

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Валентина Проичева, ТУ-София, Филиал Пловдив

върху дисертационен труд на тема: **“Върху качествената теория на диференциални уравнения с променлива структура и импулси”**;

с автор: гл. ас. Румяна Борисова Чуклева;

за придобиване на образователната и научна степен “доктор”;

в научна област: 4. Природни науки, математика и информатика;

в професионално направление: 4.5 Математика;

в научна специалност: Математическо моделиране и приложения на математиката

1. Кратки биографични данни и характеристика на научните интереси на кандидата.

Висшето си образование Р. Чуклева е придобила в два университета. Най-напред е завършила ТУ-София, специалност “Хидравлика и пневматика”, образователна степен магистър. След това е завършила Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”, специалност “Информатика и информационни технологии”, образователна степен учител по информатика. Работила е в няколко научни института. Понастоящем е гл. ас. в катедра “Компютърни системи и технологии” на ТУ-София, Филиал Пловдив.

Основните ѝ научни интереси са в областта на математическото моделиране и използването на математиката в инженерната практика. Прилагането на програмни продукти при симулирането на моделни ситуации е важно предимство в нейната научна работа. Известен ми е нейният афинитет към учебно-методичната изследователска дейност.

Научни ръководители на дисертантката са доц. дмн Гани Стамов от ТУ-София и доц. д-р Ангел Дишлиев от ХТМУ-София – утвърдени учени в областта на качествената теория на импулсните диференциални уравнения.

2. Преглед на дисертационния труд и анализ на резултатите.

Дисертационният труд е поместен на 127 стандартни страници. Библиографията съдържа 248 заглавия. Материалът е разпределен в увод, три глави и заключение.

В дисертационния труд се въвеждат някои нови класове нелинейни неавтономни системи от обикновени диференциални уравнения с променлива структура и импулси. Десните страни на системата 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 извършва в момента, в който решението анулира съответната превключваща функция. Множеството от фазовото пространство, в което се анулира коя да е превключваща функция се нарича съответно превключващо множество. Ясно е, че всяка дясна страна на системата притежава различно “собствено” превключващо множество.

Изследвани са специфични, характерни само за решенията на въведените класове уравнения, асимптотични качества. Ще посочим най-важните от тях:

- непрекъсната зависимост относно превключващите функции (множества);
- непрекъсната зависимост относно десните страни (при постоянно действащи смущения) на ограничени по част от променливите решения;
- устойчивост относно началните условия на нулевото решение;
- устойчивост относно началните условия на ненулевите решения;
- ограниченост на решенията и др.

Изследванията на авторката са уникални и не предизвикват съмнение в тяхната оригиналност.

Основният математически апарат на представените изследвания са средствата на реалния математически анализ. Резултатите във втора и трета глава са получени с помощта на подходяща модификация на втория метод на Ляпунов (известен още като директен метод). Същността на предложената модификация се състои в следното. За всяка система диференциални уравнения с променлива структура и импулси се построява помощна редица от функции на Ляпунов, притежаващи специфични свойства. Качествата на функциите от тази редица гарантират различните видове устойчивост на нулевото решение.

Ще обърнем внимание на следните факти:

1. Последователно, всяка една от функциите на Ляпунов (от построената помощна редица) съответства на поредната дясна страна на разглежданата система диференциални уравнения с променлива структура и импулси;
2. Последователната смяна (активиране) на функциите на Ляпунов се синхронизира във времето със смяната на дясната страна на изучаваната система, т.е. моментите, в които се осъществяват тези промени са едни и същи;
3. Допустимо е всяка една от функциите на Ляпунов да е по части непрекъснатата функция. Точките на прекъсване за всяка една от тях съвпадат с множество на превключване на съответната дясна страна на системата.

В първа глава се изучава "откликът" на решението на описаните по-горе системи диференциални уравнения при смущения на превключващата функция. Установено е, че при определени условия "сравнително малки" изменения на превключващите функции (множества) водят до съответни "малки" изменения в решенията. Разгледан е само случаят, когато времевият интервал на съществуване на решението е ограничен. Получените резултати са приложени при изучаване на движението на затвора на предпазен възвратен клапан. Показано е, че при «незначителни промени» в леглото на затвора, получени в резултат на износване, движението не се различава съществено в ограничен времеви интервал. Допускат се съществени разлики на параметрите на движението само в околности с предварително фиксирани радиуси на превключващите моменти, т.е. на моментите, в които клапанът сменя състоянията си - от отворено в затворено състояние или обратното.

Основният резултат във втората глава се състои в установяване на достатъчни условия за устойчивост, равномерна устойчивост и асимптотическа равномерна устойчивост относно началното условие на нулевото решение на началната задача за описаните по-горе системи диференциални уравнения с променлива структура и импулси. Тъй като нулевото решение не е подложено на импулсни въздействия, за разлика от съответното му смутено решение, то е налице възможност да се изисква "равномерна близост" между тези две решения (на основната и смутената системи) в общия им дефиниционен интервал. Тук същественото е, че близостта между решенията е без прекъсвания във времето, въпреки, че решението на смутената система е прекъснатата функция. Във втория параграф на главата е показано, че експоненциалната устойчивост на ненулевите решения на съставните системи (без превключвания и импулсни въздействия) имплицира асимптотическа устойчивост на ненулевите решения на композираната система с променлива структура и импулси.

