

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“
в професионално направление „4.1 Физически науки“,
за нуждите на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ),
Физически Факултет, обявен в ДВ бр. 63 от 30.07.2021 г.

Рецензията е изготвена от: **проф. дфн Светлана Йорданова Пачева**, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН (пенсионер), в качеството ѝ на член на научното жури по професионално направление „4.1 Физически науки“ в конкурса съгласно Заповед № РД-38-488 / 01.10.2021 г. на Ректора на Софийския университет.

За участие в обявения конкурс е подал документи **единствен кандидат**:
д-р Цветан Иванов Вецов, гл. асистент във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

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 е представил списък от общо **18** заглавия– повечето във водещи международни издания с висок импакт-фактор (IF) или с импакт-ранг (SJR). Сред тях **11** публикации са в квантил **Q1**, **1** публикация - в квантил Q2, **1** публикация -в квантил **Q3**, **1** - в квантил **Q4**, **3** публикации са IF и/или SJR и една публикация е глава от книга.

Също така са представени списък на независимите цитирания, списък на основните приноси, списък на научноизследователските договори - национални и международни, в които кандидатът е участвал/участва, справка за учебно-преподавателска заетост, справка за изпълнение на минималните национални изисквания по ЗРАСРБ, уверение за авторските приноси на кандидата от проф. дфн Радослав Рашков във съвместните им трудове и др. изисквани от закона документи. Представените за конкурса документи потвърждават, че научните достижения на кандидата удовлетворяват, и даже надвишават, минималните изисквания по ЗРАСРБ както и допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за академичната длъжност „доцент“.

2. Данни за кандидата

Цветан Иванов Вецов е роден през 1986 г. в гр. Разлог. Завършва висшето си образование във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ през 2011 г. по специалност „Теоретична и математическа физика“ със степен „магистър“, а през 2015 г. успешно защитава там дисертация на тема „Струнен подход към калибровъчните теории“ за научната и образователна степен „доктор“ под ръководството на проф. дфн Р. Рашков.

От 2015 г. досега е главен асистент към катедра „Теоретична физика“ на Физическия факултет. Има голям учебно-преподавателски опит. Под негово ръководство 3-ма дипломанти-бакалаври успешно са защитили бакалавърски тези съответно през 2016 г. (двама) и през 2018 г.

Участва активно общо в **14** научни проекта: **7** - финансирани от Националния Фонд „Научни изследвания“ (от тях на **1** е ръководител), в **1** международен проект с Руската Федерация, в **6** проекта финансирани от СУ „Св. Климент Охридски“ (от тях на **2** е ръководител). Бил е организатор на международното мероприятие „PhD Training Seminar-School “New Trends in High Energy Theory” във Физическия факултет през 2017 г.

Многократно е участвал в авторитетни международни конференции у нас и в чужбина, като на повечето е изнасял доклади.

3. Обща характеристика на научните трудове и постижения на кандидата

Тематиките на научните трудове на кандидата спадат към следните особено интензивно развивани понастоящем в световен мащаб области на съвременната теоретична и математическа физика – струнната теория на елементарните частици при свръх-високи енергии вкл. т.н. гравитационно-калибровъчнополева дуалност („холография“) и нейните приложения в следните области:

- (1) Гравитация, космология и теоретична астрофизика – физика на черните дупки в съвременните модифицирани гравитационни теории обобщаващи стандартната Айнщайнова обща теория на относителността;
- (2) Физика на кондензираните среди, по-конкретно ефекти на квантово сплитане на състоянията (entanglement entropy).

Въз основа на представените справки може с определност да се заключи, че:

- а) Научните трудове на кандидата отговарят на (и дори надвишават) минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответните допълнителни изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за заемане на академичната длъжност „доцент“ в научната област и професионално направление на конкурса „4.1 Физически науки“;
- б) Представените от кандидата научни трудове не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност;

в) Няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата

Като външен член на Научното жури мога да дам оценка на учебната и преподавателска дейност на кандидата въз основа на предоставената справка за преподавателската му заетост през годините 2017-2020. От този документ ясно се вижда, че кандидатът е имал средно над 400 учебни часа на учебна година, повечето от които – „присъствени“, както е актуално да се изразяваме днес, т. е. от над 1600 учебни часа за 4 години – около 1200 са били „присъствени“. При всички случаи 1600 учебни часа представляват доста голяма учебно- преподавателска натовареност. Тази заетост се изразява както във формата на лекционни курсове по актуални съвременни тематика в теоретичната и математическа физика (теория на елементарните частици при високи енергии и квантова теория на полето в присъствие на гравитация), също така и с водене на семинарни упражнения по базисни курсове за бакалаври.

В допълнение към тази дейност през 2016 и 2018 г. кандидатът е бил научен ръководител на трима дипломанти-бакалаври, които успешно са защитили своите бакалавърски тези.

