

# РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна  
степен „доктор“

**Автор на дисертационния труд:** Деница Стайкова

докторант във Физическия факултет на Софийски университет „св.  
Кл. Охридски“

**Тема на дисертационния труд:** Аналитични и числени методи за  
изучаване на астрофизични обекти

**Научен ръководител:** доц. др. Пламен Физиев (ФзФ-СУ)

**Рецензент - член на научното жури:** доц. др. Михаил Стоилов  
(ИЯИЯЕ-БАН)

## 1. Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е написан на английски език и е с обем от  
129 страници. Съдържа общо 5 глави, апендикс и библиография от

151 заглавия. Трудът започва с резюме, посвещение и благодарности и завършва със списък на основните приноси и списък на авторските публикации, на които се основава материалът в дисертацията. Глави от 1 до 3 са с уводен и обзорен характер. Оригиначните резултати на докторанта са в глава 4 и апендикса. Дисертацията се базира на 4 статии в списания с импакт фактор, 3 е-принта и 8 доклада на конференции.

Общото ми впечатление е, че дисертанта е компетентен по тематиката на тезиса. Избраният метод на работа съответства на поставените изследователски цели. Използвани са съвременни подходи от теоретичната физика и математиката, като функции на Хойн за описание на пертурбации на вакуумни решения на общата теория на относителността и числени методи за решаване на системи от функционални уравнения.

Авторефератът е изготвен съгласно изискванията и правилно отразява както съдържанието, така и основните научни приноси на дисертационния труд.

## **2. Актуалност на дисертационната тематика**

Изследванията върху пертурбации на фонове гравитационни решения спадат към една от най-активно развиваните области в съвременната физика на черните дупки и приложението ѝ в астрофизиката. Разработването на нови методи за решаване на системи функционални уравнения също е задача, която винаги ще бъде на дневен ред.

Актуалността на темата на дисертацията е въвн от съмнение.

## **3. Кратка характеристика на основни научни приноси**

Основните приноси в дисертацията могат да се категоризират като:

- а) потвърждаване с нови средства на известни научни резултати.
- б) доказване с нови средства на съществени нови страни на

съществуващи научни проблеми и теории.

в) получаване и доказване на нови научни факти.

г) разработване на нови методи за изследване.

Накратко най-съществената част от тези приноси се заключава в следното:

Подглава 4.1 е посветена на гравитационните квази-нормални (затихващи) моди на Шварцшилдова черна дупка. Тези моди могат да се опишат от две различни уравнения - на Редже-Уилър и на Тюколски. За пръв път е направено сравнение на съответните честоти когато за точното решаване на въпросните уравнения се използват изродени функции на Хойн. Резултатите са сумирани в таблица 4.1. Направено е и сравнение с известните в литературата резултати базирани на приближено решаване на уравненията. Детайлно е обсъдено съществуването на т.нар. алгебрично специална мода.

Подглава 4.2 е посветена на електромагнитните квази-нормални моди при въртяща се черна дупка. Това е най-сложния случай, разглеждан в дисертационния труд, за който е разработен специален метод за числено решаване на съответната система уравнения. Където е било възможно, сравнението на получените резултати с известните от литературата такива показва съвпадение в най-ниските нива и съществени отклонения при по-високите. Работата свършена по тази подглава е огромна и многоаспектна.

Подглава 4.3 е посветена на електромагнитните струи от въртяща се черна дупка. Разликата от предишната подглава е в различните гранични условия, които удовлетворяват съответните решения. Внимателно е проследена и анализирана (както и в предишната подглава) еволюцията на съответните честоти в зависимост от въртенето на черната дупка. Анализирана е и разликата между квазинормалните и струйните моди.

Апендиксът съдържа изложение на числения метод, използван при решаването на физичните задачи от глава 4.2. Методът представлява двумерно обобщение на методът на Мюлер. В предложеното обобщение на всяка стъпка от итерацията едно от изследваните уравнения се линеаризира и решава, след което следва еднократно или двукратно прилагане на едномерния Мюлер.

Спецификата на използваните функции и на метода за числено намиране на техните корени са довели до използването на т.нар. в тезиса  $\epsilon$ -метод. Целта на метода е да осигури оставането върху един и същи лист на изследваните функции, докато методът на Мюлер търси решението.

#### **4. Публикации и тяхното отражение в литературата**

Резултатите в дисертацията са публикувани общо в 4 научни статии и 3 е-принта. Посочено е и участие с доклади на 8 конференции, но

не е посочено дали са публикувани. Една от статиите е в *Physical Review D*, една е в *Astrophysics and Space Science*, две са в *Bulgarian Astronomical Journal*.

## **5. Значимост на приносите за науката и практиката**

Представените в дисертационния труд резултати са ценни в теоретичен аспект като независим тест на провежданите изследване върху пертурбации на клас от фонови метрики. Използването на функции на Хойн съдържа в себе си потенциала това да са най-добрите резултати по квази-нормални и струйни моди, по които другите да сравняват постиженията си. Главната ценност на изследванията обаче е в приложимост им към тълкуването на експерименталните данни от планирани или вече действащи големи международни гравитационни и гама обсерватории.

## **6. Лични впечатления**

За съжаление нямам.

## 7. Забележки

Някои от графиките могат да бъдат и по-добри. Има и такива (за щастие много малко) които могат да са много по-добри. Фигура 4.11 е същата като 4.10.

Особен интерес представлява фиг. 4.6. На нея, освен всичко друго, е изобразена бифуркация на резултата в зависимост от избора на  $\epsilon$ . Това може да е много хубаво ако показва нова физика, но може и да е много лошо ако е артефакт на използваният числен метод. Изясняването на този въпрос би трябвало да е с голям приоритет.

## 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впечатлението ми от дисертацията е, че резултатите в нея са нов и нетривиален принос към на физиката на черните дупки. Много е вероятно предложените решения да са от съществено значение за понататъшното развитие на дадената област. Демонстрирано е много добро познаване както на основите, така и на съвременното развитие на тематика, а също и завидни умения за работа с научен софтуеър. Публикация в елитно списание като *Physical Review D* е красноречива оценка на положения труд.



За мен няма съмнение, че приносите на дисертацията значително надвишават обичайните изисквания за присъждане на образователната и научна степен „доктор“.

Въз основа на горенаписаното убедено препоръчвам на високоуважаемия Факултетен съвет на Физическия факултет на СУ „Св. Кл.Охридски“ да присъди на Деница Стайкова образователната и научна степен „доктор“.

19.1.2012

М. Стоилов