

## С Т А Н О В И Щ Е

по процедура за защита на дисертационен труд  
на тема „Optimal Control Problems under Uncertainty“ („Задачи на оптималното управление в условие на неопределеност“)  
за придобиване на образователна и научна степен „доктор“  
от Боян Колев Стефанов

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“ (СУ)

Становището е изготвено от проф. дн Надя Пейчева Златева, член на научното жури по процедурата, съгласно Заповед № РД 38-129/01.03.2024 г. на Ректора на Софийския университет.

### 1. Обща характеристика на дисертационния труд

Представеният от Боян Стефанов **дисертационен труд** е с общ обем от 91 страници и е написан на английски език. Започва с абстракт, декларация за автентичност, списък с разпространение на резултатите, благодарности и увод от 9 страници. Следват три глави по същество, заключение и библиография от 53 (ненумерирани) заглавия. Освен тях на стр. iii са посочени четири авторски работи, съдържащи резултати от дисертацията – две публикувани статии, една приета за публикуване и една, представена за публикуване.

Дисертационният труд съдържа научни резултати, които са оригинален принос към научната област с възможност да бъдат продължени в по-нататъшни изследвания. Позоваването на вече известни резултати е изчерпателно и коректно. Изложението е ясно и достатъчно подробно. Демонстриран е единен подход към темата и е показано добро владение и способност за комбиниране на различни методи и техники за доказване на основните резултати.

### 2. Данни и лични впечатления за кандидата

Боян Стефанов е възпитаник на ФМИ на СУ. Там той завършва бакалавърската програма Математика през 2017 г. и магистърската програма Оптимизация през 2019 г. От февруари 2020 до февруари 2023 г. е редовен докторант в докторска програма „Изследване на операциите“ на ФМИ, СУ с научен ръководител проф. дмн Михаил Кръстанов.

Познавам Боян Стефанов от студент и имам много добри впечатления за него като колега с отдаденост на математиката. Познавам работата му като член на изпитните комисии на положените от него изпити по специалността и от изнесените от него доклади на различни научни форуми. През летния семестър на 2023/2024 академична година Боян Стефанов е хоноруван асистент във ФМИ на СУ по дисциплината Изследване на операциите, на която съм лектор за спец. Компютърни науки, 2 курс, 1 поток.

### 3. Съдържателен анализ на представения дисертационен труд

Дисертацията на Боян Стефанов е в областта на оптималното управление. Изследват се както задачи на оптималното управление с безкраен времеви хоризонт, които са непрекъснати по времето, така и такива, които са дискретни по времето. Управляемите системи се разглеждат в условия на несигурност. Целта е да бъдат получени необходими условия и достатъчни условия за оптималност.

В **първа глава** се разглеждат некооперативни линейноквадратични игри между двама души с непрекъснатото време върху безкраен времеви хоризонт. Доказано е достатъчно условие за седлова точка (т.е. равновесие по Неш) при наличие на ограничения върху управлението на минимизиращия играч. Подобно условие е важно за определянето на управленски стратегии в условия на несигурност. Показано е, че получените резултати са приложими в контекста на диференциалните игри на Щакелберг. Практическата полза от резултатите е илюстрирана в модел на парична политика в публикуваната статия по темата.

Във **втора глава** обект на разглежданията са линейно-квадратични игри с дискретно време отново над безкраен времеви хоризонт като специално внимание отново е отделено на случая, в който има ограничения на управлението на минимизиращия играч. Въпреки привидните сходства със задачата в непрекъснатия случай, тук доказателствата са по-тежки и изискват използването на различни техники. Като е използван принципът за оптималност на Белман за такива игри, са получени достатъчни условия за оптималност. Има известна неточност във формулировката на функцията на Белман, използвана в Теорема 2.1, но тя може да бъде отстранена по начин, който не повлиява на резултата. Практическото приложение на подхода е илюстрирано чрез модел, описващ краткосрочната динамика на самолет F16.

