

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „ПРОФЕСОР“
Област на висше образование 5. Технически науки
Професионално направление 5.1. Машинно инженерство
Научна специалност „Роботи и манипулатори“

Конкурс: обявен в ДВ, бр. 51 от 05.06.2026 г., за нуждите на секция „Роботизирани и мехатронни интелигентни системи (РиМИС)“ при Института по роботика – БАН.

Тема: „Метрология на мобилни роботи – методи, модели, оценка и оптимизация на мобилни колаборативни сервизни роботи“.

Кандидат: доц. д-р инж. Нина Фотева Вълчкова

Рецензент: акад. Чавдар Руменин, Институт по роботика – БАН

1. Обща характеристика на конкурса и представените материали

В конкурса участва доц. д-р инж. Нина Фотева Вълчкова. Представеният комплект документи съдържа необходимите материали за оценяване на академичното и научното развитие на кандидата: автобиография, документи за придобита образователна и научна степен „доктор“ и заемана академична длъжност „доцент“, списъци на публикациите, хабилитационен монографичен труд, резюмета на трудовете, справка за оригиналните научни, научно-приложни и приложни приноси, списък на цитиранията, наукометрични справки и таблици за изпълнение на минималните национални изисквания.

Научната продукция е тематично свързана с обявения конкурс. Основните направления са мобилна и колаборативна роботика, сервизни роботи за здравеопазването, интелигентно управление и сензорна фузия, високопроходими мобилни платформи, енергийни системи с водородни горивни клетки, автономни полски медицински станции и метрологично оценяване и верификация на роботизирани системи.

2. Професионално и академично развитие

Доц. д-р инж. Нина Фотева Вълчкова има дългогодишен професионален и научноизследователски опит в структурите на Българската академия на науките, свързан с роботика, мехатроника, приборостроене и интелигентни системи. От 18.03.2018 г. заема академичната длъжност „доцент“ в Института по роботика – БАН.

Кандидатът развива и организационна и научно-ръководна дейност – изпълнява функции по ръководство на секция РиМИС в ИР-БАН, председател на Общото събрание на учените на ИР-БАН и участва в органи на БАН като член на Общото събрание на учените на БАН, където е член на Мандатната комисия. Ръководи научноизследователски проекти и докторанти. В представените материали е документирано ръководството на успешно защитилия през 2025 г. докторант Васил Георгиев Цветков, както и работа с докторанти и млади изследователи.

3. Изпълнение на минималните национални изисквания

Представените таблици по ЗРАСРБ показват, че кандидатът изпълнява и надвишава минималните национални изисквания за академичната длъжност „професор“ в област 5. Технически науки. Съпоставката е следната:

Група показатели	Минимум	Точки на кандидата	Превишение
А	50	50	0
В	100	100	0
Г	200	225,33	25,33
Д	100	158 - след приспадане*	58
Е	150	214,53- след приспадане**	64,53

* При оценката на група Д не са включени позоваванията в дисертационния труд на Васил Цветков..

** За група Е е приложена корекция от 20 точки за прекласифициране на ръководения проект по ПВУ от международен в национален.

Група А е изпълнена с 50 точки чрез дисертационния труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. Група В е изпълнена със 100 точки чрез хабилитационната монография „Метрология на мобилни роботи в здравеопазването: Методи, модели, оценка и оптимизация на мобилни колаборативни сервизни роботи“.

По група Г кандидатът представя 225,33 точки при изискуем минимум 200 точки. Тук са включени публикации в реферирани и индексирани издания и публикации в научни списания с рецензиране и сборници от международни конференции.

По група Д при формиране на точковата оценка следва да се отчитат само цитиранията, допустими съгласно приложимите показатели на ЗРАСРБ и представените доказателства. Цитиранията в дисертационния труд на Васил Георгиев Цветков не следва да се включват в точковата оценка и са изключени от оценката в настоящата рецензия.

