

СТАНОВИЩЕ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“
по област на висше образование 4. Природни науки и информатика,
професионално направление 4.5 Математика,
докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката

Автор: **Стефани Апостолова Панайотова**

Тема: **Математическо моделиране и компютърни симулации на нелинейни
многопараметрични физични задачи**

Член на научното жури: проф. д.н. Снежана Георгиева Гочева-Илиева,
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Факултет по математика и
информатика

1. Общо представяне на процедурата и докторанта

Със заповед на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ), РД-21-658/01.04.2022 г. съм определена за член на научното жури по процедурата за защита на дисертационния труд на Стефани Апостолова Панайотова, редовен докторант към катедра Математически анализ при Факултета по математика и информатика (ФМИ) на ПУ. По решение на първото заседание на НЖ съм натоварена да подготвя становище. Своевременно получих всички необходими документи, които приемам без забележки.

Стефани Панайотова е млад учен, родена през 1993 година. Завършва висше образование във ФМИ на ПУ „Паисий Хилендарски“ по специалността Информатика с дипломна работа в областта на джозефсоновите контакти (ДК), а след това продобива и квалификация за учител по математика. Продължава обучението си като магистър по Приложна математика във ФМИ на ПУ и защитава дипломна работа в научното направление на ДК. В двете фази на обучението си тя работи под ръководството на доц. д-р Павлина Атанасова.

От 1918 година е редовна докторантка във ФМИ. Обучението ѝ се осъществи съгласно одобрения учебен план. Част от работата ѝ по задачите от дисертационния труд бе извършена в съвместни изследвания със специалисти от Обединения институт по ядрени изследвания (ОИЯИ) в Дубна, Руска федерация. Тук ще отбележа и множество подготвени и изнесени от Стефани Панайотова доклади на специализирани конференции, както и активното ѝ участие в няколко научни проекта в това международно сътрудничество, също и в проекти, финансирани от ФМИ на ПУ. На два пъти е спечелила конкурс и е участвала като изследовател в националната програма „МЛАДИ УЧЕНИ И ПОСТДОКТОРАНТИ“. Научните ѝ резултати са публикувани в общо 14 публикации, 2 от които са преди зачисляването ѝ в докторантура.

Като студентка и докторантка Стефани Панайотова е била хонорувана преподавател и е провела семинарни занятия със студенти бакалаври на ФМИ по

дисциплините: Софтуерни системи по математика за специалност Бизнес математика, 1-ви курс, редовно обучение (2016/2017); Изчислителна математика 2 за специалност Бизнес математика, 4-ти курс редовно обучение (2018/2019); Компютърни числени методи за специалност Информатика, 4-ти курс редовно обучение (2019-2021).

2. Актуалност на тематиката и познаване на проблема

Подготвеният дисертационен труд на Стефани Панайотова е изцяло в областта на докторската програма по Математическо моделиране и приложение на математиката. Решават се специфични нелинейни задачи, свързани с джозефсонови контакти чрез приложение на числени методи и компютърни симулации, както и чрез методи на аналитичното моделиране. Избраната тематика продължава да е актуална в теоретичен и в приложен аспект. В качеството ми на съръководител на докторантката считам, че тя успя да навлезе в областта на физиката на ДК и постигна добро познаване на изследваните проблеми. В същото време, придоби полезен опит за работа във водещ по темата международен колектив от учени от ОИЯИ - Дубна.

3. Обща характеристика и оценка на резултатите и приносите на дисертационния труд

Представеният дисертационен труд на Стефани Панайотова е в общ обем от 113 печатни страници. Включва увод, четири глави, заключение и библиография от 99 източника, и декларация за оригиналност по чл. 27, ал. 2 от Правилника за приложение на Закона за развитието на академичния състав в Република България. Основните постигнати резултати, включени в дисертацията, са публикувани в 8 статии. От тях 3 - в списание Техника и технологии, Научни трудове на Съюза на учените в България – клон Пловдив, 2 статии от международни конференции, реферирани в БД на Scopus (SJР) и WoS (Clarivate), 1 статия в списанието Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters (JETP Letters), IF 1.412 (Q3), и 2 статии в трудове на международни конференции. Една статия в списание е самостоятелна.

Актуалността на тематиката и специфичните задачи, свързани с ДК са представени в увода. Определени са основната цел и задачите на дисертационния труд. По-точно: „Цел на дисертационния труд се явява изследването и получаването на нова фундаментална информация за електродинамичните процеси в джозефсонови структури, и системи в свръхпроводящата спинтроника.“

Глава 1 е реферативна и няма приносен характер. Тук са дадени кратки сведения за методите, използвани в изследванията.

