

СТАНОВИЩЕ

по процедура за защита на дисертационен труд на тема:

„Local Properties of Dynamical Systems“

за придобиване на

образователна и научна степен „доктор“ от

кандидат: **Маргарита Николаева Николова**

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

Професионално направление: **4.5. Математика**

Докторска програма: **„Изследване на операциите“**, катедра: **„Вероятности, операционни изследвания и статистика“**,

Факултет по математика и информатика (ФМИ),

Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ),

Становището е изготвено: от професор дмн Петър Стоянов Кендеров, пенсионер, асоцииран член на Института по математика и информатика на БАН, член на научното жури, съгласно Заповед № РД 38 –383/12.07.2023 г. на Ректора на Софийския университет.

1. Обща характеристика на дисертационния труд и представените материали

Дисертационният труд е представен на английски език. Съдържа Увод, четири глави, Заключение и Библиография. Състои се от 60 страници. Библиографията обхваща 38 заглавия, като три от тях са съвместни статии на кандидатката и научния ѝ ръководител (публикувани в интервала 2020 – 2023 г.). Най-ранните цитирани литературни източници са от Бруновски (1976), Кренер (1977), Аграчев и Гамкрелидзе (1978) и Зусман (1978). Освен споменатите, в цитираната литература присъстват още много други имена на признати авторитети в областта на дисертацията.

Представен е и Автореферат на български език (38 страници) и Abstract - превод на Автореферата на английски език (37 страници). Освен дисертационния труд, Автореферата и Abstract–а, предоставени ми бяха и всички изисквани от процедурата по защитата документи (общо 21 на брой), снабдени с необходимите подписи и заверки. Научен ръководител на кандидата е проф. Михаил Иванов Кръстанов, които е добре известен специалист в областта на дисертацията.

2. Данни и лични впечатления за кандидата

Маргарита Николаева Николова завършва средно образование в известната Национална природо-математическа гимназия „Академик Любомир Чакалов“ през 2009 година. Бакалавърска степен по математика получава от Факултета по математика и информатика на Софийския университет (през 2013 година). През 2015 година завършва трисеместриално магистърско образование в същия факултет по специалност Приложна математика (Оптимизация). Съгласно дипломата за магистър, протоколът от Държавния изпит е от 31.11.2018 г., а самата диплома е издадена на 19.12.2019 година. Почти всички оценки от положените изпити по време на висшето образование, с изключение само на 2-3, са „отличен 6“. Маргарита Николова е зачислена в докторантура със заповед на ректора на Софийски университет от 16.07.2019 година. Отчислена е с право на защита на 15.07.2022 година.

Още по време на магистратурата, от 2013 година, започва работи като хоноруван асистент във Факултета по математика и информатика на Софийски университет „Св. Климент Охридски“. Водила е семинарни занятия по Диференциално и интегрално смятане (част 1 и част 2), Математически анализ, Увод в статистиката, Случайни процеси.

Участвала е и в научните изследвания, провеждани във Факултета по математика и информатика. Била е член на изследователския екип в общо 10 научно-изследователски проекта. Осем от тях са финансирани по линия на Фонд за научни изследвания на СУ „Св. Климент Охридски“, един е по линия на Фонда за научни изследвания на МОН, а в момента участва в проект № BG-RRP-2.004-0008-C01 от програмата SUMMIT, СУ „Св. Климент Охридски“, по линия на „Национален план за възстановяване и устойчивост на Република България“.

Пряк контакт с кандидатката не съм имал и не мога да съдя за лични качества, но съм свидетел на добронамереност и уважение от страна на колегите ѝ към нея и това, само по себе си, е добър атестат за лични качества.

3. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в представения дисертационен труд и публикациите към него, включени в процедурата.

Разглежданите в дисертационния труд задачи са от областта на Управляемост на динамични (по отношение на времето t) системи Σ , при които движението на точка

$x(t) \in \mathbf{R}^n$ във времеви интервал $[0, T]$ се определя от системата диференциални уравнения $\dot{x}(t) = f(x(t), u(t))$, където $f: \mathbf{R}^n \times \mathbf{R}^m \rightarrow \mathbf{R}^n$ е непрекъснато изображение. Допустими траектории за системата са всички абсолютно непрекъснати криви $x(t): [0, T] \rightarrow \mathbf{R}^n$, за които съществува измеримо изображение $u(t): [0, T] \rightarrow \mathbf{R}^m$, такава че диференциалното уравнение да е удовлетворено за почти всяко t от $[0, T]$. Изображението u се нарича *управление* и удовлетворява допълнителното изискване, стойностите му за почти всяко t да принадлежат на едно предварително зададено компактно и изпъкнало подмножество U на \mathbf{R}^m .

