистка астрофизика) за нуждите на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ), Физически Факултет (ФзФ),  
обявен в ДВ бр. 30/15.04.2022г. и на интернет страниците на ФзФ и СУ

Рецензията е изготвена от: Професор ДФН Владимир Кръстев Добрев, ИЯИЯЕ, БАН, в качеството му на член на научното жури за конкурса по професионално направление 4.1. Физически науки (Обща теория на относителността и релятивистка астрофизика) съгласно Заповед № РД-38-260/27.05.2022г. на Ректора на Софийския университет.

За участие в обявения конкурс е подал документи **единствен кандидат**:

Главен Асистент Д-р Калин Вилиянов Стайков, ФзФ на СУ

### **I. Общо описание на представените материали**

#### **1. Данни за кандидатурата**

Представените по конкурса 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).

За участие в конкурса кандидатът Калин Вилиянов Стайков е представил списък от 13 публикации, всички в чуждестранни научни списания с импакт фактор. Статиите са представени и като файлове, което дава възможност за подробно запознаване с тях.

Представени са и също 8 други публикации (5 от тях с ИФ), както и други документи, подробно описани в Заявлението на кандидата за допускане до конкурса и покрепящи постиженията на кандидата. Между тези документи ще отбележа, че кандидатът е представил Справка по образец показваща изпълнението на минималните национални изисквания за съответната научна област и допълнителните изисквания на СУ.

#### **2. Данни за кандидата**

Кандидатът е роден през март 1990г. Степен Бакалавър е получил във ФзФ на СУ през 2013г. Степен Магистър е получил пак там през 2014г., с тази степен е и първата му публикация (№ 13 в списъка на публикациите му, с ИФ и Q1). Степен Д-р получил през 2016г. Във ФзФ на СУ. Дисертацията му се основава на 2 публикации с ИФ (№ 14 и 17 в общия списък, и които не влизат в сегашното кандидатстване). След това от 2017 е бил Главен асистент във ФзФ на СУ като за последният конкурс е участвал с 2 публикации с ИФ (№ 11 и

18 от общия списък, и които не влизат в сегашното кандидатстване). През тези години се е изявявал и като преподавател и ръководител на студенти във ФзФ на СУ.

Участвал е с доклади в 5 международни конференции. Има 3 едномесечни специализации в Германия. Изявява се като рецензент на 3 авторитетни международни списания. Получил най-престижната национална награда „Питагор“ за млад учен през 2022, също награда на ФзФ на СУ за най-добра докторска дисертация. Ръководил е проект към ФНИ, а също е бил участник в други 4 проекта към ФНИ. Заместник-делегат в управителния съвет на COST акция CA16214, “The multi-messenger physics and astrophysics of neutron stars (PHAROS)”, 2017 – 2021 г. Член на организационния комитет на: NewCompStar School 2017 - ”Neutron stars: theory, observations and gravitational waves emission”, София, България, 2017. Асоцииран член в LISA Consortium от ноември 2021 г.

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

Научната дейност на кандидата е научно-изследователска. Научната област се състои от модерни раздели на съвременната теоретична и математическа физика, и по-точно на общата теория на относителността и релятивистката астрофизика, което отговаря на спецификацията на конкурса.

**Съответствие** на научните трудове и постижения на минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за заемане на академичната длъжност „доцент“ в научната област и професионално направление на конкурса:

Кандидатът набира следните точки: група А : 50 точки за придобита степен доктор; група В (хабилитационен труд или еквивалентни публикации) : 100 точки от 4 работи с ИФ и Q1 – виж работи 1-4 от списъка на публикациите му (също Приложение 1); група Г (публикации извън тези от група В) : 210 точки от 9 работи с ИФ (от които 7 са Q1, по една Q2 и Q3 – виж работи 5-13 от списъка на публикациите му (също Приложение 1); (забележка: кандидатът дава номера от общия списък). група Д (цитирания) : 162 точки (изисквани 50) за работи № 1-13 (виж Приложение 2); група Е (научно ръководство и участие в проекти) : 44 точки (всъщност не се изисква за доцент).