Глава 2 представя резултати по три задачи от динамиката на джозефсоновите контакти. Разглежда се математическият модел на разпределението на магнитния поток $\phi(x,t)$, представляващ параметрична гранична задача с двойно синус-Гордън уравнение в полуилицата $(x, t) \in (-l, l) \times (0, \infty)$ и гранични условия на Нойман. Втората задача е за моделиране на динамиката на магнитния момент за наноманит в

близост до джозефсонов контакт, описана с начална задача за обикновено диференциално уравнение (ОДУ) от 2-ри ред. Особеност на този модел е наличието на малък параметър, както и други три физични параметъра, което изисква прецизиране на използваните числени методи. Представени и анализирани са резултатите от проведените числени симулации. Третата задача изследва динамиката на магнитните моменти по пространствените координати на джозефсонов контакт, сведена до гранична задача за твърда система ОДУ, зависеща от пет физични параметри. Проведени са числени експерименти и е получена времевата зависимост на динамиката между наномангнитните моменти. Изследвана е магнитната прецесия в зависимост от параметрите, ефектът на Капица-Пендулум за смяна на направлението на магнитния момент и други физични феномени. Задачите от глава 2 са решени числено с помощта на собствен интерактивен потребителски софтуер в средата на Wolfram Mathematica. Предоставени са възможности за прилагане и сравнение на решенията със стандартни явни числени методи от типа на Ойлер, Рунге-Кута и Рунге-Кута-Фелдберг. Коректността на симулационните резултати е установена с такива, получени от други автори за определен набор от параметри.

Глава 3 е посветена на числено изследване на магнитната прецесия в джозефсонов контакт под влияние на външен ток с приложение в свръхпроводящата спинтроника. Моделът се описва с начална задача за многопараметрична твърда нелинейна система ОДУ. Задачата е решена числено с неявния метод на Гаус-Лежандър и явния метод на Рунге-Кута, като е показана по-голямата ефективност на неявния метод. Изследван е ефектът на магнитното обръщане в зависимост от магнитния момент чрез токов импулс в ϕ_0 -джозефсонов контакт, установени са условията за периодичност в появата на интервали на обръщане на магнитния момент с промяна в параметъра на свързване на спин-орбита, параметъра на затихване на Хилберт и съотношението на енергията на Джозефсон към магнитната енергия. Направен е анализ на времето за проявление на магнитно обръщане. Числената реализация и резултатите от симулациите са получени в среда на C ++, с паралелни изчисления. Съпоставени са частично и с резултати на други автори.

Последната **Глава 4** съдържа някои частни аналитични решения и числено изследване на разпределението на магнитния поток на системи от дълги джозефсонови контакти. Задачата се описва с двойното синус-Гордън уравнение при гранични условия на Нойман. Обобщават се отделни числени резултати за стационарни решения в зависимост от разсейването и втората хармонична, получени от други автори. За случая на нулев външен ток в стационарния случай е изведен напълно интегрируем модел, базиран на вариационен принцип с косинусов потенциал. Получени са в явен вид солитонни аналитични решения за разпределението на магнитния поток в краен интервал. На база на изведеното уравнение за пълната енергия е направен анализ и са пресметнати и изобразени различни фазови портрети в зависимост от стойностите на различни параметри на

задачата. Теоретичните резултати в тази глава би следвало да се представят във вид на теореми.

Приемам формулираните приноси на дисертационния труд. По същество те могат да се характеризират като научни и научно-приложни с получаване на потвърдителни и нови факти от приложната област на изследването. Считам, че получените резултати са оригинални и на достатъчно добро научно ниво, а участието на докторантката Стефани Панайотова в съвместни публикации - като равностойно.

Авторефератът съответства на съдържанието на дисертационния труд.

Декларирам, че не открих наличие на плагиатство.

4. Критични бележки и препоръки

Нямам съществени забележки. Препоръчвам в последващи изследвания да се формулира ясно типа на твърдост на разглеждания тип диференциални задачи (относно неизвестните функции, началните условия и/или параметрите), както и условията за оценка на грешката при прилагане на подобрите числени методи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

След преглед на дисертационния труд, автореферата и останалите документи, мога да заключа, че са изпълнени всички законови предпоставки, включително минималните национални изисквания и допълнителните изисквания на Факултета по математика и информатика на ПУ „Паисий Хилендарски“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. Получени са нови научни и научно-приложни резултати в областта на моделиране на нелинейни процеси във физиката. На база на това, общата ми оценка за получените резултати и приносите на дисертационния труд на Стефани Апостолова Панайотова е **положителна**. Убедено предлагам на уважаемото научно жури по процедурата за защита да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Стефани Апостолова Панайотова по професионалното направление 4.5 Математика, докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката.

Дата: 16.05.2022 г.

ЧЛЕН НА НАУЧНОТО ЖУРИ:

/проф. д.н. С. Гочева-Илиева/