

# 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. Емил Иванов Йончев

## 1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Концепцията Интернет на нещата предполага свързаност и обмен на информация между милиарди физически обекти, включени в различни комуникационни мрежи, посредством интернет мрежата. Тя намира приложение в различни области като: умни градове; здравеопазване; промишленост; селско стопанство; транспорт и др. Броят на включените обекти непрекъснато нараства и това поставя изискване за създаване на нови комуникационни мрежи и алтернативни стандарти с ниска консумация на енергия. Огромното количество данни, генерирани от обектите, налага необходимостта от напреднали методи за обработка, съхранение, анализ и извличане на информация от тях. Повишава се и необходимостта от сигурност и защита на данните, които се обменят.

За намиране на решение на посочените проблеми, в дисертацията е направено задълбочено изследване за избор на подходяща комуникационна мрежа, предоставяща сигурност и защита на данните, възможност за тяхното съхранение и анализ, възможност за лесно разширяване. Реализирани са елементи от архитектурата на комуникационната мрежа, създадени са алгоритми за оптимизация на консумацията на енергия от захранващия източник.

Гореизложеното ми дава основание да заключа, че темата и поставените конкретни задачи в дисертационния труд са актуални.

## 2. Обзор на цитираната литература

Дисертационният труд е представен в увод, четири глави и заключение (с включени научно-приложни и приложни приноси), използвана литература, списък на публикациите, с обем 141 страници, включващи 78 фигури и 6 таблици. Завършва с пет броя приложения с обем 62 страници.

За разработване на дисертацията докторантът е ползвал общо 130 литературни източника, от които 88 броя книги и статии и 42 броя интернет страници. Всички са на английски език. Те са включени в дисертацията и са цитирани подходящо в изнесен материал. Целта на дисертационния труд е дефинирана на базата на задълбочено проучване в първа глава на дисертацията. Тя 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 изпълнението ѝ са поставени 4 задачи. Те са последователно решени в отделните глави на дисертацията.

Направените критични анализи и изследвания, както и получените резултати

показват, че авторът познава много добре състоянието на проблема и умее да прави аналитични и критични интерпретации на използвания литературен материал. Това му е позволило успешно да изпълни поставените задачи и да получи резултати със значими научно-приложни и приложни приноси.

### **3. Методика на изследване**

Избраната методика на изследване е адекватна на поставените цел и задачи на дисертационния труд и включва аналитични, симулационни и практически методи и подходи, които са обособени в отделните глави на дисертационния труд. Създаден е аналитичен модел, с който е изследвана безжичната преносна среда с нейните особености и влияние върху предаването на данни между различните устройства в нискоенергийната и с голям обхват LoRaWAN мрежа, в закрити и открити зони, в градска и извънградска среда. Моделът има възможност да оцени влиянието на различни мрежови параметри върху производителността на комуникационния протокол. Предложена е методология за синтезиране на опитна постановка и провеждане на симулационни и практически изследвания на процесите, свързани с обработката, предаването и приемането на данни през изграден комуникационен канал базиран на LoRaWAN протокола. Като критерии за определяне на качеството на обслужване са използвани различни оценъчни параметри и качествени показатели като: еквивалента изотропна излъчвана мощност (EIRP); напрегнатост на електромагнитното поле; спектралните и векторни характеристики на сигнала; съотношението сигнал/шум; силата на получения сигнал (RSSI) и др. Предложена е методология за определяне на стойността им с помощта на разработен модел.

Получените резултати ми дават основание да заявя, че има пълно съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд.

### **4. Приноси на дисертационния труд**

Заявените от дисертанта приноси са научно-приложни и приложни. Те имат следните характеристики: предложени са нови подходи и методи за изследване, разработени са нови и модифицирани устройства и системи, алгоритми за тяхното управление и изследване.

#### **С научно-приложен характер са:**

1. 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.
2. 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.
3. Предложен е алгоритъм, представящ практически подход за реализация на RF шлюз и последователност при провеждането на експерименталните изследвания в закрити и открити зони.
4. Изследвано е влиянието на отношението сигнал/шум върху качеството на безжичното покритие в конкретна открити зона. Направена е сравнителна оценка между практически получените резултати със симулационните в една и съща зона на радиопокритие, като обект на изследвания са

параметрите на крайното устройство, на RF шлюза, затихването в коаксиалната линия и др.

#### **С приложен характер са:**

1. 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.
2. Практически е реализирано крайно устройство със соларно хранване, 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.
3. 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.

Приемам формулираните от докторанта приноси. Считаю, че те правилно отразяват постигнатото от него в резултат на проведените изследвания и ще намерят приложение в практиката.

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

Във връзка с дисертационния труд са представени шест научни публикации. Една от тях е самостоятелна, останалите пет са в съавторство. Има публикация на английски език, в списание *Journal of Engineering Science and Technology Review*, с показател SJR 0.189, индексирана в Scopus. Другите са доклади на научни конференции, отчетени в Националния референтен списък на съвременни български научни издания с научно рецензиране – три от тях са изнесени на международната научна конференция UNITECH през 2020, 2021 и 2022 г. Две от тях на националната научна конференция TechCo през 2021 и 2022 г. В публикациите са представени извършените изследвания и са изложени основните изводи от дисертационния труд. Няма информация за известни цитирания на включените в дисертацията публикации.

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

Считаю, че постигнатите резултати са дело на докторанта под научното и методическо ръководство на неговите ръководители. Личното участие в разработката и провеждането на експерименталните изследвания е несъмнено. Доказателство за това са публикациите на докторанта както и информацията от приложената справка за изпълнение на минималните национални изисквания и изискванията на Правилника за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“ на ТУ – Габрово. Маг. инж. Манчев, при изисквания за брой точки по раздел А - 50 точки и раздел Г - 30, има съответно за А - 50 точки и за Г - 54.98 точки. Също така докторантът е изпълнил и минималните изисквания на ТУ - Габрово за брой научни публикации за придобиване на научна степен „доктор“. От направената справка в информационната база Scopus докторантът има 13 броя цитирания на статии, които са по темата на дисертацията, но не са включени в нея. Маг. инж. Манчев също така има участие в два научно изследователски проекта.

## 7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът на дисертационния труд е в обем от 34 страници и е оформен в съответствие с изискванията на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ-Габрово. Той представя вярно съдържанието, съществените страни на изследванията, постигнатите теоретични и практически резултати и дефинираните научно-приложни и приложни приноси, съдържащи се в пълния текст на дисертационния труд. Представен е и списък на публикациите по темата на дисертацията, както и резюме на английски език.

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

Докторантът се е съобразил с направените от мен забележки и препоръки на предварителното обсъждане на дисертационния труд.

Все още се забелязват редакционни пропуски. Например:

- За един и същи параметър SF се срещат две наименования;
- Приносите не са записани в отделен раздел, а са включени в заключението;
- В представените приноси не е добавена информация, под формата на конкретни страници или номерация на фигури, къде следва да се намират и оценят правилно.

Темата на дисертацията е в перспективна научна област и препоръката ми към маг. инж. Николай Манчев е да продължи научната и приложната си работа в това направление.

## 9. 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 дам **положителна** оценка на дисертационния труд и да предложа на уважаемото Научно жури да **присъди образователната и научна степен „доктор“ на 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“.

31.01.2024 г.

Изготвил рецензията:...../п/.....  
/проф. д-р инж. Емил Йончев/