

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Бакалавр

Освітній рівень

Розгортання моделі надання послуг мережі 5G

Назва теми

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ

172 Телекомунікації та радіотехніка

Шифр і назва

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ

17 Електроніка та телекомунікації

Шифр і назва

ОСВІТНЯ ПРОГРАМА

172 Телекомунікації та радіотехніка

Назва

КПТР.018007.01.10 ПЗ

Виконав:


студент 4 курсу, група ТР-18-1


підпис

Володимир ПЕТРОВ

Ініціали, прізвище


Керівник: канд. техн. наук, доцент


підпис

Леся КАРПІОВА

Ініціали, прізвище

Нормоконтроль: канд. техн. наук, доцент


підпис, дата

Олег ПИВОВАР

ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. Кафедри ТМІТ
д-р техн. наук, доцент


підпис

Сергій ПІДЧЕНКО

Ініціали, прізвище

«25» травня 2022р.

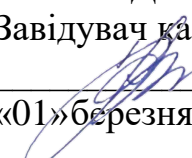
Хмельницький, 2022

Хмельницький національний університет

Факультет	<u>інформаційних технологій</u>
Кафедра	<u>телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій</u>
Освітній рівень:	<u>бакалавр</u>
Галузь знань:	<u>17 Електроніка та телекомунікації</u>
Спеціальність:	<u>172 Телекомунікації та радіотехніка</u>
Освітня програма:	<u>172 Телекомунікації та радіотехніка</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМІТ

 Сергій ПІДЧЕНКО

«01» березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

ПЕТРОВУ Володимиру Юрійовичу

1 Тема проекту: Розгортання моделі надання послуг мережі 5G

Керівник проекту: КАРПОВА Леся Вікторівна

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2022р. № 18

2 Строк подання здобувачем проекту на кафедру 25 травня 2022 року

3 Вихідні дані до проекту: комплексний аналіз теоретичних та практичних засад розгортання моделі надання послуг мережі 5G.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- розглянути сутність інформації системи мережі 5G;
- розглянути складові інформаційної системи мережі 5G;
- дослідити етапи формування інформаційної системи мережі 5G;
- надати загальну характеристику мережі 5G;
- охарактеризувати внутрішнє та зовнішнє середовище мережі 5G;
- запропонувати заходи з мережі 5G;
- обґрунтувати доцільність впровадження запропонованих заходів.

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень):

- схема електрична структурна
- принципова діаграма архітектури
- функціональна схема

6 Консультанти розділів кваліфікаційного проєкту

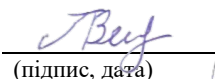
Розділ	Прізвища, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 01 березня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

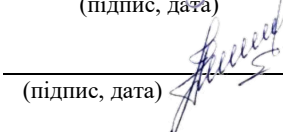
№ п/п	Найменування виду роботи	Форма звітності, термін виконання	Відмітка наукового керівника
1.	Розробка завдання на кваліфікаційний проєкт	5.03.2022р.	виконано
2.	Складання індивідуального плану на кваліфікаційний проєкт	5.03.2022р.	виконано
3.	Написання першого (теоретичного) розділу	15.03.2022р.	виконано
4.	Написання другого розділу	26.03.2022р.	виконано
5.	Написання третього розділу	15.04.2022р.	виконано
6.	Написання вступу і загальних висновків та пропозицій до кваліфікаційного проєкту	30.04.2022р.	виконано
7.	Оформлення кваліфікаційного проєкту	10.05.2022р.	виконано
8.	Рецензування кваліфікаційного проєкту	15.05.2022р.	виконано
9.	Презентаційні матеріали за результатами виконання кваліфікаційного проєкту	20.05.2022р.	виконано

Здобувач


(підпис, дата)

Володимир ПЕТРОВ

Науковий керівник


(підпис, дата)

Леся КАРПІОВА

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проєкту: «Розгортання моделі надання послуг мережі 5G»

Автор роботи: ПЕТРОВ Володимир Юрійович

Керівник роботи: канд. техн., доц. КАРПОВА Леся Вікторівна.

Пояснювальна записка: 71 сторінка, 14 рисунків, 1 таблиця, 19 джерел, 1 додаток.

Графічна частина: 1 креслення, 12 презентаційних слайдів.

Ключові слова: 5G, LTE ТЕХНОЛОГІЇ, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, БЕЗПРОВОДОВА МЕРЕЖА, АВТОРИЗАЦІЯ, МОНІТОРИНГ.

Мета кваліфікаційного проєкту полягає в комплексному аналізі теоретичних та практичних засад розгортання моделі надання послуг мережі п'ятого покоління.

Мобільні технології міцно увійшли до нашого життя і продовжують зміцнювати свої позиції. В кваліфікаційному проєкті розглянуто сутність інформації системи та складові інформаційної системи мережі 5G. Досліджено етапи формування інформаційної системи мережі 5G. Проведено аналіз характеристик системи мережі та розрахунки зони покриття мережі 5G, пропускної здатності мережі і кількості потенційних абонентів. В процесі роботи широко використовувалися наступні методи: метод аналізу та синтезу; метод прогнозування; економіко-статистичні методи.




Особливістю використання цієї технології п'ятого покоління є можливість надати абонентам високоякісну швидкість передачі інформації також мінімальну затримку надсилання і приймання даних.

Ініціали, прізвище здобувача


Підпис, дата

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ВСТУП	9
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ ...	11
1.1 Основні типи систем мобільного зв'язку	11
1.2 Структура мереж мобільного зв'язку	16
Висновки до 1 розділу	24
2 АНАЛІЗ МОДЕЛІ НАДАННЯ ПОСЛУГ МЕРЕЖІ 5G.....	26
2.1 Особливості технології 5G.....	26
2.2 Стандарти технології 5G	30
2.3 Архітектура розгортання мережі 5G.....	37
2.4 Послуги мережі 5G	50
Висновки до 2 розділу	54
3 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ МЕРЕЖІ 5G	57
3.1 Розрахунок ємності системи LTE.....	57
3.2 Перспективи розвитку та вдосконалення мережі 5G	59
3.3 Приоритетні напрямки	60
Висновки до 3 розділу	66
ВИСНОВОК.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70
ДОДАТКИ.....	72

					КПТР. 018007.01.110ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розгортання моделі надання послуг мережі 5G Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Петров В.Ю.				5	6	
Перевір.		Карпова Л.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Підченко С.К.			ХНУ, гр. ТР-18-1			

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

AMPS – Advanced Mobile Phone Service(аналоговий стандарт стільникового зв'язку, що відноситься до мереж (1G));

API – application programming interface (набір готових функцій, що надаються додатком);

CDMA – Code Division Multiple Access(технологія зв'язку, при якій канали передачі мають загальну смугу частот,);

CF NOMA – Carrier frequency Non-orthogonal multiple access (несуча частота неортогонального множинного доступу);

CF MIMO – CarrierfrequencyMultiInputMultiOutput (несуча частота MIMO);

CPE – Customer Premises Equipment,(обладнаннявприміщенніклієнта);

D2D – DEVICETODEVICE (прямий зв'язок між двома мобільними користувачами без перетину базової станції);

E2E – Endtoend (протокол IP сигналізації, який швидко і надійно відкриває прямий канал зв'язку між двома (або більше) користувачами IP-послуг через Інтернет);

FDMA – Frequency Division Multiple Access (спосіб використання радіочастот, коли в одному частотному діапазоні знаходиться тільки один абонент, різні абоненти використовують різні частоти в межах стільника);

GPRS – General Packet Radio Service(надбудова над технологією мобільного зв'язку GSM, що здійснює пакетну передачу даних);

GSA – GlobalMobileSuppliersAssociation(Глобальна асоціація постачальників мобільного обладнання.);

GSM – Groupe Spécial Mobile (глобальний стандарт цифрового мобільного стільникового зв'язку);

HSPA – High Speed Packet Access (технологія бездротового широкосмугового радіозв'язку, яка використовує пакетну передачу даних);

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

IMT – International Mobile Telecommunication system (Міжнародна система мобільних телекомунікацій);

IoT – Internet of Things (концепція обчислювальної мережі фізичних предметів, оснащених вбудованими технологіями для взаємодії один з одним або з зовнішнім середовищем);

LTE – Long-Term Evolution (стандарт бездротової високошвидкісної передачі даних для мобільних телефонів і інших терміналів, що працюють з даними);

MCS – Modulation and coding scheme (Схеми модуляції і кодування, які використовуються в телекомунікаційній галузі для оптимізації трафіку);

MIMO – Multiple Input Multiple Output (метод просторового кодування сигналу, що дозволяє збільшити смугу пропускання каналу, в якому передача даних і отримання даних здійснюються системами з декількох антен);

NFV – Network Functions Virtualization (це концепція мережевої архітектури, що пропонує використовувати технології віртуалізації для віртуалізації цілих класів функцій мережевих вузлів у вигляді складових елементів);

NI – Network intelligence (мережа розвідки);

NMT – Nordic Mobile Telephone(перша повністю автоматична система стільникового зв'язку);

NW – Network (мережа);

OFDM – Orthogonal frequency-division multiplexing (цифрова схема модуляції, яка використовує велику кількість близько розташованих ортогональних піднесучих);

OTT – Over the Top (метод надання відеопослуг через Інтернет);

QAM – Quadrature Amplitude Modulation (різновид амплітудної модуляції сигналу, яка є сумою двох несучих коливань зсунутих по фазі відносно один одного на 90 °);

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

QoS – quality of service (ймовірність того, що мережа зв'язку відповідає заданій угоді про трафік);

RRU – Remote radio unit (частина бездротової мережі);

SDN – software-defined networking (мережа передачі даних, в якій рівень управління мережею відділений від пристроїв передачі даних і реалізується програмно);

TACS – Total Access Communications System (аналогова стільникова система зв'язку загального доступу першого покоління);

TDMA – Time Division Multiple Access (спосіб використання радіочастот, коли в одному частотному інтервалі знаходяться кілька абонентів);

UMTS – Universal Mobile Telecommunications System (технологія стільникового зв'язку, розроблена Європейським Інститутом Стандартів Телекомунікацій (ETSI) для впровадження 3G в Європі);

UPE – U-plane entity (U- об'єкт площини);

WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access (телекомунікаційна технологія, розроблена з метою надання універсального бездротового зв'язку на великих відстанях для широкого спектру пристроїв);

WLAN – Wireless Local Area Network (локальна мережа, побудована на основі бездротових технологій);

XaaS – XaaS service (відноситься до збільшення кількості послуг, які надаються через Інтернет, а не передбачених локально або на місці, сутність хмарних обчислень.)

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Мобільні технології міцно увійшли до нашого життя і продовжують зміцнювати свої позиції.

Мережі мобільного зв'язку – це мережі операторів, що забезпечують голосовий зв'язок та вихід в інтернеті з одного боку, а з іншого боку - різноманітний спектр гаджетів, датчиків та розумних пристроїв: від смарттрекерів у теперішньому до розумних кавоварок, автомобілів та цілих міст у найближчому майбутньому.

Відповідно до правила 10 років, кожне десятиліття змінюється покоління мобільного зв'язку. Але навіть один стандарт у межах 10 років не стоїть на місці. Від деяких вендорів та операторів надходять амбітні заяви розгорнути їх протягом 2018-2021 років. Сьогодні офіційні стандарти 5G не сформовані.

5G – назва технології, яка слідує за 4G-мережами, що вже існують. По суті, п'яте покоління – не один стандарт, а цілий комплекс технологій, які вже існують, так і абсолютно нових.

5G – це нова мережева система, яка має набагато вищі швидкості і потужності, і також значно вищу надійність, аніж у існуючих систем стільникового зв'язку. Технології, які будуть використовуватися в 5G все ще визначаються.

Мета проекту полягає в комплексному аналізі теоретичних та практичних засад розгортання моделі надання послуг мережі 5G.

Завдання дослідження є наступні:

- розглянути сутність інформації системи мережі 5G;
- розглянути складові інформаційної системи мережі 5G;
- дослідити етапи формування інформаційної системи мережі 5G;
- надати загальну характеристику мережі 5G;
- охарактеризувати внутрішнє та зовнішнє середовище мережі 5G;

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- запропонувати заходи з мережі 5G;
- обґрунтувати доцільність впровадження запропонованих заходів.

Об'єктом дослідження є процес впровадження інформації системи розгортання моделі надання послуг мережі 5G.

Предметом дослідження є теоретичні, методологічні та практичні засади використання інформації мережі 5G.

Методи дослідження. В процесі роботи широко використовувалися наступні методи: метод аналізу та синтезу; метод прогнозування; економіко-статистичні методи.

Практичне значення даної роботи полягає у тому, що її основні положення, висновки та рекомендації можуть бути використані при плануванні маркетингової інформації туристичного підприємства.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ




1.1 Основні типи систем мобільного зв'язку

Мобільний зв'язок – це радіозв'язок між абонентами, розташування одного або кількох з яких змінюється. Одним із видів мобільного зв'язку є стільниковий зв'язок.

Стільниковий зв'язок – це технологія зв'язку, яка дозволяє використовувати мобільні телефони. Мобільний телефон – це двонапрямне радіо, яке забезпечує одночасну передачу та приймання. Стільниковий зв'язок заснована на географічному розділенні зони покриття зв'язку на стільники та всередині сот. Кожному осередку виділяється певна кількість частот (або каналів), що дозволяє одночасно вести розмову великій кількості абонентів [4].

Загальним елементом всіх поколінь технологій стільникового зв'язку є використання певних радіочастот (РЧ), і навіть повторне використання частот. Це дозволяє надавати послугу велику кількість абонентів при зменшенні кількості каналів (смуги пропускання). Він також дає змогу створювати широкі комунікаційні мережі, повністю інтегруючи розширені можливості мобільного телефону.

До систем мобільного зв'язку відноситься будь-який радіотелефон, здатний працювати при русі з будь-якою швидкістю, що працює від батареї і досить компактний, щоб його могла носити людина. Ці системи зв'язку

					КПТР.018007.01.110 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розгортання моделі надання послуг мережі 5G Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Петров В.Ю.					11	15
Перевір.		Карпова Л.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Підченко С.К.						ХНУ, гр. ТР-18-1

можуть мати різні засоби.

Різними типами систем мобільного зв'язку є мобільний двосторонній радіозв'язок, наземний радіозв'язок загального користування, мобільний телефон і аматорський радіозв'язок [5].

Мобільні пристрої двостороннього радіозв'язку являють собою системи зв'язку «один до багатьох», які працюють у напівдуплексному режимі, тобто в режимі «натисні та говори».

Найбільш поширеним серед цього є радіозв'язок цивільного діапазону (СВ), у якій використовується амплітудна модуляція (АМ). Працює у діапазоні частот 26-27,1 МГц, має 40 каналів по 10 кГц.

Це некомерційна послуга, в якій використовується перемикач «натисни та говори». Він може бути модульовано по амплітуді з придушенням тримальної з двома бічними смугами або з придушенням носійною з однією бічною смугою.

Радіоаматори (НАМ) охоплюють широкий діапазон частот від 1,8 МГц до 30 МГц. До них відносяться безперервна хвиля (СW), АМ, FM, радіотелетайп, ВЧ-телебачення з повільним скануванням нерухомого зображення, УКХ- або УВЧ-телебачення з повільним або швидким скануванням, факсимільний зв'язок, частотна маніпуляція та амплітудна маніпуляція.

Поява стільникового зв'язку принесло можливості повторного використання частот. Досягнення в області бездротового доступу, цифрової обробки сигналів, інтегральних схем, збільшення терміну служби батарей тощо призвели до експонентного зростання послуг персонального зв'язку.

Система стільникового зв'язку працює так: Доступний частотний спектр ділиться на дискретні канали, які групуються в географічні стільники, що охоплюють зону обслуговування.

Дискретні канали можна повторно використовувати у різних осередках діаметром від 2 до 50 км. У зоні обслуговування виділяється радіочастотний

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

(РЧ) передавач, тоді як сусідні стільники працюють на різних частотах, щоб уникнути перешкод.

Системи зв'язку можуть бути провідними або бездротовими, а середовище, що використовується для зв'язку, може бути керованим або некерованим.

У дротовому зв'язку середовище являє собою фізичний шлях, такий як коаксіальні кабелі, кабелі з крученою парою, оптоволоконні лінії зв'язку і т. д., який спрямовує сигнал для поширення з однієї точки в іншу. Такий тип середовища називається керованим середовищем. З іншого боку, бездротовий зв'язок не вимагає жодного фізичного середовища, а поширює сигнал у просторі. Оскільки простір дозволяє передавати сигнал тільки без будь-якого керівництва, середовище, використовуване бездротовий зв'язок, називається некерованим середовищем.

Попри те, що в бездротовому зв'язку не використовуються кабелі, передача та приймання сигналів здійснюється за допомогою антен.

Анени - це електричні пристрої, які перетворюють електричні сигнали на радіосигнали у формі електромагнітних (ЕМ) хвиль і навпаки. Ці електромагнітні хвилі поширюються у просторі. Отже, і передавач, і приймач складаються з антени. Коли дротовий зв'язок може виконувати більшість завдань, які може виконувати бездротовий зв'язок, навіщо нам потрібний бездротовий зв'язок? Основною та важливою перевагою бездротового зв'язку є мобільність.

