

**СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ**

БЪЛГАРИЯ, СОФИЯ 1164
БУЛ. "ДЖЕЙМС БАУЧЪР" 5
ТЕЛ.: +359 2 8161202
ФАКС: +359 2 962 5276



**SOFIA UNIVERSITY
FACULTY OF PHYSICS**

1164 SOFIA, BULGARIA
5 JAMES BOURCHIER BLVD.
TEL.: +359 2 8161202
FAX: +359 2 962 5276

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „доктор”

Автор на дисертацията: Боян Владимиров Лазов,
Редовен докторант в катедра „Теоретична физика” към Физическия факултет на
Софийския университет „Св. Кл. Охридски”, асистент в катедра „Математика“ към
Университета по архитектура, строителство и геодезия

Тема на дисертацията: *„Структура и свойства на статични пространствено-
времеви многообразия с особени повърхнини”*

Научен ръководител: проф. дфн Стойчо Язаджиев (ФзФ-СУ)

Рецензент: Христо Димов Димов, доктор, доцент в ФзФ на СУ

1. **Актуалност на дисертационната проблематика.**

Историята на истински променящите фундамента на науката открития показва, че физическата наука е рационална проекция на ирационалното изкуство, наречено математика. В този смисъл, даже от времето преди Нютон, насоченото към технологично развитие човешко общество(не казвам, че няма и друг модел на развитие на обществата), непрекъснато е било свидетел на неразривно сплетената симбиозно единна същност на математиката и физиката. Царицата на тази живото определяща симбиоза, без съмнение е теоретичната и математическа физика. Дълбоките резултати в теоретичната наука са дърпали и даже „телепортирали“ човечеството отвъд хоризонта на настоящото му мислене, формирали са нови философски концепции и парадигми, въвежда ли са изключително красиви по своите симетрийни конструкции и математическа дълбочина теории. Познавайки дисертанта Боян Лазов, съм дълбоко убеден, че именно красивата, но дълбоко мистична симбиоза между физиката и математиката, трудността и за усвояване и дълбокото чувство за кохерентност с Вселената, го е накарало да се занимава успешно с тази тежка тематика. Самият избор на научна група- силната група на професор Стойчо Язаджиев, вече е достатъчно добра научна атестация.

Безспорен е факта, че в технологично отношение(поне за близките години) човечеството е достигнало своя изкуствен ускорителен енергиен предел(LHC) и единствения източник на съществено променящи концепциите експериментални факти остават астрофизическите изследвания(естественния ускорител е

Вселената)- експериментални и теоретични. Те ни дават безценна информация на дълбинно мащабно ниво за структурата на материята и енергията и безвъзвратно водят към най-лелеяната мечта на теоретичната физика-единна (квантова)теория на всички известни полета. Именно в този най-широк контекст, на предният фронт на теоретичната и математическа физика, там където се осмисля теоретично фрапиращият съвременниците ни експериментален факт, за наличието на екзотична материя и енергия във Вселената, са и изследванията на Боян Лазов. Търсенето на фундаменталните принципи на физиката е много рисковано занимание. Такова е и всяко друго изследване на непознатото. Няма никаква гаранция за успех и често много възможности са безвъзвратно изгубени. Пътеводна светлина на физиката обаче, винаги са били експерименталните потвърждения на теориите. В това отношение, както казах, нещата са по-трудни от всякога.

Няма никакво съмнение, че резултатите в дисертацията могат да бъдат проверени(дори ретроспективно) с методите на гравитационно-вълновата астрономия(астрофизика), т.е. най-новият фундаментален експериментален подход във физиката, съществено основание за последната нобелова награда.

2. Обща характеристика на представената дисертация и научните приноси на дисертанта.

Пътят за теоретичното моделиране на експерименталните астрофизични резултати минава, разбира се през ОТО, но и отива извън нея в нейните логични и неминуеми разширения, каквито са и скаларно-тензорните теории. Поради силно нелинейната природа на полевите уравнения, дори и само в ОТО, търсенето на точни техни решения е тежка математическа задача, поради което всеки резултат за съществуване и единственост на такива решения е от неocenимо значение за математическата им и физическата им природа. Това дава и тласък на генерирането на нови физически идеи и концепции в астрофизиката и космологията, та дори и обогатява философските парадигми и категории. Известни в това отношение са екзотичните решения от типа черни дупки, червееви дупки(пространствено-времеви портали), фотонни сфери и свързаните с тях гравитационни лещи. Всички тези обекти имат интересни наблюдаеми свойства и сега е идеалното време за изучаването им, имайки предвид скорошното засичане на гравитационни вълни. Тази дисертация доразвива стари и установява качествено нови резултати за горните обекти(черни дупки, червееви дупки и фотонни сфери), като разширява математическия и физически модел до по-сложни системи от полеве уравнения, включващи електромагнитно и скаларно поле.