По група Е са отчетени 214,53 точки при минимум 150 точки. Съществен принос имат ръководството на успешно защитил докторант, участието и ръководството на национални научни проекти, включително по Националния план за възстановяване и устойчивост (ПВУ) и привлечените средства по ръководени проекти. Само по двата посочени ръководени проекта са отчетени 84,13 точки за 420 647,85 лв. и 30,4 точки за 152 000 лв. привлечени средства.

Корекция на класификацията: проект BG-RRP-2.017-0011-C02 по ПВУ се отчита като национален проект с европейско финансиране. При допускане, че първоначално за неговото ръководство са начислени 40 точки по показател 21 (международен проект), следва да се отчетат 20 точки по показател 20 (национален проект). Така сборът по група Е се намалява с 20 точки – от 234,53 на 214,53. Точките по показател 22 за привлечените средства не се променят.

Оценка: кандидатът покрива минималните национални изисквания във всички приложими групи показатели, като в групи Г, Д и Е ги надвишава.

4. Оценка на хабилитационния монографичен труд

Основният хабилитационен труд е монографията на Нина Вълчкова „Метрология на мобилни роботи в здравеопазването. Методи, модели, оценка и оптимизация на мобилни колаборативни сервизни роботи“, София, Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2026, ISBN 978-619-245-613-9. Представеният монографичен труд обхваща широк кръг от взаимосвързани научни и научно-приложни проблеми, отнасящи се до разработването, математическото моделиране, управлението, сензорното и енергийното обезпечаване, както и метрологичното оценяване на мобилни колаборативни сервизни роботи, предназначени за приложение в здравеопазването. Съдържанието е организирано в последователна логическа структура, която започва с изследване на особеностите и функционалните възможности на колаборативните роботизирани системи при изпълнение на медицински задачи и преминава през обосноваване на конструктивните решения, избор и оптимизиране на мобилните платформи, разработване на математически модели и алгоритми за комплексно управление на роботизираната система (Whole-Body Control). Разгледани са също принципите за изграждане

на сензорните и енергийните подсистеми и възможностите за интегриране на роботите в автоматизирани полеви медицински станции.

Особено внимание заслужава възприетият комплексен системен подход, при който мобилният колаборативен робот се изследва като единна кибер-физична система. В този контекст конструктивните параметри, кинематичните и динамичните характеристики, средствата за сензорно възприятие, алгоритмите за управление, енергийните ресурси и механизмите за взаимодействие с човека се разглеждат в тяхната функционална взаимозависимост. Подобен подход позволява да се анализира влиянието на отделните подсистеми върху общата работоспособност, точността, надеждността и ефективността на роботизираната платформа. Съществено място е отделено на метрологичното осигуряване чрез разработване и прилагане на методи и процедури за измерване, количествена оценка, изпитване и експериментално потвърждаване на функционалните характеристики на изследваните роботизирани системи.

В заключителната част на монографията разработените методологични подходи и технически решения са разгледани в контекста на тяхното приложение при изграждането и функционирането на съвременни автономни полеви медицински станции. Систематизирани са основните научни и научно-приложни резултати и са формулирани изводи относно възможностите за усъвършенстване на мобилните колаборативни сервизни роботи. В този смисъл монографичният труд демонстрира тематична и методологична завършеност, съответства непосредствено на научната специалност и предмета на обявения конкурс и представя в обобщен вид съществена част от научноизследователските резултати на кандидата, постигнати след заемането на академичната длъжност „доцент“.

5. Анализ на публикациите, представени за участие в конкурса

За конкурса са представени 17 публикации, които могат да бъдат обособени в няколко тематични ядра. Седем от тях са представени като публикации в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни, а останалите са публикации в рецензирани научни издания и сборници от международни конференции.

