

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертация за придобиване на научната степен **“доктор на науките”**

област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика,
професионално направление 4.5. Математика (Математическо моделиране и приложение на математиката),

от **проф. д-р АНГЕЛ БОРИСОВ ДИШЛИЕВ**

на тема: **„Математическо моделиране и оптимизация на прекъснати процеси“**

РЕЦЕНЗЕНТ: ГАНИ ТР. СТАМОВ, ТУ-СОФИЯ

1. Общи положения и биографични данни

Тази рецензия е написана в съответствие със заповед № Р-ОХ-253/29.06.2018 г. на Ректора на ХТМУ – София доц. д-р инж. М. Георгиев и решение на първото заседание на Научното жури по процедура за придобиване на научна степен **“доктор на математическите науки”** по посочената по-горе заповед. При написване на рецензията са спазени изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилниците за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на научни длъжности ХТМУ.

По посочената процедура получих следните документи:

1. Заявление до Ректора на ХТМУ – София с дата 04.06.2018 г. от проф. д-р Ангел Борисов Дишлиев за откриване на процедура за публична защита на посочения дисертационен труд;
2. Професионална автобиография (Curriculum Vitae);
3. Копие от дипломата за висше образование - магистър по математика;
4. Копие от дипломата за придобита образователна и научна степен „доктор“ (кандидат на математическите науки);
5. Списък на публикациите на проф. д-р Ангел Борисов Дишлиев:
 - по дисертацията за придобиване на научна степен **“доктор на науките”**;
 - всички публикации;
 - за придобиване на научна и образователна степен **“доктор”**;
 - за заемане на академичната длъжност **“доцент”**;
 - за заемане на академичната длъжност **“професор”**;
 - невключени в горните процедури за придобиване на научни степени и академични длъжности;
6. Дисертационен труд;

7. Автореферат на дисертационния труд;
8. Публикации по дисертацията;
9. Списък със цитирания:
 - на публикациите по дисертацията;
 - от дисертации, числови данни и класификации по статии;
10. Автореферат на дисертация „Върху качествената теория на диференциалните уравнения с импулси“ за получаване на научната степен „доктор“.

От представената професионална биография на дисертанта проф. д-р Ангел Борисов Дишлиев се вижда, че той е роден на 21.02.1954 г. в гр. Средец и придобива образователна и квалификационна степен „магистър по математика“ през 1979 г. в СУ „Св. Климент Охридски“ със специалност математическо моделиране. През 1990 г. защитава докторска дисертация на тема „Върху качествената теория на диференциалните уравнения с импулси“.

От 1980 г. е асистент, доцент от 1992 г. и професор от 2012 г. в ХТМУ-София, като за периода 1992 г. до 2004 г. и от 2008 г. и досега е ръководител катедра. Заедно с това е председател на Общото събрание на ХТМУ-София от 2002 г. и от 2015 г. е член на Постоянната комисия по Природни науки, математика и информатика към Национална агенция по оценка и акредитация.

Проф. Дишлиев е член на Съюза на математиците в България, Съюза на учените в България, на Американското математическо общество, а от 2004 г. до 2010 г. е член на Специализиран научен съвет по математика.

Редактор, гост-редактор и рецензент е в няколко престижни научни списания, като Communications in Applied Analysis, International Journal of Pure and Applied Mathematics, International Electronic Journal of Pure and Applied Mathematics, International Journal of Applied Mathematics, International Journal of Differential Equations and Applications, Computers & Mathematics with Applications, Mathematical and Computer Modeling, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Nonlinear Analysis Series B: Real World Applications, Journal of the Franklin Institute. Референт е на списанието Zentralblatt fur Mathematik und ihre Grenzgebiete. По-горе описаното показва отличното признание за неговата компетентност от страна на международната колегия.

Специално ще отбележа многогодишната му работа като основен организатор и ръководител на поредица от международни конференции в гр. Пловдив, които дадоха възможност на много млади български учени да представят своите резултати пред изтъкнати учени от целия свят.