Дисертацията е написана на английски език и е разположена върху общо 80 страници. Структурното съдържание следва: една уводна глава; три обзорни глави (гл. 2-ра, 3-та и 4-та) с дефиниции на основните понятия и концепции, с по-подробно описание на теоретичните основи и методи по съответната тематика, включително кратък обзор на физическите и математическите аспекти и мотивация на изследванията по дисертационната тематика; оригиналните резултати се съдържат в обемните три последни глави-5-та, 6-та и 7-ма. Библиографията се състои от 50 цитирани из съдържанието на труда литературни източника.

Без никакво съмнение и по възможно най-компетентния начин, в своята уводно-обзорна част, Боян Лазов демонстрира, че добре познава както състоянието на проблемите, така и перфектно се ориентира в постигнатите досега теоретико-физически и математически резултати в световната литература.

Кратък преглед на основните понятия и конструкции от диференциалната геометрия на Римановите многообразия, вкл. геометрията на влагане на подмногообразия (хиперповърнини) е направен умело от автора във втора глава. Докато третата глава е синтезирано описание на основите на динамиката върху Риманови (пространствено-времеви) многообразия – полевите уравнения на Айнщайн за гравитационното поле, уравнения на геодезическите (динамика на пробни частици в гравитационно-полеви фон), симетрии (Килингови вектори), основни свойства на фотонните сфери и пространствено-времеви портали(макар и още не наблюдавани експериментално) в най-простия сферически симетричен статичен случай на Шварцшилдова геометрия. Дисертантът показва умения да акцентира и в четвъртата глава, в която описва основните физически и математически аспекти на мотивацията и важността на изследванията в общия случай на съществуване, класификация и единственост на решения с фотонни сфери и пространствено-времеви портали.

Разбира се, най-тежката от гледна точка на използвания математически апарат част са 5-та, 6-та и 7-ма глава, където са разгънати оригиналните резултати(приноси) в дисертацията. В синтезиран вид, те могат да се формулират в три съществени основни пункта:

(А) Дефинитивни приноси: (1) обобщение на дефиницията за фотонна сфера за статични, асимптотически плоски решения на Айнщайн-Максуел полеви уравнения без и със скаларно поле; (2) нова изчистена дефиниция за статична, асимптотически плоска проходима червеева дупка, решение на уравненията на Айнщайн-Максуел- дилатонна гравитация, с фантомно скаларно поле и евентуално фантомно електромагнитно поле с взаимодействие между двете.

(В) Доказване на теореми за единственост: (1) единственост на решения от тип статични, асимптотически плоски пространствено-времеви многообразия на Айнщайн-Максуел, притежаващи неекстремална фотонна сфера, които са изометрични на стандартно пространствено-времево многообразие на Райснер-Нордстрьом, при определено ограничение върху величините на масата и електричния товар; (2) единственост на решения за статични, асимптотически плоски, проходими пространствено-времеви портали(червееви дупки) в Айнщайн-Максуел дилатонна гравитацията, съдържащи фантомно скаларно поле и, евентуално, фантомно електромагнитно поле.

(С) Класификационни приноси: решен е проблемът за класификация на статични, асимптотически плоски решения с фотонна сфера в Айнщайн-Максуел дилатонна гравитацията . В случая на неекстремална фотонна сфера е доказано, че тези решения са сферично-симетрични и се описват еднозначно от три параметъра – маса, електричен заряд и скаларен „дилатонен заряд“, определени от серия неравенства.

Гореспоменатите оригинални резултати говорят недвусмислено за съществени приноси на предния фронт на съвременната гравитационна теория, а и не по-малко важно, за приноси в доразвиване на приложните методи на съвременната диференциална геометрия, като чисто математическа теория.

3. Наукометрични данни и значимост на резултатите.

Оригиналната част от дисертацията се базира на общо **4 работи: 3 импактни статии**, всичките публикувани във водещите световни списания с висок импакт-фактор: *Classical and Quantum Gravity*, *Physical Review D* и *Physics Letters B*, и една публикация в сборник трудове на **14-тата Marcel Grossman Meeting**- изключително престижна в света конференция по гравитация.