Ще один важливий момент – інфраструктура. Налаштування та встановлення інфраструктури для провідних систем зв'язку – це дорога та трудомістка робота. Інфраструктура для бездротового зв'язку встановлюється легко та недорого. У надзвичайних ситуаціях та у віддалених місцях, де установка провідного зв'язку утруднена, бездротовий зв'язок є життєздатним варіантом.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Існують численні переваги технології бездротового зв'язку, бездротових мереж та бездротових систем у порівнянні з провідним зв'язком, такі як вартість, мобільність, простота установки, надійність тощо [11].

Мобільні системи – сукупність типів мобільного зв'язку. Сучасні мобільні системи зв'язку (МСС) дуже різноманітні за спектром застосувань, використовуваним інформаційним технологіям та принципам організації [5]:

- Спосіб управління системою, інакше спосіб об'єднання абонентів - централізований (координований) або автономний (некоординований).

При централізованому об'єднанні зв'язок між абонентами провадиться через центральні (або базові) станції. В іншому випадку, зв'язок між користувачами встановлюється безпосередньо, без участі базових станцій;

- зона обслуговування – радіальна (не більше радіусу впливу радіостанції), лінійна (для лінійно протяжних зон), територіальна (для певних змін території);

- спрямованість зв'язку – односторонній або двосторонній зв'язок між абонентом та базовою станцією;

- вид роботи системи – симплекс (почергова передача від абонента до базової станції та назад) або дуплекс – одночасна передача та прийом у кожному з двох названих напрямків;

- метод поділу каналів у системі радіозв'язку, або метод множинного доступу – частотний, часовий чи кодовий;

- спосіб використання частотного ресурсу, виділеного системі зв'язку – жорстке закріплення каналів за абонентами, можливість доступу абонентів до загального частотного ресурсу (транкінгові системи), повторне використання частот коштом просторового рознесення передавачів (стільникові системи);

- категорія абонентів, що обслуговуються системою зв'язку – професійні (службові, корпоративні) абоненти, приватні особи;

- вид переданої інформації – мова, кодоване повідомлення та інших.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи поширеність наявних типів МСС, а також перспективи їх розвитку, можна запропонувати таку систему класифікації МСС, основу якої складають три з перерахованих раніше відмітних ознак:

- призначення системи та розмір зони радіопокриття;
- метод множинного доступу;
- схема дуплексування каналів радіолінії.

Залежно від призначення системи, обсягу послуг та розмірів зони обслуговування можна виділити наступні чотири типи МСС:

- транкінгові системи зв'язку (ТСС);
- системи персонального радіовиклику (СПРВ);
- системи персонального супутникового зв'язку (СПСС);
- стільникові системи мобільного зв'язку (ССМЗ).

По методу організації множинного доступу, тобто. технології розподілу між окремими каналами зв'язку частотно-часового ресурсу, що виділяють МСС на основі однієї з трьох суперницьких технологій:

- множинний доступ із частотним поділом каналів (МДЧР, англ. аббревіатура FDMA – frequency division multiple access);
- множинний доступ із тимчасовим поділом каналів (МДВР або TDMA – time division multiple access);
- множинний доступ із кодовим поділом каналів (МДКР або CDMA – code division multiple access).

Що ж до третьої ознаки класифікації – дуплексування каналів, то відмінність МСС полягає у способі організації інформаційного обміну у радіоканалі двостороннього зв'язку між абонентами чи між базовою станцією та абонентом. Найбільшого поширення знаходять системи з організацією дуплексної передачі з урахуванням частотного і часового поділу. Цифрова мобільна мережа складається з наступних блоків: управління, приймально-передаючого та антенного.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Блок управління включає мікротелефонну трубку (мікрофон та динамік), клавіатуру та дисплей. Клавіатура призначена для набору номера телефону абонента, а також команд, що визначають режим роботи станції. Дисплей призначений для відображення інформації, що передбачається пристроєм та режимом роботи станції.

Приймальний блок складається з передавача, синтезатора частот і логічного блоку [12].

До складу передавача входять: аналогово-цифровий перетворювач (перетворює на цифрову форму сигнал із виходу мікрофона), кодер мови (перетворює цифровий сигнал з метою скорочення його надмірності), кодер каналу (здійснює кодування та перемешування сигналу, що передається з метою захисту від помилок при передачі по радіоканалу, вводиться до складу сигналу, що передається інформацію управління, що надходить від логічного блоку), модулятор (здійснює перенесення інформації кодованого відеосигналу на несучу частоту).

Логічний блок – це мікрокомп'ютер, який керує роботою МС. Синтезатор є джерелом коливань несучої частоти, що використовується для передачі інформації по радіоканалу.

Антенний блок включає антену та комутатор прийому-передачі.

Аналогова МС відрізняється від розглянутої цифрової МС відсутністю аналогово-цифрового перетворювача і кодека, але при цьому має громіздкий дуплексний перемикач антен, що викликано необхідністю одночасної роботи на передачу і на прийом [15].

1.2 Структура мереж мобільного зв'язку

МСС будуються у вигляді сукупності осередків (сот), що покривають територію, що обслуговується. У центрі кожного осередку знаходиться базова станція (БС), що обслуговує всі мобільні станції (МС) у межах свого осередку.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

При переміщенні абонента між осередками системи відбувається передача обслуговування від однієї БС в іншу – естафетна передача (handover).
Всі БС з'єднані з центром комутації (ЦК) мобільного зв'язку по виділених провідних або радіорелейних каналах зв'язку.

При великих розмірах СММ можуть створюватися додаткові центри комутації. З центру комутації є вихід телефонну мережу загального користування, якою здійснюється взаємодія МСС. При переміщенні абонента на територію іншої МСС здійснюється передача обслуговування від однієї МСС до іншої МСС – роумінг.

Мережа радіодоступу. Існуючі мережі радіодоступу у наших операторів продукт довгої еволюції, тому вони складаються з мережі радіодоступу до GSM (GERAN - GSM EDGE Radio Access Network) і мережа радіодоступу до UMTS (UTRAN - UMTS Terrestrial Radio Access Network).

Мережа радіодоступу - це та павутиння, якою охоплені величезні території міст і відкритих місцевостей, за рахунок неї якраз і забезпечується те величезне погріття, яке надають мережі стільникового зв'язку.

Опорна мережа. Опорна мережа – ядромереж стільникового зв'язку. Назва опорна - мій вільний переклад, в GSM цю частину мережі називають мережею комутації, в UMTS - Core Network, що можна перекласти як ядро мережі. До цього ядра, як периферійні пристрої системного блоку, можуть підключатися різні мережі радіодоступу. Опорна мережа мало еволюціонує у зв'язку з еволюцією від GSM до UMTS, ця сильна еволюція відбувається трохи пізніше - її вже пройшли західні та азіатські оператори, у нас вона тільки починається.

Опорна мережа зосереджена в одному або кількох будівель, що належать оператору стільникового зв'язку, у великих машинних залах — величезна серверна, де стоїть велика кількість шаф обладнання, їх ще холодильниками іноді називають, тому що на вигляд дуже схожі.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

MSC/VLR. MSC – Mobile Switching Center, центр комутації для мобільних абонентів. VLR - Visitor Location Register, реєстр положення гостьових абонентів. Логічно це 2 окремі вузли, але на практиці, це реалізовано в тому самому пристрої.

VLR зберігає в собі копію тих даних, які записані в HLR з тією різницею, що вже немає інформації про те MSC, в зоні дії якого знаходиться абонент. Тут зберігається інформація про те, в зоні дії якого BSC знаходиться цей абонент. Ну і тут, звичайно, зберігаються дані тільки про тих абонентів, які зараз знаходяться в зоні дії того MSC, якого підключений даний VLR.

MSC — класичний комутатор (звичайно, не такий класичний, який можна побачити у музеях, де сиділи бабусі та перетикали проводки). Основні його функції – для вихідного виклику – визначити куди переключити виклик, для вхідного ж з'єднання – визначити, на який BSC надіслати виклик. Для виконання цих функцій він і звертається в VLR за інформацією, що там зберігається.

AUC. AUC – AUthentication Center, центр аутентифікації абонентів. Цей вузол відповідає за те, щоб зловмисник не міг отримати доступ до мережі. Також цей вузол генерує ключі шифрування, за допомогою яких шифрується ваше з'єднання з мережею в уразливому місці - на радіоінтерфейсі.

GMSC. GMSC - Gateway MSC, шлюзовий комутатор. Цей вузол мережі використовується лише для вхідних дзвінків.

У операторів є певна номерна ємність, цій номерній ємності зіставляються шлюзові комутатори мереж зв'язку (стільникових, фіксованих).

Коли ви набираєте номер друга, ваш дзвінок доходить до комутатора (MSC) вашої мережі і він визначає куди далі відправити цей виклик на основі відповідності між номерами і шлюзами мереж.

Дзвінок надсилається на GMSC стільникового оператора, яким користується ваш друг.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Далі GMSC робить запит в HLR і дізнається в зоні дії якого MSC зараз знаходиться абонент. Туди далі й перенаправляється виклик.

SGSN. SGSN – Serving GPRS Support Node, який обслуговує вузол підтримки GPRS. Цей вузол відповідає за те, щоб визначити як надавати послуги на основі запитаної APN (Access Point Name, точки доступу, наприклад, mms.beeline.ru). Також на цьому вузлі здійснюється рахунок трафіку.

GGSN. GGSN - Gateway GPRS Support Node, шлюзовий вузол підтримки GPRS. Ну це шлюз, що відповідає за правильну доставку пакетів до користувача.

BSC. BSC - Base Station Controller, контролер базових станцій. Вузол, до якого підключаються базові станції, далі він здійснює управління базовими станціями - призначає якомусь абоненту де скільки ресурсів виділити, визначає яким чином здійснюються хендовери. Коли з MSC надходить сигнал про вхідне з'єднання для абонента, контролер здійснює процедуру пейджингу - через всі підпорядковані йому базові станції надсилає виклик даному абоненту, який має відкликатися через одну з базових станцій.

TRC. TRC - TRansCoder, транскодер. Пристрій, що відповідає за перекодування мови з формату GSM стандартний формат телефонії, використовуваний у фіксованих мережах зв'язку і назад. Таким чином, виходить, що мова передається у форматі мереж фіксованого зв'язку мережі GSM на ділянці від GMSC до TRC.

BTS. BTS - Base Transceiver Station, базова приймальна станція. Це те, що безпосередньо знаходиться близько до самого користувача. Саме базові станції утворюють ту саму павутину, якою накривають оператори стільникового зв'язку, саме від їхньої кількості залежить територія, на якій надають послуги оператори стільникового зв'язку.

По суті - досить безглуздий пристрій, воно забезпечує виділення користувачам окремих каналів зв'язку, перетворює сигнал на

										КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
											19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

високочастотний, який буде передаватися в ефір, та й видає цей високочастотний сигнал на антени.

RNC. RNC – Radio Network Controller, контролер мережі радіодоступу. По суті виступає у тій же ролі, що BSC у GERAN.

NodeB. NodeB, базова станція в UMTS. Аналог BTS у GSM. Загалом тут описані всі життєво важливі елементи мережі GSM/UMTS.

Мережі стандарту GSM дозволяють надавати широкий перелік послуг:

- Голосові з'єднання
- Послуги передачі даних (до 384 кбіт/сек завдяки технології EDGE)
- Надсилання коротких текстових повідомлень (SMS)
- Передача факсів
- Голосова пошта
- Конференцзв'язок та багато інших. ін.

Завдяки цьому GSM завоював міцні позиції на ринку стільникового зв'язку.

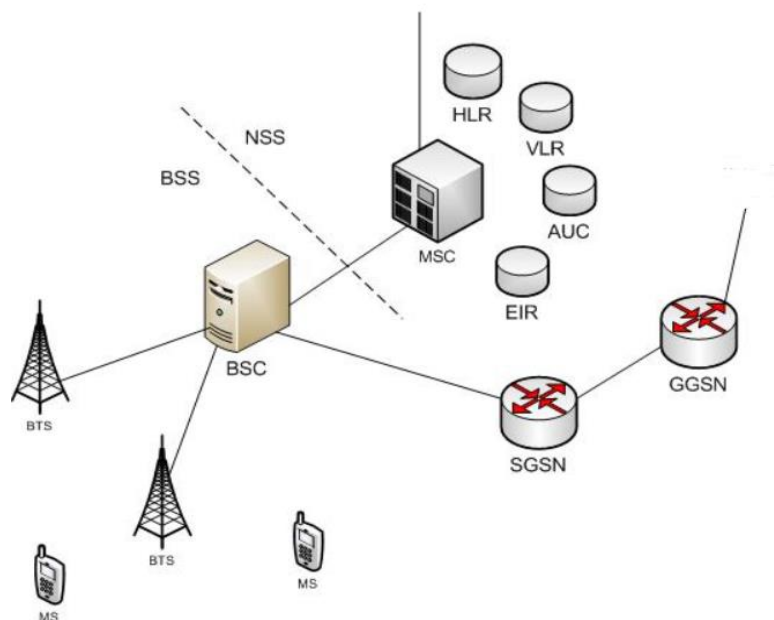


Рисунок 1.1 - Елементи, що входять до складу системи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Причому можна з упевненістю сказати, що на найближчі кілька років цей стандарт буде лідируючим.

Отже, розглянемо основні елементи, що входять до складу системи GSM GSM. Структура системи стільникового зв'язку стандарту GSM. Мережа GSM поділяється на дві системи. Кожна з цих систем включає ряд функціональних пристроїв, які, в свою чергу є компонентами мережі мобільного радіозв'язку.

Даними системами є:

Система комутації - Network Switching System (NSS)

Система базових станцій - Base Station System (BSS)

Система NSS виконує функції обслуговування дзвінків та з'єднання, а також відповідає за реалізацію всіх призначених абоненту послуг. NSS включає наступні функціональні пристрої:

Центр комутації мобільного зв'язку (MSC)

Домашній реєстр розташування (HLR)

Система BSS відповідає всі функції, які стосуються радіоінтерфейсу. Ця система включає наступні функціональні блоки:

Контролер базових станцій (BSC)

Базова станція (BTS)

MS (тобто телефон абонента) не належить до жодної з цих систем, але розглядається як елемент мережі.

Тепер розглянемо перелічені елементи докладніше:

Склад системи комутації NSS

Центр комутації мобільного зв'язку (MSC)

MSC є головним елементом системи GSM, він здійснює контроль за BTS та BSC, розташовані в його зоні обслуговування.

Основною функцією MSC є встановлення з'єднання між абонентами мережі. Через нього також здійснюється вихід інші мережі зв'язку:

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стаціонарну телефонну мережу, мережі міжміського зв'язку, інші стільникові мережі.

Домашній реєстр розташування (HLR)

HLR містить інформацію про абонентів, які приписані до MSC. У ньому зберігається інформація про підключені послуги, про його стан (увімкнено, вимкнено, активне з'єднання), місцезнаходження абонента та деяка інша інформація. Інформація про кожного абонента зберігатиметься лише в одному HLR.

Візитний реєстр розташування (VLR)

У VLR зберігається інформація про активних абонентів, які перебувають у зоні обслуговування цього MSC.

До нього занесені дані і про домашніх абонентів, приписаних до даного MSC і про так звані роумери - абоненти, для яких даний MSC гостьовий. Це можуть бути абоненти інших операторів зв'язку або абоненти того ж оператора, але з інших регіонів. У VLR інформація надходить із HLR.

Центр автентифікації (AUC)

AUC призначено для автентифікації абонентів.

Ця процедура призначена для запобігання несанкціонованому доступу до мережі. Щоразу, коли абонент вмикає свій телефон, здійснює голосовий виклик, відправляє SMS тощо. мережа пропонує пройти процедуру автентифікації.

Реєстр ідентифікації абонентського обладнання (EIR)

EIR – це база даних, що містить інформацію про ідентифікаційні номери мобільних телефонів GSM. Ця інформація необхідна для блокування крадених трубок. EIR не є обов'язковим елементом мережі. У світі існує лише кілька операторів, які запровадили його у своїй мережі.

Склад системи базових станцій

Контролер базових станцій (BSC)

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

BSC керує всіма функціями, що стосуються роботи радіоканалів у мережі GSM. Це комутатор великої ємності, який забезпечує такі функції, як хендовер MS, призначення радіоканалів та збирання даних про конфігурацію сот. Кожен MSC може управляти кількома BSC.

Базова станція (BTS)

BTS управляє радіоінтерфейсом із MS. BTS включає в себе таке радіообладнання, як трансівери (приймачі-передавачі) та антени, які необхідні для обслуговування кожної стільниці в мережі.

Елементи мережі, що відносяться до пакетної передачі даних

Вузол обслуговування абонентів GPRS (SGSN)

Пакетні дані на відміну від голосового трафіку передаються від підсистеми базових станцій над бік MSC, а бік SGSN. Цей елемент є маршрутизатором з розширеними функціями [14].

На нього покладено функції встановлення сесії пакетної передачі даних, маршрутизації пакетів, нарахування плати за надані послуги.

Шлюзовий вузол GPRS (GGSN)

GGSN є шлюз мережі. Якщо пакети маршрутизуються за межі мережі оператора, вони потрапляють саме в GGSN. Цей елемент часто конструктивно об'єднується разом із SGSN в одному пристрої.

