

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд 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 – "Комуникационни мрежи и системи"**

**Автор: инж. Михаил Николаос Маламатудис
Тема: "Моделиране и съвременни методи за подобряване на
ефективността на MIMO канали в безжични комуникационни
системи"**

Рецензент: проф. дтн инж. Райчо Тодоров Иларионов

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Актуалността на темата е свързана с необходимостта от високоскоростни комуникационни канали, осигуряващи качествено обслужване с висока надеждност. Именно MIMO (Multiple Input Multiple Output) технологията, която се използва в безжичните комуникационни системи (Wi-Fi и клетъчни комуникационни мрежи от 4-то поколение LTE и LTE Advance) значително подобрява спектралната ефективност, максималната скорост на предаване на данните и капацитета на мрежата. Това се осъществява с прехвърлянето на данни от източника към приемника чрез няколко радиовръзки. Един подход за увеличаване на скоростта на предаване на данни за новите версии Wi-Fi стандарт 802.11(n) и (ac) е използването на безжични системи с множество антени, както за предаване, така и за приемане, наречен MIMO - "многовходов изход на няколко входа".

В дисертационния труд се представят съвременни методи, свързани с подобряване на ефективността на моделите на MIMO канали в безжичните комуникационни системи, базирани на IEEE 802.11-стандартите и 4/5G мобилните комуникационни системи. Представени са и се изследват процесите при реализация на безжично радиопокрытие, чрез използване на аналитични изрази и реализация на симулационни модели и провеждане на симулационни и експериментални изследвания, които да доведат до възможности за оценка и търсене на методи за подобряване на ефективността в съвременните многопотребителски широколентови безжични комуникационни мрежи.

В изпълнение на поставената цел и задачи, текстовата част съдържа увод, четири глави, заключение с приносите по дисертационния труд и списъци на използваните съкращения и символни означения, списък с публикациите по дисертационния труд и използваната литература, в общ обем от 130 страници. Научното съдържание включва 116 фигури, 7

таблицы и 68 математически изрази. Цитирани са 126 литературни източника.

В резултат на изследването в рамките на дисертационния труд са постигнати научно-приложни приноси със значимост и полезност в планирането, симулационното и експериментално изследване и експлоатацията на MIMO канали в безжичните комуникационни мрежи.

Всичко това е доказателство, че разглежданите в дисертационния труд въпроси са актуални и значими, а задачите решавани в него, са иновативни, полезни и обвързани с тематиката на изследването.

2. Обзор на цитираната литература

Направеният обзор е базиран на 126 информационни източника, като около 90 % от тях са публикувани през последните 10 години в издания на реферирани конференции и списания. Всички литературни източници са подбрани така, че да отразяват съвременните научни достижения в областта на безжичните комуникации. Това, както и познавайки научната и публикационна дейност на инж. Михаил Николаос Маламатудис, ми дават основание да смятам, че докторанта познава много добре състоянието и проблемите в изследваната област.

3. Методика на изследване

Използваните методи за изследване са обособени в отделните глави на дисертационния труд и включват аналитични, симулационни и експериментални изследвания на разглежданите модели с представяне на получените резултати. В края на всяка глава са дефинирани анализи и изводи.

Симулационните изследвания основно са извършени в програмна среда на Matlab, WinProp, Aerohive Planning Tool и airLink Outdoor Wireless Link Calculator, като са синтезирани интересни виртуални модели и са получени множество симулационни резултати под формата на работни екрани и графични зависимости.

Във Втора глава е представено аналитично моделиране на MIMO канали. В Трета глава е извършено симулационно моделиране и изследване на ефективността на MIMO канали в различни среди. В Четвърта глава е направено експериментално изследване на същите. Резултатите са разтълкувани и са допринесли за съставянето на алгоритъм за реализация на моделиране на MIMO канал с оценка на ефективността.

Авторът е разработил планиране на безжично радиопокрытие, чрез използване на MIMO канали връзка, като за целта е осъществено и изпитано реално такова комуникационно трасе за:

- среда на закрито трасе на територията на учебен корпус №2 „Баждар“ на Технически университет – Габрово;

- среда на открито трасе за територията на кв. Петкова нива в гр. Габрово.

Получените симулационни и експериментални резултати са послужили за синтезирането на алгоритъм за оценка на ефективността на MIMO каналите.

4. Приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд авторът е представил 7 научно-приложни приноса със значимост и полезност в планирането, симулационното и експерименталното изследване, и експлоатация на MIMO канали в безжичните комуникационни системи. Приемам формулировката на научно – приложните приноси. Считам, че претенциите за приносите на автора са напълно актуални и отразяват реално достигнатите резултати, изложени в дисертационният труд.

