

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему *Моделювання та аналіз якості обслуговування (QoS) у мережах
5G.*

Modeling and analysis of quality of service (QoS) in 5G networks

Виконав: студент 2 курсу, групи 6КСМ

напряму підготовки (спеціальності)

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Скрягін З. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дідик О. О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Лебеденко Ю. О.

(прізвище та ініціали)

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет, відділення Інформаційних технологій та дизайну
Кафедра, циклова комісія Комп'ютерних систем та мереж
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки _____
Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова
циклової комісії _____
комп'ютерних систем та мереж
_____ А.А. Григорова
«___» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Скрягіна Зіновія Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Моделювання та аналіз якості обслуговування (QoS) у мережах 5G.

Modeling and analysis of quality of service (QoS) in 5G networks.

керівник проекту (роботи) Дідик Олексій Олександрович, к.т.н., доцент.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 18 жовтня 2024 року №569-с

2. Строк подання студентом проекту(роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту. Матеріали практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Аналіз технології 5G

Схема побудови мережі 5G

Налаштування QoS для 5G NR

Архітектура мережі

Моделювання

Оцінка та аналіз ефективності

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Вивчення предметної області	13.09.2024	
2.	Постановка завдання	21.09.2024	
3.	Дослідження протоколів та стандартів	11.10.2024	
4.	Вибір методу аналізу	16.10.2024	
5.	Порівняльний аналіз протоколів	11.11.2024	
6.	Оцінка отриманих результатів	21.11.2024	
7.	Оформлення пояснювальної записки	04.12.2024	
8.	Захист роботи	18.12.2024	
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			

Студент _____
(підпис) _____
(прізвище та ініціали)

Скрягін З. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис) _____

Дідик О.О.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить: 73 сторінок, 25 рисунків, 7 таблиці, 25 посилань.

Ціль проекту – моделювання та аналіз якості обслуговування (QoS) у мережах 5G. Робота включає розробку і валідацію моделей для ефективного розподілу ресурсів, управління трафіком і забезпечення високих стандартів QoS, а також оцінку продуктивності.

Мережі зв'язку п'ятого покоління (5G) є новим технологічним стрибком у сфері телекомунікацій. Вони вирішують багато проблем, що не притаманні мережам попередніх поколінь, наприклад, реалізацію необхідної якості зв'язку при зростанні абонентських пристроїв, нестачі частотних діапазонів тощо.

Робота базується на комп'ютерному моделюванні на мові C++, застосуванні програмних інструментів для симуляції мережевих процесів та аналіз результатів для визначення оптимальних стратегій управління трафіком та розподілу ресурсів.

Ключові слова: 5G, QoS, якість обслуговування, аналіз, моделювання, мережа зв'язку 5G.

ABSTRACT

The thesis contains: 73 pages, 25 figures, 7 tables, 25 references.

The goal of the project is to model and analyze quality of service (QoS) in 5G networks. The work includes the development and validation of models for efficient resource allocation, traffic management and ensuring high QoS standards, as well as performance assessment.

Fifth-generation (5G) communication networks are a new technological leap in the field of telecommunications. They solve many problems that are not inherent in networks of previous generations, for example, implementing the required communication quality with the growth of subscriber devices, lack of frequency bands, etc.

The work is based on computer modeling in the C++ language, the use of software tools for simulating network processes and analyzing the results to determine optimal traffic management and resource allocation strategies.

Keywords: 5G, QoS, quality of service, analysis, modeling, 5G communication network.

АНОТАЦІЯ

Моделювання та аналіз якості обслуговування (QoS) у мережах 5G – це важливий аспект розвитку сучасних телекомунікаційних мереж. Ця тема охоплює дослідження та розробку методів моделювання, що дозволяють оцінювати та оптимізувати якість обслуговування в мережах 5G. Важливими аспектами є забезпечення високої пропускнуєї здатності, низького збоювання та надійності підключення. Моделі QoS допомагають визначити, як різні параметри мережі впливають на загальну якість обслуговування, що є ключовим для задоволення підвищених очікувань користувачів у високоскоростних мережах.

