

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 Георгиос Ангелакис

Тема: „Методи и средства за интелигентен мониторинг и контрол на радиоканали в безжични комуникационни мрежи“

Рецензент: проф. д-р инж. Станимир Михайлов Садинов, Технически университет – Габрово

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Методите и средствата за мониторинг и контрол на радиоканали в безжични комуникационни мрежи са важни по няколко ключови причини, които обхващат както състоянието на физическата инфраструктура, така и мрежовата ефективност и надеждност. Механизмите и средствата за анализ на състоянието на безжичните канали за връзка са част от по-сложни системи, решаващи оптимизационни задачи като оптимално разпределение на наличния ресурс, оптимизиране на спектралната ефективност и загубата на данни и увеличаване на общия капацитет и качество на услугата без физическо разширяване на мрежата.

В дисертационния труд се третира проблематиката, свързана с навлизането на безжичните комуникации от нова генерация и разрастването на екосистемата от безжични устройства, което води до значително увеличаване на натоварването върху радиоканалите. Разглеждат се методи, осигуряващи необходимостта от интелигентен мониторинг и динамично управление на използваните честотни ресурси. Тяхна цел е ефективното използване на наличния честотен ресурс, което изисква непрекъснат анализ на заетостта на каналите, откриване на интерференции и автоматично избиране на най-подходящите честоти за комуникация. Същевременно се осигурява стабилна безжична свързаност с минимални закъснения и висока надеждност.

Всички горепосочени показатели са критични за безжичните комуникационни мрежи. Разгледаните съвременни интелигентни алгоритми могат автоматично да анализират параметри на радиосредата, да прогнозират натоварването, да откриват аномалии и да оптимизират избора на канали без човешка намеса. Това значително повишава ефективността на управлението на безжичните мрежи.

Темата обединява направления като компютърни мрежи, радиокомуникации, обработка на сигнали и машинно обучение. Разработването на нови методи за интелигентен мониторинг и контрол има както научна стойност, така и широко практическо приложение в телекомуникациите, индустрията и обществения сектор.

Въз основа на анализа на съвременното състояние на областта на изследване в дисертационния труд и съответствието му с формулираната от докторанта цел и основни задачи, считам, че темата на дисертационния труд и развитите в него тези са актуални и предизвикателни за научно-приложна разработка.

2. Обзор на цитираната литература

При разработката на дисертационния труд са използвани общо 95 литературни източника. Осемдесет и два (82) от източниците са на английски език, а три (3) са на български език. Използвани са общо десет (10) източника от Интернет пространството. Голяма част от литературните източници са публикации, преобладаващо реферирани и индексирани в светено известните бази от данни.

В дисертационния труд е направен обзор, включващ източници и материали, публикувани основно през последните 10 години. Считаю, че докторантът е навлязъл в същността на изследваната предметна област и мога да заключа, че чрез анализа на литературните източници е постигната коректна формулировка на целта на дисертационния труд и на основните задачи свързани с нейното постигане.

3. Методика на изследване

Структурата на дисертационния труд включва увод, четири глави, заключение, списък на използваните съкращения, списък на приносите по дисертационния труд, списък на публикациите по дисертационния труд, списък на използваната литература, Дисертационният труд е с обем от 126 страници.

Изложението в Първа глава на дисертацията показва добро познаване от страна на дисертанта на съвременното състояние и области на изследване и развитие в безжичните комуникационни мрежи и системите за мониторинг и контрол. Тези знания са позволили на дисертанта правилно да оцени състоянието на проблема и да формулира целите на изследванията в дисертационния труд.

Във Втора глава на дисертационния труд е представен обобщен подход за анализ на затихванията и смущенията на сигнала в безжичните радиоканали и е разработен и изследван на модел на безжичен канал за връзка с предложен иновативен интегриран интелигентен алгоритъм за потискане на смущенията. Предложеният алгоритъм е анализиран, а неговата ефективност е доказана чрез изследване със синтетично генерирани входни данни за трениране на модела и сравнителен анализ на получените резултати с класически алгоритми.

В Трета глава от дисертационния труд са извършени софтуерно планиране и изграждане в реална среда на безжична P2MP комуникационна мрежа за тестови цели. Осъществено е експериментално изследване и анализ на поведението на радиоканалите чрез мониторинг и контрол на безжично радиопокритие на изградената тестова мрежа. В резултат на това е синтезиран е подход за оптимално планиране и оптимизация на параметрите на безжичните радиоканали в безжичните комуникационни мрежи.

В Четвърта глава от дисертационния труд са представени идеен проект, практическа реализация и изследване на експериментален модел на универсална система за интелигентен мониторинг и контрол на безжични комуникационни мрежи. Представена е софтуерната архитектура на системата, конфигурирането на ключовите компоненти от нея и ефективното и внедряване в реална среда за обект – с. Водолей. Проведено е функционално тестване на системата в различни сценарии и условия, а експерименталните резултати от проведените измервания са надлежно представени, дискутирани и анализирани.