Цитираните по-долу три приноса правят разработката по-интересна, иновативна и полезна:

- Синтезирани са симулационни модели и са извършени изследвания с 3 различни математически модела за моделиране и изследване на ефективността на MIMO канал за връзка в безжичните комуникационни системи по стандарт IEEE802.11n/ac. Извършен е сравнителен анализ на получените параметри и са предложени решения за използването на специфичните модели в конкретна среда на разпространение.
- Извършени са симулационни изследвания на параметрите на разпространение на радиосигнали на закрито и на открито, и са представени графични зависимости, с помощта на които се търсят оптимални решения за разположение на използваното многоантенно оборудване и неговата ефективна настройка.
- Създадени са симулационни и експериментални модели за изследване на радиопокритието в конкретен обект, и са извършени изследвания за разпространението на сигналите при използване на MIMO канали за връзка. Предложен е алгоритъм за проектиране на MIMO безжични платформи с висока ефективност на съвременните и бурно развиващи се безжични комуникационни мрежи и системи.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

По тематиката на дисертационния труд за периода 2016 ÷ 2019 г. са направени 7 авторски публикации. Една от публикациите е самостоятелна, а останалите са в съавторство с научния ръководител и колеги от Технически университет – Габрово и Технически институт – Кавала, Гърция. Три от публикациите са на английски език и четири на български език, изнесени са на научно-технически конференции с международно участие в страната, като всички са публикувани в пълен текст в сборниците на конференциите. В публикациите е изложена съществена част по изводите от дисертационния труд. Две от публикациите са индексирани в световни бази данни Scopus. Открих едно цитиране в бази данни на Scopus, което дава на докторанта “Хирш” индекс $h=1$.

Докторантът напълно удовлетворява изискванията за публикации, дефинирани от Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет – Габрово за ОНС „доктор“.

Въз основа на това считам, че публикациите по дисертацията са качествени и дисертацията е получила необходимата публичност.

6. Авторство на получените резултати

Познавам отблизо дейността на докторанта и неговата учебна и научноизследователска работа и мога да приема, че неговото участие при разработването на дисертационния труд е водещо и неоспоримо. Въпреки че голяма част от публикациите са в съавторство с ръководителя му, което е нормално, смея да твърдя, че получените в дисертацията резултати са дело на докторантът и отразяват неговото научно израстване по време на обучението му по докторската програма „Комуникационни мрежи и ситеми”.

Докторантът инж. Михаил Маламатудис коректно и задълбочено представя своите изследвания, като стилът и начина на изложение на фактите в дисертационния труд и публикациите свързани с него са лично дело, което ми дава основание да приема, че приносите в дисертацията и апробацията им са основно негова заслуга.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е добре оформен и илюстриран, представя пълният обем на работата в концентриран вид. Той е в обем от 44 стр. и съдържа обща характеристика на дисертационния труд, кратко съдържание на дисертацията по глави, изводи, приноси и списък на публикациите. Авторефератът отговаря на изискванията и отразява същността на постигнатите от докторанта резултати. Представено е и резюме на Английски език.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Към текстовата част имам забележки по отношение на някои повторения и стилистични грешки в записката, като в изложението се смесват двете форми на представяне - 1 л. мн. ч. и безлична, добре е в бъдещата си работа докторантът да се съобразява и да избягва подобни неточности.

В структурно отношение се наблюдава преобладаващият обем на първа глава в сравнение с останалите. Обемът на обзорната и обяснителните части са твърде подробни и излишно разширени.

Използваните литературни източници са почти изцяло на английски език. Добре би било да се разглеждат разработки на автори предимно от последните 2-3 години в тази област. Има ли публикации свързани с тематиката от български, руски, немски и др. автори?

В Четвърта глава би могло да се направят и повече експерименти, и дадат повече графични резултати, които да се анализират и обобщят.

Добре би било дисертационният труд да завършва с обобщаващо заключение и насоки за бъдещо развитите и разработване на тематиката.

Като цяло обаче извършените дейности в дисертационния труд имат завършен вид. Проведените изследвания са на добро научно ниво. Дисертацията е оформена акуратно и качествено, като стилът на изложението е технически издържан.

За в бъдеще препоръчвам на докторантът да продължи научноизследователската си работа и да има по-голяма самостоятелност в

нея, като получените резултати да бъдат представени и публикувани в международни конференции и извън страната и в реферирани списания с „импакт“ фактор (WoS) или Scopus ранг.

Посочените от мен забележки и препоръки не омаловажават извършената научноизследователска дейност от инж. Михаил Николаос Маламатудис. Считам, че дисертационният труд постига поставената цел, а дефинираните задачи са изпълнени на високо научно ниво.

8. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание **да предложи** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор“ от инж. Михаил Николаос Маламатудис

в област на висше образование - 5. Технически науки,
професионално направление - 5.3. Комуникационна и компютърна техника,
докторска програма - „Комуникационни мрежи и системи“.

05.08.2019 г.

Подпис: /п/

.....
/проф. Райчо Иларионов/