SUMMERY

Modeling and analyzing quality of service (QoS) in 5G networks is an important aspect of the development of modern telecommunications networks. This topic covers the research and development of modeling methods that allow evaluating and optimizing quality of service in 5G networks. Important aspects are ensuring high throughput, low failure and reliable connection. QoS models help determine how different network parameters affect the overall quality of service, which is key to meeting the increased expectations of users in high-speed networks.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
ВСТУП	10
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ 5G	11
1.1. Розвиток стандартів бездротового зв'язку	11
1.2. Перспективи та недоліки 5G-зв'язку в Україні.	14
1.3. Огляд технології 5G та її характеристик.	17
1.4. Архітектурні проблеми в SDN та їх вплив на якість обслуговування.	18
1.5. Діапазони частот 5G NR	20
1.6. Архітектура мережі радіодоступу NG (NG-RAN)	23
1.6.1 Варіанти архітектури.	24
2. СХЕМА ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ 5G	29
2.1. Реалізація 5G та схеми побудови мережі.	29
2.2. Склад та призначення компонентів схеми мережі 5G	33
2.3. Моделювання каналів у мережі 5G.	37
3. НАЛАШТУВАННЯ QoS ДЛЯ 5G NR	42
4. АРХІТЕКТУРА МЕРЕЖІ	46
5. МОДЕЛЮВАННЯ	48
5.1. Обробка сигналів	48
5.2. Моделювання радіоканалу	51
5.3. HARQ	54
5.4. Керування QoS	56
5.5. Моделювання базової станції	59
5.6. Моделювання пристроїв Інтернету речей	61
6. ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ	63
ВИСНОВОК	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

QoS – Quality of Service (якість обслуговування)

IoT – Internet of Things (інтернет речей)

FR1 – Frequency Range 1 (діапазон частот 1)

FR2 – Frequency Range 2 (діапазон частот 2)

NR – New Radio

MIMO – Multiple Input Multiple Output

MMTC – Massive Machine Type Communications

URLLC – Ultra Reliable Low Latency Communications

eMBB – enhanced Mobile Broadband

5GQI – QoS Identify

ARP – Allocation and Retention Priority

GFBR – Guaranteed Bit Rate

MBR – Maximum Bit Rate

PDB – Packet Delay Budget

PER – Packet Error Rate

TDD – Time Division Duplex

NMS – Network Management System

NFV – Network Functions Virtualization

SDN – Software Defined Networking

LDPC – Low-Density Parity-Check

QAM – Quadrature Amplitude Modulation

HARQ – Hybrid Automatic Repeat Request

TCP – Transmission Control Protocol

TBS – Transport Block Size

UE – User Equipment

ВСТУП

QoS (Quality of Service) — це технологія, яка забезпечує певний рівень якості даних, що передаються в мережі. Він використовується для керування трафіком, щоб переконатися, що важливим даним, таким як голосові виклики чи відеоконференції, надається пріоритет над менш важливими даними, такими як завантаження файлів або перегляд відео. QoS допомагає мінімізувати затримку, зменшити втрату даних і забезпечити стабільне з'єднання.

5G — це п'яте покоління технології мобільного зв'язку, яке пропонує значні покращення порівняно з попередніми поколіннями (4G і 3G). 5G забезпечує вищу швидкість передачі даних, меншу затримку та більшу пропускну здатність. Це дає змогу підтримувати більш складні та вимогливі програми, такі як автономні транспортні засоби, Інтернет речей (IoT) і віртуальна реальність (VR).

QoS і 5G тісно пов'язані, оскільки 5G використовує технології QoS для надання високоякісних послуг для різних типів трафіку. Це особливо важливо для додатків, які потребують низької затримки та високої швидкості, таких як автономні транспортні засоби та віртуальна реальність.