5.1. Медицинска и социална роботика – метрологични аспекти на функционалната надеждност и безопасността

Публикациите „Hybrid Intelligent Systems in Medicine – Automated Medical Station“ и „Feasibility of the Cyber-Physical Nurse“ разглеждат научни и инженерни проблеми, свързани с интегрирането на интелигентни роботизирани системи в медицинската практика. От гледна точка на метрологията особено значение имат измерването, количествената оценка и проверката на функционалните характеристики на роботизираните устройства, работещи в непосредствена близост до медицински персонал и пациенти.

В първата разработка интегрирането на мобилен сервизен колаборативен робот в автоматизирана медицинска станция създава предпоставки за комплексно оценяване на точността на позициониране, повторемостта на изпълняваните операции, надеждността на сензорната информация и безопасността на взаимодействието човек–робот. Втората публикация разширява разглежданата проблематика чрез концепцията за кибер-физична „медицинска сестра“, при която метрологичното осигуряване е съществено условие за достоверността на измервателната информация и предвидимостта на роботизираните действия.

Към това направление се отнасят и изследванията за използване на колаборативни роботи в полеви медицински станции, педагогическата рехабилитация и специалното образование. Тези приложения поставят специфични изисквания към точността, възпроизводимостта и обективното оценяване на функционалното поведение на роботизираните системи.

5.2. Мобилни платформи, динамика и високопроходимост – измерване и оценяване на кинематичните и динамичните характеристики

Публикацията „Parametric Analysis of a Collaborative Robotic Mobile Platform for Healthcare Application“ има непосредствено отношение към метрологичното характеризирание на мобилните роботизирани платформи. Изследването на скоростите, ускоренията, страничните премествания, процесите на забавяне и спиране осигурява основа за количествена оценка на динамичното поведение и за определяне на параметрите, влияещи върху точността и устойчивостта на движението.

В разработката „An Approach to Developing an Optimal Model of the Mobile Platform of a Collaborative Robot“ се разглежда методологичен подход за избор и оптимизиране на задвижващата система въз основа на критерии за устойчивост, маневреност, енергийна ефективност и функционално предназначение. В метрологичен аспект тези критерии могат да бъдат обвързани с измерими показатели, позволяващи сравнителна оценка на различни конструктивни и кинематични решения.

Изследванията на високопроходимата роботизирана платформа Roby1, характеризираща се с триъгълна конфигурация на верижните задвижващи механизми, допълват тази научна линия. Движението в неструктурирана среда, преодоляването на препятствия и изкачването на стълби изискват оценяване на отклоненията от зададената траектория, устойчивостта на платформата и влиянието на външните въздействия върху параметрите на движение.

По този начин разглежданите публикации очертават основа за метрологично обоснован анализ на функционалните характеристики на мобилни роботизирани платформи при различни експлоатационни условия.

5.3. Интелигентно управление, сензорни системи и сензорна фузия – метрологично осигуряване на измервателната информация

Това направление има особено съществено значение за метрологията на мобилните роботи, тъй като точността и надеждността на управлението са непосредствено зависими от качеството на постъпващата измервателна информация.

Публикацията, посветена на интелигентното управление и сензорната фузия при верижен мобилен колаборативен робот, разглежда архитектура за интегриране на хетерогенни сензорни средства в средата ROS и използване на специализиран графичен интерфейс. От метрологична гледна точка съществено значение има съвместното обработване на измервания, получени от сензори с различни принципи на действие, точност, разделителна способност и динамични характеристики.

Обединяването на сензорната информация създава възможности за намаляване на влиянието на отделни измервателни грешки и за повишаване на достоверността на оценките за състоянието на роботизираната система. Особено важни са въпросите за съгласуването на измервателните данни, тяхната времева синхронизация и оценяването на неопределеността при определяне на положението и движението на робота.

В публикацията „Sensory System for Controlling Robot's Motion“ е представен симулационен модел на мобилен робот с диференциално задвижване и методика за определяне на изминатото разстояние. Разглежданият подход има непосредствено отношение към одомеричното измерване и оценяването на натрупващите се грешки при определяне на траекторията на движение.