В **трета глава** е получено необходимо условие за оптималност от тип принцип на максимума на Понтрягин за дискретни управляеми системи, при които целта е да се минимизира максималното неблагоприятно въздействие на смущенията. В допълнение е разгледан специфичен клас игри с дискретно време, свързани със задачи на оптималното управление без смущения, като при подходящи предположения е доказано ново достатъчно условие за оптималност.

Накратко, в дисертацията е представена обща рамка за разглеждане на практически задачи в реални условия като специално внимание е отделено на включването в модела на несигурността, която е често срещана при динамичните системи.

**Библиографията** на дисертацията е изчерпателна и показва познаване в дълбочина на тематичната област. Заглавията в нея са подредени по азбучен ред по фамилия на първия автор, но не са номерирани. В pdf файла на дисертацията има хипер-връзки, които улесняват препратките към тях, но читателят на хартиения вариант е затруднен. Като технически пропуск мога да отбележа, че на места в цитираните заглавия има инверсия на име и фамилия на автор, която е могла да бъде избегната.

### 4. Аprobация на резултатите

В **Заклучението** на страница 69 от дисертацията ясно и експлицитно са посочени основните научни приноси в нея, а на страница iii са изброени четири статии, които съдържат резултатите от нея:

[1] M. I. Krastanov, R. Rozenov, and B. K. Stefanov, On a constrained infinite-time horizon linear quadratic game, *Dynamic Games and Applications*, Volume 13, Issue 3, Birkhäuser, 2023;

[2] M. I. Krastanov, B. K. Stefanov, On Decision Making under Uncertainty, Lecture Notes in Computer Science, 209-220, ISSN 0302-9743, Springer, 2023;

[3] M. I. Krastanov, B. K. Stefanov, A Sufficient Condition for a Discrete-Time Optimal Control Problem, Lecture Notes in Computer Science, 2023;

[4] M. I. Krastanov, R. Rozenov, and B. K. Stefanov, On a Linear-Quadratic Game with Constrained Control over a Discrete Infinite-Time Horizon, 2023.

Статиите [1] и [2] са публикувани, [3] е приета, а [4] е представена за публикуване. Дисертантът е изнесъл лично впечатляващия брой от 13 доклада на научни семинари и конференции, в които е представил резултатите, включени в дисертацията. С публикуваните и приетата за публикуване статия дисертантът има 105 точки при необходимите 30 за минималните национални изисквания за ОНС „доктор“.

Прави добро впечатление, че освен научния ръководител проф. М. Кръстанов, съ-автор на дисертанта в две от статиите е и д-р Росен Розенов, който работи в МВФ. В равностойния принос на Боян Стефанов във всички посочени публикации нямам основание да се съмнявам. Представеният дисертационен труд и свързаните с него публикации съдържат оригинални резултати и в тях изобщо не може да се говори за плагиатство.

## 5. Качества на автореферата

**Авторефератът** е на български език, с обем от 39 страници и 59 заглавия цитирана литература. В него изчерпателно и коректно са отразени резултатите, описани в дисертацията. В края на **Въведението** (страници vii-ix) и в **Авторската справка** (страница 22) на автореферата ясно са посочени приносите на дисертационния труд. Забелязват се някои езикови неточности при превода от английски, но те не влияят на общото добро впечатление от автореферата. За съжаление, номерацията на теореми, леми, дефиниции и др. в автореферата не съвпада с номерацията им в дисертацията и това затруднява проследяването на съответствията.

## 6. Заключение

Дисертационният труд на Боян Колев Стефанов представлява оригинално изследване в областта на оптималното управление. Получените резултати са интересни, нови и имат потенциал за бъдещо развитие.

Въз основа на направения по-горе анализ **потвърждавам**, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, както и качеството и оригиналността на представените в тях резултати, отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“ в 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 **Боян Колев Стефанов** образователна и научна степен „доктор“ в научна област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 **Математика (Изследване на операциите)**.

10 май 2024 г.

/проф. дн Надя Златева/