Научните интереси на дисертанта са в областите на:

- фундаментална теория на импулсни диференциални уравнения;
- сравняване на устойчивости;
- непрекъснатата зависимост и устойчивост на решения на импулсни диференциални уравнения;

- осцилационна теория на импулсни диференциални уравнения;
- периодични решения;
- оптимизационни задачи в популационната динамика;
- математически модели и математическо моделиране в популационната динамика, динамиката на паметта, фармакокинетиката, теория на разрушаването, якост на металите, хидродинамиката и др.

Със своите постижения в тези области кандидатът се очертава като един от силните представители на българската математическа научна школа, за което говорят публикуваните 109 работи в престижни професионални научни издания, в това число 3 монографии, 4 учебника и 12 учебни помагала. Посочените резултати са цитирани над 580 пъти, а наукометричните показатели, h -индекс=16, $G(i10)$ -индекс=21, число на Ердьош=4, както и високия общ импакт фактор на публикациите говорят за изключително сериозната позиция на получените научни резултати в развитието на съвременната и модерна математика.

Като естествен резултат от многогодишната му научна и преподавателска работа са и защитените под негово ръководство 8 дисертации в областите на фундаменталната и приложна математика.

Заслужава особено внимание и факта, че проф. Дишлиев е ръководил и на 12 успешно завършени научни проекта, което особено в последните години в областите на математиката и нейните приложения е по-скоро изключение.

2. Описание на представените материали

Кандидатът е представил за рецензиране 1 дисертация на български език (Математическо моделиране и оптимизация на прекъснати процеси), 1 автореферат на български език, 3 монографии, 1 учебник и 20 журнални статии. Приемат се за рецензиране дисертацията, автореферата, 3 монографии, 1 учебник и 20 журнални статии по представения списък.

Дисертационният труд е съставен от увод, 21 глави, библиография, изводи, заключение, списък на публикациите по дисертационния труд и изказани благодарности, като е написан на 540 страници, съдържа 25 фигури и 4 таблици и са цитирани са 350 източника. Поради сериозния обем на изложения материал при описанието ще се спра само на основните теми и въпроси разисквани от дисертанта.

В увода се посочва и класифицира обекта на дисертацията, а именно изучаването и използването на класове импулсни диференциални уравнения. Въведени от В. Милман и А. Мышкис в първата половина на шестдесетте години на миналия век тези уравнения са обект на непрекъснат интерес от страна на голям брой изследователи. Това се обяснява със сериозните им приложения в математическото моделиране на процеси и явления, изучавани в теорията на оптималния контрол, в биологията, механиката,

биотехнологиите, медицината, електрониката, радиотехниката, икономиката и симулирането с помощта на импулсни невронни мрежи.

Тук са формулирани основните цели и са посочени постигнатите резултати, условно разделени в две групи. Първата група съдържа теоретични резултати от качествената теория на диференциалните уравнения с променливи структура и импулсни моменти, като резултатите се отнасят за специфични свойства на решенията на такива уравнения. Втората група най-общо е описание (математически модели) на обекти с помощта на дефинираните по-горе класове уравнения.

Изрично ще отбележа, че до момента аз не съм запознат с толкова подробна и детайлно точна класификация на импулсните диференциални уравнения. Последното и посочените възможности за приложение на този математически обект при математическо моделиране показва енциклопедични познания на дисертанта в тази толкова разнородна среда на съвременната математика.

3. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите

Накратко в дисертационния труд последователно са изложени 21 глави като всяка от главите съдържа по няколко параграфа.

Глава 1. В основната теорема, а именно Теорема 1.6 са намерени достатъчни условия за равномерна финална ограниченост на решенията на начална задача за нелинейни неавтономни обикновени диференциални уравнения с променлива структура и импулси в нефиксирани моменти (в дисертацията - система (1.1), (1.2), (1.3)). Условията са получени с помощта на редици от скалярни частично непрекъснати функции на Ляпунов.