**Общо набира 522 (А-Д) точки, при изисквани в националните изисквания 430 точки.**

**Спазено е** изискването на ФзФ точките да се набират от представените от кандидата 13 научни трудове за конкурса, които не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност. В общия списък от 18 труда тези 13 са под номера 1-3, 5-10, 12,13,15,16. (Кандидатът цитира други номера, но това не е съществено.)

**Спазени са** и другите изисквания на ФзФ: Успешно защитил дипломант – 3; брой публикации от група I през последните 3 години – има такива 3 при изискване минимум

1; брой публикации от група I в групи от показатели В и Г – има изискваните 7 ;  
h-фактор = 10 при изискван минимум 5.

Не ми е известно да има доказано по законоустановения ред плагиатство в представените по конкурса научни трудове. Тук може да се каже, че всичките му трудове са в най-реномирани международни списания и цитирани в такива списания, така че въпросът за плагиатството губи своя смисъл!

#### **4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата**

Кандидатът като преподавател към ФзФ има 1912 часа при минимум 540 часа съгласно изискванията на ФзФ.

#### **5. Съдържателен анализ на научните постижения на кандидата съдържащи се в материалите за участие в конкурса (Номерацията на работите е по списъка на кандидата.)**

Научните резултати, представени за конкурса са концентрирани върху моделирането на компактни обекти (черни дупки и неутронни звезди) и изследване на техните параметри и свойства в модифицирани теории на гравитацията. Също така са изследвани квазинормални моди (гравитационни вълни) на тези обекти и на пространство-времето около тях. Разглежданията се правят в различни модифицирани гравитационни теории, като се прави сравнение със съответните разглеждания в Айнщайновата обща теория на относителността (ОТО).

В работа 13 се изучава как бързото въртене влияе на връзката между нормализирания инерчен момент  $I$  и квадруполния момент  $Q$  за скаларизирани неутронни звезди. В работата е показано, че релацията  $I-Q$  е почти независима от уравнението на състоянието за скаларизирани бързо въртящи се звезди, но разликите с ОТО се увеличават в сравнение с бавно въртящия се случай. Като цяло, по-малките отрицателни стойности на куплиращия параметър на скаларното поле  $\beta$  водят до по-големи отклонения. Важна забележка е, че въпреки че нормализираната релация  $I-Q$  е доста сходна за скаларно-тензорните теории и ОТО, ненормализираният инерчен момент и квадруполният момент могат да бъдат много различни в двете теории.

В работа 12 се изучават осцилациите на неутронни и кваркови звезди в  $R_2$  гравитация. По-точно се изследват нерадиалните  $f$  моди и се изследват разликите с ОТО. Използвайки тези резултати, се изграждат няколко астеросейсмологични отношения на гравитационни вълни. Резултатите показват, че разликите, идващи от  $R_2$  гравитацията са до 10%, което ще бъде трудно да се наблюдава в близко бъдеще. От друга страна, малките отклонения в някои от астеросейсмологичните съотношения показват, че те са не само независими от уравнението на състоянието, но са и доста нечувствителни към гравитационната теория.

В работа 11 се изследват универсални съотношения между различни нормализации на инерчния момент и компактността на неутронни и кваркови звезди. Бавно въртящите

се, както и бързо въртящите се модели се изучават в ОТО,  $R_2$  гравитацията и скаларно-тензорните теории на гравитацията. Разглеждат се съотношенията инерционен момент-компактност за различни нормализации на инерционния момент. Показано е, че за всички изследвани случаи отклоненията от универсалността на уравнението на състоянието са малки за изследваните уравнения на състоянието. Оказва се, че в някои от случаите разглежданите отношения са до голяма степен и независими от теорията.

В работа 10 се разглежда явление наречено глич при младите пулсари, което представлява внезапно усилване на въртенето на пулсара. Предполага се, че то възниква от обмена на ъглов импулс между кората и вътрешността на звездата. Кората на неутронната звезда има кривина на пространство-време с 14 порядъка по-голяма от тази, изследвана при тестове на Слънчевата система. Това прави гравитацията най-слабият ограничен физичен параметър в процесите, свързани с кората.

В работата се изчислява съотношението на инерционния момент на кората към общия инерционен момент на неутронната звезди в скаларно-тензорна теория и непертурбативна  $R+aR^2$  гравитация. За първата теория е показано, че съотношението на инерционния момент на кората към този на ядрото не се променя значително от това, което е изведено в ОТО. За втората теория е показано, че съотношението се увеличава значително от това, което се очаква в ОТО в случай на обекти с голяма маса.

