

РЕЦЕНЗИЯ

от. д-р Анна Владова Стойнова, професор в Технически университет-София

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“

по: област на висше образование 5. Технически науки

професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника

докторска програма Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина,

просвета, наука, административна дейност и др.)

Автор: Тихомир Тихомиров Ловчалиев

Тема: Проектиране на антени за 5G и автоматизирано тестване на техните параметри

Научен ръководител: доц. д-р Надежда Митева Кафадарова, ПУ „Паисий Хилендарски“.

1. Общо описание на представените материали

Със заповед № РД-21-720 от 02.04.2024 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определена за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „Проектиране на антени за 5G и автоматизирано тестване на техните параметри“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника, докторска програма Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.). Автор на дисертационния труд е Тихомир Тихомиров Ловчалиев – докторант в редовна форма на обучение към катедра „Електроника, комуникации и информационни технологии“ с научен ръководител доц. д-р Надежда Митева Кафадарова от ПУ „Паисий Хилендарски“.

Представеният от Тихомир Ловчалиев комплект материали на хартиен носител е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ и включва следните документи:

- молба до Ректора на ПУ за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- протокол от катедрения съвет, свързан с докладване на готовността за откриване на процедурата и с предварително обсъждане на дисертационния труд;

- дисертационен труд;
- автореферат;
- списък на научните публикации по темата на дисертацията;
- копия на научните публикации;
- декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;

Докторантът е приложил 6 (шест) публикации.

2. Кратки биографични данни за докторанта

Тихомир Ловчалиев е роден на 02.04.1992г. и завършва средното си образование в Професионална гимназия по електротехника и електроника през 2011г. През 2015г. придобива ОКС Бакалавър по Информационна физика и комуникации и през 2018г. ОКС Магистър по Телематика в Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“. От 2016г. до момента той е началник сектор Help Desk – Юг към Национална агенция за приходите, Пловдив, с основни дейности и отговорности – организиране, администриране и оптимизация на работните станции за цяла южна България.

От м. март 2020г. е зачислен като редовен докторант в катедра „Електроника, комуникации и информационни технологии“ (ЕКИТ) на Пловдивския университет "Паисий Хилендарски" с научен ръководител доц. д-р Надежда Кафадарова. През м. март 2023г. е отчислен с право на защита. На 28.02.2024г. на катедрен съвет на кат ЕКИТ е проведено предварително обсъждане на представения дисертационен труд и е взето решение за разкриване на процедура за защита на дисертационния труд на Тихомир Ловчалиев за придобиване на ОНС „Доктор“. Изискванията по закона за РНС и правилника на ПУ „П. Хилендарски“ по процедурата за придобиване на ОНС „Доктор“ са изпълнени като обем и в срок.

3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Тематиката на дисертационния труд е актуална и социално значима, тъй като е пряко свързана с развитието на безжичните технологии, осигуряващи съвременни комуникационни услуги в мрежата от следващо поколение 5G. В днешно време съществуват значими предизвикателства, за да се постигне необходимата производителност на клетъчните мрежи от поколение 5G. За осигуряване на необходимото качество и надеждност на покритие и преразпределение на разходите при различни сценарии на внедряване на базовата станция или 5G устройства и комуникационни системи, от решаващо значение е адекватният дизайн и

производство на 5G антени. За правилното проектиране на антени за 5G приложения е много важно инженерите да са наясно с всички изисквания по отношение на честотната лента и устойчивостта на шум, за да намалят загубите чрез разпространение на микровълновия сигнал в различни условия на околната среда. Необходим е точен анализ на основните характеристики на антените при различни работни честоти и условия на околната среда, за да се предвиди и оптимизира радиопокритието.

Целта на дисертационния труд е свързана с проектиране на антени за 5G и разработка на система за автоматизирано тестване на параметрите на техните диаграми на насочено действие. В изпълнението на поставената цел са ясно дефинирани и успешно изпълнени последователност от осем конкретни задачи, които изискват комплексни познания. Очакванията са свързани с доказване на разработените концепции, за да се демонстрира осъществимостта и ефективността на предложените иновативни техники и да се насърчи внедряването, чрез прототипиране и експериментални изследователски дейности.