Глава 2. В тази глава е разгледан специален клас от нелинейни неавтономни обикновени диференциални уравнения с променлива структура ((2.1), (2.2), (2.3)) от клас Б3 (описан в дисертацията). Основен резултат е Теорема 2.6, която при посочените условия гарантира, че решенията на (2.1), (2.2), (2.3) зависят непрекъснато при постоянно действащи смущения.

Глава 3. В тази глава са решени основни проблеми, свързани с диференциалните уравнения с променливи импулсни моменти от клас Б2. Намерени са важни условия, които гарантират отсъствие на феномена „биене“ и наличие на равномерна устойчивост на нулевото решение относно импулсните въздействия.

Глава 4. Главата е основно посветена на изследване на семейство непрекъснати отляво параметрични криви с няколко (или изброимо много) точки на прекъсване от първи род. В доказаните теореми са получени полезни горни оценки на Хаусдорфовото разстояние между две произволни криви от описаното семейство.

Глава 5. Основен обект в тази глава е семейство диференциални уравнения с импулсни моменти от клас Б1. В случая разликата между всеки два последователни импулсни моменти е равна на предварително зададена

фиксирана положителна константа, като за различните решения споменатата разлика е различна. Установени са достатъчни условия в Теорема 5.3, при които е налице въведената тук орбитална Хаусдорфова непрекъсната зависимост по отношение на разликата между импулсните моменти на решенията.

Глава 6. Тук е изследван клас автономни нелинейни системи диференциални уравнения с нефиксирани моменти на импулсни въздействия, като частен случай на класа БЗ. В качеството си на основен резултат е посочена Теорема 6.2, в която са получени достатъчни условия за орбитално Хаусдорфова устойчивост относно началното условие.

Глава 7. В тази глава се изследват нелинейни неавтономни системи обикновени диференциални уравнения с променливи структура и импулсни моменти от клас БЗ, като е възможно импулсните моменти да притежават точка на съгъстяване. Интересен е и факта, че поради неограничения брой импулси в ограничен период от време решенията, които не са продължими до безкрайност „трептят“ или „загиват“. Достатъчни условия за това са получени в Теорема 7.4.

Глава 8. Изучени са диференциални уравнения с променливи структура и импулсни моменти и по специално специфична непрекъсната зависимост, която се отнася до смущения в превключващите множества (функции). Основният резултат в главата е Теорема 8.10, в която при изпълнение на определени условия е доказано, че загиващото решение на началната задача (в дисертацията (8.1), (8.2), (8.3), (8.4)) зависи непрекъснато относно началното условие и превключващите функции.

Глава 9. Изследвани са диференциални уравнения с променливи структура и импулсни моменти от клас БЗ. Превключващите моменти, се определят с помощта на превключващи хиперравнини, принадлежащи на фазовото пространство на системата. Централен резултат в главата е Теорема 9.5. в която е доказано, че загиващото решение на началната задача зависи непрекъснато относно началното условие и импулсните въздействия.

Глава 10. В тази глава се разглеждат начални задачи за автономни диференциални уравнения (без импулси). С въвеждане на понятие за достижимо множество на такива системи е дефиниран клас от интегрални многообразия. Специфичното тук е че интегралните многообразия се състоят от всички траектории на системата, които пресичат достижимото множество. В главата са изучени основни свойства на тези многообразия и по специално качествата на т.н. функция на достижимост, характерна за тях.

Глава 11. Основен обект на изследване са начални задачи за автономни диференциални уравнения. Дефинирани са положителни и отрицателни множества на достижимост. Изучават се свързаните с тях функции на достижимост, дефинирани в началните точки на достижимост. В главата са изследвани някои качествени свойства (непрекъснатост, ограниченост и др.)

на тези функции, като резултатите са помощни при изследванията за периодичност на решенията на уравнения от клас БЗ.

