

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академична длъжност

„професор“

в професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки (Компютърно моделиране чрез САД системи с приложение в мехатрониката и роботиката), за нуждите на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ),  
Факултет по математика и информатика (ФМИ),  
обявен в ДВ бр. 20 от 08.03.2024 г. и на интернет страниците на ФМИ и СУ

Рецензията е изготвена от проф. д-р Георги Венциславов Бояджиев – ФМИ, СУ, 4.5. Математика, „Математика, теоретична механика и роботика“, в качеството ми на член на научното жури по конкурса съгласно Заповед № РД-38-203/30.04.2024 г. на Ректора на Софийския университет.

За участие в обявения конкурс е подал документи **единствен кандидат:**

**доц. д-р Иван Николов Чавдаров**

Факултет по математика и информатика, СУ „Св. Климент Охридски“

### **I. Общо описание на представените материали.**

#### **1. Данни за кандидатурата.**

Представените по конкурса документи от кандидата съответстват на изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“ (ПУРПНСЗАДСУ).

За участие в конкурса кандидатът **доц. д-р Иван Николов Чавдаров** е представил списък от общо 16 заглавия, в това число 14 публикации в български и чуждестранни научни издания и научни форуми. От тях 5 са по показател В4: Хабилизационен труд – научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus), 9 - по показател Г7: Научни публикации в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus), извън хабилизационния труд. Представени са и 2 патента, единият от които е самостоятелен, а на втория е първи автор. Получавал е награди, свързани с изобретателската му дейност, включително „Диплом и златна статуетка - СИБ Изобретател на 2017г.“

#### **2. Данни за кандидата.**

Д-р Иван Чавдаров е завършил ТУ-София (1991 г.), специалност машинен инженер. Пак там завършва редовна следдипломна специализация “Робототехника” (1992-1993 г.).

Бил е научен сътрудник в БАН с съответно в периодите (1995-1997 г. и 1998-2002г.) - III степен, като междуременно работи като специалист механик в “Стоманени тръби” – ЕАД гр. Септември. Става научен сътрудник II степен (2004 г.), а през 2006 г. – „доктор“ по научна специалност „Роботи и манипулатори”, като същата година е повишен в научен сътрудник I степен. Хабилитира се през 2008 като старши научен сътрудник II степен (доцент), утвърден от ВАК на Република България. През 2011 става доцент в Институт по системно инженерство и роботика – БАН, секция РЕМИС, гр.София През 2015 заема длъжността научен секретар на Института по системно инженерство и роботика - БАН. От 2017 досега е доцент в Софийски Университет „Климент Охридски“, ФМИ, катедра Мехатроника, роботика и механика.

Съавтор е (първи автор) на ръководство за проектиране на работи. От 2004 г. е хоноруван преподавател в Технически Университет – София, като е водил упражнения и лекции по дисциплините: „Проектиране на работи и робототехнически системи”, „Роботизирани технологии и системи”, „Роботика” и „Синтез, кинематика и динамика на работи”. Ръководил е проект „Робо-академия” за работа с млади таланти, финансиран от БАН. Заниманията се извършвани с ученици от Софийската математическа гимназия „Паисий Хилендарски“, Софийската професионална гимназия по електроника „Джон Атанасов“ и Професионалната гимназия по компютърни технологии и системи в град Правец.

Към квалификацията му може да се причисли професионалното владение и работа с AutoCAD, SOLIDWORKS, Mechanical Desktop, Visual LISP, MatLAB, MatCAD и др.

Участвал е в над 10 научни и научноприложни проекта, включително международни (с Университета в Ставангер, Норвегия; Instituto Gerontologico Matia, Испания, Future and Emerging Technologies по 7-ма рамкова програма; проектно сътрудничество между Българската и Руската академии на науките и др.). Участвал е в проектирането на манипулационна система FEEDMAT 1 и FEEDMAT 2 за дозиране и зареждане с разтопен метал на машини за хоризонтално леене на алуминиеви сплави с производител българо-немска фирма “SPESIMA” GMBH. Самостоятелно е проектирал манипулационна система на робот “F3” с 3 независимо управляеми оси за дозиране и зареждане с разтопен метал на машини за хоризонтално леене под налягане с производител същата фирма.

Член на Българското дружество по Роботика. Има две почетни грамоти на Българската стопанска камара и златен плакет от Съюза на изобретателите в България.

### **3. Обща характеристика на научните трудове и постижения на кандидата.**

В представените за участие в конкурса публикации кандидатът е първи автор в 7 от тях, в 2 е втори, в 4 статии е трети автор и в 1 статия е четвърти автор.

