

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен “ДОКТОР”

Научна област: 4. Природни науки, математика и информатика;
Научно направление: 4.5. Математика;
Научна специалност: “Математическо моделиране и приложение
на математиката” (01.01.13) ;

Автор: Сашка Ангелова Петкова;

Тема: Фундаментални, качествени и оптимизационни задачи за
диференциални уравнения с променлива структура и импулси;

Научни ръководители: проф. дхм Асен Ангелов Гиргинов,
проф. д-р Ангел Борисов Дишлиев;

Рецензент: проф. дмн Людмил Иванов Каранджулов

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси на гл. ас. Сашка Ангелова Петкова

1.1. Биографични данни на кандидата.

Гл. ас. С. Петкова е член на катедра “Математика” към ХТМУ – София от 1985 година до настоящия момент. В периода 1974-1979 година е студентка във Факултета по математика и механика на СУ “Св. Климент Охридски”, където завършва специалността “Математика” с квалификация “Магистър по математика” и специализация “Комплексен анализ”. По-късно през 1995 година също в СУ “Св. Климент Охридски” завършва специалността “Математика и информатика” с квалификация “Учител по математика”. През 2000 година в ХТМУ придобива образователната степен “Магистър” по специалността “Европейски магистърски курс по опазване на околната среда и устойчиво развитие”.

Трудовата си дейност започва като специалист в края на 1979 година в ТИИЦ – Ловеч, а в продължение на една година от 1980 заема длъжността специалист, организатор по труда в “Елпром” – Троян. През 1981 година е ръководител смяна към УЕИЦ в МГУ – София. От 1982 г. до 1985 г. е програмист в “СХК” – Враца. От края на 1985 година до момента последователно е асистент, старши асистент и главен асистент в катедра “Математика” към ХТМУ – София.

Чете лекции и води упражнения на всички специалности в ХТМУ – София по дисциплините “Математика 1,2” и “Числени методи”. За специалността “Химично инженерство” чете лекции и води упражнения по “Математика 1,2,3” и “Числени методи” на немски език.

Докторантката Сашка Петкова владее писмено и говоримо два езика – немски и руски, а също така ползва английски език.

Преподаването на големия брой математически дисциплини на български и немски езици показва не само нейната изключително широка математическа компетентност, но също така и интересите ѝ към приложение на съответните дисциплини.

1.2. Характеристика на научните интереси на кандидата.

Въз основа на представените публикации, свързани с дисертацията, и на списъка с публикации, нефигуриращи в дисертацията, може да се направи изводът, че научните интереси на С. Петкова са твърде разнообразни и са свързани с посочените по-долу направления:

- Нелинейни диференциални уравнения с променлива структура и импулси и свързаните с тях различни въпроси от качествената теория на диференциалните уравнения – непрекъсната зависимост спрямо начални условия, импулсни въздействия и прочее.
- Теория на апроксимациите и по-точно с полиномна апроксимация;
- Статистически изследвания.
- Теория на оптимизирането.
- Сериозно приложни въпроси, свързани с фармакокинетиката, физикохимията, електрохимия, екология и прочее.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите.

Дисертационният труд се състои от четири глави, едната от които е уводна (глава 0). В уводната глава са цитирани изключително многобройни литературни източници от 237 работи. Извършена е литературна справка не само по разглежданите теми в дисертацията, но и по теми близки до дисертационните. Например за импулсни системи подробна библиография е посочена по въпросите, свързани със следните теми, нефигуриращи в дисертацията:

- фиксирани импулсните моменти ;
- импулсните моменти съвпадат с моментите на пресичане на траекторията с предварително зададено множество;
- импулсните моменти съвпадат с моментите, в които интегралната крива среща предварително зададено множество;
- превключващите моменти имат случаен характер.

Подробната библиография (общо от 243 заглавия) показва, че дисертантката дълго време и напълно сериозно е проучвала тематичните проблеми, които изследва. Много от цитираните научни статии са от последните години и са публикувани в реномирани списания. Това означава прецизност, отговорност и заинтересованост на дисертантката към разглежданите въпроси.