Основними цілями захисту інформації в МСС є:

- досягнення стану інформаційної безпеки у всіх ланках МСС від зовнішніх загроз, як у мирний час, так і в особливий період, а також у разі виникнення надзвичайних ситуацій;
- виявлення та прогнозування внутрішніх та зовнішніх загроз інформаційній безпеці, розробка та здійснення комплексу адекватних та економічно обґрунтованих заходів щодо їх попередження та нейтралізації;
- формування єдиної політики державної влади та суб'єктів РФ із захисту інформації в МСС;

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- вдосконалення та стандартизація застосовуваних методів та засобів захисту інформації в МСС;

- створення та реалізація механізму державного регулювання (ліцензування) діяльності в галузі захисту інформації, а також забезпечення функціонування системи сертифікації МСС та захищених технічних засобів, що входять до їх складу, засобів захисту інформації та засобів контролю ефективності вживаних заходів захисту.

Система забезпечення захисту інформації в кожній конкретній МСС, а також підхід до її побудови та реалізації індивідуальні. Однак у всіх випадках для створення ефективного комплексного захисту інформації У МСС необхідно:

- Обґрунтувати можливі засоби захисту інформації, спрямовані на усунення виявлених загроз.

- Створити комплексну систему, що забезпечує якісне вирішення завдань захисту інформації в МСС, що базується на мінімізації збитків від можливого витоку інформації.

Висновки до 1 розділу

Отже, мобільний зв'язок – вид телекомунікацій, у якому голосова, текстова і графічна інформація передається на абонентські бездротові термінали, які не прив'язані до певного місця чи території. Розрізняються супутникова, стільникова, транкінгова та інші види мобільного зв'язку [12].

Найпоширенішим на сьогодні видом мобільного зв'язку є стільниковий зв'язок. Послуги мобільного зв'язку надаються абонентам компаніями-операторами.

Основні складові стільникової мережі - це стільникові телефони та базові станції, які зазвичай розташовують на дахах будівель та вежах. Будучи увімкненим, стільниковий телефон прослуховує ефір, знаходячи сигнал базової станції.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Потім телефон надсилає свій унікальний ідентифікаційний код на радіо. Телефони та радіоприймачі підтримують постійний радіозв'язок, регулярно обмінюючись пакетами даних.

Між операторами можуть бути укладені угоди про роумінг. Завдяки такій угоді користувачі поза зоною покриття її мережі можуть здійснювати та приймати дзвінки через мережу іншого оператора. Зазвичай це робиться з більшою швидкістю. Роумінг доступний тільки в стандарті 2G і є однією з основних відмінностей від мереж 1G.1]

Оператори можуть спільно використовувати інфраструктуру мережі, скорочуючи витрати на розгортання мережі та поточні витрати [13].

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2 АНАЛІЗ МОДЕЛІ НАДАННЯ ПОСЛУГ МЕРЕЖІ 5G

2.1 Особливості технології 5G.




5G – це стандарти рухомого зв'язку наступного покоління, які визначаються МСЕ. IMT-2020 (5G) - це назва систем, компонентів та пов'язаних з ними елементів, що підтримують розширені можливості, що перевершують можливості систем IMT-2000 (3G) та IMT-Advanced (4G). Стандарти Міжнародного рухомого електров'язку – 2020 (IMT-2020):

- готують ґрунт для досліджень у галузі 5G, які починають проводитися у різних країнах світу;
- визначають основу та загальні цілі процесу стандартизації 5G;
- представляють дорожню карту для керівництва цим процесом до завершення 2020 року.

На найвищому рівні 5G надає директивним органам засоби для розширення прав та можливостей громадян та бізнесу.

Ключова роль 5G полягатиме у наданні урядам та директивним органам підтримки у перетворенні великих населених пунктів у "розумні" міста та наданні громадянам та спільнотам можливості використовувати соціально-економічні вигоди, що надаються передовою цифровою економікою, що вимагає використання великих обсягів даних, а також брати участь у створення цих вигод.

Як очікується, 5G підвищить якість обслуговування кінцевих користувачів, запропонувавши їм нові програми та послуги на гігабітних швидкостях, а також суттєво підвищивши ефективність та надійність мереж. 5G спиратиметься на успіхи мереж рухомого зв'язку 2G, 3G та 4G, які сприяли перетворенню суспільства, підтримуючи розвиток нових послуг та нових

					КПТР.018007.01.110 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розгортання моделі надання послуг мережі 5G Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Петров В.Ю.					26	30
Перевір.		Карпова Л.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Підченко С.К.						
						ХНУ, гр. ТР-18-1		

Деякі оператори також бачать eMBB як рішення «останньої милі» для районів, де немає мідного або оптоволоконного підключення в житлових районах.

Очікується, що технологія 5G також сприятиме розвитку «розумних» міст та Інтернету речей шляхом розгортання великої кількості малопотужних сенсорних мереж у міських та сільських районах. Завдяки своїй безпеці та надійності технологію 5G можна використовувати для забезпечення громадської безпеки, а також для надання критичних послуг, таких як інтелектуальні мережі, служби поліції та безпеки, енергетика та вода, а також медичні операції.

Очікується, що мережі 5G дозволять підключати безліч пристроїв, здатних встановлювати мільярди з'єднань, за рахунок чого можна буде створювати нові послуги в:

- секторі ІТ та телекому,
- автомобільної галузі,
- індустрії розваг,
- освіта,
- сільському господарстві та багатьох інших.

За рахунок мереж п'ятого покоління також можна буде покращити якість використання існуючих сервісів, де задіяні великі обсяги трафіку. Теодор Сайзер (Theodore Sizer), віце-президент з розробки бездротових технологій у Bell Labs відзначав, що в мережах 5G буде працювати безліч найрізноманітніших пристроїв.

Смартфони та планшети нікуди не подінуться, але, крім них, у мережі з'явиться цілий «зоопарк» різних пристроїв, включаючи камери відеоспостереження, погодні датчики, датчики «розумних» електричних мереж, «розумні» будинки та автомобілі [14].

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Масивні МІМО. Технологія МІМО означає використання кількох антен на приймачах. Технологія, що успішно застосовується в мережах четвертого покоління, знайде застосування у мережах 5G.

При цьому, якщо в даний час в мережах використовується МІМО 2x2 і 4x4, то в майбутньому число антен має збільшитися.

Завдяки дуже низьким затримкам передачі 5G також відкриє більше можливостей для віддаленого проведення операцій з використанням робота. Такий сервіс особливо актуальний для невеликих населених пунктів, де немає хірургів на місцях: керуючи маніпуляціями робота, операцію може провести фахівець, який знаходиться в іншому місці. За рахунок 5G такий сервіс можна буде розгорнути у бездротових мережах[12].

Низька затримка даних, яку здатні забезпечити мережі нового покоління, важлива для розгортання «розумних» мереж електропередач. Використання датчиків дозволить миттєво виявляти пошкодження лінії електропередач і блокувати поширення наслідків пошкодження далі по лінії. Таким чином, пошкодження торкнеться меншої кількості споживачів електроенергії.

Згідно з оцінкою, що міститься в одному зі звітів, до 2035 року 5G забезпечить глобальний обсяг виробництва, що оцінюється у 12,3 трлн. дол. США, причому найбільше зростання обсягу продажу матиме місце у сфері промислового виробництва, що обумовлено передбачуваним збільшенням витрат на обладнання 5G [6].

На другому місці за зростанням обсягу продажу знаходиться сфера ІКТ, оскільки мало місце підвищення витрат на послуги зв'язку. Як очікується, до 2035 року інвестиції в ланцюжок створення. Незважаючи на наявність потенційних економічних вигод, галузь, як і раніше, налаштована скептично щодо комерційної привабливості інвестування в 5G. Враховуючи суттєвий обсяг інвестицій, деякі європейські оператори скептично ставляться до ажіотажу навколо 5G і сумніваються в можливості заробити на цьому.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подібні побоювання поділяють Асоціація інфраструктури 5G (5GIA), що діє за підтримки ЄС, і керівники компаній електрозв'язку, що застерігають від передчасних повідомлень про введення мереж 5G в експлуатацію.

У багатьох повідомленнях про впровадження 5G – деякі з них розглядаються у цьому звіті – йдеться лише про експериментальні або пробні випробування мереж 5G на регіональному рівні, а не про їхнє повномасштабне комерційне розгортання.

Ще доведеться пройти чималий шлях, перш ніж можна буде представити операторам переконливі аргументи на користь інвестицій і почати якесь великомасштабне комерційне розгортання мереж 5G.

На думку компаній галузі, розгортання мереж 5G спочатку здійснюватиметься у міських районах з високою щільністю населення і користувачам будуть запропоновані такі послуги, як удосконалений рухомий широкопasmовий зв'язок (eMBB).

2.2 Стандарти технології 5G

Роль ІМТ на період до 2021 року (5G) і надалі [7]:

- Новий ринок ІКТ. За прогнозами, розвиток майбутніх систем ІМТ сприятиме формуванню комплексної галузі ІКТ, яка, у свою чергу, стане однією з основних рушійних сил для економіки у всьому світі. Можливі сфери застосування включають збір, агрегування та аналіз великих даних; надання персоналізованих мережних послуг для підприємств та соціальних груп у мережах бездротового зв'язку.

- Подолання цифрового розриву. ІМТ продовжить роботу з усунення наслідків наростаючого цифрового розриву Доступні, стабільні та прості у розгортанні системи рухомого та бездротового зв'язку здатні допомогти у вирішенні цього завдання та водночас забезпечити ефективне енергозбереження за максимальної продуктивності.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нові методи зв'язку. ІМТ дозволить передавати будь-який контент у будь-який час, будь-де за допомогою будь-якого пристрою. Користувачі будуть створювати ще більше вмісту та ділитися цим контентом без обмеження за часом та місцезнаходженням.

Інновації у мистецтві та культурі. ІМТ буде підтримувати художників та виконавців, які створюють твори мистецтва або беруть участь у групових уявленнях чи заходах, таких як віртуальні хори, флешмоби, написання пісень та співавторство у створенні творів. Крім того, люди, підключені до віртуального світу, мають можливість створювати нові види спільнот та формувати власну культуру. Очікується, що пікова швидкість передачі даних в ІМТ-2020 для систем удосконаленого рухомого широкосмугового зв'язку досягне 10 Гбіт/с. Однак за певних умов та сценарій системи ІМТ-2020 зможуть підтримувати пікову швидкість передачі даних до 20 Гбіт/с.

ІМТ-2021 підтримуватиме забезпечення користувачам різних швидкостей передачі даних, охоплюючи широкий діапазон умов навколишнього середовища для систем удосконаленого рухомого широкосмугового зв'язку.

Для сценаріїв із широкими зонами охоплення, наприклад у міських та приміських районах, очікується, що швидкість передачі даних користувачам становитиме 100 Мбіт/с. Для сценаріїв з бездротовими точками доступу очікується, що швидкість передачі даних користувачам досягне вищих значень (наприклад, 1 Гбіт/с усередині приміщень).

Очікується, що ефективність використання спектра буде втричі вищою, ніж у систем ІМТ-Advanced для вдосконаленого рухомого широкосмугового зв'язку.

Досягне підвищення ефективності систем ІМТ-Advanced буде різним для різних сценаріїв і в деяких сценаріях може бути вище (наприклад, у п'ять разів, що є предметом подальшого дослідження). Очікується, що ІМТ-2020

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підтримуватиме ємність трафіку на рівні 10 Мбіт/с/м², наприклад, у сценаріях з бездротовими точками доступу.

Енергоспоживання мережі радіодоступу ІМТ-2020 не повинно перевищувати значень для ІМТ, що діють зараз, у міру того, як характеристики системи будуть покращуватися.

Енергоефективність мережі повинна бути підвищена як мінімум настільки, наскільки буде покращено пропускну здатність ІМТ-2020 щодо ІМТ-Advanced для вдосконаленого рухомого широкосмугового зв'язку. ІМТ 2021 зможе забезпечити затримку передачі бездротових сигналів у межах 1 мс, що дозволяє надавати послуги, що вимагають надмалої затримки. Крім того, очікується, що ІМТ-2020 забезпечить високу мобільність (до 500 км/год), зберігаючи прийнятну якість обслуговування [3]. Це стане особливо актуальним для забезпечення зв'язку у швидкісних поїздах. І нарешті, очікується, що ІМТ-2020 буде підтримувати щільність з'єднання до 106/км², наприклад, у великомасштабних мережах міжмашинного зв'язку.

Однією з визначальних особливостей 5G мереж стане наскрізна гнучкість лінії зв'язку. Така гнучкість значною мірою залежатиме від запровадження програмізації мереж, коли він функції базового устаткування й програмного забезпечення мережі розділені.

Програмізація мережі, що здійснюється за допомогою віртуалізації мережевих функцій (NFV), організації мереж з програмованими параметрами (SDN), нарізки мережі та хмарних RAN (C-RAN), спрямована на прискорення темпів впровадження інновацій, так і темпів модернізації рухомих мереж.

- NFV замінює мережеві функції, що реалізуються спеціалізованими пристроями, такими як маршрутизатори, вирівнювачі навантаження та міжмережові екрани, віртуалізованими екземплярами ПЗ, що працюють на готовому стандартному устаткуванні, що знижує вартість здійснення змін та модернізації мережі.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- SDN дозволяє здійснювати динамічну реконфігурацію елементів мережі в режимі реального часу, що забезпечує можливість керувати мережами 5G за допомогою програмного, а не апаратного забезпечення, підвищуючи стійкість мережі, її пропускну здатність та якість обслуговування.

- Нарізка мережі дозволяє розділити фізичну мережу на кілька віртуальних мереж (логічних сегментів), які можуть підтримувати різні RAN або кілька типів послуг для певних сегментів споживачів, що значно знижує витрати на будівництво мережі завдяки більш ефективному використанню каналів зв'язку.

- C-RAN вважається революційною технологією, необхідною для реалізації мереж 5G.

Для розгортання мереж 5G через підвищені вимоги до їх пропускну спроможності знадобиться більш широка (ніж для 4G) смуга спектра і, отже, виникне потреба у додатковому спектрі. У зв'язку з цим галузь докладає зусиль для узгодження спектра 5G.

MSE-R здійснює координацію узгодження додаткового спектра на міжнародному рівні у розвиток систем рухомого зв'язку 5G (вставка 5). Сектор стандартизації MSE (MSE-T) відіграє ключову роль у розробці стандартів технології та архітектури дротових елементів систем 5G.

Сценарії використання 5G потенційно можуть забезпечуватись різними спектральними частотами. Наприклад, для додатків з короткою затримкою та малою дальністю дії (придатних для густонаселених міських районів), ймовірно, підходять частоти mmWave (понад 24 ГГц). Для додатків далекої дії з низькою пропускну здатністю (більше підходять для сільської місцевості), ймовірно, підходять частоти до 1 ГГц.

Якщо нижчі частоти мають кращі характеристики розповсюдження, забезпечуючи краще покриття, то вищі частоти підтримують підвищену пропускну здатність завдяки більшій доступності спектра в смугах mmWave.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Наприклад, компанія Huawei запропонувала підхід на основі багаторівневого спектру, який найкраще характеризує цей напрямок.

Проблеми розгортання малих сот. У деяких країнах політика регуляторних органів та місцевих органів влади гальмує розгортання малих сот, накладаючи на операторів надмірні адміністративні та фінансові зобов'язання, що перешкоджає інвестиціям.

До таких обмежень входять затяжні процедури видачі дозволів, тривалі процедури закупівлі, надмірні збори та застарілі правила, що перешкоджають доступу. Ці проблеми докладно описані нижче.

Процедури видачі дозволів та планування на місцях. Процедура затвердження місцевими органами влади планів впровадження додатків на основі малих сот може займати від 18 до 24 місяців (вставка 7), що призводить до затримок.

- Тривалі процедури переговорів та організації закупівель. Тільки після тривалих процедур організації закупівель, що тривають від 6 до 18 місяців, місцеві органи влади надають постачальникам послуг бездротового зв'язку виключні права на встановлення апаратури малих сотів на вуличне обладнання, що призводить до додаткових витрат часу та коштів.

- Високі збори та плата за доступ до вуличного обладнання. Нині місцеві органи влади стягують високу плату використання вуличного устаткування.

- Вплив радіочастотних електромагнітних полів (ЕМП) на людину. У різних країнах встановлені різні гранично допустимі рівні впливу, і в деяких випадках вони є надмірно обмежувальними. Якщо додаються нові антени, на етапі реагування слід вживати всіх необхідних регулярних заходів для реагування на будь-які проблеми, що викликають стурбованість громадськості.

Одним з факторів, що викликають подібне занепокоєння, є помітність антен, особливо на дахах. Для зменшення візуального впливу можна використовувати багатосмугові антени зі збереженням тієї самої кількості

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

антен на дахах. За відсутності будь-якої стратегії використання спектра або перебудови технології мережа 5G збільшуватиме локалізовану дію, спричинену радіотехнологіями, принаймні протягом перехідного періоду. Тому важливо підключити національні директивні органи на ранній стадії прийняття рішення про способи розгортання мережі 5G та введення її в експлуатацію, а також про більш ефективні методи оцінки та забезпечення відповідності національним обмеженням. Це вже викликало труднощі у тих країнах, де межі впливу мали більш обмежувальний характер, ніж рекомендовані Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) на основі підготовлених МКЗП керівних принципів щодо РЧ ЕМП.

Директивні органи, що пропонують впорядковані та гнучкі процедури регулювання, найбільше виграють від інновацій та економічного зростання, які принесе технологія 5G.

