

РЕЦЕНЗИЯ

ОТ

проф. д-р инж. Райчо Тодоров Иларионов

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 на дисертационния труд: *маг. инж. Борис Благой Арсов*

Тема на дисертационния труд: *„Управление на ефективността и качеството на услуги в широколентови мобилни мрежи“*

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Актуалността на поставената проблематика и свързаните с нея изследвания по дисертационния труд се дефинират като актуални и широкоспектърни по отношение на развитието на мобилните широколентови комуникации и подобряване на качеството на услугите в тях.

Изследването и проблемите, разгледани в предоставения ми за рецензиране дисертационен труд, включва процесите свързани с подходи при моделиране, избор и реализация на архитектура, необходимото оборудване и правилното конфигуриране чрез мониторинг и оценка на параметрите на сигналите в широколентови мобилни мрежи за подобряване на ефективността на комуникацията и качеството на услугите в тях. Като критерии за определяне на качеството на обслужване са използвани различни оценъчни параметри и качествени показатели, свързани с характеристики на сигнала и съотношението сигнал/шум, при заложен критерий за максимално допустими стойности на параметрите широчина на честотната лента, скорост на данните и др.

Избраната тематика дава възможност за комбиниране на разнородни статистически аналитични и софтуерни методи за анализ и обработка на данните, а средствата на информационно-комуникационните технологии се използват за подобряване на ефективността и качеството на услугите в широколентовите мобилни мрежи, където основният акцент е върху оценката на параметрите на канала както и зависимостите между тях, определящи качеството на сигналите и ефективността на мрежата.

2. Структурата на дисертационния труд и обзор на цитираната литература

Дисертационният труд включва увод, пет глави, заключение, списък на използваните съкращения, списък на публикациите по дисертационния труд,

списък на използваната литература. Дисертационният труд е с обем от 171 страници. Той е разработен на база аналитичен обзор на 142 литературни източника и 42 интернет-базирани източници. Изложението в първата глава на дисертацията е позволило на дисертанта правилно да оцени съвременното състояние на проблема и да формулира целта и задачите на изследванията в дисертационния труд.

Цитираната литература обхваща периода от последните 20 години, като в интервала на последните 10 години са анализирани близо 60 % от общото количество. Може да се каже, че е направена оценка на проблематиката, която дава възможност да се вземат под внимание постиженията до момента, свързани с отразяване на значимост и полезност при планиране, изграждане, експлоатацията и управлението на ширококоловови мобилни мрежи.

От направената справка за изпълнение на минималните национални изисквания и изискванията за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“, се вижда че наукометричните данни на кандидата маг. инж. Борис Благой Арсов покриват и надвишават по точки минималните национални изисквания и изискванията на ТУ- Габрово.

| Група от показатели | Показател | Брой точки | |
|---------------------|--|------------|--------------------------------|
| | | Изисквания | инж. Арсов |
| | | 1 | 2 |
| А | 1. Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен "доктор": "Управление на ефективността и качеството на услуги в ширококоловови мобилни мрежи", Професионално направление: 5.3. Комуникационна и компютърна техника, Докторска програма: Комуникационни мрежи и системи, | 50 | А = 50 |
| Г | 7. Научна публикация в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация | | Г.7 = 13.33 |
| | 8. Научна публикация в нереперирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни томове: 2 самостоятелни и 2 в съавторство | 30 | Г.8 = 50 Общо: Г = 63.33 |

Отделно докторантът е представил и 11 съавторски трудове пряко свързани с темата на дисертационния му труд и работата му, като контролен орган и експерт в Агенцията по електронни комуникации (АЕК) в Република С. Македония, което е добър атестат за неговата компетентност в тази област.

3. Методика, цел и задачи на изследване в дисертационния труд

Обект на дисертационния труд се явяват управление на ефективността и качеството на услугите в ширококолововите мобилни мрежи, където основният акцент е върху оценката на параметрите на канала, както и зависимостите между тях, определящи качеството на сигналите и ефективността на мрежата.

Предмет на изследване са различните процеси на физическо ниво, свързани с канала за връзка, както и зависимостите, касаещи параметрите, определящи ефективността на предаване на информацията в специфични условия.