Теоретико-множественото обединение на крайните точки в момента T на всички допустими траектории, тръгващи от дадена точка x_0 в нулевия момент, се нарича *множество на достижимост за време T* . По дефиниция, системата Σ е *локално управляема за малко време* (ЛУМВ) в точката x_0 , ако и само ако множеството на достижимост за време T съдържа x_0 във вътрешността си за всяко $T > 0$. ЛУМВ е важна характеристика на системата не само от теоретична, но и от практическа гледна точка. Както и при много други задачи, свързани с приложения в практиката, намирането на условия, които са едновременно и необходими и достатъчни за ЛУМВ на достатъчно голям (общ) клас от управляеми системи си остава отворено предизвикателство. Намерени са поредица от условия за различни класове от системи, които са само достатъчни за ЛУМВ (например, Sussmann (1978, 1983, 1987), Bianchini и Stefani (1993), Hirschorn и Lewis (2004), Krastanov (2009)). Има и няколко необходими условия за ЛУМВ (например, Stefani (1986), Kawski (1987), Krastanov (1998)). Дисертационният труд съдържа нови резултати в това направление, които надграждат съществуващото до момента знание в тази област. Намерени са две достатъчни условия за ЛУМВ (Теорема 3.4.1 и Следствие 4.1.2 на Теорема 4.1.1), както и едно необходимо такова (Теорема 5.1.1 и нейните следствия). Любопитна подробност тук е това, че доказаното необходимо условие за ЛУМВ е формулирано като достатъчно условие за липса на ЛУМВ.

Съществен принос в дисертацията са и разглежданите интересни примери на управляеми системи, които демонстрират приложимостта на получените резултати и открояват техните предимства пред доказаните от други автори твърдения. В основата на разглежданията в дисертационния труд стои фактът, че стойностите в началната точка на елементите на алгебрата на Ли, породена от векторните полета на системата, съдържа значителна информация за локалните свойства на

достижимото множество. Умелото боравене едновременно с диференциално-геометричния характер на задачата, топологическата същност на заключенията (достижимото множество да съдържа началната точка във вътрешността си) и използването на солиден алгебричен апарат (скобки на Ли и алгебри на Ли) са важна характерна черта на дисертационния труд.

Апробация на резултатите

В дисертацията са посочени три публикации във връзка с получените резултати. Всичките публикации са в списания с импакт фактор, като две от статиите са в елитни списания (попадат в квартали Q1 и Q2).

Резултати от дисертацията са докладвани на три международни конференции и на множество семинари по оптимизация във Факултета по математика и информатика на Софийски университет „Климент Охридски“.

От предоставените ми във връзка с процедурата документи се вижда, че минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в научната област и професионално направление на процедурата са изпълнени с огромен излишък.

Проверката за наличие на плагиатство е дала отрицателен резултат.

Кандидатката до сега не е участвал в процедури за получаване на научна степен и/или длъжност, което изключва възможността тези ѝ резултати и трудове да са вече били използвани в такъв смисъл.

4. Качества на автореферата

Авторефератът правилно и пълно отразява съдържанието на дисертационния труд. Особено добро впечатление прави боравенето с литературата (и в автореферата и в дисертационния труд). Приносите на други автори са отбелязани с нужната подробност и вещина.

5. Критични бележки и препоръки

Нямам съществени критични бележки. В изразите на английски език понякога се срещат грапавини, но това не води до неточности в твърденията.

В статията на Cesar O. Aguilar и Andrew D. Lewis *Small-time local controllability for a class of homogeneous systems* (SIAM Journal on Control and Optimization, vol. 50,

№. 3, pp. 1502–1517) се съдържа необходимо и достатъчно условие за наличие на ЛУМВ за клас от управляеми системи, който представлява интерес, Подходът е аналитичен (без скобки и алгебри на Ли). Дали не е възможно да се използват методите от дисертацията, за да се получат по-общи и по-силни резултати?

6. Заключение

След като се запознах с представените в процедурата дисертационен труд и други материали и въз основа на направения анализ на научните приноси, **потвърждавам**, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, както и качеството и оригиналността на представените в тях резултати и постижения, отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“ в научната област **4. Природни науки, математика и информатика** и професионално направление **4.5. Математика**. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди на Маргарита Николаева Николова образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование: **4. Природни науки, математика и информатика**, професионално направление: **4.5. Математика**.

07.10. 2023 г.

Изготвил становището:

/проф. дмн Петър Ст. Кендеров/