4. Познаване на проблема

Литературният обзор по темата е задълбочен, аналитичен и добре структуриран. Личи, че докторантът познава много добре конкретната научна проблематика и борави свободно със специализираната терминология. Цитирани са 74 източника на английски език, от които 17 сайта са актуални и свързани с тематиката информация. От обзора личи, че докторантът творчески оценява литературния материал, в резултат на което логично обосновава целта и задачите за изпълнението ѝ в своя изследователски труд. Изводите, направени в дисертационния труд, са логични и обосновани.

5. Методика на изследването

Използвани са модерни и ефективни методи при разработката на иновативна система за изследване на различни антени в лабораторни условия. Избраната методика на изследване позволява постигане на поставената цел и получаване на адекватен отговор на задачите, решавани в дисертационния труд.

6. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 156 страници, като включва: използвани съкращения, увод, шест глави, изводи, приноси, списък с публикации по дисертационния труд и използвана литература.

В Увода е обоснована актуалната необходимост от непрекъснато усъвършенстване както на технологиите за изработка на антените, така и на системите за изследване на техните основни характеристики.

Първа глава представя задълбочен критичен анализ на съвременните подходи за изследване на параметрите на антени за мобилни приложения. В резултат логично са изведени целта и задачите на дисертационния труд, за решаване на съществуващи научно приложни проблеми в областта.

Във Втора глава са представени експерименталите резултати от изследването на прототип на система за изследване на антени за 5G, за да се извърши точен анализ на основните характеристики на антените при различни работни честоти и условия на околната среда, за да се предвиди и оптимизира радиопокритието. Взето е решение за необходимите модули, които да участват в конструкцията на проектираната система. Специално е разработен софтуер, за да се конфигурират параметрите необходими за завъртане на антената по време на измерването.

Трета глава представя иновативни решения при разработването на действаща система за изследване на модел на насоченост на антени. Предложено е конструктивно решение с намалени размери, което позволява изследваната антена да се върти без да възниква механично напрежение в кабелите. Работата на измервателната система се управлява със специализиран софтуер от РС. Разработен е специализиран фърмуер чрез която се осъществява управлението на драйвера на стъпковия мотор и комуникация с персоналния компютър. За създаването на потребителският интерфейс е използвана библиотеката TkInter. За елиминиране на нежелания шум се извършва филтриране на измервания сигнал чрез филтъра Savitzky–Golay.

Четвърта глава представя разработената от докторанта методика за изследване на диаграмата на насочено действие на антени за 5G мобилни комуникации чрез използване на разработената система.

В Пета глава се систематизират резултати от изследването на различни антени: диполна антена за честота 2,45 GHz, яги антена за честота 2,45 GHz и логаритмична периодична антена, работеща в честотен диапазон 850 MHz – 6500 MHz. Изследванията са проведени в лабораторията по „Телекомуникации“ към Физико-технологичния факултет на Пловдивския университет.

В Шеста глава са представени резултати от проектирането и измерването на пач антена за 5G. Симулираните характеристики (с Ansys HFSS) са верифицирани с разработената

иновативната измервателна система. Измерванията показват, че проектираната антена предлага достатъчно добра ефективност за избраната резонансна честота от 2.45 GHz и може да се използва в широк диапазон от WLAN приложения.

7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

Приемам формулираните от докторанта научно-приложни приноси при разработката на дисертацията му. Поставената цел и задачи в дисертационния труд са изцяло изпълнени. Резултатите от извършените изследвания имат предимно научно-приложен характер.

Докторантът е извършил задълбочен критичен анализ на съвременните подходи за изследване на параметрите на антени за мобилни приложения, с което се подпомага създаването на нови класификации.

За извършването на експериментални изследвания на антени за 5G е създаден прототип на измервателна система, който е тестван и впоследствие модернизирани, посредством иновативни конструктивни и елементни промени. Предложени са нови конструктивни решения за преодоляване на проблеми с усукване на фидерния RF кабел на изследваната антена и за създаване на по-големи въртящи моменти при изследването на по-тежки антени. В резултат е конструиран и изработен специален високочестотен ротационен конекторен модул, който предотвратява усукването на свързващия кабел между въртящата антена и спектралния анализатор. Това води до създаване на персонализирана системата за уникални спецификации и приложения при изследване на антени за мобилни приложения. Разработен е софтуер за РС, с вграден алгоритъм за филтриране на сигнала, който координира действията на изпълнителните механизми на измервателната система. Софтуерът притежава потребителски интерфейс за управление на измерванията и представяне на резултатите в цифров и графичен вид, Така при измерването се създава база данни от стойностите на мощността на сигнала, в зависимост от ъгловата позиция на антената.