5G – це не просто новий стандарт мобільного зв'язку. Впровадження мереж 5-го покоління у довгостроковій перспективі може перетворити наше сприйняття світу та призвести до трансформації суспільства. При цьому зміниться економіка мереж: середня швидкість передачі даних збільшиться у 40 разів, а собівартість доставки, навпаки, зменшиться у 30 разів. Вже до 2024 року, на думку аналітиків, до 30% мобільного трафіку йтиме через пристрої з підтримкою 5G.

На технологію 5G до 2025 буде припадати 15% світового сектора мобільної телефонії (прогноз GSMA); у Європі та Китаї цей показник складе 30%, а у США – 50%.

5G – покоління мобільного зв'язку, що працює відповідно до стандартів телекомунікацій, що наслідують технологію LTE (4G). Консорціум 3GPP розпочав формування специфікації 5G-NR (NR – New Radio, технологія радіодоступу для мереж рухомого зв'язку 5-го покоління) у 2015 році. Тоді було озвучено плани з підготовки специфікацій.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Відповідно до цих планів 1-а фаза специфікацій мала завершитися до другої половини 2018 року (в рамках релізу 15 3GPP), а 2-а фаза - до грудня 2019 року (в рамках релізу 16 3GPP). На даний момент 1-а фаза завершена із затримкою на рік, а 2-а зміщена на третій квартал 2020

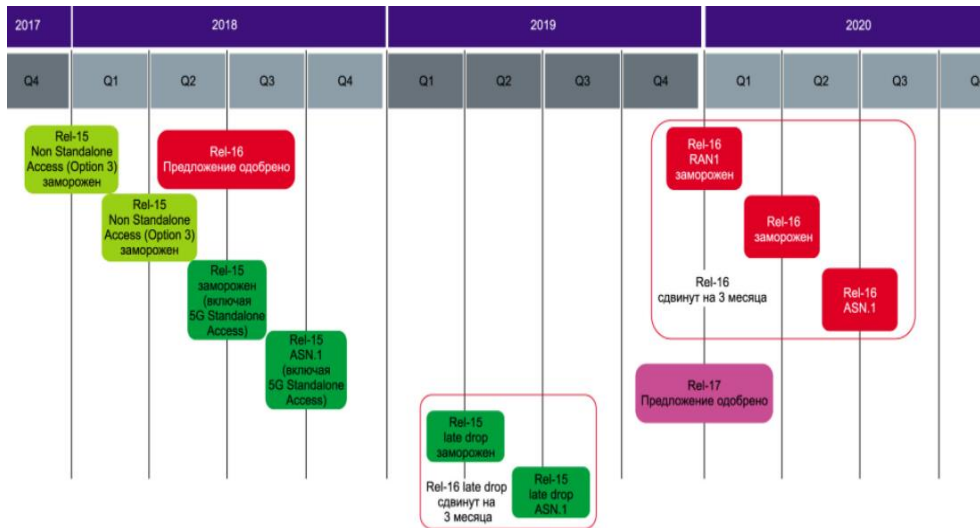


Рисунок 2.1 - Фази системи 5 G

Стандарти та специфікації 5G створені учасниками ринку і враховують різні бізнес-завдання, у кожній з яких, звичайно ж, є свої специфічні вимоги. Так, рекомендація 5G TR 38.913 визначила такі ключові показники мереж нового покоління:

- пікова швидкість передачі на лінії вниз (Downlink) — 20 Гбіт/с (при спектральній ефективності 30 біт/с/Гц);
- пікова швидкість передачі на лінії вгору (Uplink) — 10 Гбіт/с (при спектральній ефективності 15 біт/с/Гц);
- мінімальна затримка у підсистемі радіодоступу для сервісів URLLC – 0,5 мс, для сервісів eMBB – 4 мс;
- максимальна щільність підключених до мережі в міських умовах пристроїв IoT - 1 млн. пристроїв/кв. км;

- автономна робота пристроїв IoT без заряджання акумулятора протягом 10 років; підтримка мобільності за максимальної швидкості пересування об'єктів 500 км/год.

2.3 Архітектура розгортання мережі 5G

5G - покоління мобільного зв'язку, що діє на основі стандартів телекомунікацій, наступних за існуючою технологією 4G-LTE. Початок стандартизації мереж 5G поклав семінар 3GPP, що пройшов у вересні 2015 року в США, де були визначені плани з підготовки специфікацій. Відповідно до цих планів 1-ша фаза специфікацій повинна бути завершена до другої половини 2018 року (в рамках релізу 15 3GPP), 2-а фаза - до грудня 2019 року (в рамках релізу 16 3GPP).

З тих пір у відповідності до вимог учасників ринку плани були скориговані і в грудні 2017 року було завершено стандартизацію так званої None-Stand-Alone архітектури побудови 5G. Поточний план-графік стандартизації показаний на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Стандартизація мереж 5G

Архітектура мережі 5G розроблена для підтримки обміну різними даними та надання різноманітних послуг з використанням таких технологій,

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

як віртуалізація мережі (NFV - Віртуалізація мережевих функцій) і програмно-визначена мережа (SDN - Software Defined Networking).

Основними характеристиками мережі мобільного зв'язку п'ятого покоління є:

- Розширений мобільний широкопasmовий доступ (eMBB),
- дуже надійний зв'язок з низькою затримкою (Ultra Reliable and Low Latency Communication, URLLC),
- Масове підключення різних датчиків і пристроїв світового «Інтернету речей» (Massive Machine Type Communication, mMTC).

Рекомендація 3GPP TR 38.913 визначає такі ключові показники для мереж 5G:

- підтримка мобільності при максимальній швидкості пересування об'єктів 500 км / ч.

Дані показники є іноді несумісними і навіть взаємовиключними. Тому різним пристроям у різні моменти часу будуть доступні тільки певні сервіси з певними показниками (в рамках концепції Network Slicing).

Ключові принципи архітектури мережі 5G полягають в наступному:

- реалізація мережевих елементів у вигляді віртуальних мережевих функцій – VNF (Virtual Network Functions);
- підтримка одночасного доступу до централізованих і локальних служб, що дозволяє реалізовувати концепції хмарних (fog computing) і прикордонних (edge computing) обчислень;
- визначення конвергентної архітектури, що об'єднує різні типи мереж доступу (AN - Access Network) - 3GPP (New Radio - NR) і не 3GPP (WiFi та ін.) з єдиною опорною мережею (CN - Core Network);
- підтримка єдиних алгоритмів і процедур аутентифікації (без залежності від типу мережі доступу);

В архітектурі 5G взаємодія між мережевими функціями представлено двома способами:

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

- сервіс-орієнтоване, коли одні мережеві функції (наприклад, AMF) дозволяють іншим авторизованим мережевим функціям отримувати доступ до їх сервісів;

- частиною інтерфейсу, яка показує яка саме взаємодія існує між сервісами мережевих функцій, описаних як взаємодія точка-точка (наприклад, інтерфейс N11) між будь-якими двома мережевими функціями (наприклад, AMF і SMF);

Мережеві функції на площині управління 5G повинні використовувати тільки сервіс-орієнтовані інтерфейси для їх взаємодії.

Мережа 5G включає в себе наступні основні програмні модулі і мережеві функції (NF):

- управління доступом і мобільністю;
- управління сесіями;
- передачі даних користувачів;
- підтримка обміну короткими текстовими повідомленнями за допомогою протоколу NAS;

На Рисунку 2.3. зображена архітектура мережі 5G з точки зору сервіс-орієнтованої взаємодії різних мережевих функцій на площині управління.

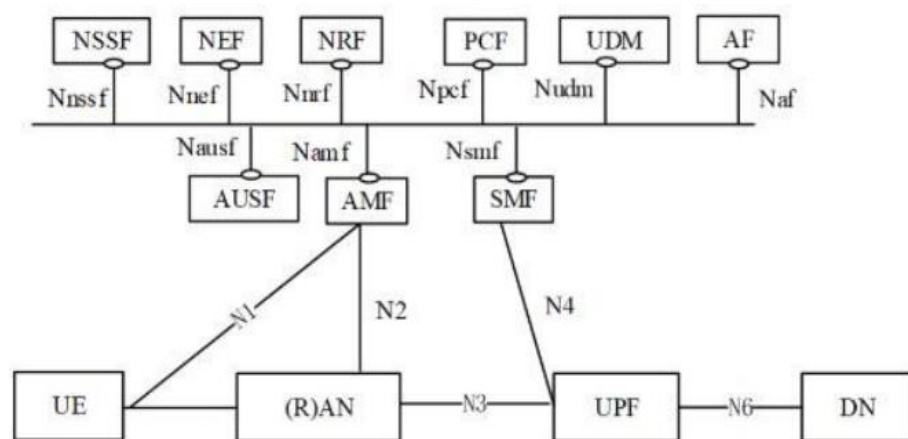


Рисунок 2.3 – Архітектура мережі 5G

Також AMF може включати підфункції управління безпекою, в т.ч. якірну функцію безпеки (SEAF), функцію управління контекстом безпеки (SCMF) та функцію управління політикою безпеки (SPCF).

Функція управління сесіями (SMF - Session Management Function)

Функція управління сесіями зв'язку (SMF) забезпечує:

- Управління сесіями зв'язку, тобто. створення, зміна та звільнення сесії, включаючи підтримку тунелю між мережею доступу (AN) та UPF;
- контроль збору тарифікаційних даних та організація інтерфейсу із системою білінгу;
- взаємодія з гостьовими мережами у рамках процедур роумінгу.

Функція передачі даних користувачів (UPF - User Plane Function)

Функція передачі даних користувачів (UPF) забезпечує:

- інтерфейс підключення до зовнішніх мереж передачі, зокрема. до глобальної мережі Інтернет;
- маршрутизацію та передачу пакетів даних користувачів;
- буферизацію пакетів та ініціацію повідомлення терміналів користувачів (UE) про наявність даних для передачі лінії вниз (DL);
- маркування пакетів даних відповідно до необхідних параметрів QoS;
- діагностику пакетів інформації (наприклад, виявлення додатків на основі шаблону потоку даних) та застосування мережевих політик відповідно до цілюказів, сформованих PCRF;

Модуль керування даними користувачів (UDM - Unified Data Management)

Модуль управління даними користувачів (UDM) забезпечує:

- управління даними профілів користувачів, включаючи зберігання та модифікацію переліку доступних користувачам послуг та відповідних параметрів;
- Управління ідентифікаторами користувачів (SUPI);

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

- підтримку безперервності обслуговування/сеансу зв'язку, тобто. - зберігання призначених SMF/DNN для поточних сеансів зв'язку;

Уніфікована база даних (UDR - Unified Data Repository)

UDR здійснює зберігання різних абонентських даних та має прикладні інтерфейси Nudr з прикордонними елементами доступу UDM FE, PCF FE, NEF FE.

Система зберігання неструктурованих даних (UDSF - Unstructured Data Storage Function)

Одним з кейсів застосування UDSF є збереження модулями управління доступом і мобільністю (AMF) поточних контекстів зареєстрованих терміналів користувача (UE).

Функція вибору мережного шару (NSSF - Network Slice Selection Function)

Функція вибору мережного шару (NSSF) забезпечує:

вибір необхідного набору мережесічних шарів (Network Slices) у процесі реєстрації користувальницького терміналу в мережі (залежно від типу послуги, типу обладнання абонентського терміналу, його розташування тощо);

визначення модулів AMF, які будуть використовуватися для обслуговування терміналу або, на основі конфігурації, визначення списку модулів AMF, шляхом запиту в NRF;

зберігання інформації про достатні мережесічні шари (NSSAI - Network Slice Selection Assistance Information).

Функція управління політиками (PCF – Policy Control Function).

Так, передачі тієї чи іншої типу трафіку можуть динамічно створюватися віртуальні канали з різними характеристиками. При цьому до уваги можуть братися вимоги сервісу, який запитує абонент, його профіль, місцезнаходження, рівень завантаження мережі, обсяг спожитого трафіку і т.д.

PCF звертається до UDR, що у тій же PLMN, як і PCF.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Функція підтримки прив'язки (BSF - Binding Support Function)

Функція підтримки прив'язки (BSF) забезпечує прив'язку PDU сесії до конкретного екземпляра функції управління політиками (PCF). Є обов'язковим мережевим елементом при розгортанні мережі 2-х і більше вузлів PCF.

Для кожної прив'язаної PDU сесії BSF повинен зберігати наступну інформацію - DNN, адресу терміналу - (IP, або Ethernet MAC), S-NSSAI, IPv4 адресу домену, адресу обраного PCF і (якщо доступно) - ідентифікатор екземпляра PCF (instance ID). PCF повинен повідомляти BSF про кожен факт звільнення або зміни адреси терміналу користувача (IP або Ethernet MAC).

Нижче показані схеми низки процедур з участю функції прив'язки.

На Рисунку 2.5 і Рисунку 2.6 показані процедури створення прив'язки PDU сесії до PCF та запит адреси прив'язаного PCF з боку мережевої (NF) або прикладної (AF) функції.



Рисунок 2.5 - Процедур з участю функції прив'язки

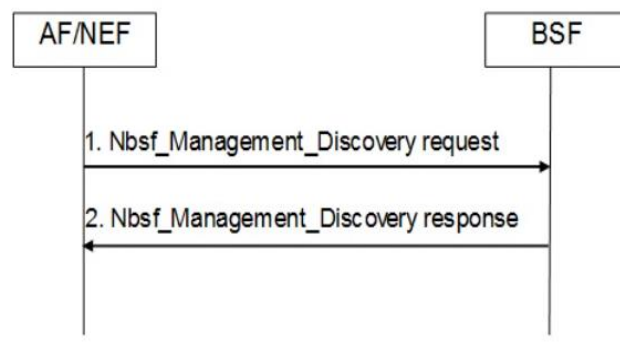


Рисунок 2.6 - Процедури створення прив'язки PDU до PCF

На рисунку 2.7 показана процедура встановлення Rx сесії з боку прикладної функції, використовуючи BSF в режимі агента проху.

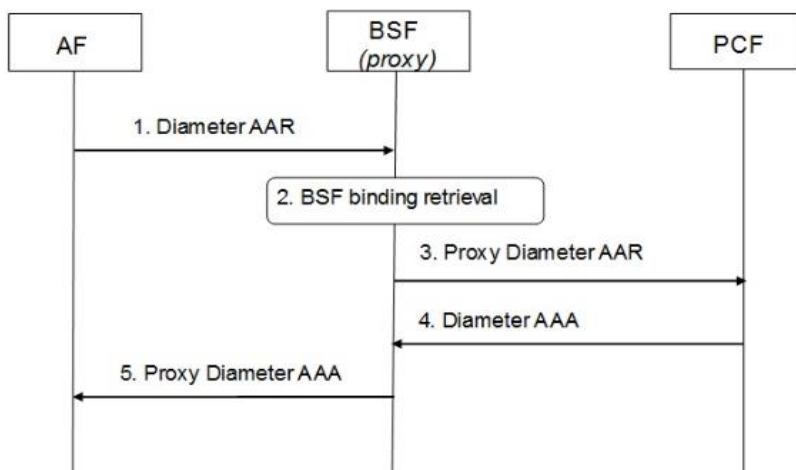


Рисунок 2.7 - Запит адреси прив'язаного PCF з боку мережевої (NF) або прикладної (AF) функції.

На рисунку 2.8 зображено процедуру модифікації Rx сесії з боку PCF, використовуючи BSF в режимі проху агента.

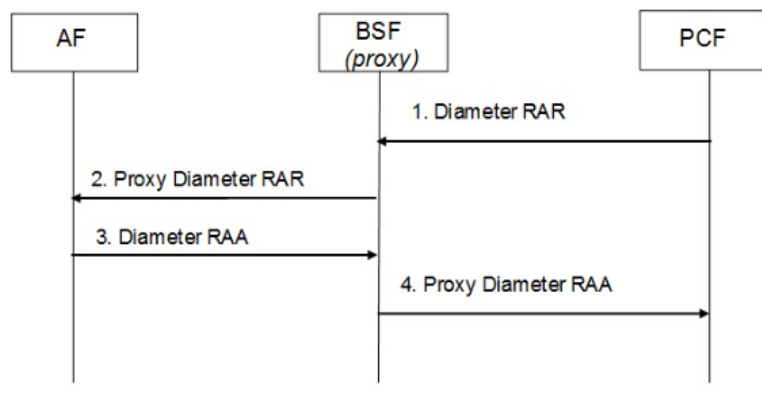


Рисунок 2.8 - Процедуру модифікації Rx сесії з боку PCF

На рисунку 2.9 показана процедура встановлення Rx сесії з боку прикладної функції, використовуючи BSF в режимі агента redirect.

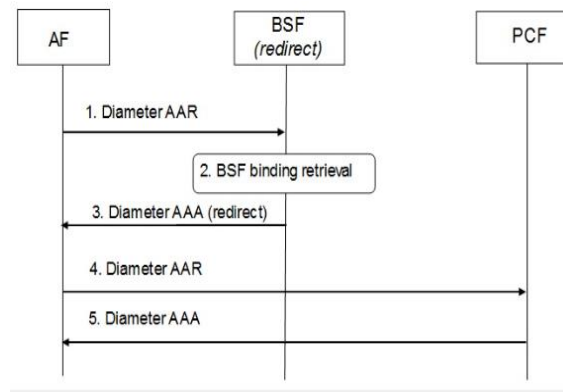


Рисунок 2.9 - Процедура встановлення Rx

Функція забезпечення взаємодії із зовнішніми програмами (NEF - Network Exposure Function) NEF дозволяє організувати безпечну взаємодію зовнішніх платформ та додатків із опорною мережею 5GC.