Глава 12. Изследват се автономни диференциални уравнения (без импулси) и са намерени достатъчни условия, които гарантират че траекторията на всяка начална задача за изучаваното уравнение пресича множеството на достижимост. Резултатите, които са формулирани в Теорема 12.6. намират приложение при изучаване на импулсни диференциални уравнения с променливи импулсни моменти.

Глава 13. В този случай основен обект на изследване са автономни диференциални уравнения с променлива структура и импулсни въздействия в променливи моменти от клас БЗ. С помощта на теоремата за неподвижната точка на Brouwer е доказана Теорема 13.6, която гарантира че съществува начална точка, за която решението на задачата (13.1), (13.2), (13.3) е периодично. Резултатите са пренесени върху линеаризирания модел с импулсни въздействия на Lotka-Volterra.

Глава 14. Представен е обобщен математически модел на съобщество от тип жертва-хищник от вида на Lotka-Volterra, подложено на дискретни и моментални във времето външни въздействия върху биомасата на жертвата и хищника. Съвместно и едновременно с въздействията върху биомасата се извършва и рязка – скокообразна промяна в скоростта на изменението на биомасите на обществото. Това се осъществява чрез промяна на параметрите на развитие (реално с промяна на структурата на моделиращата система). Обобщената версия на класическия модел на Lotka-Volterra се описва с помощта на диференциални уравнения с променлива структура и импулсни моменти от клас БЗ. Като се използва теоремата на Brouwer за неподвижната точка са намерени достатъчни условия (Теорема 14.1) за съществуването на периодично решение.

Глава 15. Представените в главата изследвания се отнасят до създаване и изучаване на математически модел на количеството на информация в паметта. Изменението на количеството на информация във всеки момент t е пропорционално на обема на информацията в паметта. Основните резултати са формулирани в Теорема 15.1, като са намерени условия, при които количеството на информацията:

- се изменя асимптотично слабо;
- е равномерно Липшицово устойчиво;
- е равномерно устойчиво.

Глава 16. Създаден е импулсен математически модел (от клас Б1) на изменение на количеството на информацията в паметта на абстрактен представителен индивид при наличие на дискретни „мигновени“ обучения (попълвания на информацията). Попълванията на информацията се осъществяват в планирани, предварително фиксирани кратковременни интервали от време. Продължителността на обученията е сравнително малка и може да приемем, че се извършва импулсивно. В основната Теорема 16.1,

при определени условия е доказано, че количеството на информацията зависи непрекъснато относно кратковременните дискретни попълвания.

Глава 17. Изучен е дългосрочен процес на изменение на информацията в паметта на абстрактен обобщен индивид. С помощта на импулсни диференциални уравнения с променливи моменти на импулсни въздействия от клас Б3 е създаден математически модел на динамиката на количеството на информацията със следните особености, количеството на информацията в паметта през изучавания период е не по-малко от фиксиран критичен минимум и попълването на информацията се осъществява чрез последователни във времето „кратковременни и дискретни“ обучения. Централен резултат е Теорема 17.3, която доказва, че количеството на информация зависи непрекъснато от началното условие и нейната критична стойност.

Глава 18. Изучава се модел, описващ изменение на количеството на информацията в паметта при наличие на кратковременни обучения, като допълнително се предполага, че импулсните моменти (моментите на попълване на информацията) са произволни. В разгледаните два конкретни модела (решения на две начални задачи за импулсни уравнения), са доказани теореми за сравняване на количествата на информацията при достатъчно времево отдалечаване от началния момент.

Глава 19. В тази глава е въведена е методика за приближено намиране на коефициента на съхранение на информацията в паметта на човека. Методът е реализиран в конкретен допустим тестови вариант, като за целта се предвиждат провеждането и анализирането на множество тестове в подходящо избрани групи от студенти. Въз основа на определен алгоритъм и метода на най-малките квадрати е намерено приближението на търсеният коефициент на съхранение на информацията.