4. Приноси на дисертационния труд

Към дисертационния труд е приложена справка, съдържаща 3 научно-приложни и 3 приложни приноса. Като цяло приемам предложените формулировки на приносите в дисертационния труд, както следва:

А) Научно-приложни приноси:

- 1) Разработена е комплексна методология за многокритериален анализ и оценка на състоянието на безжичните радиоканали и архитектурен модел за проактивен мониторинг на безжични мрежи, базиран на ефективното съвместяване на стандартни телеметрични протоколи с алгоритми за динамично следене на параметрите в разнородна хардуерна инфраструктура.
- 2) Формулирани са критерии и алгоритмични правила за автоматична идентификация на аномалии и пред аварийни състояния, които позволяват математически обосновано прогнозиране на деградацията на връзката преди настъпването на реален срив в комуникацията.
- 3) Предложен и изследван е новаторски модел на безжичен канал за връзка с интегриран интелигентен алгоритъм за потискане на шума и смущенията. Моделът успешно решава критичния проблем с липсата на коректна информация за състоянието на канала (CSI) чрез прилагане на специализиран обучим модул за филтрация. Това позволява по-точно реконструиране на CSI и постигане на значително по-ниска средноквадратична грешка при прогнозиране спрямо прилагането на традиционни алгоритми.

Б) Приложни приноси:

- 4) Проектирана, софтуерно реализирана и експериментално верифицирана е специализирана платформа за интелигентен мониторинг, която осигурява надеждно събиране и обработка на данни в реално време за състоянието на безжичната инфраструктура.
- 5) Разработени са софтуерни решения за повишаване на ситуационната осведоменост, включващи интерактивни логически карти върху реален географски фон и оптимизирани визуализации за видео стени в диспечерски и оперативни мрежови центрове (NOC).
- 6) Разработен е специализиран модул за сигнализация и управление на събития, който автоматизира процеса по откриване и локализиране на проблеми в радиоканала на безжичните комуникационни мрежи. Чрез провеждане на серии от тестове в реални условия и симулирани критични сценарии, експериментално е верифицирана високата точност, бързодействие и отказоустойчивост на разработеното решение.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Апробирането на получените в дисертационния труд резултати е осигурено чрез представените 8 научни публикации от участия в национални и международни научни конференции. Всички публикации представят различните аспекти от изследванията по дисертационния труд.

Анализът на представените публикации и приложената справка с наукометрични данни показва, че по група от показатели Г са получени 76,64 точки, които двойно надвишават минимумът от 30 точки съгласно минималните национални изисквания. В допълнение, от представените 8 публикации 2 са самостоятелни, което също надвишава количествено и покрива допълнителните минимални изисквания на ТУ – Габрово (5 публикации от които 1 самостоятелна).

От горепосочените факти следва, че кандидатът отговаря на минималните национални изисквания за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по чл. 2б, ал. 2, 3 и 5 от Законът за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и минималните количествени изисквания на ТУ – Габрово.

Липсват представени данни за известни цитирания на публикациите по дисертационния труд.

6. Авторство на получените резултати

По отношение на предоставените за защита материали и след проверка в съответствие с Правилата за проверка за плагиатство в научната продукция на студенти, докторанти и преподаватели в Технически университет – Габрово не са установени данни за плагиатство.

Приложените публикации с наличието на две самостоятелни такива, както и текстът на дисертацията ми дават основание да считам, че основният дял от проведените изследвания и съставени анализи на резултатите са изцяло личен принос на докторанта.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е разработен в обем от 40 страници и изцяло съответства в структурно и съдържателно отношение на рецензираната от мен дисертация. Спазени са изискванията по оформление и са включени всички необходими атрибути в съответствие с Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ТУ–Габрово. Авторефератът дава еднозначна, ясна и пълноценна представа за ключовите аспекти в изследванията, анализите и приносите по дисертационни труд.

В авторската справка са представени резюмета на публикациите по дисертационния труд, чиято тематика обхваща отделните научно-изследователски задачи, дефинирани в дисертационния труд.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Считам, че дисертационния труд на инж. Михаил Ангелакис, изследванията и постигнатите резултати по него, са пълноценно и завършено представени и обнародвани. Докторантът е демонстрирал необходимите задълбочени технически познания и ниво на научна работа, изследователски умения, аналитично, критично и креативно мислене и фокус върху резултатите при разработката на дисертационния труд.

Не бих могъл да посоча по-съществени критични забележки по отношение на съдържанието на представените за рецензиране научни материали по дисертационния

труд. Бих си позволил да отбележа необходимостта от по-добра прецизност и коректност в използваната терминология, навлязла от чуждите езици, и повишаване на вниманието към детайлите по отношение на стила при изготвяне на научни трудове.

Препоръчвам в бъдещите разработки и изследвания на докторанта по тази тематика да бъде разширен обхватът по отношение на прилагането на машинно обучение и изкуствен интелект в механизмите за ефективна обработка на трафика и защита на радиоканалите, нови методи за предиктивно и проактивно управление и контрол на безжичните канали за връзка, както и по отношения на технологичните нововъведения в областта на безжичните комуникации като цяло. Ще бъде от голям интерес получените резултати да бъдат насочени за представяне и публикуване в международни научни форуми и издания, индексирани и реферирани в световните бази от данни.

Посочените забележки и препоръки не омаловажават получените резултати и научна стойност на представения дисертационен труд и имат за цел да служат като полезни насоки в бъдещото научно-изследователско развитие на докторанта и стремежът му към повишаване на видимостта му в научния свят

9. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет - Габрово.

Постигнатите и представени в дисертационния труд резултати ми дават основание да предложа да бъде придобита образователната и научна степен „доктор“ от инж. Михаил Георгиос Ангелакис в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление - 5.3 Комуникационна и компютърна техника, докторска програма - „Комуникационни мрежи и системи“.

31.07.2026 г.

Рецензент:

/проф. д-р инж. Станимир Садинов/