

СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд

за придобиване на образователна и научна степен „доктор”

в професионално направление: 4.5 Математика,

по научна специалност: 01.01.13

Математическо моделиране и приложение на математиката

Автор: Иван Георгиев Христов

**Тема: Числено изследване на статични и динамични режими
в многослойни джозефсонови контакти**

Научни консултанти: проф. д.м.н. Стефка Николаева Димова,

проф. д.м.н. Тодор Любенов Бояджиев

Изготвил становището: проф. д.м.н. Стефка Николаева Димова

Анализ на научните и научно-приложни постижения в дисертационния труд. Представеният дисертационен труд е посветен на численото изследване на математическите модели на процесите в свръхпроводници от джозефсонов тип, така широко използвани в съвременните технологии и с още по-голяма перспектива за използване в бъдеще. Той съдържа 106 страници, разпределени в Увод, три глави и цитирана литература (73 заглавия).

Уводът представлява едно достъпно и за неспециалисти въведение във физиката на свръхпроводниците от Джозефсонов тип. Обосновани са актуалността и методологията на изследванията в дисертационния труд, формулирани са ясно целите му.

В **Глава 1** е изложен обобщеният математически модел на процесите в многослойни джозефсонови контакти (МДК), който отчита индуктивното и капацитивното взаимодействие между слоевете.

След обосновка на необходимостта от разглеждане на стационарната задача, в **Глава 2** са изследвани статичните режими в МДК. Основен резултат тук е намирането на критичните зависимости външно магнитно поле – външен ток, които обуславят прехода на МДК от стационарен в динамичен режим. Резултатите за еднослоен контакт са не само ключ за разбирането на критичните зависимости в МДК, а имат и самостоятелно значение. Зависимостите 1.-5. между дължината на контакта и интервалите на устойчивост на съответните статични решения, формулирани на стр. 53, са оригинален резултат, получен в числения експеримент. Тук е изучено и явлението, забелязано във физически експерименти и наречено “Current locking”, при което слоевете преминават едновременно в динамичен режим. Ще отбележа още един интересен резултат – оказва се,

че преходът на физическата система от едно стационарно състояние в друго стационарно състояние при нулев външен ток, увеличаващо се магнитно поле и фиксирани други параметри, следва някаква вътрешна, строга последователност.

Глава 3 е посветена на динамичната задача. Тук са изследвани детайлно два механизма на кохерентно движение на флюксоните – свързано (bunched fluxons) и във фаза (in-phase), които са предпоставка за получаване на силно терахерцово излъчване от многослойните контакти. Не е известно до сега да са получени резултати за свързани флюксони в линейна геометрия на МДК. В рамките на индуктивния модел е направено задълбочено параметрично изследване на прехода от едно свързано състояние в друго при нулево външно магнитно поле за различен брой N на слоевете в МДК. В случая на приложено външно магнитно поле е направено изследване по параметрите N и S (параметър на индуктивното взаимодействие) и фиксирани други параметри, при които съществуват in-phase движещи се флюксони във всички слоеве. Важен резултат е установената устойчивост на in-phase-състоянието относно малки случайни смущения. Ще отбележа и изследването на влиянието на капацитивното взаимодействие за съществуването на in-phase-състояния на МДК.

Достойнство на дисертационния труд е и направеното параметрично изследване в Грид, когато задачите при фиксиран набор параметри са независими и изчисленията могат да се проведат паралелно. Това е дало възможност да се получи един от най-ценните за мен резултати в дисертацията – този, че in-phase-състоянието се реализира при произволни начални смущения и следователно е вътрешно свойство на физическата система. От друга страна намирането на областта в равнината (външен ток, външно магнитно поле), където in-phase-състоянието се реализира при произволни начални данни, може да даде много ценна информация при физическите експерименти за търсене на силно терахерцово излъчване.

Получаването на всички тези практически важни резултати е станало възможно благодарение на използването на подходящи числени методи, умелото им съчетаване, щателно верифициране, създаване на тяхна основа на ефективни алгоритми и програмна реализация, включително паралелни изчисления в Грид.

