

СТАНОВИЩЕ

относно дисертационен труд
за придобиване на образователната и научна степен „доктор”

Тема: “Математическо моделиране чрез диференциални уравнения с импулси”;

Автор: инж. Ангел Ангелов Дишлиев;

Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика

Професионално направление: 4.5. Математика;

Научна специалност: Математическо моделиране и приложение на математиката;

Научни ръководители: проф. д-р Ангел Борисов Дишлиев, ХТМУ,
доц. д-р Светослав Иванов Ненов, ХТМУ;

Изготвил становището: проф. д-р Александър Стоянов Александров

1. Общо описание на представените материали

Със заповед № Р-ОХ-123 от 16.03. 2017 г. на ректора на ХТМУ съм определен за член на научно жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема “ Математическо моделиране чрез диференциални уравнения с импулси” за придобиване на образователната и научна степен „доктор” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика; професионално направление 4.5. Математика; докторска програма Математическо моделиране и приложение на математиката. Автор на дисертационния труд е инж. Ангел Дишлиев – редовен докторант към катедра Математика на ХТМУ. Научни ръководители са проф. д-р А. Дишлиев и доц. д-р С. Ненов.

Представеният комплект материали на хартиен и електронен носител е в съответствие с чл. 14 (1) от Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ППНСЗАО) в ХТМУ. Комплектът включва:

1. заявление до ректора на ХТМУ за разкриване на процедура за защита на дисертационен труд;
2. автобиография;
3. диплома за висше образование – нотариално заверено копие;
4. заповед за зачисляване;
5. изпитни протоколи – копия (5 броя);
6. заповед за отчисляване;
7. списък на научните публикации по дисертацията;
8. дисертация;
9. автореферат;
10. публикации – копия 3 броя.

Всички документи са подготвени и представени акуратно.

2. Структура на дисертационния труд

Представеният дисертационен труд е поместен на 160 стандартни страници и е структуриран в увод, четири глави, библиография, заключение, декларация за оригиналност на резултатите и списък на публикациите на докторанта по темата на дисертацията. Главите са съставени от общо 8 параграфа. Библиографията съдържа 283 заглавия. От тези литературни източници 3 са с автор инж. А. Дишлиев. Основната част от цитираната литература е посветена на изследвания върху фундаменталната и качествена теория на диференциални уравнения с импулси и диференциални уравнения с прекъсната дясна част. Посочени са достатъчно публикации, посветени на приложенията на тези типове уравнения в математическото моделиране. От формулираните базови резултати и тяхното уместно и целесъобразно използване в доказателствата на твърденията в дисертацията става ясно, че авторът е добре запознат със съвременното състояние на разглежданите проблеми.

3. Актуалност на изучаваните математически обекти и задачи

Разглежданият дисертационен труд е посветен на качествената теория на един сравнително нов математически обект - нелинейни диференциални уравнения с променливи структура и импулси. Тези уравнения обхващат и обобщават най-съществените свойства на импулсните диференциални уравнения от една страна и диференциалните уравнения с прекъсната дясна част от друга. Ще отбележим, че:

- Импулсните уравнения (с постоянна структура) се използват най-често при описание и изучаване на развитието на динамични процеси, подложени на дискретни във времето външни въздействия. На тяхната фундаментална и качествена теория и особено на приложенията им са посветени над 30 монографии.
- Приложенията на диференциалните уравнения с променлива структура (без импулсни въздействия) са предимно в теорията на управлението и те са сравнително добре изучени.

Диференциалните уравнения с променлива структура и импулси съчетават качествата и особеностите на споменатите по-горе уравнения. Те са въведени в работата:

Milev N., Bainov D., Roach G., Stability of linear systems of differential equations with variable structure and impulse effect, Mathematical Methods in the Applied Sciences, Vol. 11, Issue 2, (1989), 271-278.

Някои качества на техните решения са изучени в изследванията на Д. Байнов, А. Дишлиев, Р. Чуклева, С. Петкова W. Gao, J. Hung и др.

Като имам предвид, че теорията на тези „хибридни“ диференциални уравнения е сравнително слабо развита, считам че темата е актуална. Дисертационният труд е важна стъпка в посока на изучаване на качествата на решенията на такива уравнения и изясняване на типа на обектите на тяхното приложение.