Безпека взаємодії забезпечується за допомогою реалізованих NEF механізмів безпеки, включаючи автентифікацію та авторизацію відповідних платформ та додатків.

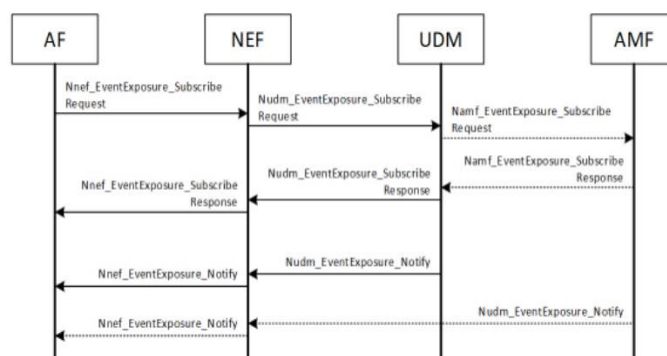


Рисунок 2.10 - Виконання подій

Таким чином, функція забезпечення взаємодії із зовнішніми програмами є логічним продовженням елемента SCEF архітектури вузькосмугового інтернету речей (NB-IoT), анонсованого в релізі 13 3GPP.

Забезпечує зберігання профілів всіх розгорнутих на мережі екземплярів мережевих функцій та вибір одного або декількох екземплярів у рамках процедури NF Discovery Request процесу управління абонентськими сесіями.

При цьому кожна мережева функція при включенні повинна "прописати" в NRF свій статус, а також свої функціональні можливості та опції, що підтримуються.

Профіль екземпляра NF, що підтримується в NRF, містить таку інформацію [12]:

- Ідентифікатор екземпляра мережевої функції;
- Тип мережевої функції;
- інші параметри сервісів, наприклад DNN (Data Network Name), параметри інтерфейсів для повідомлень;
- рівень PLMN (NRF налаштований для роботи на всій PLMN);
- рівень мережевих шарів спільного використання (NRF налаштований таким чином, що він належить кільком мережевим шарам);

Забезпечує збір інформації з мережевих функцій 5GC, підписку користувачів на послуги NWDAF та надання користувачам метаданих, включаючи статистичні дані про події, що мали місце і передиктивну або прогнозну аналітику [11].

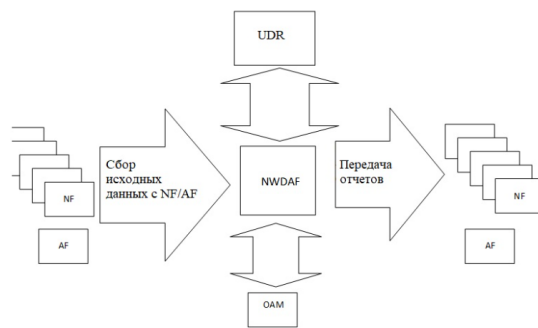


Рисунок 2.11 – Місце функції аналітики мережевих даних у структурі 5GC

Користувачами цієї інформації виступають PCF, NSSF, AMF, SMF, NEF, UDM, AF, OAM.

На рисунку 2.11 показано місце функції аналітики мережевих даних у структурі 5GC. На рисунку 2.12 показані діалоги між функцією аналітики мережевих даних та користувачами NWADF.

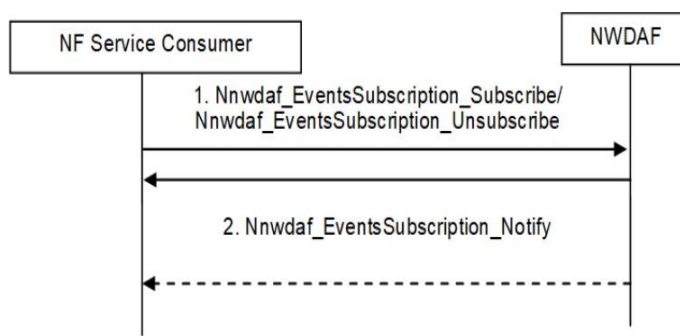


Рисунок 2.12 - Аналітика мережевих даних та користувачами NWADF

Як можливі види аналітики, що готується в т.ч. з використанням алгоритмів машинного навчання є:

- аналітика щодо завантаження мережевих шарів;
- з'єднанням з мережею (communication management), детектування аномальної поведінки UE;
- аналітика у частині продуктивності мережі (network performance);
- аналітика в частині навантаження та метрик якості (QoS).

CUPS (control and user plane separation). Відповідно до архітектури SDN для мереж 5G визначено поділ шлюзу пакетної передачі даних на дві складові - площину управління (SMF) і площину трафіку користувача (UPF) - control and user planes separation (CUPS).

Network Slicing. Network Slicing має на увазі поділ фізичної архітектури 5G на безліч віртуальних мереж або шарів. Кожен мережевий шар включає

функції рівня управління, функції рівня користувача трафіку і мережу радіодоступу (5G-NR, або non-3GPP).

Базуючись на архітектурі NFV/SDN, кожен шар має свої характеристики і націлений на вирішення тієї чи іншої бізнес-завдання. 3GPP визначає три стандартні мережеві шари.

PDU сесії. В архітектурі 5G взаємодія терміналів користувача (UE) з мережами передачі даних (Data Network) здійснюється в рамках PDU сесій (PDU Session-s). UE може мати одночасно кілька створених PDU сесій для зв'язку з різними мережами передачі та отримання різних сервісів.

У процесі існування PDU сесія може бути переміщена між 3GPP і non-3GPP технологіями доступу.

Тип PDU сесії (PDU Session Type). 3GPP визначає 5 можливих типів PDU сесій - IPv4, IPv6, IPv4v6, Ethernet та неструктурований тип (Unstructured).

Крім цього, мережа може визначити UE адреси DNS серверів, P-CSCF (для сесії IMS), MTU і GPSI (Generic Public Subscription Identifier - публічний ідентифікатор підписки користувача, наприклад, MSISDN).

Тип PDU сесії Ethernet не використовувався мережами попередніх поколінь. Даний тип передбачає обмін Ethernet кадрами між терміналом користувача (UE) і мережею відповідно до MAC адресами джерела і одержувача.

Ідентифікатори користувачів. Міжнародний постійний ідентифікатор підписки абонента – 5G SUPI (Subscription Permanent Identifier)

Призначається кожному абоненту мережі 5G та зберігається в уніфікованій базі даних UDM та USIM модулі користувача. Як ідентифікатор SUPI може бути міжнародний ідентифікатор мобільного абонента – IMSI (International Mobile Subscriber Identity), або ідентифікатор доступу до мережі – NAI (Network Access Identifier), формат якого визначено RFC 4282.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

При "виході в ефір" термінал користувача повинен використовувати саме 5G-GUTI (за винятком первинної реєстрації в мережі – initial attach, а також інших випадків, коли валідний 5G-GUTI відсутній).

Формат 5G-GUTI показаний на Рисунку 2.13.

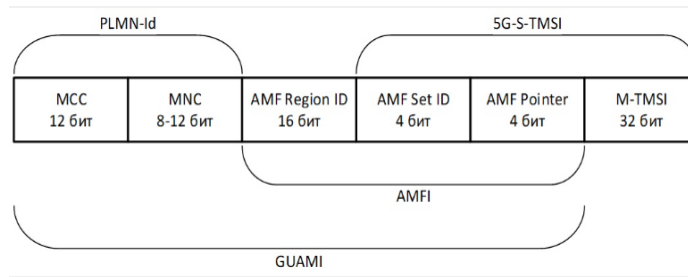


Рисунок 2.13 - Формат 5G-GUTI

Тут: GUAMI (Globally Unique AMF Identifier) – глобальний (на міжнародному рівні) ідентифікатор модуля керування доступом та мобільністю AMF; MCC – мобільний код країни; MNC – мобільний код; AMF Region ID – ідентифікатор регіону, який обслуговується модулем AMF; AMF Set ID – унікальний ідентифікатор групи модулів AMF усередині регіону; AMF Pointer – унікальний ідентифікатор модуля AMF усередині групи AMF Set ID; AMFI – унікальний (у межах мережі) ідентифікатор AMF; 5G-TMSI (5G Temporary Mobile Subscription Identifier) – тимчасовий ідентифікатор мобільного абонента мережі 5G (унікальний у межах AMF); 5G-S-TMSI – унікальний (у межах регіону) тимчасовий ідентифікатор мобільного абонента мережі 5G.

2.4 Послуги мережі 5G

Майбутнє медицини з розвитком 5G. ехнологія 5G (зі швидкістю Інтернету більш ніж 100 мегабайт в секунду) незабаром дозволить об'єднувати

різні технологічні пристрої та послуги, що наблизить реальність настання ери Інтернету речей. Це змушує фахівців та обивателів все частіше замислюватися про те, яким стане світ із цією технологією.

Одним із важливих напрямів, у якому технології можуть принести помітну користь суспільству, є охорона здоров'я. Використання сенсорів і медичних пристроїв, що віддалено працюють, нададуть пацієнтам у віддалених регіонах доступ до передових медичних сервісів.

Розвиток відеоконференцій та телемедицини, віддаленої діагностики та віддаленої хірургії дозволить не лише подолати географічний розрив у наданні медичних послуг, підвищити ефективність надання медичної допомоги у надзвичайних ситуаціях, а й знизити вартість послуг для пацієнтів. Об'єднані за допомогою швидкісного

Інтернету медичні пристрої зможуть збирати та передавати дані про пацієнтів на відстані за лічені секунди. Підвищення явності медичних пристроїв, використання великих даних здатне підвищити точність медичних діагнозів та знизити кількість медичних помилок з вини людського фактора.

Вимірювальні прилади вже сьогодні стали частиною життя багатьох пацієнтів. Використання можливостей телемедицини та застосування робототехніки в медицині майбутнього дозволить, наприклад, проводити хірургічні операції пацієнтам, які перебувають у важкодоступних регіонах, у зонах конфлікту, де немає доступу до медичних закладів.

Один із прикладів успішного застосування телемедицини сьогодні – програма організації Partners Healthcare в США, яка допомогла більш ніж трьом тисячам хворих із захворюваннями серця використовувати домашні прилади для вимірювання ваги, тиску та інших фізичних показників, автоматично спрямовуючи ці дані лікарям.

Спеціально розроблене програмне забезпечення значно полегшило життя пацієнтів та лікарів, знизивши кількість особистих прийомів пацієнтів у

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

лікаря на 44 відсотки, що у результаті дозволило лікарні заощадити 10 мільйонів доларів.

Згідно з дослідженням консалтингового агентства McKinsey, проведеного в 2015 році, використання аналітики великих даних дозволить системі охорони здоров'я США заощадити від 350 до 450 мільярдів доларів, оптимізуючи витрати на використання медичного обладнання, робочого часу лікарів та призначення фармакологічних препаратів. Це дозволить знизити витрати на медичне обслуговування для пацієнтів, дасть їм можливість отримувати консультації від найкращих лікарів та передове медичне обслуговування у тих регіонах, де поки що немає лікарень з високотехнологічним обладнанням.

Обсяг ринку мобільних технологій та додатків для медичної діагностики, за оцінками американських експертів, опублікованих у журналі Trends in Biotechnology минулого року, досягне 27, 6 мільярдів доларів США до 2018 року.

У середині липня у вашингтонському Інституті Брукінгса пройшла панельна дискусія про проблеми 5G, Інтернету речей та майбутнє медицини, в якій взяли участь представники держустанов, бізнесу, науки та охорони здоров'я. Думки державних регуляторів та представників бізнесу на те, яким має бути майбутнє технологій у медицині, відрізнялися. Якщо підприємців, іноваторів та інноваційні компанії насамперед цікавить технічний прогрес і можливість заробити на ньому, то регуляторів більше хвилюють потенційні загрози та ризики для держави, наприклад, питання безпеки та конфіденційності персональних даних, що збираються за допомогою технологій, та можливості їх контролю.

Боб Роджерс (Bob Rogers), директор центру Big Data Solution, Intel вважає, що технології Інтернету речей значно підвищать своєчасність надання медичних послуг. Пацієнти зможуть отримувати медичну допомогу, коли вона

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

їм потрібна і де вона потрібна, отримувати допомогу в режимі реального часу. У сполученому світі медицина стане більш досконалою [4].

Аналіз даних в епоху 5G зробить кожен пристрій розумнішим, оскільки вони будуть з'єднані в одну спільну мережу. Лікарі зможуть отримати доступ до більш точної та повної інформації про кожного пацієнта». З ним не згоден Роб Хавасі (Rob Navasy), директор і віце-президент медичного альянсу Personally Connected: «Коли все стає об'єднаним, завжди є ризик, що кожен пристрій може бути використаний для будь-якої мети. Ми повинні пам'ятати про важливість безпеки особистих даних пацієнтів, знати, хто і коли отримає доступ до них і як їх використовувати.

Ідентифікація – це ключовий аспект використання особистих даних. В епоху, коли технології розвиваються так швидко, регулювання має теж стає швидким». На думку Адама Тайрера (Adam Thierer), професора центру Меркатус в Університеті Джорджа Мейсона (Mercatus Center, George Mason University) та автора книги «Безмежні інновації», інновації, для їхньої найбільшої ефективності, повинні розвиватися без будь-якого регулювання та участі з боку держави. яке часто гальмує їх розвиток запровадженням передчасних та надлишкових регуляторних стандартів. «Не можна заздалегідь регулювати те, що ми поки що не зовсім розуміємо», – зазначає професор Тайрер [4].

5G в еволюції автомобілів. Самокеровані транспортні засоби – ще одна область, реалізація якої вимагатиме мереж зв'язку нового покоління.

Автомобілі можна буде оснастити сенсорами, що зчитують різноманітну інформацію про дорожню обстановку: найближчих транспортних засобах, погодних умовах, стан асфальту, дорожні знаки та ін. На основі цих даних управління поїздкою можна здійснювати в автоматичному режимі. Крім зручності для водія машини, оснащення сенсорами автомобілів відкриває нові можливості підвищення безпеки на дорогах.

По мережах 5G автомобілі зможуть комунікувати між собою та приймати миттєві рішення, що робити у тій чи іншій ситуації на основі інформації, отриманої від інших транспортних засобів на дорозі. Наприклад,

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

автомобіль міг би пересилати сигнал про своє різке гальмування, щоб машина, з якою через це загрожує зіткнення, могла також різко загальмувати в автоматичному режимі.

У мережах 4G реалізувати такий сервіс неможливо, оскільки затримка сигналу дуже велика, щоб керувати автомобілем у режимі реального часу, вважає Санджів Аталі з Qualcomm.

У червні 2016 року ABI Research опублікувала прогноз, згідно з яким до 2025 року близько 67 млн автомобілів використовуватимуть сервіси 5G [1].

Три мільйони з них – самокеровані автомобілі. Технологія 5G, завдяки швидшому відгуку, стане кращою для широкосмугового потокового мультимедіа, відправлення діагностичної інформації сервісному центру, використання в системах V2X (Vehicle-to-Everything — система обміну даними між автомобілем та іншими об'єктами дорожньої інфраструктури, наприклад, з автомобілями, дорожніми знаками) , розміткою, світлофорами, інфраструктура також має бути підключена до інтернету). Щоб технологія V2X стала реальністю, дві області – автомобільна та телекомунікаційна повинні розширити зону охоплення 5G-сигналу та забезпечити впевнений прийом. ABI Research очікує, що це стане цілком реальним до 2025 року.

5G дозволить мобільним операторам впровадити більше послуг із доданою вартістю для автомобільної екосистеми. Аналітики ABI Research очікують появи нових бізнес-моделей та нових можливостей для автомобільної галузі завдяки низькій затримці при установці з'єднання – до 1 мс.

Висновки до 2 розділу

Отже, згідно з другим розділом виділяють низку позитивних тенденцій, що несуть технології 5G, та кілька мінусів, у зв'язку з якими слід вжити заходів щодо зменшення та запобігання ризикам інформаційної безпеки.

Плюси:

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

дозволять лікарям дистанційно контролювати та аналізувати параметри пацієнта і навіть моніторити, чи прийняв він ліки вчасно.

5G також дозволить реалізувати дистанційні консультації для пацієнтів, які не мають швидкого доступу до лікувальних закладів, наприклад у містах, віддалених від центру регіону.

Дистанційні консультації можуть застосовуватись також для професійної підготовки медичних працівників у всьому світі, а використання віртуальної реальності з високими швидкостями 5G допоможе студентам-медикам практикувати віддалений догляд за пацієнтами у режимі реального часу.

До революційних напрямів, яким 5G відкриває великі перспективи, належить роботизована хірургія. Її можливості справді величезні. Наприклад, оператор-хірург може знаходитися від пацієнта на відстані багатьох кілометрів і успішно проводити при цьому найскладніші операції за допомогою хірургічних роботів, віртуальної реальності та тактильних рукавичок.

Розвиток 5G, як прогнозують експерти, допоможе вивести віртуальну та доповнену реальність у маси, зробивши технології доступними широкому колу користувачів. Швидкі швидкості та низька затримка дозволять повністю зануритися у VR/AR.

Крім того, не варто забувати, що віртуальна реальність з успіхом використовується не лише у сфері розваг, але також в освіті, медицині, промисловості, військовій та авіаційній підготовці.

Переваги та можливості мереж 5-го покоління воістину величезні. Але, в жодному разі, не варто очікувати блискавичної революції.