Считам, че изследванията в това направление имат съществено значение за развитието на метрологично обосновани методи за локализация, навигация и автономно управление на мобилни роботи, включително за оценяване на точността и надеждността на резултатите от сензорната фузия.

5.4. Енергийни системи и зелен водород – измерване, контрол и оптимизация на енергийните характеристики

Публикациите, посветени на захранването на колаборативни сервизни роботи с водородни горивни клетки, разглеждат проблеми, които имат пряко отношение към измерването и оценяването на енергийните параметри на автономните роботизирани системи.

В разработката „Methodology for Optimizing the Parameters of a Collaborative Service Robot Powered by a Hydrogen Fuel Cell“ се предлага интегриран подход, обединяващ мобилна платформа, манипулатор със седем степени на подвижност, сензорна фузия и хибридна енергийна архитектура с PEM горивна клетка (PEMFC). Разгледани са принципите на комплексното управление на роботизираната система (Whole-Body Control – WBC) и управлението на енергийните потоци (Energy Management System – EMS) при многокритериална оптимизация.

От метрологична гледна точка съществено значение имат измерването и проследяването на електрическите и енергийните параметри, оценяването на разхода на енергия, определянето на енергийната ефективност и установяването на зависимости между натоварването на задвижващите механизми и автономността на работа.

Сравнителните изследвания на различните технологии за електрозахранване допълват тази проблематика чрез анализ на експлоатационните характеристики, екологичните показатели и приложимостта на водородните системи в медицинска среда.

Разглежданите резултати създават предпоставки за изграждане на система от количествени критерии за метрологично оценяване на енергийната ефективност и експлоатационната автономност на мобилните колаборативни роботи.

5.5. Автономни полеви медицински станции – комплексно метрологично осигуряване на интегрирани роботизирани системи

Публикацията „Optimization of the Energy Subsystem in the Construction of Modern Field Medical Stations“ представя концепция за изграждане на модулни медицински станции, съчетаващи възобновяеми енергийни източници, телемедицински технологии и роботизирани подсистеми. Особеност на подобни комплексни системи е необходимостта от съгласувано функциониране на множество технически средства, за които точността на измерванията, надеждността на контрола и проследимостта на експлоатационните параметри имат съществено значение. В метрологичен аспект интегрирането на роботизирани, енергийни и медицински подсистеми поставя изисквания за контрол на функционалните параметри, оценяване на работоспособността и осигуряване на достоверна информация за състоянието на отделните модули.

Разработките за използване на колаборативни роботи в полеви медицински станции разширяват разглежданата концепция чрез роботизирана логистика и изпълнение на задачи в кризисни условия. При такива приложения метрологичното оценяване следва да обхваща точността на позициониране, надеждността на навигацията, времевите характеристики на операциите и устойчивостта на функциониране при изменящи се външни условия.

Тези изследвания показват значението на комплексния подход към метрологичното осигуряване на автономни медицински системи, в които роботиката, енергийната инфраструктура и медицинските технологии функционират като взаимосвързани компоненти.

5.6. Манипулационни системи и кинематична чувствителност – метрологична оценка на точността на позициониране

Публикацията „Analysis of the Kinematic Sensitivity of a Gripper in Robotics“ разглежда проблематика с непосредствено метрологично значение, свързана с влиянието на геометричните отклонения, измененията на ставните координати, неточностите в контактните

точки и производствените допуски върху функционалните характеристики на роботизирания захващащ механизъм.

Изследването на кинематичната чувствителност позволява да се анализира как малки изменения на входните геометрични и кинематични параметри се отразяват върху положението и ориентацията на изпълнителния орган. Това е особено важно при оценяването на точността на позициониране и при определянето на факторите, които обуславят отклоненията от зададеното положение.

Разгледаните зависимости със сингулярните конфигурации, недостатъчната степен на задвижване (*underactuation*) и податливостта на механизма (*compliance*) допълват анализа на чувствителността и създават предпоставки за оценяване на влиянието на конструктивните параметри върху точността и силовото взаимодействие.