Методите за изследване са обособени основно в отделните глави, като аналитични, симулационни и практически, и обхващат зависимостите на параметрите, характеризиращи реализацията на отделните модели. Мястото на изследване е примерно, касаещо практически изследвания на комуникационния канал в определена част от зона на покритие в безжична мрежа. За симулационните изследвания са използвани програмните среди Matlab/Simulink, TEMS Investigation, Ariesso, GIS на платформа ESRI. Представени са примерни модели на радиопокрытие в широколентова мобилна мрежа, използваща безжични канали, чрез симулационни модели, демонстриращи взаимната корелация и обвързаност на параметрите в тях.

Целта на изследването е свързана със създаване на методологии от процедури, свързани с коректни подходи при моделиране, избор и реализация на архитектура, необходимото оборудване и правилното конфигуриране, чрез мониторинг и оценка на параметрите на сигналите в широколентови мобилни мрежи, свързани с подобряване на ефективността на комуникацията и качеството на услугите в тях.

За реализирането на формулираната цел, поставените от дисертанта задачи са свързани със:

- ❖ Създаване и описание на аналитична методология при проектиране и изчисляване на параметрите на широколентова мобилна мрежа.
- ❖ Разработване и синтезиране на симулационен модел в *Simulink* графична среда на Matlab за изследване на WCDMA (End-to-End Physical Layer) и изследване на ефективността на модел на широколентова мобилна мрежа.
- ❖ Извършване на изследване на параметрите на широколентова мобилна мрежа и възможности за подобряване на качеството на услугите в гъстонаселен градски район и статистическа обработка на резултатите.
- ❖ Провеждане на практически измервания на покритието и излъчването на мобилните оператори в Република С. Македония, свързани с качеството на услугите и диагностика при експлоатация и настройка на клетъчна мрежа в градски и извънградски райони, като чрез резултатите да се направи независима оценка на качеството на *осигуреното радиопокрытие* и да се предложат методи и мерки за *неговото подобряване*.

4. Публикации и приноси на дисертационния труд

По отношение на отразяване на резултатите по дисертационния труд са представени пет публикации на международни конференции и научни издания, напълно покриващи минималните изисквания относно разглеждания критерий. Два от трудовете са изнесени на Международна научна конференция „Унитех“ и два в национална конференция „TechCo“. Два от тях са самостоятелни. Публикациите са издадени в сборници с научно рецензиране от международна научна конференция „Унитех“ и национална конференция „TechCo“ в периода на обучение 2022-2023

г., като реално представят близо 2/3 от съдържанието на дисертационния труд. Една от публикациите е изнесена на международна научна конференция и е публикувана в Американското реферирано издателство AIP, което има Scopus ранг. В публикациите са представени голяма част от извършените изследвания и са изложени основните изводи от дисертационния труд.

С оглед на извършената научно-изследователска работа могат да бъдат представени следните **научно-приложни и приложни приноси**, отразяващи качествата и новите аспекти при съставяне на дисертационния труд:

Научно-приложни приноси

- ❖ Представена е аналитична методология за проектиране и изчисляване на параметрите на широколентова мобилна мрежа.
- ❖ Изведени са математически зависимости, свързани с коефициенти на натоварване на мрежите в права и обратна посока, с определяне на радиопокритието, загубите при радиоразпространение, усилването на антените;
- ❖ Синтезиран е симулационен модел на физическия слой WCDMA End-to-End Physical Layer, на базата на който са направени изследвания и са изведени графични резултати за три различни случая на средата и движението на потребителя в нея. На базата на това могат да се определят ефективните стойности BER в зависимост от SNR, свързани с осигуряване качеството на услугите при различните условия;