Ранні розгортання вже почалися, і про перспективи 5G знає дедалі більше людей. Однак 5G-мережі, що повністю працюють, які можуть підтримувати передові сценарії використання, все ще знаходяться в стадії розробки.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3 ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛІ МЕРЕЖІ 5G

3.1 Розрахунок ємності системи LTE

Абонентська ємність C_u розраховується як загальне число активних користувачів в мережі, яке може підтримуватись системою при дотриманні заданої величини відношення сигнал-завада SIR у всіх абонентів. Для виконання цієї вимоги в ортогональній системі, коефіцієнт повторного використання частот N задовольняє вираз.

$$N \geq \frac{1}{a_2} * \left(\frac{SIR}{a_1}\right)^\gamma, \quad (3.1)$$




де $a_1 = \frac{1}{M}$, кількість найближчих сот; a_2 – визначається з відношення відстані повторного використання частот та радіусу соти, і рівний: для ромбовидних сот $a_2 = 4$; $\gamma=2$ – показник ступеня згасання сигналу.

$$SIR = 2 + 10 = 12(\text{дБ})$$

$$N \geq \frac{1}{4} * \left(\frac{12}{1/8}\right)^2 = 22, \quad (3.2)$$

Тоді C_u можна виразити як співвідношення загальної полоси частот системи до полоси частот, потрібної для одного користувача, поділене на коефіцієнт повторного використання частот.

$$C_u = \frac{B}{N * B_s}, \quad (3.3)$$

					КПТР.018007.01.110 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розгортання моделі надання послуг мережі 5G Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Петров В.Ю.					56	15
Перевір.		Карпова Л.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Підченко С.К.						ХНУ, гр. ТР-18-1

де $B=50\text{МГц}$ – загальна полоса частот системи , $B_s =5\text{МГц}$ – полоса частот для одного користувача. При цьому N становиться найменшим цілим числом, яке задовольняє вираз , тобто $N =3$.

$$C_u = \frac{50}{24*5} = 3,33 = 0.41 , \quad (3.4)$$

Оскільки даний розрахунок для мереж FDM не відображає можливостей системи OFDM, то проведемо оцінку ємності мережі. Оцінимо ємність мережі LTE FDD у мегаполісі за наявності пари смуг $10 +10 \text{ МГц}$ і при використанні 4 стільникових станцій. Пропускна сумарна здатність такої мережі в напрямку до абонента складатиме $R_{NW} = 50,7 \times 4 = 202.8 \text{ Мбіт/с.} = 0.2028\text{Гбіт/с}$. При розрахунку числа абонентів орієнтуємося на тарифи мережі LTE ,максимальний обсяг трафіку абонента на місяць - 30 Гбайт.

Таблиця 3.1 - Оцінка ємності мережі LTE в мегаполісі

Трафік абонента ,Мбайт/місяць	T_m	30
Число ГНН ,у день	N_{BH}	17
Кількість днів у місяці	N_{Days}	30
Середній трафік аонента в ГНН ,Мбіт/с	$R_{BH} = \frac{T_m * 8}{N_{BH} * N_{Days}}$	0,131
Число трафіка у DL	S_{DL}	80%
Середній трафік абонента DL в ГНН ,Мбіт/с	$R_{DL} = R_{BH} * S_{DL}$	0,105

ЧНН (ГНН)- година найбільшого навантаження

$$N_{sub} = \frac{R_{NW}}{R_{DL}} = \frac{0.2028}{0.105} = 1,913 \text{ тис. абонентів} , \quad (3.5)$$

Судячи з результату даного виразу маємо можливість для обслуговування 1913 абонентів.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Перспективи розвитку та вдосконалення мережі 5G

Перспективи мереж 5G надають величезні можливості для підприємств, галузей та споживачів, які будуть використовувати цю міць та створять цілу низку інших досягнень, які незабаром перетворять наше повсякденне життя.

До деяких з помітних можливостей та особливостей, які з'являться після введення в дію мереж 5G, відносяться:

- Значно збільшена надійність зв'язку, що характеризується дуже низькою затримкою
- Поява безпілотного транспорту та міжмашинного зв'язку
- Багатоспрямована цифрова взаємодія
- Хірургія із можливостями доповненої реальності

Більше того, уявіть собі світ, що складається з 50 мільярдів пристроїв, що постійно працюють і постійно перебувають на зв'язку, які функціонують спільно для того, щоб зробити ваші поїздки легшими, ваш будинок розумнішим, ваше тіло здоровішим, ваші розваги більш захоплюючими і наш світ більш безпечним. Але щоб повністю реалізувати світ 5G, знадобляться значні інженерні зусилля.

П'яте покоління мережевої архітектури, яке замінить мобільні стандарти четвертого, відрізняється високою пропускнуою здатністю, дуже надійним з'єднанням та великим охопленням [8]. Завдяки всім цим якостям послуги та рішення Інтернету речей набудуть широкого поширення, відповідно, з'явиться більше можливостей, щоб розвивати розумні міста, промисловість, інтелектуальні транспортні системи.

Особливості мереж 5G в наступному:

- величезна швидкість передачі даних (кілька гігабайт на секунду);
- Мінімальна затримка сигналу;
- Можливість масового підключення пристроїв Інтернету речей.

										КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
											58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Ці потужності та пропускні здібності можуть знадобитися для вдосконалення віртуальної та доповненої реальності, щоб передавати відео з дозволом 4K та 8K, будувати розумні міста та підприємства, а також забезпечувати їхню безпеку.

5G також допоможе розвивати транспортну сферу, зокрема стандарт дозволить швидше ввести в експлуатацію безпілотні автомобілі. Крім того, саме 5G буде драйвером для розробки та впровадження нових сервісів, наприклад голографічних дзвінків.

Основними стимулами для цього стане підвищення попиту на послуги високошвидкісного зв'язку, збільшення підключених пристроїв та обсягу даних, що передаються. Один із факторів, що гальмують процес, – мережі п'ятого покоління досить дорого розгортати.

3.3 Приоритетні напрямки

Найпріоритетнішими напрямками є: розумне місто, розумний транспорт, промислова автоматизація, благоустрій об'єктів масового перебування людей та забезпечення каналів «останньої милі».

Такі напрямки варто покращувати та створювати нові, більш удосконалені:

Розумне місто. Поширення мереж 5G дозволить впровадити системи відеоспостереження, здатні за допомогою штучного інтелекту розпізнавати особи. Такі впровадження вже відомі у всьому світі. Наприклад, у Шанхаї подібна система працює з 2015 року.

Вона настільки ефективна, що, наприклад, дозволила виявити злочинця, який намагався втекти у п'ятдесятитисячному натовпі на концерті.

Підвищення рівня громадської безпеки, спрощення оперативно-розшукових заходів, що, у свою чергу, сприятиме розвитку торгівлі, туризму та збільшенню комфорту громадян.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

А кількість камер спостереження, що зростає, у великих містах явно зможе забезпечити системи розпізнавання достатньою кількістю даних для обробки.

Впровадження 5G дозволить також удосконалити та поширити електронну охорону здоров'я, освіту, банкінг, «розумні електромережі» та багато інших складових «розумного міста».

Ще одним важливим аспектом є моніторинг вивезення сміття. При всій незначності цього явища проблема роздільного збору, вивезення і переробки є вкрай актуальною.

Мережа 5G і оснащення контейнерів для сміття датчиками заповнення в рамках IoT дозволять зробити процедуру куди більш осмисленою і екологічною.

2. Розумний транспорт. Сюди входить не лише безпілотний транспорт та «розумний порт», але також віртуальна (VR) та доповнена (AR) реальність для пасажирів.

Під безпілотним транспортом слід розуміти не лише автомобілі, які їздять без шофера, а також безпілотну сільгосптехніку, поїзди для метро та залізниць, дрони та інші види спеціального та громадського транспорту. Завдяки платформі 5G з'явиться також можливість реалізувати системи ADAS, що допомагають водієві керувати автомобілем та паркуванням.

Зокрема, залізничні вокзали, аеропорти та зупинки громадського транспорту планується оснастити вказівниками доповненої реальності [11].

Ними можна буде скористатися за допомогою програми у смартфоні або за наявності спеціальних окулярів.

Це дозволить краще орієнтуватися при посадці та придбанні квитків. А окуляри VR здатні прикрасити тривалу подорож, перемістивши пасажирів куди завгодно – від берега моря до казино у Лас-Вегасі.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Промислова автоматизація. Мережа 5G у поєднанні з інтернетом речей, за допомогою промислових датчиків та штучного інтелекту, суттєво підвищить рівень автоматизації виробництва.

У режимі реального часу буде проходити аналіз великих обсягів даних з використанням машинного та глибокого навчання, що значно підвищить ефективність процесів.

Крім того, підвищиться якість управління внутрішньою логістикою, а робота співробітників стане набагато безпечнішою.

4. Канали «останньої милі». Передбачається використання мереж 5G як мобільна «остання миля» – бездротова альтернатива оптичної лінії зв'язку в будинках і квартирах.

Найочевидніший плюс від 5G у цій галузі – мобільний зв'язок гарантованої якості у будь-якому громадському місці. І не слід забувати і про туризм. Підвищити прибутковість та привабливість туризму здатна поява динамічного AR-контенту.

Штучний інтелект (ІІ) може автономно та швидко виправляти дрібні відхилення та порушення на ранніх стадіях виробництва шляхом використання петабайт даних, що зберігаються та аналізуються у хмарі.

Більше широке застосування віртуальної дійсності також призведе до підвищення ефективності виробництва. Можна віртуально (і, отже, економічно ефективно) моделювати вироби та процеси, навіть якщо вони ще не існують. Це дозволяє інженерам досконально перевіряти прототипи перед тим, як вони будуть побудовані. Співробітникам більше не потрібно знайомитися з новими процесами з величезних посібників. Завдяки дистанційній підтримці клієнти у найдалших куточках світу можуть самостійно ремонтувати обладнання. Повсюдне використання широкосмугових мереж вирівнює умови життя у місті та у сільській місцевості.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

У малонаселених районах з нестачею медперсоналу та медустанов технологія 5G дозволяє повністю розкрити потенціал дистанційної медицини. По відеозв'язку лікарі можуть консультувати пацієнтів без виїзду до них. За умови швидкої, надійної та відмовостійкої передачі даних у майбутньому вони навіть зможуть дистанційно проводити роботизовані хірургічні операції.

Затримки під час аналізу КТ-знімку жертви інсульту неприпустимі. Датчики дистанційного моніторингу систем життєзабезпечення повинні працювати надійно та безвідмовно, безперебійно передаючи дані. Ці сценарії демонструють неймовірні можливості нового стандарту, включаючи значно більшу швидкість передачі.

Міжнародна спілка з телекомунікацій (ITU) планує вийти на рівень 20 Гбіт/с у рамках програми IMT-2020. Це приблизно 20 разів швидше, ніж у попереднього стандарту LTE. До речі, 5G аж ніяк не є заміною LTE. Стандарт LTE залишатиметься основою мобільного зв'язку ще багато років.

Революційність нової технології має інше пояснення. "Стандарт 5G дозволяє реалізувати абсолютно нові, складніші сценарії, де кінцевим користувачем виступає машина, а не людина", - говорить Джеремі Карпентер (Jeremy Carpenter), керівник проекту з випробування мереж мобільного зв'язку в компанії Rohde & Schwarz. «Раніше розвиток мобільного зв'язку було зосереджено на розширенні покриття та підвищенні швидкості передачі даних.

Однак для цього потрібно значно більше антени на одну радіосоту формування променя діаграми спрямованості висуває інші вимоги до контрольовано-вимірювального обладнання, оскільки в діапазоні міліметрових хвиль необхідно використовувати бездротові методи випробувань, а не провідні рішення.

Є чотири основні причини, що пояснюють цю підвищену увагу до 5G. По-перше, у сенсі електровз'язок – допоміжна технологія, що сприяє зростанню економіки загалом. Наприклад, за прогнозами різних моделей, мережі 5G принесуть світовій економіці додаткову вартість обсягом

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

трильйонів доларів. Так само, як технологія 4G викликала величезну хвилю технологічних перетворень - від iPhone і Google.maps до Instagram і Whatsapp, не забуваючи про Uber і Snapchat, - мережі 5G, як очікується, аналогічно вплинуть.

По-друге, зазвичай, панівне становище у електрозв'язку займає той, хто першим робить хід: перші учасники можуть нагромадити величезну економічну вартість, залишаючи конкурентам невелике поле для маневру. Таким чином гравці – компанії, країни – дуже зацікавлені у зміцненні своєї позиції та максимальній економічній віддачі.

По-третє, є стратегічний аспект електрозв'язку: швидкість, якість та кількість інформації мають ключове значення для конкурування у цифровому світі [5]. Зрештою, з урахуванням центральної ролі інформації в сучасній економіці, електрозв'язок повсюдно і по праву вважається стратегічною галуззю. Компанії передають приватну і часто потребує захисту інформації. Уряди обмінюються даними різного характеру, зокрема секретними матеріалами.

Китайські, японські та південнокорейські компанії давно відіграють важливу роль на телекомунікаційних ринках у всьому світі. Китайські Huawei та ZTE, Nec (Японія) або Samsung (Південна Корея) – найважливіші постачальники існуючих мереж 4G. Однак у ролі китайських компаній у технології 5G є зовсім інший відтінок.

З використанням технології 5G, що передбачає великі обсяги міжмашинного зв'язку, кругова кібернетична оборона перестане бути ефективною, тому що не буде можливості надавати доступ виключно санкціонованим пристроям.

Внаслідок цього ризик і потенційний рівень серйозності нападів збільшується в рази. Водночас у зв'язку з більш істотною роллю програмного забезпечення у віртуалізації мереж системні інтегратори (потенційно, китайські компанії) отримають ширший та глибший доступ до роботи мережі

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

(тобто, даних), через що виникають серйозні питання щодо довіри та надійності. Іншими словами, технологічні зміни спричиняють серйозні політичні наслідки, особливо тому, що існує прямий політичний зв'язок між китайськими компаніями та урядом, зокрема спецслужбами.

Наприкінці 2019 року уряд Італії схвалив закон про створення «Периметру національної кібербезпеки», який запровадив суворіші правила та процедури оцінки безпеки обладнання 5G. 5G дозволяє пристроям звертатися до потужних хмарних обчислювальних засобів у будь-який час та в будь-якому місці.

Згідно зі звітом GIV від Huawei, попит на обчислювальні потужності у 2025 році збільшиться у 150 000 разів у порівнянні з 2019 роком, при цьому трафік даних зросте з 10% до 80%.

Хмарні технології виходять за рамки інтернет-галузі та використовуються державними службами, фінансовим сектором та іншими галузями у процесах виробництва, експлуатації та управління на різних підприємствах.

В одному Китаї в 2020 році хмарні технології впровадили один мільйон підприємств, що підтверджує неминучість міграції всіх галузей у хмару. 5G стимулює спільні обчислення за моделлю "хмара-периферія-пристрій". Обчислювальні засоби суттєво розширили людські можливості. Постійно зростаючі вимоги до обчислювальної техніки сприяють розвитку обчислювальних моделей.

У більш ніж 300 лікарнях Китаю були розгорнуті мережі 5G, за допомогою яких дистанційно здійснюють діагностику, моніторинг, ультразвукові дослідження в В-режимі і надають безліч інших онлайн-послуг, що довели свою важливість у боротьбі з пандемією, що триває. В даний час 30 тис. лікарень по всьому

Китаю планують ввести мережі 5G в експлуатацію протягом одного року – двох років. Крім того, комерційне розгортання 5G-мереж почалося у 500 тис.

									Арк.
									64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

шкільних кампусів, 300 тис. промислових парків, 100 тис. готелів та у десятках тисяч торгових центрів по всьому Китаю.

Крім того, інтеграції технології 5G активно сприяють багато інших галузей: електроенергетична, гірничодобувна, портова, нафтогазова галузі, а також промисловість та металургія.

"Мережі 5G принесуть користь всім.

Висновки до 3 розділу

Отже, мережа 5G – це не просто ще одне оновлення мобільних мереж 4G. Це еволюція, яка змінить бізнес, галузі та наше життя завдяки можливості підключати мільярди пристроїв, забезпечувати високу пропускну здатність та забезпечувати надзвичайно низьку затримку.

Нарізка мережі є основною частиною цієї еволюції, що дає змогу розкрити реальний потенціал цієї нової ери. Він дозволяє постачальнику послуг впроваджувати нові та складні послуги з різних галузей та надає виділені та безпечні мережі з гарантованою якістю обслуговування, надійністю, затримкою та багатьом іншим.

З розширенням можливостей сегментування мережі основна роль постачальників послуг полягатиме у наданні потужних клієнтських екосистем, а не в тому, щоб бути виключно мережевими постачальниками.

Постачальники послуг із абсолютно новими можливостями 5G стануть центром нової цифрової економіки, надаючи можливість налаштування на мережному рівні. Отже, налаштування має бути побудоване і представлене у зручній для слайсів інфраструктурі.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ВИСНОВКИ

Отже, головні переваги нового зв'язку — величезна пропускна спроможність та майже повна відсутність затримок.

Завдяки цьому 5G стане стандартом не лише споживчого, а й промислового зв'язку. Експерти вважають, що найбільш сильний вплив 5G вплине на галузі, де про можливості бездротової комунікації до останнього часу не замислювалися зовсім.

Нинішній найшвидший масовий стандарт зв'язку – LTE – вже підходить до стелі можливостей. У годину пік в американських мегаполісах швидкість зв'язку знижується, все частіше мережі відмовляють в обслуговуванні, зазначає Digital Trends.

