

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Цветомир Василев
за дисертационния труд
на Мая Маркова Стоянова
на тема:

Изследване на динамиката на модели Клетъчно Невронни Мрежи възникващи в биологията и екологията

за присъждане на образователната и научна степен “доктор”
по научната специалност

"Математическо моделиране и приложения на математиката"
научен ръководител: проф. дмн Анжела Славова

1. Общо описание на дисертационния труд и на приложенияте към него материали

Представеният за рецензиране дисертационен труд е с обем 171 страници и съдържа въведение, 5 глави, две приложения, заключение, списък от използвана литература. Представени са също и автореферат от 50 стр., списък от 7 публикации по дисертационния труд. Не е изготвена справка за известните цитирания на тези публикации.

Изложението на дисертационния труд обхваща: съдържание, въведение – 5 стр., Глава 1. Въведение в полиномиалните Клетъчно Невронни Модели (КНМ) – 22 стр.; Глава 2. Рецепторни КНМ – 22 стр.; Глава 3. Рецепторни КНМ с хистерезис – 19 стр.; Глава 4. КНМ в биологията – 38 стр.; Глава 5. Разпространение на вълни в КНМ с приложения в екологията – 31 стр.; Приложения – 21 стр.; Заключение – 8 стр.; Списък на цитирана литература – 10 стр. Структурата и изложението съответстват на методичните указания за разработване на подобен род трудове. Считам, че съдържанието на дисертацията и приложенияте материали отговарят на изискванията за ЗРАС-РБ и Правилника за неговото приложение.

2. Актуалност на проблема

През последните две десетилетия невронните мрежи са използват за решаване на редица задачи в различни области на човешката дейност. Клетъчно-невронните мрежи (КНМ) са нов клас невронни мрежи, въведени за пръв път от Leon Chua и Lin Yang през 1988 г. Те използват решетка от нелинейни динамични вериги, които са свързани по между си, в резултат на което се предава голямо количество информация в реално време. За някои конкретни случаи, като например системите на реакция-дифузия, уравненията на КНМ са много близки до пространствената дискретизация на нелинейни частни диференциални уравнения, които моделират механизмите на структурното формиране в биологията и екологията.

Следователно, темата за изследване на КНМ на реакция-дифузия, описващи реални процеси от биологията и екологията е актуална и резултатите могат да намерят широко приложение.

3. Познание състоянието на проблема

Авторът владее добре английски език и е ползвал 122 литературни източника, като всички те са на латиница. Отсъствието на източници на кирилица по дадената тема е оправдано, тъй като клетъчно-невронните мрежи са сравнително нов клас невронни мрежи и дори български учени, работещи в тази област, предпочитат да публикуват своите резултати по въпроса на английски език.

Всички литературни източници са цитирани в текста при въвеждането на клетъчно-невронните мрежи и тяхната архитектура, при описание на рецепторни КНМ с хистерезис, при анализа на КНМ с приложение в биологията и екологията и на тяхна база са разработени основните приноси на настоящата работа.

Всичко това показва изчерпателно познание на актуалното състояние на проблема.

4. Подход и решение на проблема

Уводът на дисертационния труд дефинира целта, предмета на изследване, задачите и описва накратко какво се разглежда в следващите глави на дисертацията.

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. В дисертационния труд подробно е изучено явлението хистерезис. Той е важен при моделирането на биологичното развитие, тъй като според наблюденията, индуктивните сигнали съществуват само в определен времеви интервал от развитието.

В Глава 1 са описани 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.

Глава 2 е посветена на моделиране на рецепторни КНМ. Разгледани са системи на реакция-дифузия в съчетание с обикновени диференциални уравнения. Дефинирани са три класа решения - класически, меки и слаби решения.

Глава 3 разглежда рецепторни КНМ модели с 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 ОДУ с хистерезис. Направени са компютърни симулации, които показват, че е възможно съществуването на градиенто-подобно решение за плътността на свободните рецептори, което е

стабилно във времето или пространствено-времево решение осцилиращо във времето.

Глава 4 разглежда КНМ модели с приложения в биологията. Представени са биологични модели за едновидови популации, модели на системи хищник-жертва и уравненията на Lotka-Volterra. Построени са КНМ модели на две уравнения и е изучена тяхната динамика с метода на описващите функции. Направена е и съответна компютърна симулация.

В Глава 5 се изучава разпространението на вълни в КНМ с приложения в екологията. Построен е модел на вълна цунами с използване на КНМ и е изследвана неговата динамика с цел предсказване на това природно явление. Предложеният модел е на движението на водата преди пристигането на вълната. Построени са решения на този модел от типа бягащи вълни. Направени са компютърни симулации на модела. Изучени са взаимодействията на флуксон-антифлуксон и два флуксона. Направена е компютърна симулация на двата вида взаимодействие, която потвърждава получените теоретични резултати.

