

РЕЦЕНЗИЯ

**от проф. д-р инж. Росен Иванов Пасарелски,
Нов български университет**

**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“**

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

Автор: инж. Михаил Георгиос Ангелакис

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Съвременното развитие на телекомуникационните приложения, нарастващата мобилност на крайните потребители и постоянно увеличаващият се обем на пренесените данни поставят високи изисквания към надеждността, сигурността и ефективността на безжичните комуникационни връзки. Интелигентното управление и контрол на радиоканалите създават възможност за динамична оптимизация на параметрите на мрежата и адаптиране към изменящите се условия на радиосредата. Това определя необходимостта от разработване и прилагане на ефективни методи за мониторинг, анализ и управление на състоянието на радиоканалите, които да отчитат влиянието на интерференцията, мобилността на потребителите и динамиката на трафика. Основните направления включват динамично управление на радиочестотния спектър, оценка на качеството на комуникационния канал, адаптивно управление на предавателната мощност и оптимизирано разпределение на наличните радиоресурси.

В дисертационния труд се развират тези, свързани с разработката на модел на система с разпознаване на сигнали, интерференция и промяна в състоянието на каналите, за да се адаптират параметрите на предаване без човешка намеса. Това има за цел да намали загубите на данни и да подобри устойчивостта на мрежата.

Разглежданата в дисертационния труд концепция включва интеграция на умни механизми за управление на радиоканала с инфраструктурата на радиодостъп, което е ключово за постигане на висока пропускателна способност и ниска латентност.

Технологиите около прилагането на съвременни методи за оценка на канала, предсказването на загубите и адаптивно разпределение на спектъра и мощността, водят до по-висок капацитет и по-добра ефективност на мрежата.

Темата на дисертационния труд е актуална, научно значима и съответства на съвременните тенденции в развитието на безжичните комуникационни системи, насочени към интелигентно управление на радиочестотните ресурси и повишаване ефективността на радиодостъпните мрежи. Разработената проблематика е в съответствие с приоритетните научноизследователски направления в областта на 5G/6G

комуникациите, поради което приемам, че изборът на темата е напълно обоснован и актуалността на дисертационния труд е безспорна.

2. Обзор на цитираната литература

В библиографичната справка за използвана литература са включени общо 95 литературни източника, от които 3 са на български език, 82 – на английски език, и 10 интернет източника.

Прави впечатление, че преобладаващата част от цитираните публикации са издадени през последните седем години, което свидетелства за стремеж към използване на актуални научни разработки и съвременни изследователски резултати.

Анализираната литература в достатъчна степен и пълнота отразява съвременното състояние и научно-приложните постижения, достигнати на световно равнище в областта на безжичните комуникации, и по-специално в областта на управлението на радиочестотните канали. Въз основа на извършения литературен анализ са формулирани ясно, аргументирано и последователно целта и задачите на дисертационния труд.

Считам, че докторантът е демонстрирал задълбочени познания по изследвания научен проблем, високо ниво на аналитично мислене и способност за формулиране на теоретични изводи и практически препоръки. Направените анализи и изводи имат научно-приложна стойност по отношение на технологиите за безжични комуникационни мрежи и предизвикателствата, свързани с тяхното планиране, проектиране, изграждане, мониторинг, управление и оптимизация.

3. Методика на изследване

Дисертационният труд е изготвен в общ обем от 126 страници и включва 64 фигури, 21 таблици и 14 формули. Направена е обоснована формулировка на предметната област, обекта на изследване, целта и задачите на дисертационния труд. Структурата на дисертацията включва последователност от четири глави с формулирани изводи за всяка една от тях. Направени са общи изводи по дисертационния труд и са изведени обобщени научно-приложни и приложни приноси.

Дисертацията използва методите за анализ на литературата и теоретични източници, свързани с проблематиката на мониторингът и контролът на радиочестотните канали в съвременните безжични мрежи: сравнителен анализ, индукция и дедукция, софтуерно моделиране, експеримент в реална среда.

За целите на изследването в Глава 2 е приложено имитационно моделиране на безжичен канал за връзка с интегриран интелигентен алгоритъм за потискане на смущенията. В Глава 3 – софтуерно планиране, практическа реализация, експериментално изследване, мониторинг и контрол на безжично радиопокрите в безжична R2MP комуникационна мрежа за реален обект. А в Глава 4 – експериментално изследване чрез разработен за целта експериментален модел на универсална система за интелигентен мониторинг и контрол на безжична комуникационна мрежа в реална среда.

Използваната методология е адекватно подбрана и напълно съответства на поставените цел, задачи и предмет на изследването. Комбинирането на теоретичен анализ, имитационно моделиране, софтуерна реализация и експериментална проверка в реална среда осигурява надеждна основа за валидиране на получените резултати и потвърждава научната обоснованост на направените изводи.

4. Приноси на дисертационния труд

Дисертационният труд на инж. Михаил Ангелакис представлява завършено, логически последователно и добре структурирано научно изследване, в което са разработени и експериментално валидирани решения, насочени към интелигентния мониторинг и контрола на радиочестотните канали в съвременните безжични комуникационни мрежи. Авторът демонстрира задълбочени познания по изследваната проблематика чрез разработването, анализа и оценката на модели, алгоритми и практически подходи, които допринасят за повишаване ефективността, надеждността и адаптивността на безжичните комуникационни системи. Въз основа на извършената оценка приемам, че формулираните от докторанта приноси са коректно обосновани, отразяват постигнатите резултати и могат да бъдат класифицирани като научноприложни и приложни, както следва:

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 (NMSE) при прогнозиране спрямо прилагането на традиционни алгоритми.

