

## РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд  
за придобиване на образователната и научна степен “доктор ”  
в област на висше образование:

4. Природни науки, математика и информатика  
професионално направление: 4.5. Математика  
научна специалност: -01.01.13 - Математическо моделиране и  
приложение на математиката

Автор: Павлина Христова Атанасова

Тема: “Числени методи и алгоритми за изследване на нелинейни параметрични задачи във физиката ”

Научен ръководител: проф. д-мн Тодор Любенов Бояджиев

Рецензент: проф. д-мн Евгени Христов Христов, ФМИ, СУ

### Предмет на рецензиране

Представените материали съдържат:

1. Дисертационен труд;
2. Автореферат на дисертацията;
3. Молба от Павлина Христова Атанасова до Ректора на ПУ "Паисий Хилендарски";
4. Заповед № РЗЗ/261 от 1.02.2002 г. на Ректора на ПУ за записване на Павлина Христова Атанасова в редовна докторантура с научен ръководител доц. д-р Тодор Любенов Бояджиев - ФМИ на СУ;
5. Заповед № РЗЗ - 2899 от 23.11.2005 г. на Ректора на ПУ за отписване на Павлина Христова Атанасова от редовна докторантура с право на защита;
6. Протокол от 1.09.2003 г. за проведен изпит по специалността от индивидуалния план по научната специалност 01.01.13 Математическо моделиране и приложение на математиката на Павлина Христова Атанасова с оценка Отличен 6.00;
7. Ксерокопие на диплома серия ПУ - 2001, № 000467, рег. № 2938 - М от юли 2001 г. за образователно-квалификационна степен "магистър" по специалност "Математика и информатика ";
8. Протокол № 051/ 30 март 2011 г. на КС за готовността на кандидата за предварително обсъждане;
9. Заповед № РЗЗ - 960 от 08.04.2011 г. за разширяване на КС във връзка с предварителното обсъждане на дисертационния труд на тема “Числени методи

и алгоритми за изследване на нелинейни параметрични задачи във физиката ” на Павлина Христова Атанасова:

10. Протокол № 052/12 април 2011 г. на КС за предварително обсъждане на дисертационния труд на тема “Числени методи и алгоритми за изследване на нелинейни параметрични задачи във физиката ” на Павлина Христова Атанасова:

11. Протокол № 053 / 27 април 2011 г. на КС за промяна в състава на научното жури за защита на дисертационния труд на тема “Числени методи и алгоритми за изследване на нелинейни параметрични задачи във физиката ” на Павлина Христова Атанасова:

12. Творческа автобиография на Павлина Христова Атанасова:

13. Списък на публикациите по темата на дисертацията;

14. Списък на всички научни трудове и участия в проекти;

13. Декларация на Павлина Христова Атанасова за оригиналността на приносите в дисертационния труд ;

1. Дисертацията е с обем 145 стр. и литература от 149 заглавия. Състои се от увод и три глави. Авторът на дисертацията Павлина Христова Атанасова е завършила с отличен успех висшето си образование във ФМИ на Пловдивския университет „ Паисий Хилендарски,, Понастоящем е асистент към катедрата по приложна математика и моделиране към ФМИ, ПУ.

2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно - приложно отношение.

Дисертационният труд е свързан преди всичко с така наречения ефект на Джозефсон, предсказан от Джозефсон още на студентската скамейка през 1962 г. на основа на теорията на свръхпроводимостта и експериментално потвърден от американските физици Андерсон и Роуел през следващата 1963 г. Ефектът се състои в протичането на свръхпроводящ ток през плосък слой диелектрик, разделящ два свръхпроводника. За това откритие Джозефсон получава през 1973 г. Нобелова премия по физика. Откриването на ефекта на Джозефсон е оказало съществено влияние на съвременната физика като между другото е позволило да се уточни стойността на константата на Планк, да се конструират свръхчувствителни датчици за магнитно поле, а също така в перспектива да се създадат бързодействащи компютри с много нисък разход на енергия. Математическото моделиране на явленията, протичащи в един джозефсоновски контакт продължава да бъде актуална задача, привличаща вниманието и усилията на много изследователи.

3. Обзор на съдържанието и резултатите в дисертационния труд.

Контактите на Джозефсон се описват с уравнението на синус-Гордон, последвало уравнението на Кортевег-де Фриз, интегрирането на което се извършва с метода на обратната задача за оператора на Шурм-Лиувил. Направеният в Увода на дисертацията обзор показва добро познаване от страна на дисертанта на солитонната проблематика. Цитирани са над 100 литературни източници, вклю-

чващи основните изследвания в тази област.