Для того, щоб передавати більше сигналів, в 5G довелося піти на використання трьох різних діапазонів для зв'язку, причому зробити крок у зону гігагерцових спектрів.

На підвищених частотах можливостей передати інформацію більше, але сигнал уловити складніше. Найпривабливіша для 5G-зв'язку частота – 3,4-3,8 ГГц, і поки що у російських операторів доступу до неї немає. Перші тести, мабуть, пройдуть в іншому діапазоні – 25,25-29,5 ГГц.

У цьому діапазоні найпростіше досягається висока швидкість та низька латентність. Проте мінуси переважають плюси: хвилі надвисокої частоти швидко згасають і погано долають перешкоди у вигляді стін будівель. Для того, щоб такий 5G заробив, потрібна безліч дрібних «стілників».

Швидке завантаження даних на смартфони – зовсім не головна перевага 5G. Миттєвий зв'язок для мільйонів підключених пристроїв відкриває дорогу до інтернету речей та інших передових технологій - безпілотного транспорту, телемедичного, розумного будинку.

Важливо це не тільки для технічного прогресу, але й для підвищення якості життя та його тривалості [7].

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Два основних вигодонабувачі - це безпілотний транспорт та передові медичні технології.

У першому випадку миттєвий зв'язок між машинами дозволить уникнути тисяч ДТП. А 5G у лікарнях зробить реальністю, наприклад віддалені хірургічні операції з використанням AR-гарнітур.

Нинішні роботи-хірурги, на думку американського регулятора FDA, недостатньо надійні.

Найбільш помітний вплив стандарту 5G на споживачів – це експоненційне зростання швидкості потокової передачі. Це означає, що абоненти отримують миттєвий доступ до контенту безлічі стрімінгових сервісів, а любителі геймінгу отримують мобільність та зможуть користуватися складними розважальними сервісами, а також технологіями віртуальної та доповненої реальності у будь-якому зручному місці.

Отже, технології 5G забезпечують більш високу пропускну здатність у порівнянні з технологіями 4G, що дозволить забезпечити більшу доступність широкосмугового мобільного зв'язку, а також використання режимів device-to-device («пристрій до пристрою», пряме з'єднання між абонентами), більш надійні масштабні системи комунікації між пристроями, а також менший час затримки, швидкість інтернету 1—2 Гбіт/с, менша витрата енергії батарей, ніж у 4G-обладнання, що сприятливо позначиться розвитку Інтернету вещей [2].

Переваги 5G. Існує кілька переваг технології 5G:

- Висока роздільна здатність та двонаправлене формування великої смуги пропускання.
- Технологія для збирання всіх мереж на одній платформі.
- Більш ефективні та ефективні.
- Технологія для полегшення роботи нагляду за передплатниками швидкої дії.
- Швидше за все, надасть величезні дані мовлення (Gigabit), які будуть підтримувати більше 60 000 підключень.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Легко керований із попередніми поколіннями.
- Технологічний звук для підтримки гетерогенних сервісів (включно з приватною мережею).
- Можливо забезпечити одноманітний, безперервний та послідовний зв'язок по всьому світу.

Недоліки 5G. Існує кілька недоліків технології 5G:

- Хоча технологія 5G досліджується і концептуалізується для вирішення всіх проблем радіосигналу та труднощів мобільного світу, але через деяку причину безпеки та відсутності технологічного прогресу в більшості географічних регіонів у нього є такі недоліки -

- Технологія все ще перебуває у процесі, і продовжується дослідження його життєздатності.

- Швидкість, на яку претендує ця технологія, здається важкодоступною (надалі це може бути) через некомпетентну технічну підтримку в більшості країн світу.

- Багато старих пристроїв не були б компетентні для 5G, отже, всі вони повинні бути замінені новою дорогою угодою.

- Розвинена інфраструктура потребує великих витрат.

- Проблема безпеки та конфіденційності ще належить вирішити [11].

Таким чином, 5G - покоління технології пропонує широкий спектр функцій, які є корисними для всіх груп людей, у тому числі, студентів, фахівців (лікарів, інженерів, вчителів, регулюючі органи, адміністративні органи тощо) і навіть для звичайної людини.

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бутенко В., Девяткін Є., Суходольська Т. Мережі зв'язку 5G/ІМТ-2020 та ІоТ - у всій сфері національної економіки // Електров'язок, 2018. – № 8. – С. 6-11.
2. Володіна Є.Є. Прогнозування розвитку інноваційних послуг у сфері інформаційних комунікацій // Інноваційний розвиток економіки, 2017. – № 5 (41). - С. 7-16.
3. Володіна Є.Є. Методи і моделі ефективного керування використанням радіочастотного ресурсу: Монографія. - М.: ВД Медіа Паблішер, 2018. - 168 с.
4. Кузовкова Т.А., Кухаренко Є.Г., Салютіна Т.Ю. Методи та способи комплексного вимірювання ефективності цифрового розвитку та застосування цифрових технологій: Монографія. - М.: ТОВ "ІД Медіа Паблішер", 2019. - 171с.
5. Кузовкова Т.О., Тимошенко Л.С. Аналіз та прогнозування розвитку інфокомунікацій. - М.: Гаряча лінія-телеком, 2016. - 162 с.
6. Володіна Є.Є., Дев'яткін Є.Є., Пастух С.Ю., Дев'яткіна Є.М., Плоський А.Ю. – С. 28
7. Кузовкова Т.А., Салютіна Т.Ю., Шаравова О.І. Інтегральна характеристика стану та потенціалу інформаційно-комунікаційної інфраструктури на початковому етапі розвитку цифрової економіки // РИЗИК: Ресурси, Інформація, Постачання, Конкуренція, 2020. – № 3. – С. 120-129.
8. Володіна Є., Плоський О. Вплив економічних факторів на кластеризацію регіонів на реалізацію цифрового дивіденду в ряді специфічних умов // У збірнику: IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility. Сер. «EMC EUROPE 2012 – Міжнародний симпозиум з електромагнітної сумісності, матеріали» 2012. С. 639691.
9. Володіна Є., Плоський А. Особливості реалізації цифрового дивіденду в умовах великої непостійності щільності населення та обмеження частотного

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ресурсу // У збірнику: Proceedings of EMC Europe 2011 York - 10th International Symposium on Electromagnetic Compatibility. 2011. - С. 664-669.

10. Володіна Є.Є., Кузовкова Т.О., Наукавников О.В. Оплата за використання радіочастотного спектру як економічний метод ефективного управління обмеженим природним ресурсом // У збірнику: Мобільний бізнес: перспективи розвитку та реалізації систем радіозв'язку за кордоном. збірник матеріалів XXX міжнародної конференції РАЄН. 2011. - С. 110-119.

11. Гасс Я.М. Інфофорум 2021 «Створення та розвиток мережі 5G/ІМТ-2020 в , проблеми та їх вирішення».

12. По широкій смузі на високій швидкості // URL: <https://rspectr.com/articles/418/po-shirokoj-polose-na-vysokoj-skorosti>. URL: <http://1234g.ru/5g/5g-v-rossii>

13. Харитонов Н.І., Володіна Є.Є., Девяткін Є.Є., Суходольська Т.А. пропозиції щодо розробки нового правового режиму регулювання використання РНС у сучасних ринкових умовах // Праці Науково-дослідного інституту радіо, 2014. - № 3. - С. 38-46.

14. Веєрпалу В.Е., Харитонов Н.І., Володіна Є.Є., Девяткін Є.Є. Адміністративно-правова діяльність у галузі розвитку перспективних радіотехнологій // Праці Науково-дослідного інституту радіо, 2015. - № 4. - С. 27.

15. Ступницький М.М., Харитонов Н.І., Девяткін Є.Є. Інфокомунікаційна інфраструктура цифрової економіки: завдання галузевого інституту // Електрозв'язок, 2018. - № 4. - С. 24-28.

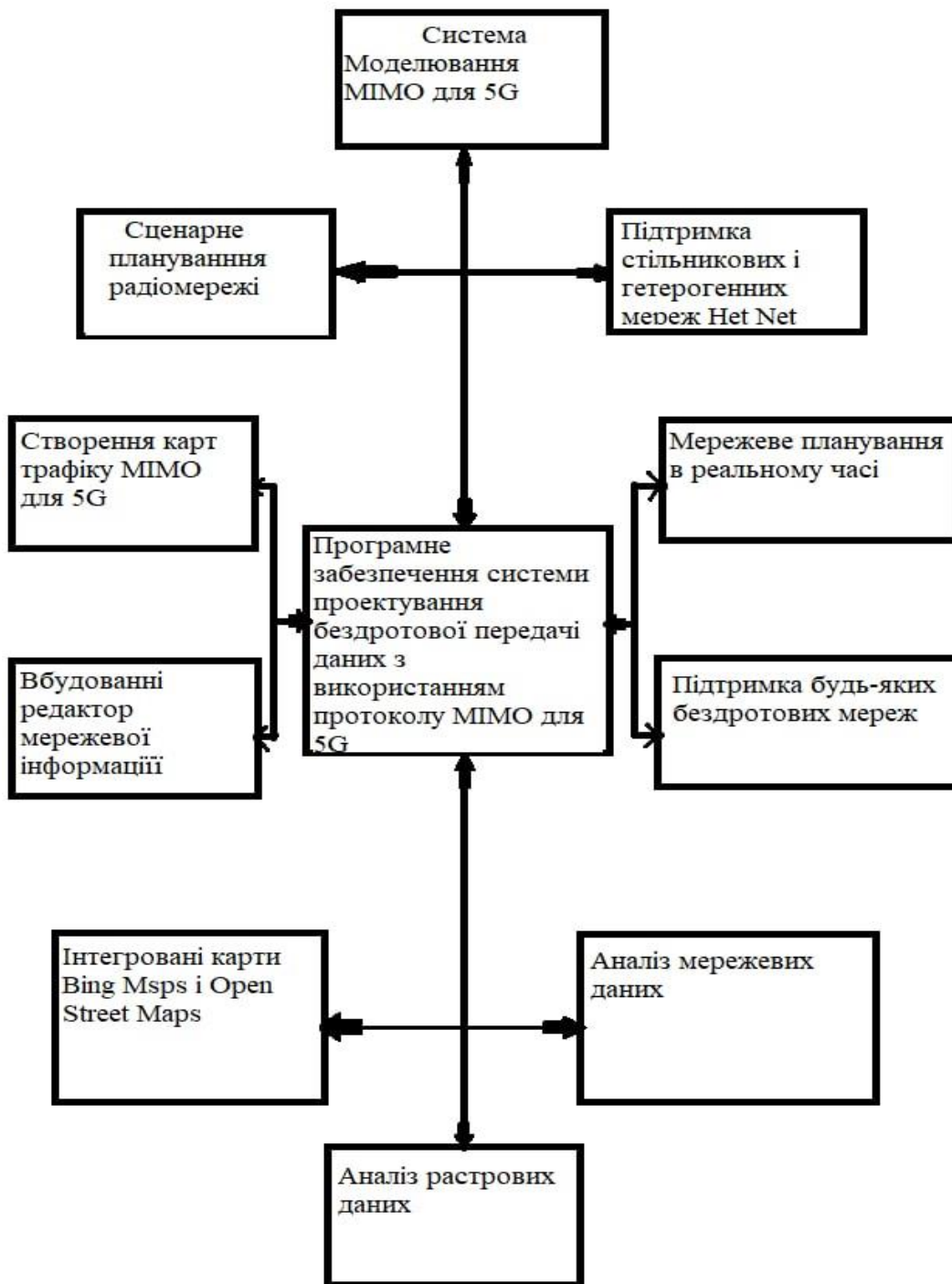
16. Лохвицький М.С., Сорокін А.С., Шорін А.А. Мобільний зв'язок. Стандарти, структури, алгоритми, планування

17. А. Н. Степутін, А. Д. Ніколаєв. Стільниковий зв'язок на шляху до 6G

18. Three Services від 5G: Massive Machine Type Communications. URL: <https://blogs.cisco.com/sp/3services5gmassmachine>

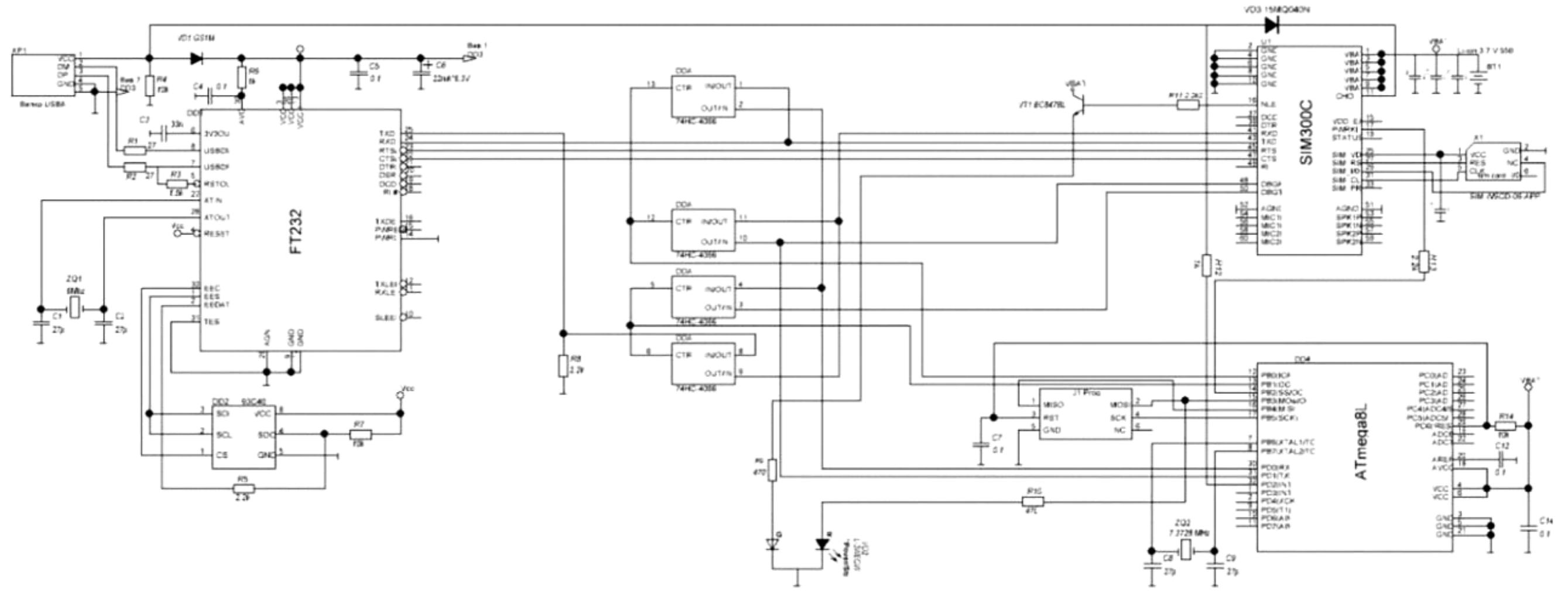
19. Петров Максим [Електронний ресурс] // «Технології 5G відкриють перспективи для розвитку багатьох галузей бізнесу».

					КПТР.018007.01.10 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



					<i>КІІТР. 018007.01.010 E2</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Функціональна схема системи мережі 5G		
Розроб.		Петров В.Ю.	<i>Петров</i>				
Перевір.		Карпова Л.В.	<i>Карпова</i>				
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Підченко С.К.	<i>Підченко</i>		Літ.	Арк.	Акрушів
						1	1
					<i>ХНУ зр. TP-18-1</i>		

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата



КПТР. 2018007.01.10 ЕЗ							
Изм/Лист	№ докум	Подп.	Дата	Схема електрина принципова	Лист	Маса	Масштаб
Разраб.	Петров В.	<i>В. Петров</i>					
Проб.	Карпова Л.	<i>Л. Карпова</i>			Лист	Листів 1	
Т. Контр.							
Н. Контр.							
Утв.							
					ХНУ, зр. ТР-18-1		

Поз. познач. 1	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Мікросхема перетворювача</u>		
DD1	FT232	1	
U1	Модуль SIM300C	1	
	<u>Транзистор</u>		
	VT1 BC847BL	1	
	<u>Вилка USB</u>	1	
	<u>Мікропроцесор</u>		
DD4	ATmega8	1	
X1	Sim card WSCD-06-APP1	1	
C1..C14	Конденатори	14	
	<u>Мікросхеми</u>		
DD2	93C46	1	
DD3A	74HC4066	1	
DD3B	74HC4066	1	
DD3C	74HC4066	1	
DD3D	74HC4066	1	
J1	Prog	1	
	<u>Резистори</u>		
R1,R5	10k		
R9,R10	10k		
R11	10k		
R2,..R4	1.5k		
R14	1.5k		
R6	1.1k		
R7..R8	2.2K		
R12:R13	470;1k	15	
	<u>Резонатори</u>		
ZQ1	6MHz	1	
ZQ2	7.3728MHz	1	

КІІТР. 018007.01.10 ПЕ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Петров В.Ю.		
Перевір.		Карпова Л.В.		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.		Підчеко С.К.		

Схема електрична принципова GPRS-модуля.

