



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ГАБРОВО

ОТЧЕТ

НАЦИОНАЛНА ПРОГРАМА „МЛАДИ УЧЕНИ И ПОСТДОКТОРАНТИ - 2“ - ЕТАП II

Тема на проекта:

Изграждане и изследване на софтуерна платформа за нискоенергийни безжични комуникации за нуждите на Интернет на Нещата, Умен град, Индустриален Интернет на Нещата и др.

Факултет: „Електротехника и Електроника“

Постдокторант: гл. ас. Николай Петков Манчев

Период на отчитане: II етап, 18 месеца, 2024 – 2025 г.

1. Актуалност на научното изследване и прилагане на нови решения или нови методически подходи:

Развитието на нискоенергийните мрежи и внедряването им в концепцията за умните градове (Smart City) представлява ключов елемент от Индустрия 4.0 и цялостната дигитална трансформация на обществото. С нарастването на броя свързани устройства, системи за мониторинг и автоматизирани инфраструктури възниква необходимостта от задълбочени научни изследвания, които да предложат надеждни, сигурни и ефективни решения за управление на обмена на данни. В условията на постоянно увеличаващ се обем от комуникации и висока зависимост от информационните потоци, актуален остава въпросът за защита на данните, предотвратяване на нерегламентиран достъп и гарантиране непрекъсваемостта на услугите.

Изследванията в областта изискват разработването на нови методически подходи, насочени към осигуряване на сигурна комуникационна среда, динамично управление на достъпа, усъвършенствани механизми за удостоверяване и защита, както и системи за интелигентно откриване на аномалии в мрежовия трафик. Появата на иновативни софтуерни решения за мониторинг, диагностика и автоматизирано известяване при нередности налага необходимостта от тяхното оптимизиране и интеграция в комплексни платформи за управление на умни градове.

Поради високите рискове, свързани със сигурността в нискоенергийните и IoT мрежите, научното изследване в тази област е изключително актуално. То създава условия за прилагане на модерни криптографски методи, адаптивни протоколи за защита, машинно самообучение за превенция на заплахи и нови инженерни решения, които да гарантират устойчивост и доверие в системите. Именно комбинацията между технологичен напредък, иновации в сигурността и методически подходи за оценка на риска прави темата от съществено значение за бъдещото развитие на дигиталните инфраструктури и умните градове.

2. Изпълнение на поставените цели и задачи:

Задача първа: Идентификация на рисковете за нискоенергийните комуникации

Чрез теоретичен обзор на съвременните нискоенергийни технологии и анализ на наличните заплахи са систематизирани основните рискове за информационната сигурност. Изследвани са уязвимости, свързани с ограничените ресурси на устройствата, специфичните протоколи за предаване и характерните за този тип мрежи атаки.

Задача втора: Изграждане на експериментална мрежа от устройства

Реализирана беше компактна нискоенергийна инфраструктура, способна да генерира различни типове трафик в градска и извънградска среда. Регистрирани са показатели за качество на канала, устойчивост на смущения и енергиен разход, като по този начин се очерта реалното поведение на мрежата в разнообразни условия.

Задача трета: Разработване на симулационен модел

Създаден бе модел за симулация на безжичен пренос на данни, позволяващ прогнозиране на капацитета и оценка на работоспособността при различни натоварвания. Моделът подпомогна количественото определяне на ключови параметри като пропускателна способност, латентност и вероятност за колизии.

Задача четвърта: Синтез и реализация на нискоенергийна комуникационна платформа

Разработена беше примерна платформа, върху която бяха проведени експериментални тестове за валидиране на функционалността и устойчивостта ѝ. На база на резултатите бяха формулирани препоръки за оптимизация, сигурност и практическо приложение на нискоенергийните мрежи в контекста на дисертационното изследване.

