

## **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 на дисертационния труд:** маг. инж. Николай Петков Манчев

**Тема на дисертационния труд:** „Разработка и изследване на платформа за нискоенергийни безжични комуникации за Интернет на нещата“

**Рецензент:** проф. д-р инж. Станимир Михайлов Садинов

### **1. Тема и актуалност на дисертационния труд**

Актуалността на поставената проблематика и свързаните с нея изследвания по дисертационния труд се дефинират като значими и широкоспектърни по отношение на развитието на безжичните комуникации и внедряването и разширяване на услугите в тях.

Изследването и проблемите, разгледани в предоставения ми за рецензиране дисертационен труд, включва процесите свързани с обработката, предаването и приемането на данни през изграден комуникационен канал базиращ се на LoRaWAN технологията нейните приемници и предаватели – модулация, кодирането на канала, характеристиките на приемо/предавателния комплекс, синхронизация и конфигурация на софтуерни и хардуерни модули изграждащи платформата.

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 при конфигуриране, мониторинг и контрол на LoRaWAN нискоенергийни комуникационни системи за пренос на данни в различна безжична среда (градска/извънградска), чрез определяне на оптимални диапазони на измерване на конкретни технически параметри и критерии, свързани с ефективната експлоатация и настройка на нискоенергийните безжични мрежи LoRaWAN.

### **2. Обзор на цитираната литература**

Дисертационния труд включва увод, четири глави, заключение, списък на използваните съкращения, списък на публикациите по дисертационния труд, списък на използваната литература и 6 Приложения, пряко свързани и поясняващи изследванията в отделните глави. Дисертационният труд с обем от 204 страници, е разработен на база аналитичен обзор на 130 литературни и интернет източника, в

т.ч., 86 на английски език и 44 интернет-базирани източници. Изложението в първата глава на дисертацията показва добро познаване от страна на дисертанта на възможностите и параметрите на нискоенергийните комуникационни системи, както и международните стандарти, регламентиращи техните възможности и изисквания. Тези знания са позволили на дисертанта правилно да оцени съвременното състояние на проблема и да формулира целите 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 нискоенергийните безжични мрежи LoRaWAN и техните комуникационни канали.

### **3. Методика на изследване**

Обект на изследване се явява както преносната ефирна (безжична) среда, така и поведението в нея на параметрите на сигналите, характеризиращи мрежите LoRaWAN за пренос на данни, както в закрити така и в открити зони, в градска и извънградска среда.

Предмет на изследване са различните процеси, свързани с предаване, приемане и синхронизация, както и зависимостите, касаещи модулация, кодирането на канала, мултиплексирането, характеристиките на приемо/предавателния комплекс, синхронизация и конфигурация на софтуерни и хардуерни модули изграждащи платформата. Методите за изследване са обособени основно в отделните глави, като аналитични, симулационни и практически и обхващат зависимостите на параметрите, характеризиращи реализацията на комуникацията.

Мястото на изследване е примерно, касаещо практически изследвания в определена част от зона на покритие и в лабораторни условия с наличната измервателна апаратура.

Целта на изследването е създаване на методологии от процедури, свързани с добри практики при конфигуриране, мониторинг и контрол на LoRaWAN нискоенергийни комуникационни системи за пренос на данни в различна безжична среда (градска/извънградска), чрез определяне на оптимални диапазони на измерване на конкретни технически параметри и критерии, свързани с ефективната експлоатация и настройка на нискоенергийните безжични мрежи LoRaWAN.

Целта на дисертационния труд е да се разработи и изследва платформа за нискоенергийни безжични комуникации в контекста на Интернет на нещата, като се използват нискоенергийни хардуерни компоненти с достатъчно голям изчислителен капацитет, които използват софтуерни инструменти с отворен код или с крайно завършен софтуерен продукт с невъзможност за промяна.

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

- идентифициране на рисковете за нискоенергийните комуникации, посредством теоретично изследване и анализ на съществуващите заплахи за информационните ресурси при тези комуникации и платформи;
- аналитично да се моделират трафици от данни при различни условия на преносната среда (градска и извънградска) на база на съществуващата теория и практика в областта на нискоенергийните безжични мрежи;
- създаване на симулационен модел на безжичен пренос на данни, за да се предскаже капацитета на мрежата и да се оцени работоспособността на платформата за нискоенергийни комуникации;
- практическа реализация на примерна нискоенергийна платформа, на която да се направят експериментални тестове и изследвания и да се създадат препоръки за нейното приложение и изграждане в контекста на дисертационния труд.

