

Рецензия

по процедура за защита на дисертационен труд на тема:

„Local properties of dynamical systems“

за придобиване на
образователна и научна степен „доктор“
от

докторант: **Маргарита Николаева Николова**

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

професионално направление: **4.5. Математика,**

докторска програма: **Изследване на операциите на Факултет по математика и информатика (ФМИ) на СУ „Св. Климент Охридски“**

Рецензията е изготвена от проф. д-р Владимир Михайлов Вельов, в качеството му на член на научното жури, съгласно Заповед № РД-38-383/12.07.2023 г. на Ректора на СУ „Св. Климент Охридски“.

Тази рецензия следва структурата и конкретните точки, предложени в съответствие с правилника на Софийския университет „Св. Климент Охридски“.

1. Обща характеристика на дисертационния труд и представените материали

Представените материали са изготвени в съответствие със Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за приложение на ЗРАСРБ, както и с Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ПУРПНСЗАД) в СУ „Св. Кл. Охридски“. Те включват: Дисертация на английски език; Автореферат на български език; Автобиография на български език; Списък от научни публикации по темата на дисертацията; Справка за изпълнението на минималните изисквания по член 26, ал. 2 и 3 от ЗРАС на РБ; Заявление от докторанта; Декларация на докторанта за оригиналност и липса на плагиатство; Доклад от научния ръководител; Доклад за сходство; Отчет от софтуерния продукт StrikePlagiarism.com за липса на плагиатство; Протокол за проверка на оригиналност; Становище във връзка с процедурата за предотвратяване на плагиатство, подписана от научния ръководител, и други.

Дисертацията съдържа 60 страници и се състои от въведение, една глава, съдържаща предварителен материал, още 3 глави, представящи приносите на автора, и кратка заключителна глава, включваща списък от 8 презентации на семинари или конференции. Библиографията съдържа 38 заглавия, включително 3 публикации на автора.

2. Лични впечатления за кандидата

Познавам Маргарита от преди около три години и през цялото това време съм бил информиран за нейната работа. Също така присъствах на няколко нейни доклада на семинари и конференции и станах свидетел на напредъка, който тя постигна в качеството на своите презентации. Общото ми впечатление е, че Маргарита е не само

математик, притежаващ необходимите познания и техника, а и упорит и всеотдаен учен. Работата ѝ често е била обект на дискусии между нейния научен ръководител проф. М. Кръстанов и мен. Споменавам също, че наред с многобройните си приноси във вариационния анализ и теория на управлението, проф. Кръстанов е световноизвестен специалист по теория на управляемостта, която е тема на разглежданата дисертация.

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

Новите резултати са дадени в глави 3-5. Глава 3 представя достатъчно условие за локална управляемост за кратко време (STLC) на система, чиято дясна страна е сума от векторно поле с компоненти, които са хомогенни полиноми от втори ред, и множество, което е сечение на изпъкнал затворен конус и затвореното единично кълбо с център нулата. Полученият резултат разширява резултат на Agular (2012) в две посоки: (i) системата е много по-обща, отколкото в Agular (2012); (ii) управленията са ограничени, което е съществена разлика с Agular (2012), където няма такива ограничения. Доказателството на този резултат включва елегантна, макар и сложна конструкция на допирателни векторни полета към достижимото множество. Концепцията за допирателни векторни полета към достижимото множество и едно общо достатъчно условие за локална управляемост са въведени от Хермес (1978) и доразвити в трудовете на М. Кръстанов и др. Конструирването на подходящи елементи от допирателното множество включва фундаменталната идея на Sussman (1987), "че локалната управляемост следва винаги, когато скобки на Ли с определени симетрии могат да бъдат "неутрализирани" по подходящ начин, като ги напишем като линейни комбинации от скобки от по-нисък степен" (цитат от Sussman [1987]). Тук понятието "степен" е значително усъвършенствано, което позволява да се получат по-общии резултати за локална управляемост за малко време.