В уводната част се посочва областта на изследване в дисертацията, трудности при получаване на основните резултати и тяхното приложение в практиката. Подробно са описани целите на дисертационния труд и математическите методи за постигането им.

2.1. Глава първа.

Във въведението на първа глава се обясняват необходимите основни математически понятия, които се използват в главата, като диференциални уравнения с променлива структура, превключващи функции, импулсни функции. Обяснява се връзката между десните страни на системата обикновени диференциални уравнения със съответните превключващи и импулсни функции. Главата е изложена на 21 страници.

2.1.1. Преглед на резултатите.

В параграф 1.1 се разглежда начална задача за системи нелинейни обикновени диференциални уравнения с променлива структура и импулси в нефиксирани моменти и нелинейни превключващи функции.

Описана е схемата за получаване на импулсните моменти, а също така – решението на системите като частично непрекъснати функции. Основната цел на този параграф е изследване решенията на разглежданата система, които не могат да бъдат продължени до безкрайност, т.е. загиване на решенията вследствие импулсните въздействия.

Посочени са достатъчните условия, при които решенията на разглежданата импулсна система загиват. Това се твърди в последната за параграфа теорема 1.4. Нейното доказателство се основава на всички предходни три теореми. Налага се изводът, че основната причина за загиване на решенията са импулсните въздействия, които са безкрайно много.

В параграф 1.2 се разглежда същата задача от предходния параграф. Разликата се състои в това, че в параграф 1.2 превключващите функции са линейни. Посочени са съответните достатъчни условия и се доказват три теореми (теорема 1.5 – теорема 1.7), съответстващи на теорема 1.2 – теорема 1.4.

Сполучливо завършване на параграфа е разгледаният пример, който илюстрира доказаните теореми.

2.1.2. Анализ на резултатите.

Изложението на резултатите в първа глава е последователно. Първоначално се въвеждат използваните означения и дефиниции. Посочват се всички достатъчни условия за съществуване на решение на поставената задача, за пресичане на траекториите със съответните хиперповърхнини (хиперравнини), за оценка на разликата на последователни времеви интервали и накрая на загиване на решението.

Независимо, че в идейно отношение теоремите от параграф 1.2 са близки до съответните теореми от параграф 1.1, доказателството им е съобразено със съществуващите различия. Ако в параграф 1.1 основен елемент от изследването са хиперповърхнини, то в параграф 1.2 се изследват хиперравнини. В последните участвуват много коефициенти, които отговарят на определени условия (например

условията Н1.9, Н1.10 и прочее). Достатъчните условия придобиват по-конкретно представяне, което е демонстрирано с добре подбран пример. Примерът е графично илюстриран.

2.2. Глава втора.

Във втора глава, която съдържа два параграфа (общо на 32 страници), продължава изследването на определени качествени свойства на началната задача, формулирана в глава 1. Във въведението на главата се обръща внимание на три специфични особености при изследване на импулсни системи. Те са свързани с:

- промените, възникващи в превключващите функции и импулсни въздействия;
- близост на импулсните моменти на две решения не изисква близост на тези решения;
- при загиващи решения се затруднява изследването на непрекъснатата зависимост на решенията.

С последната особеност е свързано изследването в глава втора.

2.2.1. Преглед на резултатите.

В параграф 2.1, наред с основната задача от параграф 1.1, е разгледана и така наречената смутена задача. За основната задача се предполага, че решенията ѝ загиват при наличие на импулсните въздействия. В параграф 2.1 са посочени достатъчните условия за непрекъснатата зависимост на загиващите решения относно началното условие и съответните превключващи функции. Условията освен условията от параграф 1.1 съдържат три допълнителни условия. Те са свързани с ограниченост на десните страни на разглежданата система и Липшицовост на превключващите и импулсни функции.

В последната теорема 2.9 е формулиран основният резултат на този параграф, а именно, че загиващото решение на поставената начална задача зависи непрекъснато относно началното условие и превключващите функции при определени изисквания. Разбира се, при доказателството на теоремата се използват всички предходни осем теореми. Те са свързани с редица свойства на смутената система, определени неравенства на разликите на последователни импулсни моменти на основната и смутена системи, както и между решенията на основната и смутена системи.