Изследванията се базират на съвременен математически апарат от областта на диференциалните уравнения и числените методи и без съмнение са солидна теоретична основа за числено изследване на решенията в джозефсонови структури.

В гл.1 е изложена общата схема, по която се строят числените методи за изследване на солитонните уравнения в дисертацията. Основно внимание е отделено на станалия вече традиционен за ОИЯИ непрекъснат аналог на метода на Нютон, предложен в известната работа на Гагурин. Даден е и кратък исторически обзор на развитието на теорията на устойчивостта на решенията на нелинейни диференциални уравнения, започвайки от класическите работи на Ляпунов. Особено място е отделено на важната за дисертацията теория на устойчивостта по част от променливите.

Основната цел на глава 2 е математическото моделиране на статическите разпределения на магнитния поток в дълги джозефсоновски контакти, отчитайки втората хармоника в разлагането в ред на Фурие на джозефсоновския ток, съответното уравнение се нарича 2SG уравнение. За анализ на устойчивостта на всяко конкретно разпределение на магнитния поток се поставя в съответствие спектрална задача на Щтурм-Лиувил, където на нулево собствено значение съответства бифуркация по един от параметрите. Численото решаване на съответната нелинейна гранична задача се извършва посредством непрекъснатия аналог на метода на Нютон. За решаване на линеаризираната задача за съответната нютонова итерация са използвани два диференчни метода - метод на сплайн-колокациите и метод на Нулееров, които имат различен ред на точност, съответно  $O(h^2)$  и  $O(h^4)$  върху равномерни мрежи. Получените дискретни задачи ( системи линейни алгебраични уравнения с тридиагонални матрици) се решават с метода на прогонката. Точността на приближените решения на изходната нелинейна задача, получени при използване на двата диференчни метода, е изследвана чрез пресмятания върху вложени мрежи. По този начин са намерени основните разпределения на магнитния поток и е изследвана устойчивостта относно параметрите на модела. Проведено е и сравнение с резултатите за традиционния модел за ДК от типа свръхпроводник-диелектрик-свръхпроводник.

В трета глава се разглежда модела на двуслоен симетричен джозефсоновски контакт, описван чрез система от две синус-Гордон уравнения. Моделът на динамиката на двуслойни стекове се развива следвайки известната работа на Сакай, Бодин и Педерсън. За геометрията на магнитния поток в статични разпределения е получена едномерна (по пространствената променлива  $x$ ) система от две нелинейни уравнения. Численото решение на системата се извършва по аналогия с втората глава с НАМН. Ще отбележа, че асоциираната задача на Щтурм-Лиувил е линейна, нелинейността се получава добавяйки условието за нормировка на собствената функция. Построени са бифуркационните криви за магнитния поток в джозефсоновския контакт. Особено ще отбележа показаното качествено съвпадение на глобалната критична крива (като обвивка на бифуркационните криви)получена по числен и експериментален път. За заслуга на кандидата намирам и създаването на програма на езика на Fortran, използвана за

изследването на моделите, разгледани в последните две глави на дисертацията.

#### 4. Приноси на дисертационния труд

В допълнение към отбелязаните по-горе приноси моменти искам да отбележа, че представения труд има цялостен характер и никъде математическите разглеждания не са самоцелни, а са насочени към изясняване на физическата същност на разглежданите структури. Положително впечатление прави физическата интерпретация на получените числени резултати. Представените в дисертацията математически резултати допринасят за изясняване влиянието на различни параметри върху протичането на процесите в джозефсонови контакти.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани.

Основните резултати по дисертацията са публикувани в 6 статии в реферирани списания, 1 съобщение на ОИЯИ и 1 в сборник на конференция. Статиите са съвместни с научния ръководител на дисертанта проф. Т. Бояджиев. Съвместните публикации са естествени в тази проблематика. Няма приложен списък от забелязани цитирания.

6. Нямам критични забележки по същество. Заглавието на дисертацията би могло да бъде малко по-конкретно.

7. Авторефератът правилно и точно отразява основните резултати, получени в дисертацията.

**8. Заключение** Оценката ми за дисертационния труд, автореферата, научните публикации и научните приноси на ас. Павлина Христова Атанасова е положителна.

Представеният дисертационен труд отговаря напълно на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилника за развитие на академичния състав на ПУ "П. Хилендарски".

Постигнатите резултати ми дават основание да предложа убедено да бъде присъдена образователната и научна степен "доктор" на Павлина Христова Атанасова в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.5. Математика, научна специалност: -01.01.13 - Математическо моделиране и приложение на математиката.

28 май 2011 г.

/проф. Евгени Христов/