Проектирана и изработена е пач антена за 5G. Нейните излъчвателни свойства са симулирани с помощта на специализирания софтуер HFSS и са верифицирани с разработената иновативна измервателна система.

Основните резултати от дисертационното изследване са представени в 6 (шест) публикации в специализирани издания. Разработената модулна система за характеризирани на антени за мобилни приложения се използва в катедрата за продължаващи изследвания, както и за възможни развойни дейности.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Докторантът е автор и съавтор на общо 6 публикации, в които са отразени резултати от дисертацията. В две от публикациите, публикувани в сборник с научни трудове на Съюза на учените в България-Пловдив, докторантът е единствен автор. Публикациите са на български език, а изданията на сборниците са включени в Националния референтен списък на съвременни български научни издания с научно рецензиране. Останалите 4 публикации са на английски език, в които докторантът е съавтор (на 1 публикация с двама автори, на 2 публикации с трима автори и на 1 публикация с четирима автори) са публикувани в Сборници с доклади на международни конференции. Две от тези публикации са в издания реферирани в SCOPUS (ET 22, Созопол) , а останалите две са в издания, включени в Google Наука (ICER121, online Севиля и SOCIOINT22, online Истанбул).

9. Лично участие на докторанта(ката)

Представените материали показват широк обхват от извършена експериментална работа, в която е участвал докторантът, с помощта на специалисти в съответната област от катедра ЕКИТ. Няма съмнение, че докторантът се е запознал с теорията, натрупал е практически опит и е придобил умения в използването на методи и техники от различни научни направления: в областта на проектиране, изработка и измерване на антени за 5 G - в резултат на което е разработена иновативна система за изследване на антени за 5G.

10. Автореферат

Авторефератът в обем от 32 стр. е направен съгласно изискванията и представя в кратък и информативен вид съдържанието на дисертацията. В него точно са отразени целите и задачите на дисертационния труд, основните резултати и анализи, изводите, както и списъка с публикации и участия в научни форуми. Приложените илюстрации, като схеми и графики са с високо качество.

11. Критични забележки и препоръки

На стр. 9 има повторение на текст в два последователни параграфи, което би могло да се избегне. На едно-две места в текста са допуснати правописни грешки, вероятно от невнимателно набиране на текста. По мое виждане приноси 2 и 6 биха могли да се обединят, без това да намалява стойността на извършените научно-приложни приноси от изследванията изложени в дисертацията.

12. Лични впечатления

Докторантът създава впечатление на мотивиран, целеустремен млад изследовател, успял успешно да завърши дисертационния си труд в срок, независимо от тежките условия на COVID-епидемията. От представените материали проличава наличието на задълбочени знания и отлично ползване на терминологията в областта на мобилната телекомуникационна технология. Докторантът убедително демонстрира умения да решава научно-изследователски проблеми и да работи в колектив.

13. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати

Разработената иновативна система, изградена на модулен принцип освен за научни изследвания на антени за 5G би могла успешно да се използва за нуждите на учебния процес в катедра ЕКИТ. Препоръчвам също изследванията в областта на 5G, предвид натрупания опит и научно-приложни резултати, да продължат да се развиват.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд *съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката* и *отговарят на всички* изисквания(та) на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Дисертационният труд показва, че докторантът Тихомир Тихомиров Ловчалиев **притежава** задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност „Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.)“ като **демонстрира** качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Поради гореизложеното, убедено давам своята *положителна оценка* за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и *предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“* на Тихомир Тихомиров Ловчалиев в област на висше образование: 5. Технически науки, професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника, докторска програма Автоматизация на области от нематериалната сфера (медицина, просвета, наука, административна дейност и др.).

София, 07.05.2024г.

Рецензент:

проф. д-р Анна Стойнова

(ак. дл., н. ст., име, фамилия)