#### 4. Приноси на дисертационния труд

С оглед на извършената научно-изследователска работа могат да бъдат групирани две категории приноси, отразяващи качествата и новите аспекти при съставяне на дисертационния труд, като след многократни дискусии те бяха изчистени от общоизвестни факти и преформулирани в положителна насока:

##### ❖ Научно-приложни приноси:

- Установени са и са изследвани доказали се алгоритми за криптиране на съобщенията при използването на нискоенергийния протокол LoRaWAN, които гарантират сигурността и надеждността на предаваните данни. Предложено е използването на метода с линейно променяща се честота (Chirp), който допринася за по-голямата защитеност на данните, като по този начин се използва по-тясна честотна лента, използвана при безжичните комуникации.
- Предложен е подход за определяне на ефективността на покритието при нискоенергийните безжични мрежи в градска среда, базиращ се на определени показатели, разделени в три групи - надеждност, забавяне и достоверност.
- Предложен е алгоритъм, представящ практически подход за реализация на RF шлюз и последователност при провеждането на експерименталните изследвания в закрыта и откритата зона.
- Изследвано е влиянието на отношението сигнал/шум върху качеството на безжичното покритие в конкретна откритата зона. Направена е сравнителна оценка между практически получените резултати със симулационните в една и съща зона на радиопокрытие, като обект на изследвания са параметрите на крайното устройство, на RF шлюза, затихването в коаксиалната линия и др.

##### ❖ Приложни приноси:

- За целите на дисертационния труд практически е реализирано крайно устройство на комуникационна система с използването на нискоенергийния протокол LoRaWAN за безжични комуникации с отдалечен контрол на електрически контакти с обратна връзка на състоянието на контактите.
- Практически е реализирано крайно устройство със соларно захранване, което е тествано в период от 3 години при различни метеорологични условия. Икономичността му е постигната чрез новосъздадената софтуерна библиотека за оптимизация на консумацията на крайното устройство по време на предаването на данни.
- Предложена и е реализирана възможност за VPN свързаност на няколко маршрутизатора с реализираната нискоенергийна комуникационна система, използваща LoRaWAN протокола, с цел съхраняване на данните на определено място. В такъв случай отпада необходимостта от закупуването на допълнителен хардуер за запазване на данните като се предоставят и възможности за обработка, анализ, визуализация и изследване на данните от един централизиран пункт.

## **5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд**

По отношение на отразяване на резултатите по дисертационния труд са представени шест публикации на международни конференции и научни издания, напълно покриващи минималните изисквания относно разглеждания критерий. Три от трудовете са изнесени на Международна научна конференция „Унитех“ и две в национална конференция и „TechCo“, като един от тях е самостоятелен, а останалите пет са изготвени в съавторство с научните ръководители и авторски колектив. Публикациите са издадени в сборници с научно рецензиране от международна научна конференция „Унитех“ и национална конференция „TechCo“ в периода на обучение 2020-2022 г., като реално представят близо 2/3 от съдържанието на дисертационния труд. Една от публикациите е изнесена на международна научна конференция и публикувана в списание JESTR, което има Scopus ранг. В базите данни на Scopus има наличие и на други публикации на инж. Н. Манчев, както и цитирания, като към момента неговия „Хирш“ фактор е  $h=2$ . В публикациите са представени голяма част от извършените изследвания и са изложени основните изводи от дисертационния труд.

## **6. Авторство на получените резултати**

В изложението на дисертационния труд е реализиран значителен обем от научно-изследователска и експериментална дейност от страна на докторантът под ръководството на неговите научни ръководители. Смятам, че огромен дял от проведените изследвания и съставени анализи във връзка с обобщаване на резултатите са изцяло личен принос на инж. Н. Манчев. 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 LoRaWAN сигнали - чрез синтезиране на

аналитични и симулационни модели и провеждане на практически експериментални резултати. Докторантът активно участва в учебния процес, като разработва опитни постановки и експериментални стендове, участва в екипите и на научно-изследователски проекти към ТУ-Габрово с практико-приложен характер.

## **7. Автореферат и авторска справка**

Авторефератът е в обем от 34 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.

## **8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд**

Считам, че са направени методични, задълбочени 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 не омаловажават труда на докторанта;
- Би било добре да има и списък с използваните символи и означения, използвани във формулите и текста;
- При представянето на литературните източници, би било добре да се разделят интернет адресите от останалите и да се подредят по азбучен ред;
- Добре би било и когато се цитират и описват литературни източници, да се дава по-подробна информация с ISBN/ISSN, броеве, издателства и страници.

Препоръчвам за напред докторантът да участва активно в научноизследователските екипи на Технически университет-Габрово в международни и национални проекти и да публикува постигнатите резултати в ранкирани конференции и списания от базите данни на Scopus/WoS.

## 9. Заключение

Темата на дисертационния труд е актуална и добре разработена. Поставената проблематика и свързаните с нея изследвания, както и обосновката им, са задоволително значими 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 предлага** да бъде **придобита** образователната и научна степен „доктор” от маг. инж. Николай Петков Манчев в област на висше образование – 5. „Технически науки“, професионално направление – 5.3. „Комуникационна и компютърна техника“, докторска програма – „Комуникационни мрежи и системи“.

29.01.2024 г.

Рецензент: /п/

/проф. д-р инж. Станимир Михайлов Садинов/