

СТАНОВИЩЕ

във връзка със защита на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен “доктор”.
Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика;
Професионално направление: 4.5. Математика;
Научна специалност: “Математическо моделиране и приложения на
математиката”.

Тема на дисертацията: *“Изследване на динамиката на модели Клетъчно Невронни Мрежи възникващи в биологията и екологията”*

Автор: Мая Маркова Стоянова – задочен докторант към секция “Диференциални уравнения и математическа физика” при ИМИ на БАН,

Научен ръководител: проф. дмн А. Славова

Автор на становището: Йорданка Панева-Коновска, доцент, доктор по математика

Настоящото становище е изготвено на основание Заповед №: 154 от 01.04. 2013 на ДИРЕКТОРА на ИМИ – БАН във връзка със защита на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен “доктор” по научна специалност “Математическо моделиране и приложения на математиката”.

Като член на научното жури разгледах документите на кандидата, включващи: автобиография (1 стр.), справка за приносите в дисертацията (1 стр.); списък на научните публикации на кандидата (1 стр.); научни публикации (7 бр.); дисертационен труд (1 бр. – 171 стр.) и автореферат (1 бр.-50 стр).

Представените документи и материали са оформени старателно и дават възможност за обективна и пълна оценка на кандидата в съответствие с изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му, както и Правилниците на ИМИ и БАН.

1. Биографични бележки

Мая Маркова Стоянова е завършила Русенския университет „Ангел Кънчев” през 2002г. и е придобила степен магистър по специалността „Компютърни системи и технологии”. Започва кариерата си през същата година, като води курсове по компютърна грамотност за начинаещи, работи като продавач-консултант за компютърна и офис техника и консумативи, а от 2004 г. е системен администратор в Русенския университет „Ангел Кънчев”. От 01.01.2005 г. е зачислена за задочен докторант в ИМИ - БАН.

2. Обща характеристика, наукометрични показатели и апробация на представените трудове

Мая Маркова Стоянова е представила 7 статии, свързани с темата на дисертационния труд. Всичките са публикувани в реномирани наши и чужди списания и просидингси от конференции на английски език, както следва: WSEAS Trans on Mathematics, в глава от книгата "Recent advances in dynamics and control of neural networks" - Cambridge Scientific Publishers, International Journal of Neural Networks and Applications, Доклади на БАН, Просидингсите Proceedings of the General Assembly of URSI 2011, IEEE, CNNA 2006 и BGSIAM 2010. Представените трудове са публикувани в съавторство с научния ѝ ръководител, а две от тях са в съавторство с трети автор.

Част от резултатите по дисертацията са получени в изпълнение на договор ДИД 02/15, финансиран от Националния Фонд Научни Изследвания на тема „Комбиниран подход с метод на гранични интегрални уравнения и клетъчно невронни мрежи за анализ на пиезоелектрични материали с пукнатини”. Числените резултати и компютърните симулации са получени с програмните продукти MATLAB и Maple.

Не успях да намеря информация за цитиране, но считам, че е налице добра апробация на резултатите от дисертационния труд. Това заключение се подкрепя и от списъка с

докладванията на резултатите на различни семинари и форуми, а именно: конференциите BGSIAM 2008 – 2011г., семинара по диференциални уравнения и приложения в ИМИ, БАН през 2008г. и на отчетните сесии на Секция Математическа физика на ИМИ, БАН през 2011г.

3. Описание и анализ на получените резултати

Дисертационният труд е в обем от 171 стандартни страници формат А4 и включва съдържание, въведение, 5 глави, всяка от които е разделена на точки, 2 приложения, съдържащи множество симулационни резултати и графики, заключение и списък на цитираната литература със 122 заглавия. В него се изследва динамичното поведение на клетъчно невронни мрежи (КНМ), описващи процеси от биологията и екологията.

Основни методи на изследванията са метода на описващата функция и метода за локалната активност. Основното приложение на метода на описващите функции е за прогнозиране на граничните цикли в нелинейни системи. В дисертацията е разработен алгоритъм за изучаване динамиката на КНМ, който е базиран на метода на описващите функции. Той е основан на описание на линейна система чрез комплексни функции, като честотният израз е заменен от диференциално уравнение. Другият метод прилаган в изследванията се базира на принципа на локалната активност. А именно, КНМ асоциирана с хомогенна не консервативна (т.е. не без загуби) среда не може да показва модели или структури на разсейване, освен ако клетките или връзките между тях са локално активни. Предмет на изследване в дисертацията са системи на реакция-дифузия, описващи реални процеси от биологията и екологията. Разглеждат се основно нелинейни частни диференциални уравнения (ЧДУ), които се апроксимират върху архитектурата на полиномиални КНМ на реакция-дифузия. Решенията на тези КНМ модели имат четири основни свойства: 1) непрекъснати са във времето; 2) непрекъснати и ограничени са по стойности; 3) непрекъснати са по взаимодействащи параметри; 4) дискретни са в пространството. В дисертационния труд подробно е изучено явлението хистерезис. Това е специален тип зависимост с памет между входния и изходния сигнал. Хистерезисът е важен в моделирането на биологичното развитие, тъй като според наблюденията, индуктивните сигнали съществуват само в определен времеви интервал от развитието. Той ускорява измененията в клетъчното ядро и поражда диференциация, които не се връщат когато сигналът е спрял.

Разгледани са следните задачи.