Не са представени доказателства за индивидуалния принос в колективните работи, затова рецензентът приема, че в тях приносите са равностойни, въпреки че работите, където кандидатът е първи автор, предполагат неговото водещо участие.

Но не може да не се спомене, че общият брой на научните публикации на кандидата до момента е 100, от които 1 монография, 2 учебни помагала и 8 издадени патента за изобретение. От тях 38 публикации са реферирани и индексирани в Web of Science и Scopus. От всички публикации в издания с импакт фактор (WoS) са 13, с импакт ранг (SJR, Scopus) са 24. Статиите са цитирани 149 пъти. От тях цитатите в статии, индексирани в Web of Science и Scopus, са 62, което е впечатляващо.

Няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Към постиженията (в професионален смисъл) на кандидата могат да се отнесат и ръководството на 3 национални проекта, които са приключили, като единият от тях е с Фонда за научни изследвания на МОН. Участвал е в екипите на 6 международни и национални проекти.

#### **4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата.**

Кандидатът притежава богат преподавателски опит. Чел е лекции и е водил упражнения във ФМИ и БФ на СУ в образователно-квалификационните степени бакалавър и магистър (задължителни и избираеми курсове) - лекции по „Математика“, БФ на СУ, бакалаври; лекции и упражнения по: „Кинематика“ - ФМИ, магистри; „Моделиране на работи с 3D принтер“ - ФМИ, магистри; „Планиране на движения в сложна среда“ - ФМИ, магистри; „Проектиране на механични компоненти на работи с САD системи“ - ФМИ, магистри; „3D моделиране, принтиране и приложения в роботиката“ – ФМИ, бакалаври; “Програмиране в САD среда и приложения в роботиката” – ФМИ, бакалаври. За курсовете са изготвени и постоянно се обновяват лекционни записки за студентите, които им се предоставят в електронната среда „moodle“ на факултета. В периода от 2017 г досега е провеждал обучение на чуждестранни студенти по програма Еразъм, които са посетили ФМИ на СУ на основата на двустранни споразумения. Курсовете са на теми: “Kinematics”, “Planning of motion in complex environment”, “Robot modeling using 3D printing technology”. Подготвяните от него лекции и упражнения са ясни и логични, което спомага за по-добро възприемане на преподавания материал. Аудиторната му заетост през всички учебни години, през които досега е осъществявал преподавателска дейност, винаги превишава - и то в значителна степен, установените нормативи за учебна натовареност, което личи от представените и утвърдени лични отчети за съответните семестри. Доц. Иван Чавдаров е ръководител на магистърските тези на петима успешно защитили дипломанти, ръководил е на двама успешно защитили докторанти, а в момента е ръководител на двама задочни докторанти.

## **5. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата, съдържащи се в материалите за участие в конкурса.**

Научните, научно-приложните и приложните приноси на кандидата най-общо могат да бъдат групирани по следните тематики:

- (1) Информатика и компютърно моделиране чрез CAD системи на мобилни роботи (Изследване, планиране на управлението и моделиране на нов крачещ робот, базиран на минималистичен принцип). Тази тематика е отразена в статии с номера от [1] до [5], статия [8] и патент 16 съгласно приложения списък.
- (2) Информатика и компютърно моделиране на стационарни роботи. Тук се включват нови методи и алгоритми на кинематиката за стационарни роботи с отчитане на ставните ограничения, както и типове решения на обратната задача на кинематиката и наличие на препятствия в работната зона. Тази тематика е отразена в статии с номера [11], [12], [13] и [14].
- (3) Приложения на информатиката и компютърното моделиране в мехатрониката и медицината (CAD моделиране на 3D принтирана роботизирана хуманоидна ръка; роботизирано пробиване на кости). Тази тематика е отразена в статии с номера [7], [9], [10] и патент 15.

В първата тематика могат да се подчертаят следните научни приноси: създаването на метод за оптимизиране на основните размери на крачещ робот с цел да се намалят загубите на енергия при движение по равен терен и преодоляване на по-високи препятствия (публикации [2], [3] и [4]). Въведено е нормирано пространство за основните размери на робота като е определена област в него, където е възможно функционирането му. Предимство на предложения метод, базиран на нормирано пространство е, че той удобно се прилага към роботи с една и съща структура, но с различни по мащаб размери. Предложените подходи за оптимизация на размерите за намаляване на загубите на енергия и експериментално определяне на моментния център на скоростите са приложими за други крачещи роботи. Създадени са нови методи и модели за управление на походката на крачещ робот, базирани на сензорната информация, съчетана с движенията му (публикации [1] и [5]). Създаден е модел и алгоритми за управление с оптимизиране на цикъла на ходене на крачещ робот, наречен „Big Foot“, който е оборудван с различни видове сензори. Предложени са и изследвани два закона на движение: синусоидален и полиномиален. Предложен е метод за съчетаване на управлението на двигателите и четенето на информация от сензори, разположени в основата на робота, който позволява да се изследват и сканират неравности по терена.