В работа 9 се изследват аксиалните квазинормални моди на неутронни звезди в  $f(R)$  гравитация с помощта на голям набор от уравнения на състоянието. Числените изчисления са направени с помощта на два различни подхода: извършване на еволюция във времето на уравненията на пертурбациите и решаване на независещото от времето уравнение като гранична задача.

Според резултатите честотите на модите и времената на затихване намаляват с увеличаването на свободния параметър в теорията в сравнение със случая на ОТО. Докато честотите се отклоняват значително от теорията на Айнщайн за всички реалистични маси на неутронни звезди, времената на затихване достигат непренебрежимо малки разлики само за по-масивните модели

В работа 8 се разглежда скаларно-тензорна теория на гравитацията с масивно скаларно поле със самодействие в потенциала. Така се получават значителни отклонения от ОТО в модели на неутронни звезди, които са в съгласие с наблюденията на бинарни пулсари.

В работа 7 се разглеждат квазинормалните моди на компактни обекти в няколко алтернативни теории на гравитацията, по-специално се разглеждат черни дупки и неутронни звезди със скаларна коса. Разглеждат се черните дупки в дилатон-Айнщайн-Гаус-Боне теория и в обобщената скаларна Айнщайн-Гаус-Боне теория. В последния случай възникват скаларизирани черни дупки, за които се изучава стабилността на различни решения. Обсъжда се съществуването на (ефективна)

минимална маса в тези модели и как спектърът от модите става по-богат в сравнение с ОТО, когато присъства скаларно поле. Обсъжда се ефекта на скаларната коса за реалистични модели на неутронни звезди. Тук се разглеждат R2 гравитацията, скаларно-тензорната теория, специфичен подсектор на теорията на Хорндески с неминимална производна връзка и дилатонна-Айнщайн-Гаус-Боне теория.

В работа 6 се изследват универсални съотношения между различни нормализации на инерчния момент и компактността на неутронните звезди в приближение на бавно въртене. Изследват се връзките в конкретен клас теории за масивни скаларно-тензорни теории със самодействие, за които се допускат значителни отклонения от ОТО за стойности на параметрите, които са в съгласие с наблюденията. Разглеждат се съотношенията момент на инерция-компактност за различно нормализиране на момента на инерция. Показано е, че за всички изследвани случаи отклоненията от универсалността на урвнението на състоянието са малки.

В работа 5 се изучават орбитални и епициклични честоти в масивни скаларно-тензорни теории (СТТ) със самодействащо скаларно поле. Изучен е радиуса на най-вътрешната стабилна кръгова орбита (НСКО), орбиталната и епициклични честоти на частица движеща се по кръгова орбита около неутронни звезди в такива теории. Показано е, че са възможни значителни отклонения от ОТО за стойности на параметрите съгласувани с наблюденията. Показано е, че радиусът на НСКО е винаги по-голям от съответния в ОТО, и че орбиталната и епициклична честоти са по-малки от тези в ОТО. Намерени са максималните девиация на свободните параметри в СТТ в сравнение с ОТО.

В работа 4 се разглежда разширена скаларно тензорна-Гаус-Боне гравитация с масивно скаларно поле. Числено е показано съществуването на черни дупки в Гаус-Боне за три различни форми на куплиращата функция, включително случая на спонтанна скаларизация. Извършено е систематично изследване на характеристиките на черните дупки като площта на хоризонта, ентропията и температурата за тези куплиращи функции и тези характеристики са сравнени с решенията на Шварцшилд. Въвеждането на маса на скаларното поле води до потискане на скаларното поле и увеличаването на тази маса доближава черните дупки до случая на Шварцшилд. За линейно и експоненциални куплиращи функции, ненулевата маса на скаларното поле разширява областта на съществуване на решения за черни дупки. По-големи отклонения от решението на Шварцшилд се наблюдават само при малки маси и тези разлики намаляват с увеличаване на масата на скаларното поле. Най-голямото отклонение от случая с безмасово скаларно поле се наблюдава при масите на черна дупка близо до точката на бифуркация.