Считам, че тази публикация има ясно изразена връзка с метрологията на роботизирани манипулационни системи, тъй като разглежда фактори, определящи точността, чувствителността и възпроизводимостта на изпълняваните движения.

5.7. Етични и социални аспекти – измерими критерии за безопасност и качество на взаимодействието човек-робот

Изследването на етичните аспекти при използването на колаборативни роботи в обучението на хора в неравностойно положение разширява техническата проблематика към социалните и организационните условия за внедряване на роботизирани системи.

В контекста на метрологичното осигуряване това направление поставя въпроса за необходимостта от обективни и измерими критерии при оценяване на безопасността, надеждността и качеството на взаимодействието между човека и робота.

Особено значение имат параметри като точност и предвидимост на движенията, време за реакция, повторемост на действията и спазване на допустимите граници на физическото взаимодействие. Подобни показатели могат да служат като техническа основа при оценяването на роботизирани системи, предназначени за работа с уязвими групи потребители.

По този начин разглежданата публикация допълва инженерните изследвания, като насочва вниманието към връзката между техническата надеждност, обективното оценяване на функционалното поведение и социалната приемливост на колаборативните роботи.

Обобщена оценка на публикационната дейност

Анализът на представените публикации показва последователно развитие на научноизследователската дейност на кандидата в областта на мобилната и колаборативната роботика, като метрологичната проблематика може да бъде разгледана като обединяващ елемент между отделните тематични направления.

Изследванията обхващат широк спектър от измерими функционални характеристики – кинематични и динамични параметри, точност на позициониране, сензорна достоверност, характеристики на автономната навигация, енергийна ефективност, функционална надеждност и безопасност при взаимодействието човек-робот.

Особено значение имат разработките, свързани с параметричния анализ на мобилните платформи, кинематичната чувствителност на манипулационните механизми, сензорната фузия и оценяването на енергийните характеристики. Те имат непосредствена връзка с измерването, моделирането и количествената оценка на параметрите на роботизирани системи.

В обобщение считам, че представената публикационна дейност демонстрира системен подход към изследването на мобилните колаборативни роботи, при който метрологичното осигуряване заема важно място при определянето, оценяването и оптимизирането на техните

функционални характеристики. Научните резултати са тематично свързани с хабилитационния монографичен труд и съответстват на научната специалност „Роботи и манипулатори“ и тематиката на обявения конкурс за академичната длъжност „професор“.

6. Научни, научно-приложни и приложни приноси

Въз основа на анализа на представените научни публикации и справката за приносите считам, че основните постижения на кандидата могат да бъдат обобщени в три взаимосвързани направления:

- **Научни приноси:** Разработени са методологични подходи за системно проектиране, математическо моделиране, параметричен синтез и многокритериална оптимизация на мобилни колаборативни роботи. Изследвани са методи за интелигентно управление, сензорна фузия и енергийна оптимизация, като съществено място заемат метрологичното оценяване на функционалните характеристики, анализът на точността и експерименталната верификация на роботизирани системи.

- **Научно-приложни приноси:** Предложени са инженерни методики и критерии за избор и оптимизиране на мобилни платформи, интегриране на хетерогенни сензорни системи и реализиране на автономна навигация и безопасно взаимодействие човек–робот. Разработени са подходи за управление на батерийни, водородни и хибридни енергийни системи, както и решения за високопроходими роботи и автономни медицински станции. Метрологичният аспект се изразява в използването на измерими показатели за оценяване на точността, надеждността, динамичните и енергийните характеристики.

- **Приложни приноси:** Реализирани са експериментални мобилни колаборативни платформи, мултисензорни системи за локализация и навигация, интелигентни системи за управление и решения за хибридно енергийно захранване с водородни горивни клетки. Разработени са модели на автономни полеви медицински станции, високопроходими роботизирани системи и виртуални експериментални среди, предоставящи възможности за изпитване и количествено оценяване на функционалните параметри.