5. Достоверност на получените резултати

Авторът показва добро познаване на състоянието на проблема, използва съвременни методи и средства за експерименталното тестване на получените резултати чрез съвременни софтуерни продукти. Това ми дава основание да твърдя, че получените резултати са достоверни.

6. Автореферат

Авторефератът започва с обща характеристика на дисертационния труд, като обосновава актуалността на разглежданата тема, формулира основната цел, предмет на изследване и задачи на работата. Мотивирани са полезността и приложимостта на получените резултати в дисертацията и е описана тяхната апробацията. Съдържанието правилно отразява съществените моменти от дисертационния труд, приносите и публикациите по дисертацията. Смятам, че авторефератът отговаря на приетите изисквания за представяне на дисертационни трудове. Според мене би било полезно да се представи и резюме на английски език.

7. Основни приноси

Основните резултати на дисертационния труд могат да се обобщят в следните основни приноси:

- 1) Моделирани са рецепторни КНМ, които описват морфогенеза, като са използвани системи на реакция-дифузия в съчетание с обикновени диференциални уравнения. Дефинирани са три класа решения - класически, "меки" и слаби решения. Построена е КНМ За прост модел описващ лиган-

рецепторен комплекс (глава 2). Показано е съществуване на периодични решения на КНМ модела и са направени компютърни симулации.

- 2) Предложен е рецепторен КНМ модел с хистерезис, в който производството на лиганди и използването на ензими е представено чрез допълнително обикновено диференциално уравнение (ОДУ) с хистерезис (глава 3). Направени са компютърни симулации, показващи, че съществува градиенто-подобно решение за плътността на свободните рецептори (стоящи вълни), което е стабилно във времето или пространствено-времево решение, осцилиращо във времето.
- 3) Представени са биологични модели за едновидови популации, на системи хищник-жертва и уравненията на Lotka-Volterra (глава 4). Построена е полиномиална КНМ за система на Lotka-Volterra, която моделира общност от три взаимодействащи популации, и е разработен конструктивен алгоритъм за определяне на областта наречена граница на хаоса. Направена е и компютърна симулация на тази област.
- 4) Предложен е модел с КНМ на движението на водата преди пристигането на вълна цунами и е изследвана неговата динамика с цел предсказване на това природно явление (глава 5). 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.
- 5) Моделирано е взаимодействието на физическия обект - квант от магнитен поток, наречен флуксон. Построена е архитектура на КНМ с модифицираното уравнение на Sine-Gordon (глава 5). Направена е компютърна симулация на двата вида взаимодействие, която потвърждава получените теоретични резултати.
- 6) Представен е механизъм за моделиране на уравненията на реакция-дифузия с КНМ, като са показани модели на четири добре познати ЧДУ на реакция-дифузия: FitzHugh-Nagumo ЧДУ, Brusselator ЧДУ, Meinhardt-Gierer ЧДУ, Oregonator ЧДУ (глава 1). Представени са уравнения, описващи полиномиални КНМ, които се прилагат за моделиране на някои процеси в биологията.

8. Личен принос на автора

Описанието на дисертацията и публикациите по нея говорят за основен личен принос на автора за получаване на резултатите от настоящата работа.

9. Анализ на публикациите по темата на дисертацията

По дисертацията са направени 7 публикации, като всички са на английски език. Три от тях са в международни реферирани списания, две са представени на международна конференция и две са публикувани в трудовете на конференции в България с международно участие.

Броят на публикациите е напълно достатъчен за дисертационен труд. Не са представени данни за цитиране на някоя от тях.

От тези публикации личи, че изследванията на Мая Маркова Стоянова са представени достатъчно широко пред научната общественост у нас и в чужбина и че дисертационният труд е дело на дисертанта.

10. Критични бележки и препоръки по дисертацията

1) Въпреки че в глава 1 са описани основните уравнения на КНМ на реакция-дифузия и на полиномиалните КНМ, не е направен литературен преглед на подобни изследвания на КНМ с приложение в биологията и екологията.

2) Би било полезно, ако в началото на работата освен списъци на използваните фигури и таблици има и списък на използваните съкращения.

3) Според мен приносите не са формулирани добре, от което губи докторанта. В становището съм предложил редакция, която според мен е по-добра.

4) Предлагам приложенията да бъдат изнесени след заключението.

5) Авторефератът не е форматиран според стандарта 30 реда по 60 символа на ред.

6) Препоръчително е в автореферата да се представи и резюме на дисертацията на английски език.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Посочените критични бележки и препоръки имат основна цел подобряване на бъдещата научноизследователска работа на докторанта и не омаловажават достоинства на работата.

Считам, че представеният за рецензиране дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за РАС и му давам обща **положителна** оценка.

Предлагам на докторанта Мая Маркова Стоянова да бъде присъдена образователната и научна степен "**доктор**" по научната специалност "*Математическо моделиране и приложения на математиката*".

17.04.2013 г.

Рецензент:

/доц. Цв. Василев/