За решаване на стационарните задачи – многопараметрични системи нелинейни ОДУ с неединствени решения, е използван НАМН в съчетание с МКЕ. Върху редица от вложени равномерни мрежи по метода на Рунге е показан четвърти ред на сходимост (свръхсходимост) на метода при използване на квадратични крайни елементи. МКЕ е използван и за свеждане на матричната задача на Щурм-Лиувил до алгебрична спектрална задача, за която е приложен методът на итерации по подпространства. Тук също е показана свръхсходимост (от ред 4) на метода при използване на квадратични елементи.

За решаване на нестационарните задачи – многопараметрични системи нелинейни ЧДУ от хиперболичен тип – са използвани явни методи с втори ред на точност. Конструирани са алгоритми за пресмятане на различни физични величини, необходими при изследването на процесите – напрежения, съпротивления, скорости на флюксоните, както и за построяване на волт-амперни характеристики, на зависимости скорост на флюксоните-ток и т.н.

Приноси на дисертационния труд. Приносите на разработения от Иван Христов дисертационен труд са: успешно съчетаване на подходящи съвременни числени методи за решаване на нелинейни многопараметрични стационарни, нестационарни и спектрални

задачи; създаване на алгоритми и програми по тях; провеждане на детайлен числен експеримент за изследване на процесите в дълги многослойни джозефсонови контакти; получаване на нови, оригинални резултати за изследваните процеси.

Общо описание на публикациите, които отразяват дисертационния труд. По темата на дисертационния труд е публикувана 1 статия в списание: Int. J. of Multiphysics (с SJR от 2011); 8 статии в рецензирани поредици: 3 в Lect. Notes of Comp. Sci. (SJR = 0.284, 0.295, 0.307, H = 118), 4 в AIP Conference Proceedings (SJR = 0.148, 0.146, 0.168, 0.162, H = 29), 1 в Billetin of PFUR, Series Mathematics и 1 в сборника BGSIAM'10 Proceedings. Работите са съвместни с единия или двамата консултанти, като приносят на Иван Христов е поне равностоен. Резултатите са докладвани на 9 международни конференции в България (7), Норвегия (1), Русия (1), на BGSIAM'10 (1) и на Пролетната научна сесия на ФМИ, 2011 г. Няма сведения за цитиране на публикуваните работи.

Авторефератът е на 39 стр. и отразява правилно съдържанието на дисертационния труд.

Лични впечатления. Познавам Иван Христов от 2005 г., когато беше студент в Магистърска програма Изчислителна математика (МП ИМ) и мой дипломант. С дипломната си работа той навлезе в тематиката, свързана с изследване на процесите в свръхпроводници от Джозефсонов тип. Като асистент в кат. ЧМА той продължи успешно тази тематика и през 2009 г. беше зачислен като докторант на самостоятелна подготовка. С удовлетворение заявявам, че в работата си той беше винаги задълбочен и изпитваше до най-малки детайли всичко, с което се занимава – от изпитите в МП ИМ, през дипломната работа и упражненията, които води на студентите, до представения дисертационен труд.

Забележки и препоръки. Има изключително малко печатни грешки в текста на дисертацията. Препоръчвам дисертацията да бъде качена в ArXiv.org, а резюме на резултатите да бъде публикувано в авторитетен физически журнал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Оценката ми за дисертационния труд, автореферата, научните публикации и научните приноси на гл ас. Иван Георгиев Христов е изцяло положителна.

Представеният дисертационен труд отговаря напълно на съвкупността от критерии и показатели за придобиване на образователна и научна степен „доктор” съгласно изискванията на ЗРАСРБ, неговия Правилник и Правилниците за условията и реда за придобиване на научни степени на Софийския университет и на Факултета по математика и информатика на СУ.

Постигнатите резултати ми дават основание да предложа да бъде присъдена на **Иван Георгиев Христов образователната и научна степен „доктор”** в професионално направление: 4.5 Математика, научна специалност: 01.01.13 – Математическо моделиране и приложение на математиката.

03.09.2014 г.

Подпис:

София

/ проф. д.м.н. Стефка Николаева Димова/