В обобщение приемам, че представените приноси демонстрират комплексен подход към разработването и изследването на мобилни колаборативни роботи, при който метрологичното осигуряване, точността на измерванията и обективното оценяване на експлоатационните характеристики имат съществено значение. Те съответстват на тематиката на конкурса и представляват основа за последващо развитие на научните изследвания в областта на интелигентните роботизирани системи. Приносите са в съответствие с научната специалност „Роботи и манипулатори“ и са концентрирани върху актуални проблеми на мобилната и колаборативната роботика – автономност, безопасност, интелигентно управление, измерване и оценка, енергийна ефективност и работа в динамична и неструктурирана среда.

7. Цитируемост и научна разпознаваемост

Цитирането на разработки в различни тематични направления – сервизни и социални роботи, роботизирани системи за специално образование, управление и приложни инженерни методологии – показва, че част от резултатите са получили научна разпознаваемост извън непосредствения авторски колектив.

8. Проектна и научно-ръководна дейност

Проектната дейност е силна страна в академичния профил на кандидата. Представени са участие в национални проекти и ръководство на национални проекти, включително проект по Националния план за възстановяване и устойчивост (ПВУ), финансиран със средства на Европейския съюз чрез Механизма за възстановяване и устойчивост. Особено пряко свързани с тематиката на конкурса са проект КП-06-Н57/8 „Методология за определяне на функционалните параметри на мобилен колаборативен сервизен робот асистент в

здравеопазването" и BG-RRP-2.017-0011-C02 „Екологични колаборативни роботи, захранвани със зелен водород“.

Ръководството на успешно защитил докторант, както и работата с други докторанти и млади изследователи, показват участие в подготовката на научни кадри и формиране на приемственост в областта на мобилната и колаборативната роботика.

9. Критични бележки и препоръки

Критичните бележки са предимно редакционни и методически и не променят общата оценка. В библиографските списъци е целесъобразно окончателно унифициране на изписването на DOI, индексването, SJR и квартилите и ясно разграничаване между показатели на конкретно издание и показатели на съответната научна поредица.

При бъдещо представяне на резултатите е препоръчително още по-ясно да се разграничават симулационните резултати, лабораторните изпитвания и валидацията в релевантна реална среда, като към основните методики се посочват количествени критерии за точност, повторяемост, надеждност, автономност и енергийна ефективност.

Приносите са многобройни и тематично богати; за по-голяма прегледност в бъдещи академични справки могат да бъдат консолидирани в по-малък брой водещи приноси с пряка връзка към конкретни публикации, експериментални резултати и индивидуални приноси на кандидата.

10. Заключение и обща оценка

Представените материали очертават последователна научна и научно-приложна дейност в областта на мобилните и колаборативните роботи. Хабилитационната монография е непосредствено свързана с темата на конкурса и обединява методи за моделиране, проектиране, управление, сензорно и енергийно осигуряване и метрологично оценяване на мобилни роботизирани системи за здравеопазването.

Публикационната дейност показва развитие в няколко взаимно допълващи се направления: медицинска и социална роботика, мобилни платформи, интелигентно управление и сензорна фузия, високопроходими роботи, водородни енергийни системи и автономни полски медицински станции. Ръководството на проекти и докторанти допълват академичния профил с организационен и образователен компонент.

Въз основа на извършения преглед и оценка на представените по конкурса материали давам **ПОЛОЖИТЕЛНА ОЦЕНКА** на научната, научно-приложната, проектната и академичната дейност на доц. д-р инж. Нина Фотева Вълчкова и предлагам на уважаемото Научно жури и Научния съвет на ИР-БАН да подкрепи избора ѝ за заемане на академичната длъжност „ПРОФЕСОР“ в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.1. Машинно инженерство, научна специалност „Роботи и манипулатори“.

Дата: .07.10.2026г.
гр. София

Рецензент
Подпис: ..

/акад. Чавдар Руменин./