Глава 20. Изучено е развитието на изолирана популация, подложена на дискретни и многократни (под формата на импулси) отнемания на биомаса. Адекватно математическо уравнение, което моделира изменението на количеството на биомасата на изолираната популация при описаните в тази глава отнемания, е модификация (обобщение) на уравнението на Verhulst. По-точно, към класическото уравнение се добавят и импулсни въздействия от клас Б4. В главата с разглеждане на началната задача за импулсното уравнение на Verhulst ((20.20), (20.21), (20.22) в дисертацията) е намерено минималното време за възстановяване на биомасата.

Глава 21. Тази глава е посветена на изучаване на свойствата на решенията на нелинейни автономни диференциални уравнения с нефиксирани моменти на импулсни въздействия от клас Б4. Доказани са десетина теореми, в които се сравняват максималните интервали на съществуване на интегралните криви за различни решения. Тези разлики са свързани с различни импулсни въздействия. Получените теоретични резултати в предходния параграф са приложени върху импулсен модел от

фармакокинетиката, описващ изменението във времето на концентрацията на лекарствено средство в кръвта на пациент. Намерено е оптимално лечение, при което терапевтичната концентрация на лекарственото средство в кръвта на пациента, е с максимална продължителност.

Литературата към дисертационния труд включва общо 350 заглавия, от които 61 са на кирилица, а всички останали са на английски език, като е обхванат широк исторически период от основните области, разгледани в дисертацията. Добро впечатление остава включването в използваната литература на трудове на български учени, което е явление, не много често срещано в българската практика.

4. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд

Автореферата е изложен на 54 страници и напълно съответства на дисертацията, включително и в номерацията, което дава възможност за бързо запознаване с основните резултати получени от дисертанта. Изложението е ясно, без излишни подробности и заедно с това достатъчно изчерпателно за бързо ориентиране в тази сложна материя, включително за млади учени и неспециалисти.

5. Характеристика и оценка на приносите в дисертационния труд;

Научните приноси в дисертационния труд могат да се систематизират по следния начин:

1. Изследвани са качествени свойства на решенията на импулсни уравнения с импулсни моменти, които принадлежат на контура на фазовото множество;

2. Получени са достатъчни условия за отсъствие на феномена „биене“ и равномерна устойчивост на нулевото решение относно импулсните въздействия при уравнения с импулсни моменти, съвпадащи с моментите, в които интегралната крива на диференциалното уравнение среща предварително зададени хиперповърхнини, разположени в разширеното фазово пространство;

3. Въведена, използвана и изследвана е Хаусдорфовата метрика между решенията на диференциални уравнения с импулси. Резултатите се отнасят за Хаусдорфово разстоянието между произволни прекъснати криви, орбитална Хаусдорфова непрекъсната зависимост на решенията по отношение на разликата между импулсните моменти и орбитална гравитация на решенията на уравнения без импулси;

4. Доказани са теореми гарантиращи наличието на феномена „трептене“ при уравнения с импулсните моменти, които притежават крайна точка на съгъстяване, както и условия за непрекъсната зависимост относно началните условия и превключващите функции и непрекъсната зависимост относно началните условия и импулсните въздействия;

5. Изследват се качества на решенията на автономни диференциални уравнения без импулси, като за тях са изучени: основни свойства на клас интегрални многообразия; свойства на функцията на достижимост; съществуване на тотално достижимите множества и др. За автономни диференциални уравнения с променлива структура и импулсни въздействия в променливи моменти са установени непрекъсната зависимост на решенията относно началната точка и съществуване на периодични решения.