Следващият параграф 2.2 разглежда същата система от предходния параграф, но превключващите функции са линейни. Твърденията са подобни на тези от предходния параграф, но има някои изменения.

2.2.2 Анализ на резултатите.

Математическата постановка във втора глава на дисертационния труд е свързана с непрекъснатата зависимост спрямо началните условия и превключващите функции на загиващи решения на поставената задача. Известно е, че в близост до момента на загиване на решението, то многократно среща превключващите функции. Това затруднява изследването на непрекъснатата зависимост, защото се

формират две решения. Едното е на основната задача, а другото на смутената. Достатъчно е да се докаже близост на тези решения при близки начални условия и превключващи функции. Но превключващите функции са различни, моментите на импулси също. Ето защо в дисертационния труд изследванията се провеждат в произволен затворен интервал, който се съдържа в максималния интервал на съществуване на загиващото решение на основната задача. По този начин броят на превключващите функции е краен, което води до ограниченост на импулсните моменти и броя на десните страни на диференциалните системи.

Като се има предвид, че по принцип доказването на непрекъсната зависимост на решение в качествената теория на диференциалните уравнения е твърде специфично и трудно, то предложеният математически подход в дисертационния труд прави изключително добро впечатление.

2.3. Глава трета.

Трета глава съдържа два параграфа, обхващащи 35 страници. В нея се разглеждат автономни диференциални системи с нефиксирани моменти на импулсно въздействие. Друга разлика от предходните глави е, че се въвеждат понятията бариерно множество, разширена фазова полуравнина, оптимални импулсни въздействия. Получените резултати се прилагат за конкретно уравнение от фармакокинетиката. Във въведението на главата е направена подробна библиографска справка на работите, в които са въведени и използвани до този момент горните понятия.

2.3.1. Преглед на резултатите.

В параграф 3.1 наред с основната начална задача от нелинейни диференциални уравнения с променливи моменти на импулсно въздействие се разглежда и съответната ѝ смутена задача. Сравнявайки двете задачи, изменение има само в импулсните въздействия, които се отразяват върху импулсните моменти. В най-общия случай те не съвпадат.

Въвеждат се следните понятия:

- бариерно множество;
- допустими импулсни въздействия, свързани с фиксираната долна граница на големините на импулсните въздействия и максималната допустима сума на импулсните въздействия;
- оптимални импулсни въздействия и съответните оптимални интегрални криви;
- максимален интервал на съществуване на интегралните криви.

Основният резултат е свързан с теорема 3.10, в която се твърди, че импулсните въздействия на основната задача са оптимални при определени условия, свързани с някои неравенства между фиксираната долна граница на големините на импулсните въздействия, максималната допустима сума и смутените импулсни въздействия. Доказателството е обемисто и се основава на доказаните преди това девет теореми. В последните две от тях се коментират при какви условия съвпадат максималните интервали на съществуване на интегралните криви на основната и

смутена задача от една страна и от друга – при какви условия съществува влагане на тези максимални интервали и прочее.

Последният в дисертацията параграф 3.2 е строго приложен и то в областта на фармакокинетиката. Изследват се изключително важни въпроси на ефективно лечение на някаква болест.

Математическият модел на разглеждания фармакокинетичен процес се описва с начална задача от вида на тази от предходния параграф и изпълняваща всички условия на предходната задача. Посочено е съответствие между коефициентите на задачата и фармакокинетичната терминология. Посочва се вида на максималното време за поддържане на терапевтична концентрация при наличен обем на лекарствения ресурс.

2.3.2. Анализ на резултатите.

Винаги е впечатляващо, когато теоретични математически изследвания се свързват с конкретно приложение и то в област, която е жизнено важна. Ето защо изследванията в трета глава са важни с две неща. Първоначално с изключителното методично (последователно) подреждане на твърдения, водещи до формулиране и доказване на основния резултат относно оптималните импулсни въздействия. На второ място – приложението на този резултат в изключително интересна и важна област каквато е фармакокинетиката.

