

СТАНОВИЩЕ

за 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: маг. инж. Михаил Николаос Маламатудис

Тема: "Моделиране и съвременни методи за подобряване на ефективността на MIMO канали в безжични комуникационни системи"

Член на научното жури: доц. д-р инж. Станимир Михайлов Садинов

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Както се вижда от заглавието темата е много актуална в момента, защото многоантенните системи - MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) се използват в съвременните безжични мрежи, както по стандарт Wi Fi, така и при мобилните мрежи от четвърто поколение – LTE. Прилага се пространствено кодиране на сигнала, като това води до увеличаване на честотната лента на пропускане на канала, в който предаването и приемането на данни се осъществява, чрез система от няколко антени.

Увеличаването на двупосочния трансфер на данни по безжичните канали за връзка е ключов фактор за подобряване на ефективността на каналите, като трябва да се следи и качеството на обслужване и надеждността на трафика на данните. Масивните MIMO системи обикновено разчитат на оценка на канала на връзката в права и обратна посока. Точността, при която може да се определят оптималните параметри на канала и интервала от време, през който може да се приеме, че състоянието на канала е постоянно, води до множество ограничения при прилагането на методи за подобряване на ефективността на MIMO каналите в безжичните комуникационни мрежи.

Затова и обект на дисертационния труд се явяват MIMO каналите за комуникация в съвременните безжични комуникационни мрежи по стандарти IEEE 802.11, 4G LTE и LTE Advanced, като в настоящия труд се представят методите за моделиране на MIMO канал, оценката на параметрите на канала, както и зависимостите между тях, определящи качеството на сигналите и ефективността на мрежата.

В дисертационният труд предмет на изследване са различните процеси на физическо ниво (генериране, кодиране, модулация, предаване и приемане), свързани с MIMO канала за връзка, както и зависимостите, касаещи параметрите, определящи ефективността на предаване на информацията в специфични условия. Всичко това е доказателство, че темата и съдържанието на представената дисертация е актуално и е в процес на развитие и усъвършенстване, като засяга пряко бъдещите стандарти на безжичните комуникации.

2. Методика на изследване

Използваните методи за изследване са обособени основно в отделните глави, като аналитични, симулационни и практически, и обхващат зависимостите на параметрите, характеризиращи реализацията на отделните модели.

Накратко в Първа глава е направен теоретичен обзор на състояние, проблеми и перспективи на MIMO технологията в безжични комуникационни системи, като накрая са обобщени изводи, на базата на които е формулирана целта и задачите на дисертационния труд.

Във Втора глава е представено аналитично моделиране на MIMO канали за връзка в безжичните комуникационни системи. Тук основно са използвани математически модели на

канали и методи на изчисляване на параметри на покритие, енергиен бюджет, ефективност на антената, свързани пряко с оценяване и статистика на емпирични и аналитични графични зависимости отчитащи капацитета на MIMO канала за връзка.

В Трета глава методите на изследване основно са симулационни, чрез моделиране и изследване на MIMO канали за връзка в безжични комуникационни мрежи в графична програмна среда на продуктите Matlab и WinProp. Проведени са симулационни изследвания на разпространението на радиосигнали и планирането на радиочестотното покритие за 2 x 2 MIMO системи при използване на аналитични модели за среда на закрито и на открито. Сравнението между представените модели дава представа за това при какви условия е подходящо да се използва всеки от тях и каква е ефикасността от прилагането им. Използването на тези модели позволява лесното адаптиране на съществуващите симулационни модели за радиочестотно планиране на нови безжични мрежи, напр. 5G, IEEE 802.11ad/af/ah и др. На базата на тези симулационни изследвания е създаден алгоритъм за систематизирано моделиране на MIMO канал с оценка на ефективността.

В Четвърта глава е направено експериментално изследване на качеството и ефективността на MIMO канал в безжична мрежа по стандарт IEEE802.11n в градска среда, като е синтезирана опитна постановка и са снети практически резултати. Представено е и изследване на качеството и ефективността на MIMO канал в 4G LTE мобилни мрежи в конкретна градска среда, които са анализирани и обобщени.

В заключение в резултат на изследването са постигнати научно-приложни приноси със значимост и полезност в планирането, симулационното и експериментално изследване и експлоатацията на MIMO канали в безжичните комуникационни мрежи. В процеса на разработване на дисертацията са използвани и цитирани 126 литературни източника, което е основание за старателно отношение на докторатът към тематиката и добро запознаване и вникване в проблематиката на изследваната материя.