Научно-приложните приноси са свързани най-общо с:

1. Създаден е и изследван математически модел на изменението на количеството на информация в паметта на човека при отсъствие на допълнителен, интензивен, външен, „кратковременен“ прием на информация. Изучени са въпросите които касаят, асимптотично слабо изменение на количеството на информацията, равномерна Липшицова устойчивост и равномерна устойчивост. Въведен е и се изследва математически модел на изменението на количеството на информация в паметта на човека при отсъствие на допълнителен прием на информация. Изследванията са свързани с непрекъсната зависимост на количеството на информацията относно обема на многократните попълвания. Създаден е математически модел на динамиката на информацията в паметта при изискване за критичен минимум на информацията. Намерени са достатъчни условия за непрекъсната зависимост на количеството на информацията относно началната точка и критичния минимум на информацията;

2. Конструирани са уравнения с оптимални импулсни моменти, при които решението минимизира предварително зададен функционал. Постиганията се отнасят до дефиниране на оптимален режим на възстановяване на биомасата на изолирана популация. Определена е оптимална траектория на уравненията от този от клас и са намерени големините на импулсните въздействия на оптималната траектория;

3. Конструирани са множество обобщени модели с променлива структура и импулсни въздействия, илюстриращи теорията в настоящия труд. Тук ще съобщим обобщен математически модел на Gompertz, обобщен математически модел на Verhulst, обобщен математически модел на Lotka-Volterra, обобщен математически модел на Miller, трептене на материална точка, математически модел от фармакокинетиката и др.

6. Публикации на по темата на дисертационния труд

По темата на дисертацията пряко или косвено са свързани и посочените 3 монографични труда издадени в престижни международни издателства.

1. Linear systems and applications in CAE software, Dynamic Publishers, Atlanta, USA, (2017), 171;

2. Finite difference method and applications in CAE software, Dynamic Publishers, Atlanta, USA, (2017), 163 в съавторство с доц. д-р К. Дишлиева и проф. д-р С. Ненов;

3. Mathematical modelling of discontinuous processes, Scientific Research Publishing, Delaware, USA and Wuhan, China, (2017), 244 в съавторство с д-р А. Антонов, д-р А. А. Дишлиев и проф. д-р С. Ненов.

Специален анализ заслужават представените в материалите по конкурса оригинали на 20 статии за научната степен **“доктор на науките”**, като:

- 6 статии са публикувани в списания с IF (№ 4 до № 9) с общ (сумарен) IF = 14,164;

- 4 статии са публикувани в списания с Google IF (№ 10,11 и № 14,15) с общ (сумарен) IF = 6,538;

- 2 статии са публикувани в списания с SJR (№ 12 и 13) с общ (сумарен) Rang= 0,520;

- 7 статии са публикувани в международни периодични списания, (№ 16 до 22);

- 1 статия е публикувана в трудове от научна конференция, (№ 23).

Към документите свързани с процедурата е посочен и учебника „Увод в теорията на масовото обслужване“, ХТМУ, София, (2016) в съавторство с доц. д-р К. Дишлиева и проф. д-р С. Ненов.

В справката за цитиранията на научната продукция на проф. д-р А. Дишлиев към дисертацията са включени общо 10 статии, които са цитирани общо 28 пъти. От направената подробна справка се вижда че цитиранията са в списания с IF, като например: Journal of Mathematical Analysis and Applications, Acta Mathematicae Applicatae Sinica, Applied Mathematics and Computation и Nonlinear Physical Science, а също и в списания с SJR, като Communications in Applied Analysis и International J. of Pure and Applied Mathematics. Отбелязани са и цитати от монографии и дисертации.

7. Критични бележки и препоръки

По същество нямам критични бележки тъй като познавам дисертанта и голяма част от научната му продукция от много години. Освен изключителния обем от научна работа, свързан с посочените публикации, монографии, рецензии, работа със студенти и докторанти, проф. Дишлиев е всеотдаен приятел, съветник и помощник с когото е привилегия да се общува.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Казаното по-горе е основание да дам положителна оценка на дисертационния труд и материалите към него и да препоръчам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват за присъждането на проф. д-р Ангел Борисов Дишлиев на научната степен **“Доктор на науките”** в област на висше образование образование 4. Природни науки, математика и

информатика, професионално направление 4.5. Математика (Математическо моделиране и приложение на математиката).

22.08.2018 г.

Рецензент:.....
/проф. дмн Гани Трендафилов Стамов- ТУ София/