3. Извършена научно-изследователска и експериментална работа:

В рамките на научно-изследователската и експериментална дейност бяха реализирани следните задачи и постигнати съответните резултати:

- Разработване на крайно устройство с нискоенергиен протокол LoRaWAN

Извършени бяха анализ, проектиране и реализация на крайно устройство, използващо нискоенергийния безжичен протокол LoRaWAN за комуникация на големи разстояния. Системата позволява отдалечен контрол на електрически контакти, като е внедрена и функционалност за обратна връзка относно текущото състояние на управляваните контакти. Проведени бяха експериментални тестове, потвърждаващи надеждността на комуникацията и стабилността на работата при различни условия.

- **Изграждане на измервателни устройства и добавяне на автоматизирани действия**

Разработени бяха устройства за измерване на разнообразни параметри (електрически, климатични или други специфични за проекта). Данните от измерванията се интегрират в платформата, в която бяха добавени автоматизирани действия – сценарии и алгоритми, активиращи определени функции в зависимост от измерените стойности. Това позволява изграждането на интелигентна система за мониторинг и управление.

- **Разработка на завършена софтуерна платформа с възможности за VPN, надграждане и мениджмънт**

Софтуерната платформа беше усъвършенствана така, че да поддържа сигурна VPN свързаност, което гарантира защитен достъп до устройствата и данните. Реализирани са механизми за дистанционно надграждане на системата и цялостен мениджмънт на устройствата, включително диагностика, конфигуриране и наблюдение на работните им параметри.

- **Изграждане на малкомащабна мрежа в Технически университет – Габрово**

В експериментален мащаб беше изградена LoRaWAN мрежа от устройства, разположени на територията на Технически университет – Габрово. Мрежата служи както за тестване и оптимизация на разработената технология, така и като учебна среда за студенти. Чрез реални сценарии и демонстрации се подпомага усвояването на знания в областите IoT, безжични комуникации и автоматизирани системи.

4. Получени крайни резултати:

- Реализирано бе крайно устройство, работещо по нискоенергийния протокол LoRaWAN, което осигурява безжична комуникация и отдалечен контрол на електрически контакти, включително получаване на обратна връзка за тяхното текущо състояние.
- Изградени и внедрени са измервателни устройства за различни параметри (напр. електрически, климатични или други), които са интегрирани в системата и позволяват автоматизирано изпълнение на действия в платформата според отчетените стойности.
- Завършена бе софтуерна платформа, която поддържа VPN свързаност, възможност за отдалечено надграждане на компоненти и централизиран мениджмънт на всички устройства по всяко време.
- Бе изградена в малък мащаб LoRaWAN мрежа от устройства на територията на Технически университет – Габрово, която се използва за обучение на студенти, демонстрационни цели и оптимизация на конкретни процеси в университетската среда.

5. Използване и разпространение/внедряване на научните резултати (прилагат се към отчета):
- публикации, реферирани в Scopus и Web of Science

1. Manchev N., K. Angelov, H. Stoycheva, A. Aleksandrov, Design of Network Infrastructure for Training Students in Cybersecurity, 33rd National conference with international participation "TELECOM 2025", 20 - 21 November 2025, Sofia, Bulgaria, 2025, pp. 1-5, ISSN: 2837-5246 (Scopus, SJR 0,15) (in print).

- други публикации

1. Манчев Н., Б. Карапенов, Интегриране на Solar assistant за събиране и контрол на данни във фотоволтаични системи, Сборник доклади: Международна научна конференция UNITECH 2025, 20-21 ноември 2025, Габрово, България, ISSN: 2603-378X, стр. 1-4 (под печат).

2. Манчев Н., К. Ангелов, Б. Карапенов, И. Златев, Разработка на многоцелева система за мониторинг и контрол базирана на ZigBee безжична сензорна мрежа, Сборник доклади: Международна научна конференция UNITECH 2025, 20-21 ноември 2025, Габрово, България, ISSN: 2603-378X, стр. 1-7 (под печат).

3. Ангелов К., Н. Манчев, И. Златев, Ключови аспекти и анализ на приложението на комуникационните технологии в Интернет на нещата, Сборник доклади: Научна конференция „Знание, наука, технологии, иновации“, 11 юли 2025, Велико Търново, ISSN 2815-3480, стр. 961-977.

- патенти и полезни модели

...

Дата: 11.12.2025 г.

Изготвил: гл. ас. Н. Манчев