Приложни приноси:

- 1) Проектирана, софтуерно реализирана и изследвана е специализирана платформа за интелигентен мониторинг, която осигурява надеждно събиране и обработка на данни в реално време за състоянието на безжичната инфраструктура.

- 2) Разработени са софтуерни решения за графични интерфейси 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).
- 3) Разработен е автоматизиран 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

Публичното представяне и апробацията на резултатите от дисертационния труд са осигурени чрез 8 научни публикации, представляващи доклади от научни конференции, включени в Националния референтен списък на НАЦИД. Представените публикационни резултати формират общ научен актив от 76,64 точки, което значително надхвърля минимално изискуемите 30 точки съгласно минималните национални наукометрични изисквания и вътрешните нормативни изисквания на Технически университет – Габрово за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

От представените публикации две са самостоятелни, а останалите шест са реализирани в съавторство с научния ръководител и други изследователи. Всички публикации са на български език и представят основни резултати, свързани с разработените в дисертационния труд научни и научноприложни изследвания.

При анализа на представените материали не са установени приложени доказателства за цитирания на публикациите, свързани с дисертационния труд.

6. Авторство на получените резултати

По тематиката на дисертационния труд е извършена значителна по обем и задълбоченост научноизследователска работа, насочена към решаването на актуални научни и научноприложни задачи в областта на интелигентния мониторинг и управлението на радиоканалите в безжичните комуникационни мрежи. Изследваната проблематика е динамично развиваща се област, което се потвърждава и от широкия обхват и актуалността на използваните литературни източници.

Анализът на представения дисертационен труд, разработените модели, алгоритми, експериментални изследвания и публикационните материали по темата дават основание да се приеме, че основната част от получените научноприложни и приложни резултати са лична заслуга и съществен принос на докторанта инж. Михаил Ангелакис. Приносът на докторанта в проведените изследвания се изразява в разработването, реализацията и експерименталната проверка на предложените решения, както и в анализа на получените резултати.

7. Автореферат и авторска справка

Представеният автореферат към дисертационния труд на инж. Михаил Ангелакис е с обем от 40 страници и отразява в пълнота основните постановки, методи, получени резултати и приноси на проведеното научно изследване. Той е структуриран логически и последователно, като следва структурата на дисертационния труд и представя коректно съществените елементи от разработката. Съдържанието на автореферата съответства на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за неговото прилагане, поради което качествената му оценка е положителна.

Приложената авторска справка адекватно представя основните етапи от извършената научноизследователска работа, използваните методи, постигнатите резултати и направените научноприложни и приложни приноси в рамките на дисертационния труд.

Практическата приложимост на резултатите от дисертационното изследване се изразява в разработването на методически подходи, модели и процедури за проектиране, реализация и оптимизация на системи за интелигентен мониторинг и контрол на безжични комуникационни мрежи. Предложените решения, свързани с избора на архитектура, конфигурирането на технически средства и оценката на параметрите на радиоканалите, създават предпоставки за повишаване на надеждността, ефективността и качеството на предоставяните комуникационни услуги.

Извършените изследвания допринасят за обогатяване на съществуващите знания в областта на интелигентното управление на безжичните комуникационни системи, като получените резултати притежават практическа приложимост и капацитет за реализация в реални комуникационни среди с изразен технически и икономически ефект.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Считам, че представеният дисертационен труд е разработен в необходимия обем и притежава изискваната научна задълбоченост, като съдържа обосновани научноприложни и приложни приноси. Научноизследователската дейност на докторанта е проведена на високо ниво, а получените резултати притежават необходимата значимост за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. Публичността на резултатите е осигурена чрез представянето им в научни публикации в реферирани и индексирани научни конференции.

Не установявам съществени критични бележки към научната продукция и разработката, представени за рецензиране. Направените препоръки са насочени основно към бъдещото развитие на изследователската работа и включват: усъвършенстване на научния стил при формулиране на основните тези, анализи и заключения; разширяване и систематизиране на използваната терминология чрез допълване на списъка с абrevиатури; оптимизиране на представянето на софтуерната реализация чрез ограничаване на описанието на стандартни технически операции и акцентиране върху научно значимите аспекти на разработените решения.

С оглед на значимостта и актуалността на изследваната проблематика препоръчвам на докторанта в бъдещата си професионална и научноизследователска дейност:

- да разшири участието си в международни научноизследователски и развойни проекти, свързани с развитието на безжични комуникационни системи, интелигентни мрежи и технологии от следващо поколение;
- да насочи усилията си към публикуване на резултатите от своите изследвания в международни научни издания с висок научен престиж, индексирани в световните бази данни Scopus и Web of Science;
- да развива компетентностите си в областта на прилагането на изкуствен интелект, машинно обучение и автоматизирани методи за оптимизация при проектиране, управление и анализ на съвременни комуникационни мрежи.

Следва да се подчертае, че направените бележки и препоръки не намаляват значимостта на извършената научноизследователска работа и получените резултати в дисертационния труд. Те имат за цел да подпомогнат бъдещото професионално развитие на докторанта и да очертаят възможни направления за надграждане на неговата научна и приложна дейност.

9. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, както и на нормативните изисквания за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

Получените и представени в дисертационния труд научноприложни и приложни резултати, формулираните приноси и извършената научноизследователска работа ми дават основание да предложа на уважаемото научното жури да присъди на инж. Михаил Георгиос Ангелакис 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“.

01.08.2026 г.

Рецензент:

/проф. д-р инж. Росен Пасарелски/