В работа 3 се разглежда мулти-скаларно разширение на Айнщайн-Гаус-Боне гравитация с тримерно таргет пространство, а именно  $S^3$ ,  $H^3$  или  $R^3$  и в случай, когато изображението от пространство-времето към таргет пространството е нетривиално. Числено е показано съществуването на черни дупки в този клас модели за няколко Гаус-Боне куплиращи функции, включително случая на скаларизация. Систематично са изследвани и различни характеристики на черните дупки и пространство-времето около тях, като площта на хоризонта, ентропията и радиуса на фотонната сфера. За една от куплиращите функции са намерени скаларизирани черни дупки, които имат нетривиална структура.

В работа 2 са построени нови нетопологични, спонтанно скаларизирани неутронни звезди в мулти-скаларна Гаус-Боне гравитация с максимално симетрично таргет пространство и нетривиално изображение от пространство-времето към таргет-пространството. Теорията се характеризира с това, че за някои класове куплиращи функции, полевите уравнения позволяват решения с тривиално скаларно поле, които съвпадат с тези в ОТО. За определен диапазон от параметри тези решения губят стабилност и нови клонове от решения с нетривиално скаларно поле бифуркират от тривиалния клон.

В работа 1 се изучават аксиалните квазинормални моди на черни дупки със скаларна коса в Гаус-Боне гравитация с масивно самодействащо скаларно поле. Разглеждат се две функции, куплиращи скаларното поле към инварианта на Гаус-Боне, като една от тях води до скаларизация на черните дупки. Аксиалните пертурбации се изследват чрез времева еволюция на уравнението за пертурбациите и се изследва ефектът от масата на скаларното поле и константата на самодействие върху честотата на осцилациите и времето на затихване. Изследваме също така ефекта от ненулевия потенциал на скаларното поле върху критичната точка, при която уравнението на пертурбациите губи хиперболичност за скаларизирани черни дупки. Резултатите показват, че потенциалът на скаларното поле разширява диапазона от параметри, където се наблюдава такава загуба на хиперболичност, като по този начин свива областта на съществуване на стабилни черни дупки.

**Заклучение:** Всички приноси могат да се класифицират като получаване и доказване на нови факти. Резултатите определено обогатяват съществуващите знания, съответстват на съвременните постижения и представляват оригинален принос в науката. Особено трябва да се подчертае, че всички резултати са подкрепени от трудни числени изчисления подробно илюстрирани от съответни фигури. Резултатите намират широко отражение в трудовете на други автори – за работи № 1-13 има 162 цитата, а общо за всичките си работи има 416 цитата съгласно страницата на INSPIRE-HEP!

Работите на кандидата са колективни : има 1 работа с 1 съавтор, 3 работи с по 2 съавтори, 5 работи с по 3 съавтори, 2 работи с по 4 съавтора, 1 работа с 5 съавтора, 1 работа с 6 съавтора. За 9 от 13 работи представени за конкурса кандидатът оценява своя принос като съществен, като последното е потвърдено от чл-кор. Проф. дфн Стойчо Язаджиев.

#### **6. Критични бележки и препоръки**

Нямам критични бележки по научната същност на трудовете. Имам несъществена критична бележка само по оформяне на материалите за конкурса – номерацията на 13-те работи за конкурса в общия списък от 18 работи е неточна.

#### **7. Лични впечатления за кандидата**

Не познавам лично кандидата.

#### **8. Заключение за кандидатурата**

След като се запознах с представените в конкурса материали и научни трудове 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, Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за заемане от кандидата на академичната длъжност „доцент“ в научната област и професионално направление на конкурса. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Давам своята **положителна** оценка на кандидатурата.

## **II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Въз основа на гореизложеното, **убедено препоръчвам** на научното жури да предложи на компетентния орган по избора на Физическия Факултет при СУ „Св. Климент Охридски“ да избере Калин Вилиянов Стайков да заеме академичната длъжност „доцент“ в професионално направление 4.1. Физически науки (Обща теория на относителността и релативистка астрофизика) за нуждите на Физическия Факултет към Софийския университет „Св. Климент Охридски“.

28.8.2022г.

Изготвил рецензията: .....

(Професор, ДФН, Владимир Кръстев Добрев)