4. Анализ на резултатите от дисертационния труд

Глава 1. Изследванията се базират на своеобразните изменения на количеството на биомасата на изолирана популация, подложена на външни интервенции. Въздействията (интервенциите) се състоят в отнемане на част от биомасата на популацията. Тези отнемания се осъществяват за сравнително кратко време, което според автора може да се игнорира. Поради тази причина той приема, че интервенциите са „мигновени“ и са под формата на импулси. Моментите на импулсите съвпадат с моментите, в които биомасата достига до предварително фиксирани пределни количества. Едновременно с импулсните отнемания се сменят и параметрите на модела, т.е. това се отразява на скоростта на изменение на биомасата. Предложеният математически модел е обобщение на модела на Gompertz. За такива прекъснати динамични процеси се оказва жизнено важно всички времетраения между две последователни импулсни отнемания да са ограничени отдолу с една и съща константа. Това е така, защото в противен случай се появява така нареченото „вибриране“ на количеството на биомасата и реална възможност за „загиване“ на популацията. Точно в това направление са теоретичните изследвания на докторанта, проведени в главата. Намерени са достатъчни условия за отсъствие на този специфичен математически феномен.

Глава 2. Тук отправна точка на теоретичните изследвания е отново описанието на изменението на количеството на биомасата, принадлежаща на изолирана популация, без ограничение на хранителния ресурс, развиваща се според логистичния закон на Verhulst. Отново от популацията се отнемат (мигновено) определени количества биомаса, които се изчисляват като предварително зададен процент от наличната биомаса в момента на въздействие. Интересното при тези изследвания е, че моментите на интервенция имат произволен характер (единственото ограничение е тези моменти да клонят към безкрайност, т.е. да отсъства вибриране на количеството биомаса). Установено е, че биомасата на популации, които удовлетворяват логистичен закон на развитие и които не са подложени на външни (импулсни) интервенции, притежават локално липшицова устойчивост. Това означава, че ако разликата на биомасите на две популации, развиващи се по един и същи закон на Verhulst в началния момент е ΔN_0 , то разликите на биомасите на същите популации по време на цялото си развитие не надвишават $L \cdot \Delta N_0$, където L е дадена положителна константа. Посоченото специфично свойство е важно при изследванията за устойчивост на модела, съпроводен с външни моментни отнемания. В теоретичната част на главата са намерени достатъчни условия за равномерна устойчивост и локално равномерна Липшицова устойчивост на ненулевите решения на уравнения с произволни импулсни моменти на външни въздействия.

Глава 3. Поддържането на терапевтичната плазмена концентрация на лекарствено средство в кръвта на пациент може да се осъществи чрез

дискретно импулсно подаване на лекарството. При този вариант на лечение може да се избират както еднократните последователни дози на вливане, така и времетраенето между моментите на i -то и $(i+1)$ -то подаване на лекарството, т.е. интервалите на непрекъснато и монотонно усвояване на лекарството, $i=1, 2, \dots$. Още веднъж да подчертаем, че лечението е ефективно, ако концентрацията на лекарството се поддържа в интервал, определен от минимална и максимална допустими граници, наричани терапевтични граници на концентрацията. Фармакокинетичният модел на терапевтичното лечение се състои в избора на подходяща дозова схема на лечението, която гарантира поддържането на концентрацията на лекарството в рамките на споменатите по-горе граници. Тъй като концентрацията на лекарството през всеки непрекъснат период на изменение строго намалява, то е ясно, че в „математически предвидим“ момент тази концентрация ще достигне до долната терапевтична граница. В този момент се предполага, че отново импулсно ще се влее лекарствено средство в кръвта на пациента и т.н. Всяка еднократна доза не бива да надхвърля разликата между горната и долната терапевтични граници, тъй като при по-голяма доза, концентрацията ще надхвърли горната терапевтична граница, което може да има непредвидими последици. Ясно е че, ако се разгледат две лечебни схеми, отнасящи се за един и същи пациент, които се различават само в началната концентрация на лекарството, но не и в големините на последователните дози, то моментите на вливане ще са различни. Това означава, че между моментите на вливане с един и същи пореден номер, съответстващи на двете схеми на лечение, концентрацията на лекарственото средство ще е съществено различна. Това предизвиква нов начин на дефиниране на понятието устойчивост и асимптотическа устойчивост на концентрацията при описания по-горе тип лечение. Разгледаният математически модел е основание на изследване на ненулевите решения на нелинейни неавтономни диференциални уравнения с променлива структура и импулсни въздействия. Десните страни на уравненията са изброимо много и тяхната смяна се извършва последователно във времето. На всяка една дясна страна съответства така наречената превключваща функция, която е дефинирана във фазовото пространство на системата. Поредната промяна на дясната страна, а също така и импулсното въздействие върху решението се извършват в моментите, в които решението анулира съответната превключваща функция. Изследва се асимптотическата устойчивост на ненулевите решения на описаните уравнения.