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

Научните трудове на кандидата принадлежат към няколко актуални съвременни тематични направления в теоретичната физика:

(1) Информационна геометрия: ентропия на сплитане, метрика на Фишер

Тук влизат работи [6]- [9], [14], [18], [19], [21]-[23] от списъка „Публикации за доцент“. Информационната геометрия е област от теория на вероятностите и статистическата физика, която използва понятията и методите на диференциалната геометрия. Ентропията на сплитане (*entanglement entropy*) е мярка за свързаността на 2 взаимнодопълващи се подсистеми на дадена квантова система с много степени на свобода (напр., квантова спинова верижка, квантова теория на полето и др.); ентропията на сплитане има пряка аналогия с ентропията на черни дупки в гравитацията. Чрез ентропията на сплитане може да се пресметне информационната метрика на Фишер, която е специфична Риманова метрика върху статистически многообразия на класически и квантови системи. Ентропията на сплитане и метриката на Фишер са важен инструмент за изследване на термодинамичните свойства, вкл. поведението на системите в околност на точки на фазови преходи. В частност чрез нея могат да се идентифицират точките на фазов преход без да се използват параметри на порядъка (напр., наличието на точки на разходимост на скаларната кривина съответстваща на метриката на Фишер свидетелства за наличие на фазов преход).

(1А) метрика на Фишер

Едни от основните приноси на кандидата е прилагането на фундаменталния подход, основан на информационната метрика на Фишер, към изследване на термодинамиката на черни дупки в нетривиални разширения на класическата Айнщайнова обща теория на относителността. В работа [6] е разгледано разширение на гравитацията, съдържащо висши производни с цел включване на ефекти на „тъмна материя“ и „тъмна енергия“ на примера на 4-мерната статична черна дупка на Deser-Sarioglu-Tekin (DST). Главният резултат тук е подходяща модификация на термодинамиката на черната дупка на DST с цел отчитане на флуктуациите на параметъра на „тъмната материя“.

Подходът основан на информационната метрика на Фишер е приложен също и за пресмятане на физическите характеристики на 3-мерни черни дупки в контекста на „холографската“ гравитационно-калибровъчнополева дуалност (в случая, AdS_3/CFT_2 -съответствие)- именно: разгледани са въпросите за термодинамична стабилност, оценка на масата, непертурбативни корекции към ентропията. Термодинамичната информационна геометрия и условията за локална и глобална термодинамична стабилност са използвани за намиране на нетривиални ограничения върху централните заряди на дуалните квантови конформни теории.

Информационната метрика на Фишер е приложена също за изследване свойствата на динамиката на система от квантови струни в плоско-паралелен гравитационен фон – ентропията на сплитане в основното състояние, точките на фазов преход, които са идентифицирани чрез особените точки на римановата кривина на метриката на Фишер, типа взаимодействие, който се определя според знака на кривината.

Други съдържателни приложения на информационната геометрия са пресмятания на метриката на Фишер в дискретни системи като верижки от взаимодействащи осцилатори на Пайс-Уленбек с висши производни, и в холографски модели с нерелативистка симетрия в пространства на Шрьодингер, за които е доказана валидността на холографската дуалност. Нека отбележим, че групата на Шрьодингер е нерелативисткият вариант на конформната група и е група на симетрия на пространствата на Шрьодингер.

(1Б) Ентропия на сплитане

Пресметнати са ентропиите на сплитане в следните системи: (а) дискретни системи от квантови осцилатори с висши производни на Пайс-Уленбек; (б) струнни системи в плоско-паралелен гравитационен фон, в частност е изследвано поведението на ентропията на сплитане в различен брой пространствено-времеви измерения; (в) системи с кондензирана бозонна и фермионна материя – демонстрирана е ефективността на формализма на термодинамична полева динамика за пресмятане на съответната ентропия на сплитане; (г) дисипативни квантови системи – пресметната е в общ вид неравновесната ентропия на сплитане, показано е асимптотическото по време преминаване на неравновесна в равновесна ентропия.

(2) Физика на черните дупки и тъмни компактни обекти в астрофизиката

Тук влизат работи [6], [8], [15], [16] от списъка „Публикации за доцент“.

Изследвана е и съответно обобщена термодинамиката на DST черните дупки в 4-мерни модифицирани гравитационни теории за да се отчетат ефектите на „тъмна материя“, и за пръв път в литературата е пресметната масата на DST черната дупка.

Изследвана е термодинамиката на 3-мерна въртяща се черна дупка на Лифшиц в масивна гравитация, където са пресметнати съотношението на Смар за термодинамичните параметри и непертурбативните корекции към ентропията в резултат на флуктуации на макропараметрите на черната дупка.

