

# Рецензия

по процедура за защита на дисертационен труд на тема:  
**„Optimal Control Problems under Uncertainty“**  
за придобиване на  
образователна и научна степен „доктор“

от докторант: **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“**

Рецензията е изготвена от проф. д-р Владимир Михайлов Вельов, в качеството му на член на научното жури, съгласно Заповед № РД-38-129/1.3.2024 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 2б, 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 72 страници и се състои от въведение, 3 глави, представящи приносите на автора, и кратка заключителна глава, включваща списък от 13 презентации на семинари или конференции. Библиографията съдържа 53 заглавия, включително 3 публикации на автора.

## 2. Лични впечатления за кандидата

Познавам Боян от преди около три години и през цялото това време съм бил информиран за неговата работа. Също така присъствах на няколко негови доклада на семинари и конференции и имам много добро впечатление от тяхното качество. Изследванията му често са били обект на дискусии между неговия научен ръководител проф. М. Кръстанов и мен, поради което съм добре запознат с техния напредък. Общото ми впечатление е, че Боян е математик притежаващ необходимите познания и техника, а също е упорит и посветен на работата си.

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

В Глава 1 се разглежда линейно-квадратична диференциална игра на безкраен интервал при наличие на ограничения за управляващото въздействие, като ограничаващото множество съдържа нулата във вътрешността си. Решението на задачата на безкраен интервал без ограничения за управлението е по принцип известно от литературата (макар че авторът представя детайлно доказателство, което е добре за изложението). От друга страна, задачата на краен интервал с ограничения за управлението е по-лесна от тази на безкраен интервал и е третирана в литературата. Благодарение на тези обстоятелства, авторът предлага и развива следната идея: (1) при подходящи предположения да се осигури, че при всяка двойка допустими управления съответната траектория доближава нула (включително траекторията съответстваща на играта на краен интервал) и да се приложи обратната връзка получена за играта на краен интервал; (2) след това да се приложи линейната обратна връзка за играта на оставащия безкраен интервал без да се съблюдават ограниченията за управлението, защото те са автоматично изпълнени когато на първата фаза е достигната точка достатъчно близка до нулата (благодарение на предположението, че множеството ограничаващо стойностите на управленията съдържа нулата във вътрешността си). Тази идея позволява да се разделят двете трудности: безкрайния хоризонт и ограничените управления). Идеята е добра и доказателствата са верни, но формулировката на резултатите е подвеждаща, както ще бъде обяснено в Точка 6 по-долу.

Подобно на Глава 1, в Глава 2 авторът разглежда линейно-квадратична динамична игра на безкраен интервал при наличие на ограничения за управляващото въздействие, като ограничаващото множество съдържа нулата във вътрешността си. Този път, описанието на динамиката е в дискретно време, което прави изискваната техника различна. Основната идея е подобна на тази в Глава 1 -- да се декомпозира задачата на две фази, едната на краен интервал с ограничени управления, другата на безкраен интервал без ограничения за управленията. В крайна сметка е конструирана двойка управления в обратна връзка, които решават смислена игрова задача, но тази задача не е правилно формулирана (вижте обяснението в Точка 6 по-долу). Един смислен практически пример е анализиран числено като приложение, който е представен доста пестеливо.

Глава 3 е посветена на Понтрягинов тип условия за задачи за управление или игра за дискретна система на безкраен интервал. Резултатите се основават на статия на Асеев и др., 2017, където са представени необходими условия за оптималност с тази особеност, че спрегнатата променлива е дефинирана явно (без да се използва условие за трансверзалност или асимптотични условия в безкрайност). В главата има два главни резултата. Първият твърди, при подходящи условия за изпъкналост, че необходимото условие за оптималност с явна дефиниция на спрегнатата променлива е също достатъчно за "weakly overtaking optimality". Вторият резултат (който е първи по ред в дисертацията) въвежда по естествен начин понятието "weakly overtaking Nash equilibrium" и дава система от условия, които всеки такъв еквилибриум удовлетворява. И двата резултата са очаквани, но тяхното получаване не е просто и изисква добри технически умения. Даден е и пример, където "weakly overtaking Nash equilibrium" е получен явно чрез използване на необходимите условия.

### 4. Аprobация на резултатите

Резултатите, представени в дисертацията, са публикувани или подадени в 4 статии: две от тях са публикувани, една е приета. Две от статиите са глави на книги, една е публикувана в реномираното списание *Dynamic Games and Applications*. Резултатите са

публикувани наскоро и все още имат малък видим ефект. Въпреки това, те съдържат нови резултати и внасят нови идеи, поради което може да се очаква влияние върху изследванията в областта.

Според мен дисертацията има потенциал да удовлетвори 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. Доколкото ми е известно, от проф. Кръстанов, Боян е извършил не само значителна техническа работа, но е бил компетентен и креативен.

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 105 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 Q3 и се оценява с 45 точки, втората е SJR и се оценява с 30 точки, а третата е SJR и се оценява с 30 точки. Получените 105 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

Авторефератът правилно и пълно представя съдържанието на дисертацията. 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

Много от формулировките на резултатите в Глава 1 не съответстват на това, което е доказано. Авторът говори за min-max игра в класа на програмните управления и понятието "цена на играта" е дефинирано съответно. Но Proposition 1.2, а от тук и основният резултат в главата -- Proposition 1.7 -- се отнасят до игра, в която управленията имат форма на линейни обратни връзки, които изискват пълна и точна информация за текущата фазова точка. Резултатите са смислени, но формулировките на много от твърденията са грешни. Например, заключителното равенство в Proposition 1.7 е вярно но цената на играта трябва да се дефинира по начин, който е съществено различен от този в (2.1). Същото се отнася за формулировката на Следствие 1.9.

Ситуацията е подобна в Глава 2. В Теорема 2.5, например, важното твърдение, че "min max = max min" е вярно, но равенството с  $V(x_0, k_0)$  е грешно. Формулировката на Теорема 2.8 също изисква подходяща поправка. Авторът просто трябва да каже по правилен начин какво всъщност е доказал.

Теорема 2.1 е фундаментално грешна. Рецензентът е изпратил контрапример на научния ръководител на Боян. Отново, причината е объркване на различни типове стратегии, и това е поправимо. За отбелязване е, че Теорема 2.1 се използва в Секция 2.3.

Следват някои по-маловажни бележки.

Има две грешки в Дефиниция 0.1.

Пространството  $\Gamma^2(N_{\{k_0\}}, R^m)$  на страница 17 е всъщност независимо от  $k_0$ !

Какво е  $U_k$  на страница 17?

След (2.2), "first player" трябва да е "second player".

Глава 3 е лошо организирана, което води до повторения: би било добре задачата за управление да се предхожда играта.

Имам два допълнителни въпроса. Първият се отнася за идеята развита в глави 1 и 2. Обикновено в математическата икономика задачи на безкраен интервал се разглеждат с дисконтиран интегрант. Може ли подобна идея да се приложи за такива задачи? Вторият въпрос е: как се решава играта с ограничени управления на краен интервал?

**Забележка 1.** Настоящата рецензия е базирана на официално подадената дисертация. В дисертацията има значителни неточности и грешки, но мисля, че те са поправими. Моята препоръка, представена по-долу, може да се промени ако Боян представи убедителни аргументи и поправки в допълнителен материал (като анекс към дисертацията) и по време на защитата.

## 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, **имат потенциала да удовлетворят (вижте Забележка 1 по-горе)** 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 **условно препоръчвам** (вижте Забележка 1 по-горе) на научното жури да присъди на Боян Колев Стефанов 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. Владимир Вельов/

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