Глава 4. Изучават се специфични оптимални свойства на модела от фармакокинетиката, разгледан в предходната глава. Предполага се, че всички еднократни дози са ограничени от долу от една и съща константа и обемът на лекарственото средство, което ще се влива сумарно в кръвта на пациента (т.е. сумата от всички дози) е с фиксиран обем. Търси се броят на вливанията, моментите на вливане и големините на дозите, така че времевият интервал,

през който концентрацията на лекарството е в терапевтични граници, да е максимално дълъг. Поставената задача е решена с помощта на множество от оригинални твърдения, които имат за цел да сравнят продължителността на принадлежност в „терапевтичната полуравнина“ на решенията на автономни диференциални уравнения с променливи импулсни въздействия при различни режими на импулсни въздействия.

5. Характеристика на приносите в дисертационния труд

Основните приноси на автора на дисертационния труд могат да се определят като теоретични - запълващи „свободни места в научното познание“ и приложни - моделиращи „специфични прекъснати динамични процеси от практиката“. Важно е да подчертаем, че част от качествата на тези прекъснати процеси са **подходящи** за изследване чрез класовете диференциални уравнения, изучавани в дисертацията, а в повечето случаи тези уравнения са **единствено възможния** математически апарат. Задължително е да се акцентира вниманието на читателя тъкмо върху изучаването на специфичните свойства (свързани с техния прекъснат характер) на представените импулсни модели от биологията и фармакокинетиката. Важни са (от практическа гледна точка) регистрираните изводи за развитието във времето на елементите на тези модели. Адекватността на теорията и нейната актуалност подкрепят моето мнение, че резултатите на инж. А. Дишлиев са целесъобразни и заемат видно място в развитието на научното познание. Убеден съм, че изследванията ще имат отражение в по-нататъшни научни търсения, както на инж. А. Дишлиев, така и на други изследователи.

6. Оценка на съответствието между автореферата и дисертационния труд

Авторефератът заедно с пълната библиография съдържа 40 стандартни страници. Дадени са всички основни резултати в дисертацията и са отразени напълно нейните приноси. Отчетливо са формулирани поставените цели и конкретните задачи, чрез които се осъществяват идеите в дисертационния труд. Основните понятия и твърдения са представени в пълния си текст. Точно са формулирани условията, при които са валидни теоремите. Номерацията в автореферата е идентична на тази в дисертацията, което облегчава проследяването на основните резултати. Предложените примери илюстрират получените твърдения и дават възможност за дообмисляне на идеите. Авторефератът е изготвен съгласно изискванията на ППНСЗД в ХТМУ. Допълнително бих изразил моето лично мнение, че той е подготвен във форма, която позволява на читателя, който не е запознат с дисертацията, да придобие пълна представа за постигнатото в нея.

Авторската справка (заключението) точно резюмира основните приноси.

7. Публикации по темата на дисертационния труд

Дисертационният труд се основава на три публикации (излезли от печат). Един от авторите на тези статии е докторанта. Публикувани са в

реферирани международни списания, едното от които притежава SJR: 0,56 през 2015 г. - годината, през която е публикувана статията. Докторантът акуратно е посочил частите от дисертацията, които повтарят съдържанието на публикациите.

Представените статии са съвместни (две от тях са от двама автори, а едната е от трима). При отсъствието на допълнителни указания е естествено да предположим, че участието на авторите в изготвянето на публикацииите е еквивалентно.

8. Лични впечатления за докторанта

Познавам Ангел Ангелов Дишлиев от неговите студентски години в ХТМУ. Водил съм му лекции по дисциплината „Техническа механика“. Определено считам, че има желание да се занимава с научно творчество и съответната приложна дейност. Убеден съм, че неговата научна работа ще продължи. За това ще спомогне както неговото образование, така и точния (подходящ за него) избор на научното направление.

9. Заключение

Оценката ми за качествата на дисертационния труд на инж. А. Дишлиев е **положителна**. Удовлетворени са изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и ППНСЗД в ХТМУ.

Изложените по-горе факти ми дават основание да предложа на Научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Ангел Ангелов Дишлиев в:

- научна област: 4. Природни науки, математика и информатика;
- професионално направление: 4.5. Математика;
- научна специалност: Математическо моделиране и приложения на математиката.

25.03. 2017 г.

Член на научното жури:.....
(проф. А. Александров)