

## СТАНОВИЩЕ

от доцент д-р Камен Кръстев Делчев, Институт по механика – БАН,  
за дисертацията на Калоян Мариянов Йовчев  
на тема „Итеративно самообучение за управление на манипулационни работи“  
за придобиване на образователната и научна степен „доктор“  
Професионално направление: 4.6 “Информатика и компютърни науки”,  
докторска програма „Информационни технологии“

Настоящото становище е изготвено, съгласно заповед № РД38-288 /02.05.2018 на Ректора на Софийския университет, според която съм включен в състава на научното жури по процедурата за присъждане на образователната и научна степен (ОНС) "Доктор" на Калоян Мариянов Йовчев.

Калоян Йовчев е завършил бакалавърска програма по „Информатика“, специалност „Компютърни науки“, във ФМИ на Софийския университет през 2013 г., през 2015 година завършва магистърска програма „Мехатроника и роботика“ във ФМИ и от 1 юли 2015 година е докторант в катедра „Информационни технологии“ на ФМИ с научни ръководители проф. Евгений Кръстев – ФМИ на СУ и доц. Камен Делчев – ИМех.-БАН.

Представеният дисертационен труд „Итеративно самообучение за управление на манипулационни работи“ на Калоян Йовчев има общо 113 страници и се състои от: увод, 4 глави, заключение, перспективи за развитие, литература с 67 заглавия и приноси. Основните понятия и критичен анализ на съществуващите резултати по разглежданата проблематика са дадени в първа глава на дисертацията, а научните и научно-приложните резултатите от изследванията на автора са изложени в глави 2-4. Основната цел на дисертацията е решаването на проблема за приложението на адаптивно управление със самообучение за манипулационни работи при наличие на ограничения в пространството на обобщените координати (ставните ъгли).

### 1. Актуалност на проблема

Адаптивното управление със самообучение (Iterative Learning Control – ILC) е най-ефективният метод за минимизиране на неточностите (грешките) при изпълнение на дадени задачи – например проследяване на желана траектория от манипулационен робот в пространството на обобщените координати. Оптимизацията се базира на многократно (итеративно) повторение на задачата (траекторията) и подобряване (off line – между итерациите) на програмната компонента (feedforward term) на управлението чрез използване на грешките от предходните итерации.

Основен проблем на ILC е възможното проявление на така наречената „преходна грешка“, която се характеризира с голямо нарастване на траекторната грешка при някои итерации (най-често началните) независимо от цялостната сходимост на грешката до приемливо ниски стойности при следващите итерации. Преходната грешка обезсмисля практическото приложение на ILC за индустриални работи.

В дисертацията се разглежда нов ефективен метод, който решава проблема с преходната грешка и се предлага едно разширение на този метод за неговото приложение за решаване на проблема с удовлетворяването на ограниченията на обобщените координати при използване на ILC. Най-общо може да се каже, че в дисертацията се решава проблема за оптимизация (чрез ILC) на управлението на манипулационни работи при ограничения на ставните ъгли (обобщените координати) от типа на неравенства. В специализираната научна литература не е известно общо решение на този проблем.

## **2. Степен на познаване на състоянието на проблема**

Калоян Йовчев навлезе задълбочено в областта на адаптивното управление със самообучение (ILC). Той познава в детайли актуалното състояние на решаваните в дисертацията проблеми. Показател за това са подробните сведения за моделиране и управление на манипулационни роботи и в частност – за най-съвременните методи за ILC, представени в първа и втора (т. 2.1 и 2.2) глава от дисертацията.

## **3. Основни научни и научно-приложни приноси**

Искам да отбележа, че приносите на докторанта са описани точно и изчерпателно в дисертационния труд. Основният научен принос е разширението на „Метода за ограничаване на преходната грешка при адаптивно управление със самообучение“ (Bounded Error Iterative Learning Control – BEILC) за решаване на проблема с ограниченията на ставните ъгли при прилагане на ILC за манипулационни роботи. Трябва да се подчертае, че основният принос в научно-приложен аспект е разработването и реализацията на учебен робот за верификация на разширеният BEILC (Space Constrained Iterative Learning Control – SCILC), което се явява самостоятелна инициатива на докторанта.