- Описани са основните уравнения на КНМ на реакция-дифузия. Представен е механизъм за моделиране на уравненията на реакция-дифузия с КНМ, като са показани КНМ модели на четири добре познати ЧДУ на реакция-дифузия- FitzHugh-Nagumo ЧДУ, Brusselator ЧДУ, Meinhardt-Gierer ЧДУ, Oregonator ЧДУ (глава 1). Представени са уравненията, описващи полиномиални КНМ, които се прилагат в дисертацията за моделиране на някои уравнения възникващи в биологията.
- Подробно е изучен методът на локалната активност (глава 1), който по-нататък в дисертацията се използва за изследване на динамиката на съответните модели.
- Моделирани са рецепторни КНМ, които описват морфогенеза и са предимно модели на реакция-дифузия предполагайки наличието на дифузионна субстанция. Построен е КНМ за прост модел на лиган-рецепторен комплекс, описан от динамична система състояща се от три уравнения (глава 2). Нейната динамика се изследва с метода на описващите функции. Показано е съществуване на периодични решения на КНМ модела и са направени компютърни симулации.
- Изучени са рецепторни КНМ модели с хистерезис. В дисертацията е направен подробен анализ на явлението хистерезис. Изучени са математическите модели на основните хистерезисни оператори. Разгледан е рецепторен модел с хистерезис, в който производството на лигани и използването на ензими е представено чрез

допълнително обикновено диференциално уравнение (ОДУ) с хистерезис (глава 3). Построен е КНМ модел за тази задача и е изучена неговата динамика с метода на описващите функции. Направени са компютърни симулации, показващи, че можем да имаме градиенто-подобно решение за плътността на свободните рецептори (стоящи вълни), което е стабилно във времето или пространствено-времево решение осцилиращо във времето.

- Изучени са КНМ модели с приложения в биологията. Представени са биологични модели за едновидови популации, модели на системи хищник-жертва и уравненията на Lotka-Volterra (глава 4). Разгледана е система на Lotka-Volterra, която моделира общност от три взаимодействащи популации. За нея е построена полиномиална КНМ и е построен конструктивен алгоритъм за определяне на областта наречена граница на хаоса. Направена е и компютърна симулация на тази област.
- Изследва се разпространението на вълни в КНМ с приложения в екологията. Изучена е структурата на решенията от типа бягащи вълни на КНМ с приложения в екологията – бягащи вълни в КНМ с частично линеен изход и в КНМ с идеализиран изход. Построен е модел с КНМ на вълна цунами и е изследвана неговата динамика с цел предсказване на това природно явление (глава 5). Предложеният модел е на движението на водата преди пристигането на цунами вълната. Построени са решения на този модел от типа бягащи вълни. Направени са компютърни симулации на модела, които показват зараждането и разпространението на вълни от такъв вид.
- Разглежда се взаимодействието на физическия обект-квант от магнитен поток, наречен флуксон. Изследва се модифицираното уравнение на Sine-Gordon и за него се построява КНМ архитектура (глава 5). Изучава се взаимодействието на флуксон-антифлуксон и два флуксона. Направена е компютърна симулация на двата вида взаимодействие, която потвърждава получените теоретични резултати.

4. Полезност и приложимост на получените резултати в дисертацията

КНМ технологиите, вдъхновени първоначално от нервната система, скоро се присъединяват към генетичните алгоритми, а наскоро и към алгоритмите вдъхновени от имунния отговор. Освен това съвременните постижения в разкриването на схемата и многоканалните аспекти на ретинната обработка вдъхновява няколко нови алгоритмични принципа.

Възможни приложения на получените в дисертацията резултати са при моделирането на реални процеси, възникващи в приложенията, като например системи наподобяващи мозъка, клетъчно вълновите компютри. В последните години КНМ широко използват така наречените генетични алгоритми, които позволяват да се моделират такива системи като ДНК, имуен отговор, ретина, сензори и др.

Друго възможно приложение на разглежданите модели КНМ, което произтича от невробиологията, имунологията или генетиката, е извличането на функционалните принципи, наречени био-вдъхновени принципи. Такива са принцип на двойната вълна, който произтича от операции вътре в ретината, принцип на многоканалния опонент, принцип на имунния отговор, и др. Всички тези процеси се описват от КНМ на реакция-дифузия, които подробно са изучени в дисертацията от гледна точка на тяхното динамично поведение.

5. Лични впечатления

Познавам докторантката от участието ѝ в конференциите BGSIAM.

6. Принос в колективните публикации

Приемам, че във всички представени работи участието на дисертантката Мая Маркова Стоянова е равностойно на това на нейните съавтори.

7. Критични бележки и препоръки

Съществени критични бележки и препоръки нямам.

8. Заключение

Приемам претенциите на автора на дисертационния труд за неговите приноси. Намирам, че авторефератът отразява правилно съдържанието на разработката. Считаю, че са изпълнени всички критерии и условия и кандидатът Мая Маркова Стоянова отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за прилагането му, както и на специфичните изисквания съгласно Правилниците на ИМИ и БАН.

Изброеното ми дава основание за положително заключение относно качествата на дисертационния труд **“Изследване на динамиката на модели Клетъчно Невронни Мрежи възникващи в биологията и екологията”** и положително заключение относно качествата на неговия автор Мая Маркова Стоянова за придобиване на образователна и научна степен “доктор” в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика; професионално направление: 4.5. Математика; научна специалност: “Математическо моделиране и приложения на математиката”. Предлагам на почитаемото научно жури да гласува присъждане на образователна и научна степен “доктор” на Мая Маркова Стоянова.

София, 7 април 2013 г.

Подпис:

(доц. д-р Й. Панева-Коновска)