Ще отбележа, че в дисертацията не се съобщава дали лечението се отнася за хора или животни. По склонен съм да смятам, че се отнася до хора. В такъв случай, въпреки че това са начални изследвания, те са особено важни. Разбира се, съществено е и мнението на специалист фармаколог и това би следвало да се направи при официалното публикуване на изследването.

3. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд.

Дисертационният труд и авторефератът, който е от 30 страници, напълно съответстват тематично и идейно. В автореферата фигурират в сбито изложение, без доказателство на теоремите, всички основни резултати от дисертацията. Ако за глави 1 и 2 са формулирани само по-важните теореми, то за глава 3 са формулирани всички 10 теореми и обемисти дефиниции. Считам, че авторефератът достатъчно точно дава информация за изследванията в дисертационния труд. Не смятам, че в автореферата трябва да се включи цялата библиографска справка от дисертацията.

4. Характеристика и оценка на приносите в дисертационния труд.

Приносите в дисертационния труд са посочени в заключението на дисертацията, които напълно подкрепям. Дисертанката сполучливо е овладяла редица тънкости на разглежданите проблеми. Това ми дава основание да считам, че основният принос е в качествената теория на диференциалните уравнения в областта на нелинейни системи с импулсно въздействие. Смятам, че началните изследвания в трета глава във фармакокинетиката са една добра основа за по-

нататъшни изследвания, които многократно ще увеличат приносите в съответните раздели.

Всичко това ми позволява високо да оценя приносите в дисертационния труд.

5. Мнение за публикациите на дисертанта по темата на дисертационния труд.

Резултатите от дисертацията са публикувани в три научни статии. Първата от работите в посочения списък е публикувана в престижно списание през 2012 година. Тя е с трима автори, единият от които е научен ръководител на дисертантката. Друга съвместна работа (също от трима автори) е отпечатана в края на месец декември 2012 година в списание, което се издава от ХТМУ. Третата работа е самостоятелна и е докладвана на научна конференция в България и в момента е под печат.

Очевидно, че е рано да се търсят цитирания на публикациите по темата на дисертационния труд.

От всички шест параграфа на дисертацията три с номера 1.1, 1.2 и 2.1 са публикувани в посочените три научни статии. Резултатите от останалите три параграфа за първи път се публикуват в дисертацията.

Резултатите са представени и коментирани пред широка аудитория и мнението ми за тях е положително.

6. Критични бележки и коментarii.

Критични бележки по същество нямам. На места изказът е твърде сложен и многословен. Но това се дължи, вероятно, на нетрадиционните и твърде сложни математически проблеми, които се разглеждат. Посоченото не намалява отличното впечатление от високото ниво на изложение на резултатите. Добро впечатление прави и фактът, че изследванията в дисертацията се извършват и публикуват малко повече от десет години след първите работи по тази тематика. А това говори за актуалност на проблемите. Като имам предвид впечатляващия резултат от трета глава, бих препоръчал той да бъде публикуван в престижно научно списание.

7. Лични впечатления от дисертанта.

Личните ми впечатления се основават на два кратки разговора с докторантката, вследствие на което се запознах с дисертационния труд. Написах положително становище за дисертационния труд, прочетено пред катедрения съвет при вътрешната ѝ защита.

Убеденото ми мнение е, че гл.ас. Сашка Петкова е с отлична математическа подготовка и с не малък усет към много специфични приложни проблеми. С прецизна последователност изяснява резултатите на една сравнително нова и сложна приложна тематика.

8. Заключение.

Считам, че представеният дисертационен труд, озаглавен “Фундаментални, качествени и оптимизационни задачи за диференциални уравнения с променлива структура и импулси” с автор гл.ас. Сашка Ангелова Петкова напълно отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на действащия в момента Правилник на ХТМУ.

На основание обстояния анализ на представения дисертационен труд, съдържащите се в него научни и приложни приноси давам положителна оценка и намирам за основателно да предложа на членовете на уважаемото Жури да даде своя положителен вот за присъждане на образователната и научна степен “**доктор**” по научната специалност “ Математическо моделиране и приложение на математиката ” на **гл.ас. Сашка Ангелова Петкова** в научната област 4. Природни науки, математика и информатика и научно направление 4.5. Математика.

София
09.01.2013

Професор дмн Людмил Каранджулов