Участието на Калоян Йовчев в постигането на гореописаните основни резултати (приноси) е съществено по отношение на научните изследвания. Докторантът не само е усвоил съвременните методи за решаване на проблемите на ILC, но в глава 4 на дисертацията са представени негови собствени идеи за заобикаляне на препятствия в работната зона на учебния робот чрез една модификация на SCILC. Проектирането и реализацията на учебния робот с възможности за ILC, изборът на операционна система и разработването на програмно осигуряване за работа се явяват изцяло приноси на докторанта Калоян Йовчев.

В заключение искам да подчертая, че докторантът самостоятелно може да провежда научни изследвания с помощта на съвременни компютърни системи и информационни технологии, да анализира резултатите от изследванията и да синтезира оригинални решения на зададените проблеми. Освен това той притежава редица практически знания и умения в областта на механиката на машините и механизмите, компютърните системи за управление, задвижванията на ел. двигатели и програмирането на управляващи системи за манипулационни роботи.

## **4. Описание на публикациите върху дисертационния труд**

Резултатите от дисертационния труд са публикувани в:

- Две статии в съавторство с научните ръководители, като Калоян Йовчев е първи съавтор и кореспондиращ автор. Едната статия е публикувана “Asian Journal of Control” – реномирано списание за управление на системи с „Импакт фактор“ – 1.421, реферирано в SCOPUS и WEB of Science. Втората статия е докладвана на международната конференция „Robotics in Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2016“ и е отпечатана в “Advances in Robot Design and Intelligent Control, Edition: Advances in Intelligent Systems and Computing” – издание на “Springer International Publishing”, реферирано в SCOPUS.
- Три самостоятелни статии. Първата е публикувана в: „Journal of Theoretical and Applied Mechanics“ – списание, реферирано в SCOPUS. Втората е публикувана в сборник от международна конференция „IUTAM Symposium on Intelligent Multibody Systems - Dynamics, Control, and Simulation”, 2017. Третата е

докладвана на международната конференция „Robotics in Alpe-Adria-Danube Region – RAAD 2018“.

- Една статия в съавторство с колектива, изпълняващ договор „Телеуправляеми сервизни работи повишаващи качеството на живот на възрастни хора и инвалиди“, ФНИ-МОН, ДН 07/23 – 15.12.2016. Статията е публикувана в списание „Problems of Engineering Cybernetics and Robotics“.

Резултатите са докладвани на четири международни научни конференции и две научни годишни сесии на ФМИ.

Моето участие, като втори научен ръководител, се свежда главно в методологията, структурирането и редактирането на съвместните публикации. Цялата изследователска работа, програмното осигуряване за компютърните симулации, написването на текста и кореспонденцията с редакторите и рецензентите са дело на докторанта. Следователно, в резултат на обучението в рамката на докторската програма, Калоян Йовчев е усвоил необходимите знания и умения за публикуване на статии в реферирани списания и сборници от научни конференции. Потвърждение на този факт са трите самостоятелни публикации на докторанта, в които моето участие е минимално.

## **5. Лични впечатления за докторанта**

Познавам Калоян Йовчев от 2013 г. като отличен студент в магистърската програма „Мехатроника и роботика“. В следването си и най-вече в разработването на дипломната си работа, чийто ръководител бях аз, Калоян Йовчев прояви голяма самостоятелност, висока отговорност към изпълнението на поетите задачи, заинтересованост и инициативност в областта на роботиката. Също така той проявява голям афинитет към практическите разработки и прилагане на научните знания в практиката. В резултат, естествен етап в неговото научно развитие се явява успешното обучение в докторската програма „Информационни технологии“, където Калоян Йовчев разви в значителна степен споменатите лични качества и умения за научноизследователска работа.

## **6. Заключение**

Представеният дисертационен труд показва, че Калоян Йовчев е придобил задълбочени познания в теорията на управление на манипулационни работи и в частност – в най-съвременните методи за адаптивно управление със самообучение. Той е усвоил знания и умения за самостоятелни научни изследвания, базирани на модерни компютърни системи и информационни технологии за разработване и реализация на реални образци на манипулационни работи. Неговата публикационна и преподавателска дейност допълват възможностите на Калоян Йовчев за успешна научна реализация.

Дисертационният труд удовлетворява всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото прилагане, както и Правилниците за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности на Софийски университет „Свети Климент Охридски“ и на Факултета по математика и информатика към Софийския университет. Въз основа на гореизложеното **убедено препоръчвам присъждането на Калоян Мариянов Йовчев на образователната и научна степен ”Доктор” в професионално направление 4.6 “Информатика и компютърни науки”.**

София  
10.06.2018 г.

Подпис:  
/доц. д-р К. Делчев/