Приложни приноси

- ❖ Констатирано е, че Алгоритъмът за контрол на мощността има граници и при изразходване на ресурса за запас за регулиране на мощността се преминава към преключване на канала (хендовър). Излъчването с много голяма мощност води до намаляване чувствителността на системата, затова се въвежда параметърът запас за регулиране на мощността ВРС, чиято стойност е 0,7 при скорост на движение на абоната от 3km/h и 0 при скорост на движение на абоната от 50km/h;
- ❖ Представени са експериментални резултати на параметрите на широколентова мобилна мрежа в градски условия, чрез използване на специализирани софтуерни приложения, инсталирани на мобилна станция. Изследвани са сигналите от 2 оператора в градска среда в 2,3,4 и 5G режими на работа по определени маршрути, чрез промяна на скоростта на движение на мобилната измервателна станция. От статистиката и анализа на получените резултати са констатирани 12 конкретни извода, свързани с подобряване на ефективността на управление и осигуряване на по-добро качество на услугите в градска среда;
- ❖ Предложена е опитна постановка и са проведени практически изследвания от регулаторния орган за република С. Македония - Агенцията за електронни съобщения (АЕС). Извършена е статистика, обработка и анализ на практическите резултати за гласови услуги и трансфер на данни на по-важните оператори за страната С. Македония. Разработен е процес, който включва

наблюдение на мрежата, измервания на ключовите параметри за работа и оптимизация на клетките с цел подобряване ефективността и качеството на обслужване;

- ❖ Направени са реални измервания, свързани с излъчването на нейонизиращи лъчения от базовите станции на мобилните оператори свързани с въвеждането в експлоатация на новата технология 5G. Извършена е диагностика и оценка на експлоатационните характеристики, свързани с осигуряване на качеството на обслужване в градски райони, локализиран са проблемните участъци и са дефинирани основни технически и технологични решения за неговото подобряване.

5. Авторство на получените резултати

В дисертационния труд е реализиран значителен обем от научно-изследователска и експериментална дейност от страна на докторантът под ръководството на неговия научен ръководител. Смятам, че огромен дял от проведените изследвания и съставени анализи във връзка с обобщаване на резултатите са изцяло личен принос на докторанта. Насочеността на получените резултати в огромна степен надгражда съществуващите към момента изследвания на процесите на обработка на сигналите – генериране, кодиране, модулация, предаване и приемане на сигнали - чрез синтезиране на аналитични и симулационни модели и провеждане на практически експериментални резултати в широколентови мобилни мрежи.

6. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е в обем от 42 страници, като номерацията на математическите изрази и фигурите съответстват на тази в дисертационния труд. Считам, че авторефератът е структуриран добре и съобразно изискванията, отразява достатъчно пълно и коректно актуалността на работата, нейната цел и задачи, приложимост на резултатите и апробация.

От направената авторска справка не открих плагиатство от автора в представената дисертация и публикуваните трудове към нея. Считам, че по съдържание и оформление дисертацията и авторефератът, отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилникът за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ТУ- Габрово.

7. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Считам, че са направени задълбочени методични и с различна насоченост набори от изследвания в софтуерна и реална експериментална среда, относно поставената проблематика в дисертационния труд. Във връзка с описаните изследвания, анализирани резултати, синтезирани модели и реализирани

практически експерименти, могат да бъдат дефинирани следните забележки и препоръки:

- На отделни места в записката на изложението се забелязват стилистични и граматически грешки по отношение изказа при поднасяне на информацията, които биха могли с лекота да бъдат предотвратени;
- В структурно отношение предлагам да се направят корекции на езикови разлики и някои общоизвестни факти да отпаднат;
- Да се провери за еднотипното представяне на еднакви променливи в различните аналитични зависимости в отделните глави от дисертацията.
- По отношение на формулираните приноси към дисертационния труд е добре да бъде направена по-ясна категоризация и прецизиране на научно-приложните приноси.

8. Заключение

Темата на дисертационния труд е актуална и добре разработена. Поставената проблематика и свързаните с нея изследвания, както и обосновката им, са актуални и изчерпателно описани в разработката.

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание да **предложа** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор” от маг. инж. Борис Благой Арсов в област на висше образование – 5. „Технически науки“, професионално направление – 5.3. „Комуникационна и компютърна техника“, докторска програма – „Комуникационни мрежи и системи“.

08.03.2024 г.

Рецензент: /п/
/проф. дтн инж. Райчо Тодоров Иларионов/