Глава 4 изследва локалната управляемост за малко време на същата система като в глава 3, но получените достатъчни условия са различни. Тук е конструирана строго нарастваща крайна редица от подпространства, така че ако последното подпространство съвпада с цялото пространство на състоянията, тогава системата е локално управляема за малко време. Нито една от теоремите в глави 3 и 4 не е по-обща от другата. Следователно обединението на техните твърдения (дадено в Следствие 4.1.2) разширява всяко от тях. Споменаваме, че конус, означен с K_2 , се появява и в двете теореми. Този символ обаче има различни значения в двете глави, което може да доведе до объркване. Всъщност в доказателството на теоремата в Глава 3 могат да се появят по-дълги скоби на Ли, докато в теоремата в Глава 4 са включени повече операции за изграждане на рецесивни пространства и обвивки на конуси. Съответно, доказателствата на двете теореми представят различни идеи за "неутрализиране" (в смисъла на Sussman) на лошите скоби на Ли. И двете доказателства са майсторски изпълнения, като могат да бъдат полезни и в други случаи на анализ на локалната управляемост за малко време.

Глава 5 представя необходимо условие за локална управляемост за малко време на обща нелинейна система с компактни ограничения за управленията. Формулировката на тази теорема е много проста и елегантна, значително разширявайки, в същото време, добре известен резултат от Sussman (1978). Стойността на тази теорема се демонстрира чрез даване на пълна характеристика на свойството локална управляемост за малко време за тримерна афинна (по отношение на управленията) система, чиято дясна страна е сума на нелинейно векторно поле (чиято трета компонента е хомогенен полином от втора степен,

зависещ от параметри) и две постоянни векторни полета, зависещи от избора на управленията. Постигането на такава характеристика е забележително постижение. Част от главата е посветена на доказване на управляемостта на тази конкретна система за определени стойности на параметрите. В същото време предходните две глави предоставят достатъчни условия за локална управляемост за малко време на този вид системи. Чудя се дали резултатите от глави 3 и 4 не са приложими тук за по-пряко доказателство.

И трите основни резултата в глави 3-5 са нови математически постижения на високо ниво в областта. Доказателствата са верни и нетривиални. Тези резултати със сигурност ще повлияят на изследванията в теорията на локалната управляемост за малко време, която, в допълнение към своите академични и методологични стойности, е важно средство в много приложения на теорията на управлението.

4. Аprobация на резултатите

Резултатите, представени в дисертацията, са публикувани в 3 статии: две от тях в реномираните списания *Automatica* и *Systems & Control Letters*, а третата в *Comptes rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*. Резултатите са публикувани наскоро и все още имат малък видим ефект. Въпреки това, те значително подобряват и разширяват последните резултати от водещи автори в областта на локалната управляемост и носят нови продуктивни идеи, поради което може да се очаква влияние на изследванията в тази област.

Според мен дисертацията отговаря на националните и допълнителните изисквания на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в научното направление и професионалното направление на процедурата. Представените резултати не повтарят такива от предходни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност. Не виждам никакво плагиатство. Относно приноса на автора на дисертацията (при положение, че резултатите са публикувани в съавторство с проф. Кръстанов), мога да кажа следното: проф. Кръстанов е един от световните лидери в теорията на управляемостта, и неговият опит и идеи със сигурност са помогнали много в работата на Маргарита. Но доколкото ми е известно, не само огромната техническа работа (много от която, за съжаление, не е включена в дисертацията), но и значителна допълнителна творческа работа е извършена от Маргарита.

Наукометричните показатели на тези статии, сравнени с минималните изисквания за образователна и научна степен „доктор“, съгласно Постановление № 26 от 13 февруари 2019 г. за изменение и допълнение на Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България, приет с Постановление № 202 на Министерския съвет от 2010 г. (обн., ДВ, бр. 75 от 2010 г.; изм. и доп., бр. 19 от 2011 г., бр. 9 от 2012 г., бр. 62 от 2013 г., бр. 60 от 2014 г., бр. 57 от 2015 г. и бр. 56 от 2018 г.) са както следва: Всички публикации попадат в Група Г7 и събират общо 171 точки, при минимални изисквания от 30 точки за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в научната област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика. Първата публикация е в Q1 и се оценява с 75 точки, втората е в Q4 и се оценява с 36 точки, а третата е в Q2 и се оценява с 60 точки. Получените 171 точки значително надвишават минималните изисквания за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в научната област и професионално направление на процедурата.