3. Приноси на дисертационния труд

Приемам така формулираните приноси, които бяха обект на дискусии в предварителната защита и са обсъждани многократно, като според мен са изчистени и отразяват изцяло извършената от докторантът работа. Според мен те имат изцяло научно-приложен характер и в съкратен вариант се изразяват в синтезиране на симулационни модели във виртуална среда, като са направени изследвания с три различни математически модели за изследване на ефективността на MIMO канал за връзка в безжична мрежа по стандарт IEEE802.11n/ac на закрито. Направен е сравнителен анализ на параметрите и се предлагат решения за използването на специфични модели в конкретна среда на разпространение. Направено е изследване на параметрите на разпространение на радиосигнали на вътрешно и външно разположение при различни модели, чрез виртуална среда и са представени графични зависимости даващи информация за търсене на оптимални решения за разположение на многоантенно оборудване и неговата ефективна настройка. Създадени са симулационни и експериментални модели за изследване на радиопокритие сграда – учебен корпус №2 на ТУ-Габрово и са извършени симулационни и експериментални изследвания на вътрешно и външно разпространения на сигналите при използване на MIMO канали за връзка. Вследствие направените симулационни изследвания и получени резултати е предложен алгоритъм за проектиране на MIMO безжични платформи с висока ефективност за съвременните и развиващите се безжични комуникационни мрежи.

4. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

През периода на обучение докторантът публикува своите изследвания свързани пряко с тематиката на дисертационния труд в 7 публикации, като една е самостоятелна, а другите са в съавторство с мен и колеги. Основните резултати от дисертационния труд са докладвани на следните научни форуми:

- X Национална конференция с международно участие „ELECTRONICA 2018“, София, България, IEEE каталожен номер CFP18P58-POD, с рефериране в Scopus;
- XXVI Международна научна конференция „ELECTRONICS - ET2017“, Созопол, България, IEEE каталожен номер CFP17H39-CDR, с рефериране в Scopus;
- Международна научна конференция UNITECH – Габрово, България: 1 публикация през 2018 г., 2 публикации през 2017 г. и 1 публикация през 2016 г.;
- 55-та годишна конференция на Русенския университет “Интелигентна специализация - иновативна стратегия за регионална икономическа трансформация”, Русе, България, 2016.

Считам че по този начин научната общност в страната е запозната с постигнатите резултати по дисертационния труд и е постигната необходимата публичност като са удовлетворени изискванията на ЗРАС в Република България и Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет - Габрово за ОНС „доктор“.

5. Авторство на получените резултати

Като ръководител на докторантът твърдя, че публикациите по дисертацията съдържат основните приноси, за които той претендира. Въпреки че в голяма степен публикациите са в съавторство с мен, което е нормално, в съвместната ни работа той винаги е проявявал инициатива и в голяма степен е имал водеща роля при провеждането на процесите на проучване, анализ, симулация и експеримент на дисертационния труд и свързаните с него публикации. Затова приемам и считам за равностойно участието на докторанта във всички публикации, в които има съавторство.

Авторефератът напълно отразява съдържанието на дисертационния труд и приносите на кандидата. Обемът на автореферата от 45 стр. е напълно достатъчен, като в него са дадени достатъчно аналитични изрази, блокови схеми и графичен материал, които спомагат да се добие ясна представа за научно-приложните приноси на докторанта в разработения от него дисертационен труд.

6. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Като цяло научната продукция на докторанта - дисертацията и публикациите му по темата са атестат за задълбочени познания и навлизане в същността на тематиката на дисертацията, за уменията на автора да формулира и решава актуални научно-приложни задачи. Затова считам, че кандидатът се е справил с поставените задачи и е изпълнил целите на изследването. Всички мои препоръки и забележки, като ръководител, като и тези които бяха направени при предварителното обсъждане са взети предвид при окончателното оформяне на труда. Съвместната ни работа с докторанта продължава, както и научните и практически изследвания в тази област, като предстои публикуване на резултатите в международни конференции и престижни списания. Препоръчвам и пожелавам на докторантът да продължи да се занимава с научна и преподавателска дейност, да развива своите умения и да постигне успехи в личен план.

7. 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 **предложа** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор”
От маг. 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**.

08.08.2019 г.

Подпис: /п/
/доц. д-р инж. Станимир Михайлов Садинов/