Към научно-приложните приноси се отнасят: проектиране и създаване на прототип на крачещ робот, базиран на минималистичен принцип (публикации [2], [3], [4], патент 16 и проект 1). Конструиран е крачещ робот с минимален брой двигатели, създаден е CAD модел и прототип с помощта на 3D принтер. Роботът има само два независимо задвижвани механизма и малък брой подвижни елементи. Той се придвижва чрез крачене, завива на място, от място може да тръгне напред или назад, преодолява препятствия и наклони, може да изкачва стълби, съобразени с размерите му, притежава известна пасивна адаптивност към препятствията. Експериментално е валидиран методът за оптимизиране на основните размери на крачещ робот (публикации [2], [3] и [4]). Анализирани са статичната устойчивост на робота „Big Foot“ и възможностите за преодоляване на препятствия с помощта на симулационен CAD софтуер. Представени са симулация и експерименти за преодоляване на препятствие от 3D принтиран модел на робота „Big Foot“. Описани са фазите на ходене и етапите на преодоляване на препятствие. Сравняват се теоретичните и експерименталните резултати. Извършени са експерименти за преодоляване на вертикално препятствие с 3D принтирания модел. Резултатите от експериментите са представени графично, като се сравняват с базов модел. Въвежда се безразмерен индекс за сравняване на височината на преодоляното препятствие и размерите на робота. Индексът позволява обективно да се сравняват възможностите за преодоляване на препятствията между различните видове мобилни роботи. Към научно-приложните приноси се отнасят още и създаването на алгоритми и провеждане на експерименти за управление на движенията на крачещ робот с цел намаляване на ударните натоварвания при движението му по равен терен и изследване на неравности (публикация [1], проект 4), като реализирането на законите на движение се осигурява с ползването на PD контролер, получаващ данни от енкодери и тактилни сензори. Освен това е създаден алгоритъм за съчетаване на управлението на двигателите и четенето на информация от сензори, разположени в основата на робота (публикация [1]). В публикация [8] и проекти 2 и 3 е представено приложението на крачещия робот „Big Foot“ в образованието и рехабилитацията на деца със специфични потребности.

Като основни научни приноси, свързани с втората тематика могат да се подчертаят създаване на нов метод за решаване на обратната задача на кинематиката за работи с отворена структура, като решенията се разделят по типове (публикации [11] и [14]), както и създаване на методи и алгоритми за движение на робот в среда с препятствия при отчитане на ставните ограничения и различни типове решения на обратната задача на кинематиката (публикации [11], [13] и [14]). Разработеният в [11] алгоритъм позволява намирането на решения за широк кръг работи чрез използване на геометричен подход, представящ точки в полярна координатна система. Генерират се области в работното и конфигурационното

пространство, които са достъпни с различни типове решения. Приложение на метода за равнинен робот с допълнителни степени на свобода е показано в [14]. В [13] се разглежда нов метод за планиране на движение с избягване на препятствия за равнинни роботи с допълнителни степени на свобода с отчитане на ставните ограничения. Анализира се кинематиката и се дефинират различните видове обратни кинематични решения - [11] и [13]. Предлага се числен подход за намиране на специфичните точки, в които роботът може да промени типа си решение в смисъл когато роботът трябва да изпълни движение, което преминава през различни зони на работното пространство. В [14] се изучават зоните в работното пространство на робота, в които той може да промени ориентацията на своето изпълнително звено без да се променя текущата му позиция, а също и зоните, в които това е невъзможно.

Основните научно-приложни приноси, свързани с втората тематика, се характеризират с 3D принтиран прототип робот с допълнителни степени на свобода за практическо изследване на резултатите, постигнати в научните приноси по втората тематика, както и приложението му в образованието (публикации [11], [12], [13], [14], проекти 1 и 4). В [12] се предлага нов подход за извеждане на уравненията на движението и определяне на въртящите моменти на двигателите на роботизирана ръка с произволен брой стави. Предложеният подход за получаване на динамичния модел в затворена форма използва теорията на графите и принципа на ортогоналността, които се базират на закона за запазване на енергията. Нататък трябва да се спомене и създадена програма, работеща в CAD среда за решаване на обратната задача на кинематиката за робот с допълнителни степени на свобода (публикация [11]), която ползва графичните възможности на AutoCAD и представя препятствия, зони и траектории в конфигурационното и работното пространство на робота.