5. Качества на автореферата

Рефератът всъщност е съкратена версия на дисертацията, в която са премахнати доказателствата. Поради това, правилно и пълно представя съдържанието ѝ.

Рефератът е твърде дълъг (38 страници), но изглежда, че е в съответствие с правилата. На това място отбелязвам, че заглавието на дисертацията е твърде общо и не дава точна информация за темата и съдържанието на дисертацията.

6. Критични бележки и препоръки

Дисертацията е по-кратка от обикновено. Това не е принципен недостатък, но авторът можеше да даде по-изчерпателно и по-широко въведение в тематиката (включително историческото развитие), много повече обяснения на предположенията и резултатите, повече технически подробности в доказателствата и повече сравнения с известни резултати. Не са включени съществени технически части на някои от доказателствата, което затруднява проверката. Вместо да пише "Има примери...", авторът можеше да даде такива. Мотивите и потенциалните приложения не са посочени. Умението за писане на математически текстове не е убедително доказано. С малко допълнителни усилия дисертацията можеше да добие завършен вид, да стане много по-четима и ценна.

На много места не е ясно кои предположения се използват, някои обозначения не са дефинирани (или се използват множество обозначения за един и същи обект), формулировките на някои резултати не са точни или пълни. Няколко примера:

- стр. 9, в Дефиниция 2.3.1. множеството $A^0(x_0)$ не е дефинирано. За кои t трябва да бъде изпълнено включването?
- стр. 10: Какво е $o(t_1, \dots, t_k)$? Какво представляват θ и w (последното се дефинира на следващата страница)?
- стр. 12: символите S и S^+ изглежда означават един и същ обект.
- стр. 16: $=$ след (3.1).
- стр. 17: В някои части m се приема за по-голямо или равно на 1, в други части $m=1$. Това води до объркване.
- стр.19: Какво е на ред 9?
- стр. 19: Теорема 3.1.2 е много неясно формулирана. Формулировката трябва да започва със „Съществува естествено число γ такова, че за всяко $\epsilon > 0$...
- стр. 20: Предположението, че U е симетрично по отношение на началото, липсва в Теорема 3.2.1.

Освен това дисертацията съдържа твърде много печатни грешки. Следват няколко от многото примери:

- стр. 8: N и N означават едно и също нещо; оценката преди раздел 2.3 съдържа два липсващи символа t_1 и t_2 и недефиниран символ t .
- стр. 10: $\|x\|$ трябва да бъде $\|x - x_0\|$.
- стр. 12: след дългата формула, печатна грешка в a_1 и O_1 .
- стр. 24: "Теорема 1" трябва да бъде "Теорема 3.2.1".
- стр. 44: "Теорема 3" трябва да бъде "Теорема 5.1.1".

Големият брой граматически грешки може да бъде толериран, но големият брой липсващи (или неправилно поставени) точки и други препинателни знаци в края на много формули е просто признак на небрежност.

7. Заключение

След като се запознах с представената в процедурата докторска дисертация и придружаващите я научни трудове и въз основа на анализа на тяхната значимост и

съдържащите се в нея научно-приложни приноси, потвърждавам, че представената докторска дисертация и научните публикации към нея, тъй както и качеството и оригиналността на резултатите и постиженията, представени в тях, отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности (ПУРПНСЗАД) в СУ за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“ в научната област: **4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.5. Математика, докторска програма „Изследване на операциите“** на Факултет по математика и информатика (ФМИ) на СУ „Св. Климент Охридски“. По-специално, кандидатът отговаря на националните изисквания в професионалната област и не е открито плагиатство в публикуваните научни трудове.

Въз основа на качеството и значимостта на получените научни резултати и въпреки че направих няколко критични бележки (надявам се да бъдат взети предвид в бъдещата работа на Маргарита), препоръчвам на научното жури да присъди на Маргарита Николаева Николова образователна и научна степен „Доктор“ по Научно направление 4. Природни науки, математика и информатика, Професионално направление 4.5 Математика.

8.09.2023 г.

Рецензент:

/проф. д-р Владимир Вельов/

**ЗРАСРБ – Закон за развитие на научния състав в Република България*