В работи [15], [16] са разгледани оптичният образ на и видимият радиационен поток на тънък акреционен диск около статична гола особеност на Джанис-Нюман-Уиникър в случаите, когато (а) решението притежава фотонна сфера (работа [15]); (б) не притежава такава (работа [16]). Решенията са сравнени с решения, когато тънкият акреционен диск е около черната дупка на Шварцшилд, което позволява наблюденията да отличат двата случая – този с гола сингулярност от този с черната дупка на Шварцшилд. **Работа [15] е „златна“ – има най много цитирания – 27 според Web-of-Science.** В споменатите 2 работи кандидатът има определен принос към числено-графичното моделиране на релятивистки изображения на тънки акреционни дискове в силни гравитационни полета около тъмни компактни обекти.

(3) *Струнна теория и гравитационно-калибровъчнополева дуалност*

Тук влизат работи [17], [20], [11]- [13] от списъка „Публикации за доцент“.

Изучаването на струнната динамика в контекста на „холографската“ гравитационно-калибровъчнополева дуалност посредством квазикласическо квантуване на струни движещи се в нетривиални гравитационни пространствено-времеви фонове и с различни пространствено-времеви измерения е важна интегрална част от трудовете на кандидата със забележими собствени приноси. Тези работи могат тематично да се разделят на релятивистка [17], [20] и нерелятивистка холография [11]- [13]. Кандидатът е изследвал струнни решения от типове „шиповидни струни“, магнони и „пръчковидни струни“, при което са намерени явният вид на уравненията за движение, техните квазикласически решения и са пресметнати аномалните операторни размерности в съответната дуална квантовополева теория. Пресметнати са също и три- и четири-точковите корелационни функции на квантовополевите оператори в теорията дуална на пръчковидните струнни решения. **Нека отбележим, че публикация [17] има 23 независими цитирания според Web-of-Science и е “ на второ място“ след работа [15].**

(4) *Струнна T-дуалност и супергравитация*

Тук влизат работи [10], [20] от списъка „Публикации за доцент“.

T-дуалността (target-space duality) е фундаментална симетрия в струнната теория свързваща две струнни теории с различни геометрии на гравитационния фон, но с еквивалентни физически свойства. В това отношение особен интерес представлява изучаването на нови нетривиални решения с неабелева T-дуалност в контекста на супергравитационни теории.

Последните са нискоенергетични граници на суперструнните модели. По тази тематика кандидатът има съществен принос в: (а) Намиране на явния вид на неабелевите T-дуални трансформации за полетата от супергравитационния мултиплет; (б) Явен извод на неабелево T-дуално супергравитационно решение дуално на плоско-палелното решение в известния супергравитационен модел на Пилх-Уорнер.

Трудовете на кандидата са приноси в изследването и създаването на нови теоретични модели и нови методи за изучаване на фундаменталните закони на Природата.

Като обща оценка научните достижения на кандидата са приноси към многообхватната дългосрочна програма на учените в световен мащаб от областта на физиката на елементарните частици и високите енергии, астрофизиката и космологията за търсене на адекватни отговори за природата на такива фундаментални явления като наличието на допълнителни измерения на пространство-времето, суперсиметрия, "тъмна материя" и "тъмната енергия", струнни обединения на фундаменталните взаимодействия.

Резултатите на кандидата за конкурса са представени в **18** публикации в едни от най-реномираните списания в научната област на темата на конкурса: **JHEP, Phys. Rev. D, Eur. Phys.C, Nucl.Phys. B, J. Phys. A: Mathematical and Theoretical. 11** от тези публикации са в **Q1**, по 1 - в **Q2, Q3, Q4, 3** – в списания с **SJR** и една глава от книга. До датата на подаване на документите независимите цитирания според Web-of-Science са **81**, **h-индексът е 5**.

За пълнота ще отбележа, че според най-пълната в областта на теоретичната и математическа физика база данни INSPIRE-HEP към днешна дата кандидатът има **125** независими цитирания и **h-index 6**.

6. Критични бележки и препоръки

Нямам критични забележки. Тук бих подчертала положителните черти в дейността на кандидата: в своите научни изследвания той демонстрира умение да „превключва“ от една интересна тема в друга в широк диапазон от проблеми на теоретичната физика, като същевременно при решаването им успява да подбира адекватни подходи за анализи и методология. Хубаво впечатление прави и способността му да борави със сложен съвременен теоретичен и математически апарат.

7. Лични впечатления за кандидата

От личните ми контакти и обсъждания с кандидата, особено по време на общи конферентни участия и предходни наши съвместни проекти, съм останала с напълно положителни впечатления за него.

Заклучение 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 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 „4.1 Физически науки“.

Кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в даденото професионално направление ;не е налично плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Давам без колебание своята **положителна** оценка на кандидатурата.

II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на гореизложеното, **убедено препоръчвам** на научното жури да предложи на компетентния орган по избора във Физическия факултет при СУ „Св. Климент Охридски“ да избере **д-р Цветан Иванов Вецов** да заеме академичната длъжност „доцент“ в професионално направление „4.1 Физически науки“.

19.11.2021 г.

Изготвил рецензията:

проф. дфн Светлана Пачева