Резултатите са докладвани и на три авторитетни международни конференции- *Compact Stars and Black Holes*, Тюбинген, Германия, 2015; 14-тата *Marcel Grossman Meeting on General Relativity and Gravitation*, Рим, Италия, 2015; 19-тата *International Conference Geometry, Integrability and Quantization*, Варна, 2017; и на 3-тия Национален конгрес по физически науки.

Трябва да отбележа уверението на научния ръководител, че дисертанта има несъмнено съществен принос, особено в дълбоката математическа част, с приложенията на методите на съвременната диференциална геометрия, което му прави чест.

Съгласно INSPIRE HEP(през arXiv.org) се забелязват **14 независими цитирания**(при това от водещи в областта учени), което надхвърля съществено изискуемите за присъждане на образователната и научна степен „доктор“.

Това говори за ценността на изследванията и на значимостта на получените резултати в областта на гравитационната теория в световен мащаб, както от физическа гледна точка за гравитация в режим на силни гравитационни полета, така и от математическа, за изясняване на ролята на специалните (особени) хиперповърнини в класификацията и теоремите за единственост на физически интересните решения в гравитационните теории. Малко хора в България биха могли да се похвалят с такива резултати.

4. Педагогическа дейност на дисертанта.

Наред с научната, дисертантът Боян Лазов има и значима за възрастта си педагогическа дейност. Помня, че той води упражнения по векторно и тензорно смятане, както и упражнения по електродинамика към катедрата по Теоретична физика на ФзФ, като докторант. Понастоящем (вече година), Боян е асистент към катедра Математика към УАСГ - София, където води цялата палитра от упражнения по различните математически дисциплини за инженери. От студенти и колеги, а и от лични контакти знам, че той има усет към преподаването и се справя блестящо. В това отношение, такъв тип хора като него са изключително ценни и ще стават все по-малко.

5. Лични впечатления.

Познавам Боян Лазов още от студент втори курс. Водил съм му упражнения и лекции по Теоретична механика, Квантова теория на полето и даже не помня още какво. Тяхната група беше много силна, а за мен удоволствието да общувам с тях ме караше да надхвърлям далеч каноничния програмен материал и да импровизирам в час. После, това общуване с Боян продължи и в нашите научни семинари по Теоретична и математическа физика към катедрата. Винаги съм водил доста нестандартни и интересни научни дискусии с него. Наред с приложната, той има определено дълбок афинитет към доста абстрактна математика, което личи и от сегашните му увлечения по теория на множествата, които наскоро докладва на семинара.

В консуматорският свят с изключително деформирана научна политика, която толерира наглия и нахалния имитиращ на науката посредственник, а negliжира и даже мачка дълбокия интелект, който по правило е скромнен и ненапорист, чест прави на Боян, че се е посветил на такива тежки фундаментални изследвания. Заниманията с теоретичната и математическа физика по своята същност, са посвещение в „монашество“ и рядко вече има младежи като Боян Лазов, които следват тази отдаденост. В този контекст, те са изключително полезни за обществото ни, защото го дърпат напред.

6. Забележки.

Критични забележки по съществуващото към научните резултати нямам. Бих отбелязал обичайните неточности в превода на някои термини, но това не е от значение на фона на общото отлично впечатление от дисертацията и автореферата.

7. Заключение.

Дисертацията и авторефератът са подготвени съгласно изискванията в рамките на редовния срок на докторантурата. Авторефератът адекватно отразява съдържанието на дисертацията. Представените 3 копия на публикации на дисертанта, отразяват съществено съдържанието на дисертацията.

Изискванията за публикационна активност и разпространение на резултатите на дисертанта са напълно удовлетворени и даже по тегло на значимост и дълбочина далеч надхвърлят обичайните за ФзФ, страната и което е по-важно, много водещи чужди университети.

Очевидно е и умелото боравене от страна на дисертанта с дълбок математически апарат, на най-fino ниво.

В трудовете на асистент Боян Лазов са получени ценни нови за науката резултати в изключително актуалната сред физици и математици област на съвременното познание, гравитационната теория и свързаната с нея приложна диференциална геометрия. Резултатите му са високо оценени от най-видни световни специалисти, с което авторът им е заел и своето място сред тях. В същото време, той има и достойна преподавателска дейност. Безспорно, професионалните му изяви издигат българската теоретична и математическа физика на високо международно ниво.

Въз основа на всичко казано по-горе считам, че ас. Боян Лазов е изграден високо ерудиран млад учен и убедено препоръчвам на уважаемото жури да му присъди образователната и научна степен “доктор”.

29.03.2018 г.

Рецензент:



(доц. д-р Христо Димов)