Резултатите в последната глава са свързани в намирането на достатъчни условия за ограниченост, равномерна ограниченост и финална равномерна ограниченост на решенията на началната задача за описаните по-горе системи диференциални уравнения с променлива структура и импулси. Отново основен математически апарат са редиците от функции на Ляпунов. В последния параграф на дисертацията е изследвана непрекъснатата зависимост на решенията на системи диференциални уравнения с прекъснатата дясна част при постоянно действащи смущения. Промяната на структурата се осъществява при достигане на гранични бариерни стойности на последната координата на решението.

Авторефератът отразява напълно и точно резултатите от дисертационния труд.

3. Характеристика и оценка на приносите в дисертационния труд.

Приносите в дисертационния труд са преди всичко теоретични. Поставено е началото на изследването на качествата на решенията на нов клас диференциални уравнения. С помощта на разглежданите уравнения се моделират процеси, които по време на своето развитие са подложени на мигновени импулсни въздействия. Всяко импулсно въздействие се характеризира с промяна на параметрите на системата, които са свързани с описанието на дислокацията на процеса във съответното му фазово пространство. Освен това, заедно с изменението на дислокацията се променя и законът на движението, т.е. дясната страна на моделиращата система. Такива процеси, както е показано в дисертационния труд, се срещат в хидродинамиката. Поради тази причина, изследванията на докторантката може успешно да се приложат в изучаването на динамични процеси от инженерната практика. Накратко, бих систематизирала приносите както следва:

- въведен е нов клас диференциални уравнения;
- изучени са някои основни качествени характеристики на решенията;
- с помощта на въведения клас уравнения е моделиран динамичен процес от хидродинамиката;
- изучени са някои свойства на основни динамични параметри на модела;
- въведени са специфични редици от функции на Ляпунов, които са адекватен математически апарат за изследване на качествата на решенията на описаните по-горе диференциални уравнения.

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

По темата на дисертационния труд кандидатката участва с три публикации в авторитетни международни реферирани научни списания:

- *International J. of Applied Science and Technology*;
- *International J. of Pure and Applied Mathematics*;
- *International J. of Differential Equations and Applications*.

Едната от статиите е самостоятелна. Считам, че представените публикации напълно удовлетворяват изискванията за придобиване на образователната и научна степен "доктор", разписани в чл. 11 (4) от Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ. На базата на тези научни статии са проведени изследванията в първа и втора глава от дисертацията. Резултатите в третата глава се публикуват за първи път в дисертационния труд.

Известни са ми две цитирания на нейните научни трудове, свързани с дисертацията. Би могло да се очакват още цитирания, тъй като трудовете са сравнително нови. Публикувани са през миналата и настоящата година.

5. Критични бележки и коментари.

Нямам критични бележки.

Изрично ще отбележа, че изследванията, представени в дисертационния труд, е възможно да се разширят в различни направления.

Най-напред е възможно да се разшири кръгът от разглежданите типове диференциални уравнения с променлива структура и импулси. Така например, за практиката е важно да се изследват уравнения, при които импулсните моменти и моментите на смяна на дясната страна имат случаен характер. Също така би могло изследванията в трета глава да се пренесат и за уравнения, при които така наречените превключващи множества, които в дисертацията са означени с Φ_i , $i = 1, 2, \dots$, са елементи на по-широк клас "допустими множества". Например, всяко едно от превключващите множества да е гладка хиперповърхнина. Тогава "отраженията" на решенията (виж последния параграф на дисертацията) е естествено да се осъществяват относно тангенциалните хиперравнини към превключващите гладки хиперповърхнини, построени

в точките, в които траекторията на разглежданата начална задача пресича съответната повърхнина Φ_i , $i = 1, 2, \dots$.

Изследванията могат да се разширят, като се намерят условия за различни видове устойчивости и непрекъснати зависимости относно смущения в "големините" и "направленията" на импулсните въздействия. Също така, би могло да се изучат и други специфични асимптотични качества на решенията на уравненията с променлива структура и импулси.

Накрая, бих добавила и препоръка за реализиране на качествени изследвания на решенията на разглежданите уравнения с помощта на мощния метод на сравнението.

6. Лични впечатления.

Познавам гл. ас. Р. Чуклева от преди десетина години. Работим в един и същи университет. Преките ми впечатления могат накратко да се обобщят с представите ми за един акуратен и отдаден на професионалните си задължения преподавател.

7. Заключение.

Въз основа на запознаването с представените научни трудове, тяхната значимост, съдържащите се в тях научни, научноприложни и приложни приноси, намирам за основателно да заявя, че становището ми, относно придобиването на образователната и научна степен "доктор" по научната специалност "Математическо моделиране и приложения на математиката" от гл. ас. Румяна Борисова Чуклева, е **положително**.

25. 05. 2012 г.

Член на журито:.....