Третата тематика включва следните научно-приложни приноси: създаване на 3D принтирана хуманоидна роботизирана ръка, изградена на модулен принцип (публикации [9], [10] и патент 15); разработване на алгоритъм за определяне на основните кинематични характеристики на пръст от хуманоидна ръка [9]; изследване на компютърно-мозъчен интерфейс с бърза настройка и минимална фаза на обучение, като се предлага нов начин на декодиране на сигналите - [6]; начин за управление на скоростта на подаване по време на различни етапи от процеса на пробиване на кости с помощта на ортопедичен робот (ODRO) - [7]. Кратка характеристика на изброените приноси съответно включва следното. Първият представя подход за разработване на механични и управляващи системи на хуманоидна 3D-отпечатана ръка с пръсти, базирана на модулен принцип. Новото тук е в създаването на 3D отпечатаните пръсти като единичен сглобен компонент и вграждането на задвижващи механизми и управляващи елементи, което го прави завършен независим модул. Това позволява прилагането на един и същ софтуер за действащи компоненти, които да се

използват в модули на пръсти с различни индивидуални размери и ограничения на ставите. Разработена е механичната и управляващата система на ръката и е създаден работещ прототип. Описана е комуникацията на модулите с разработения софтуер и се измерва силата, която всеки пръст може да упражни по време на сгъване. Вторият принос по същество е алгоритъм за определяне на работното пространство и коефициента на манипулативност за пръстите. Резултатите са представени графично. Ползвани са средно статистически размери на пръстите и ставните ограничения. Третият се характеризира с нов начин на декодиране на сигналите. Разчитат се резки промени на текущата синхронизация или десинхронизация на мощността на електроенцефалографската (ЕЕГ) честота. Осъществимостта на предложената система е доказана чрез реални експерименти. Последният принос конкретно представлява синтез на алгоритъм за минимизиране на времето за пробиване на костите с цел поставяне на импланти; елиминиране на приплъзването и огъването на свредлото при първия и втория (далечния) кортекс; подобряване на точността при пробиването, което в крайна сметка повишава качеството на манипулацията и безопасността на пациента.

#### **6. Критични бележки и препоръки.**

Критични бележки по отношение на рецензираните трудове на кандидата нямам. В тях постановката на задачата е ясно формулирана, резултатите са обобщени вследствие на задълбочен анализ, доказващ тяхната пълнота. Изложението е убедително, което показва доброто методическо равнище на съответната публикация, и не на последно място показва качеството и пълнотата на цитираната литература, което свидетелства за литературната осведоменост на автора. Допълнително доказателство за липсата на критични бележки към рецензираните трудове е фактът, че всички те са публикувани в реферирани и индексирани международни списания и конференции, включително с импакт-фактор или SJR.

Като препоръка към кандидата би било добре в бъдещите му публикации да се изследват по-детайлно и проблемите на динамиката на роботите, което е важно от гледна точка на тяхното управление.

#### **7. Лични впечатления за кандидата.**

Познавам д-р Иван Чавдаров близо от 17 години. Той винаги се е отличавал с изключителен професионализъм в работата си, чак до педантизъм – в добрия смисъл. Винаги сериозен и крайно отговорен при изпълнение на задачите си. Има мислене на изобретател, генерира нови идеи, но също така има и способност да работи добре в екип. Д-р Иван Чавдаров е утвърден учен с впечатляващи научно-приложни приноси, които са изцяло в областта на роботиката. Има богат преподавателски опит не само със студенти, но и с ученици, спецификата на което доказва педагогическите му умения. Има патенти, за което е отличен с почетни грамоти и златен плакет от Българската стопанска камара и от Съюза на

изобретателите в България. Неговата професионална квалификация изцяло съответства на тематиката на обявения конкурс – „(Компютърно моделиране чрез CAD системи с приложение в мехатрониката и роботиката)“, респективно и на нуждите на обявилата го катедра.

#### **8. Заключение за кандидатурата.**

След като се запознах с представените в конкурса материали и научни трудове и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че научните постижения отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за заемане от кандидата на академичната длъжност „професор“ в научната област и професионално направление на конкурса. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Давам своята **положителна** оценка на кандидатурата.

#### **II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да предложи на компетентния орган по избора на Факултета по математика и информатика при СУ „Св. Климент Охридски“ да **избере доц. д-р Иван Николов Чавдаров** да заеме академичната длъжност „професор“ в професионално направление **4.6. Информатика и компютърни науки** (Компютърно моделиране чрез CAD системи с приложение в мехатрониката и роботиката) **във Факултет по математика и информатика към СУ „Св. Климент Охридски.**

20.06. 2024 г.

Изготвил рецензията: проф. д-р Георги Бояджиев  
(академична длъжност, научна степен, име, фамилия)