Перелік елементів

Лім.	Арк.	Аркушів
	1	1

ХНУ, зр. TP-18-1

Додаток А

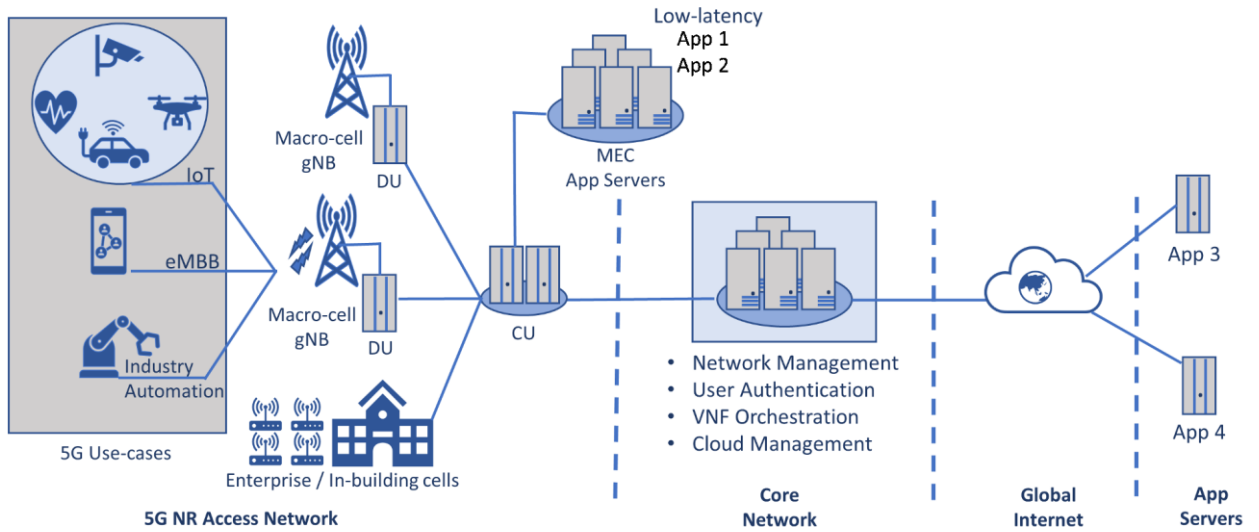


Рисунок А1 – Принципова діаграма архітектури мережі 5G

Факультет інформаційних технологій
Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

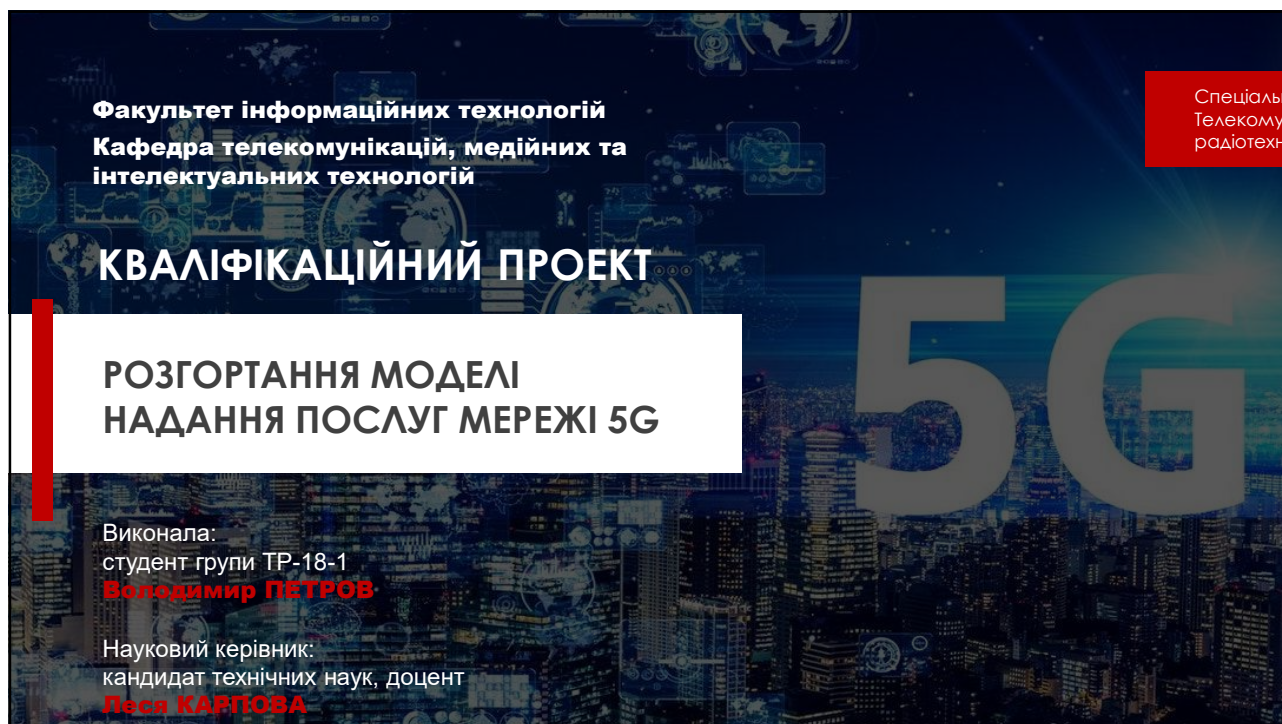
Спеціальність
Телекомунікаційна
радіотехніка

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

РОЗГОРТАННЯ МОДЕЛІ НАДАННЯ ПОСЛУГ МЕРЕЖІ 5G

Виконала:
студент групи ТР-18-1
Володимир ПЕТРОВ

Науковий керівник:
кандидат технічних наук, доцент
Лєся КАРПОВА



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Мета роботи:

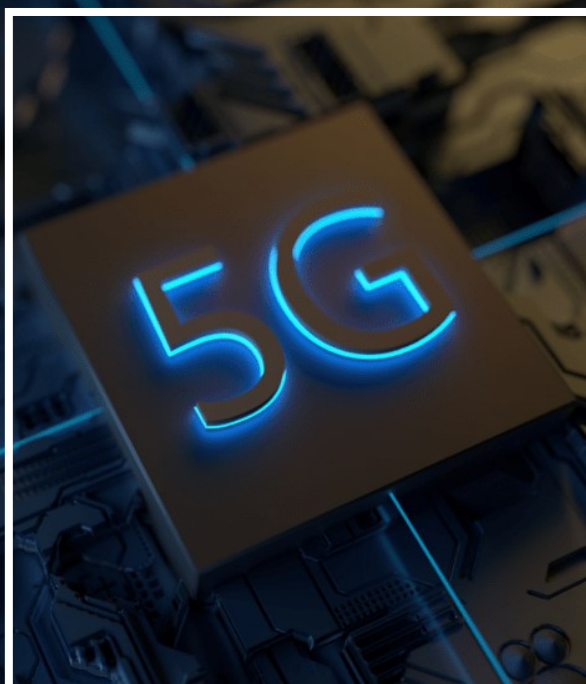
Розгортання моделі надання послуг мережі 5G.

Вихідні дані:

- комплексний аналіз теоретичних та практичних засад розгортання моделі надання послуг мережі 5G.

Завдання:

- розглянути сутність інформації системи мережі 5G;
- дослідити етапи формування інформаційної системи мережі 5G;
- охарактеризувати внутрішнє та зовнішнє середовище мережі 5G;
- обґрунтувати доцільність впровадження запропонованих заходів.



Актуальність теми дослідження.

- Мобільні технології міцно увійшли до нашого життя і продовжують зміцнювати свої позиції.
- Мережі мобільного зв'язку – це мережі операторів, що забезпечують голосовий зв'язок та вихід в інтернеті з одного боку, а з іншого боку - різноманітний спектр гаджетів, датчиків та розумних пристроїв: від смарт трекерів у теперішньому до розумних кавоварок, автомобілів та цілих міст у найближчому майбутньому.
- Відповідно до правила 10 років, кожне десятиліття змінюється покоління мобільного зв'язку. Але навіть один стандарт у межах 10 років не стоїть на місці. Від деяких операторів надходять амбітні заяви розгорнути їх протягом 2018-2021 років. Сьогодні офіційні стандарти 5G не сформовані.
- 5G – назва технології, яка слідує за 4G-мережами, що вже існують. По суті, п'яте покоління – не один стандарт, а цілий комплекс технологій, які вже існують, так і абсолютно нових.
- 5G – це нова мережева система, яка має набагато вищі швидкості і потужності, і також значно вищу надійність, ніж у існуючих систем стільникового зв'язку. Технології, які будуть використовуватися в 5G все ще визначаються.



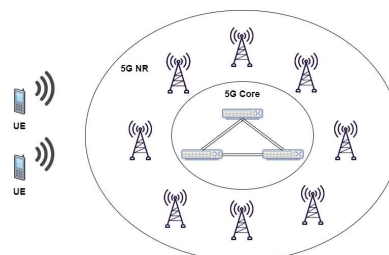
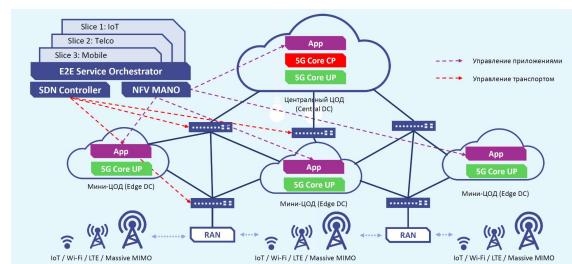
Архітектура мережі 5G розроблена для підтримки обміну різними даними та надання різноманітних послуг з використанням таких технологій, як віртуалізація мережі (NFV - Віртуалізація мережевих функцій) і програмно-визначена мережа (SDN - Software Defined Networking).

Основними характеристиками мережі мобільного зв'язку п'ятого покоління є:

- Розширений мобільний широкопasmовий доступ (eMBB),
- дуже надійний зв'язок з низькою затримкою (Ultra Reliable and Low Latency Communication, URLLC),
- Масове підключення різних датчиків і пристроїв світового «Інтернету речей» (Massive Machine Type Communication, mMTC).

В архітектурі 5G взаємодія між мережевими функціями представлено двома способами:

- сервіс-орієнтоване, коли одні мережеві функції (наприклад, AMF) дозволяють іншим авторизованим мережевим функціям отримувати доступ до їх сервісів;
- частиною інтерфейсу, яка показує яка саме взаємодія існує між сервісами мережевих функцій, описаних як взаємодія точка-точка (наприклад, інтерфейс N11) між будь-якими двома мережевими функціями (наприклад, AMF і SMF);

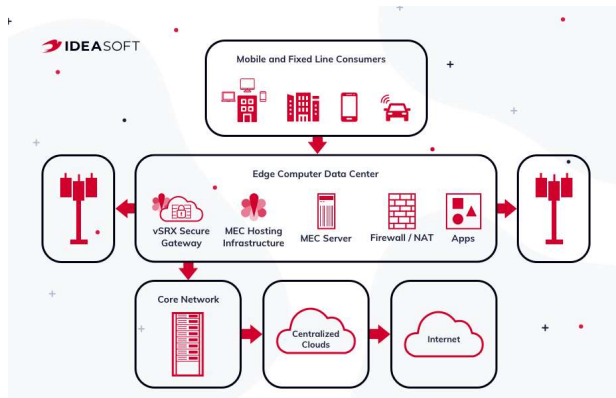


АРХІТЕКТУРА РОЗГОРТАННЯ МЕРЕЖІ 5G

ПЛАН-ГРАФІК СТАНДАРТИЗАЦІЇ

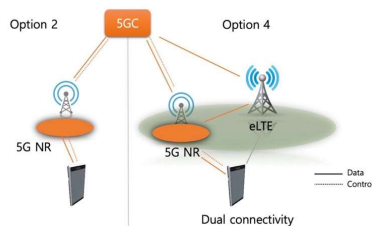
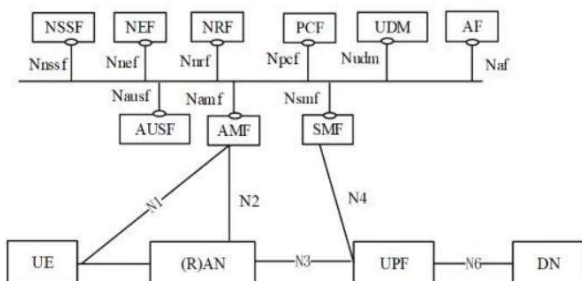


Рис. 1 – Стандартизація мереж 5G

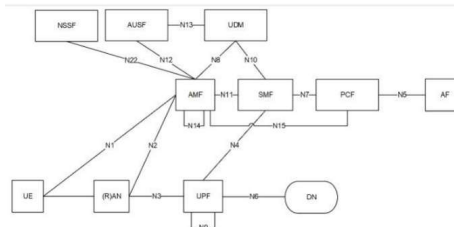


АРХІТЕКТУРА МЕРЕЖІ 5G

Архітектура мережі 5G з точки зору сервіс-орієнтованої взаємодії різних мережесих функцій на площині управління.



Архітектура мережі 5G із зазначенням мережесих інтерфейсів.



- Функція управління доступом та мобільністю
- Функція управління сесіями
- Модуль керування даними користувачів
- Уніфікована база даних
- Функція вибору мережесих шару
- Функція підтримки прив'язки

Процедури створення прив'язки PDU сесії до PCF та запит адреси прив'язаного PCF з боку мережевої (NF) або прикладної (AF) функції.

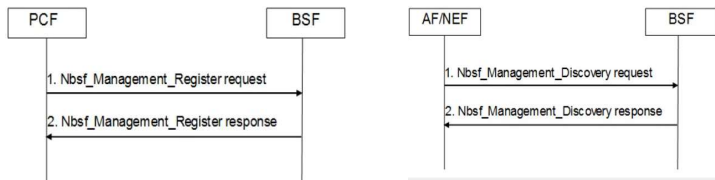


Рис. 1 - Процедура з участю функції прив'язки

Рис. 3 - Процедура створення прив'язки PDU до PCF

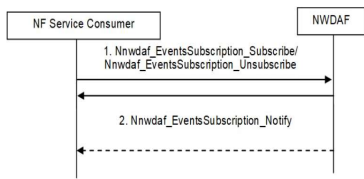
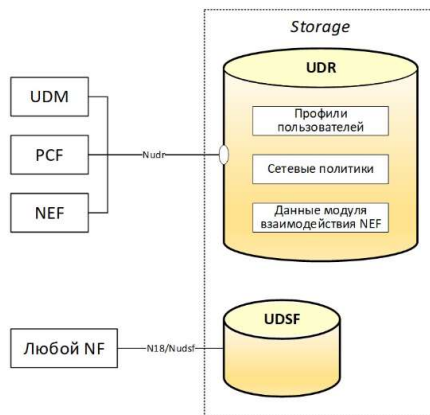
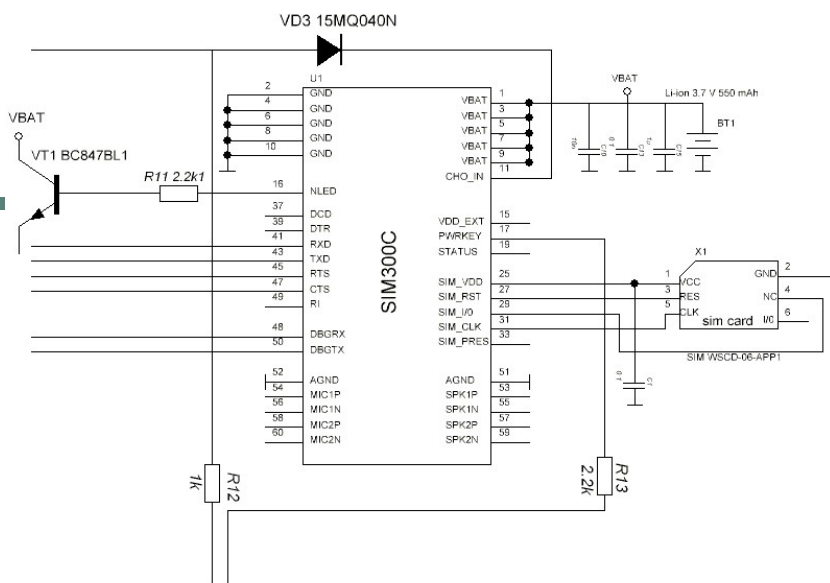


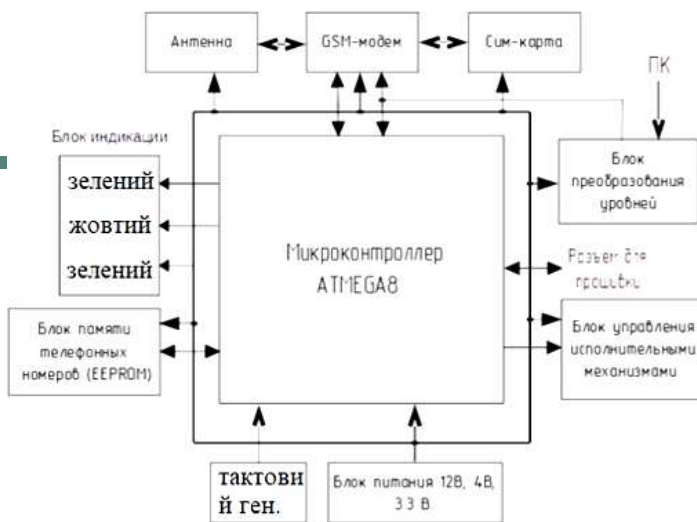
Рис. 3 - Аналітика мережевих даних та користувачами NWDAF



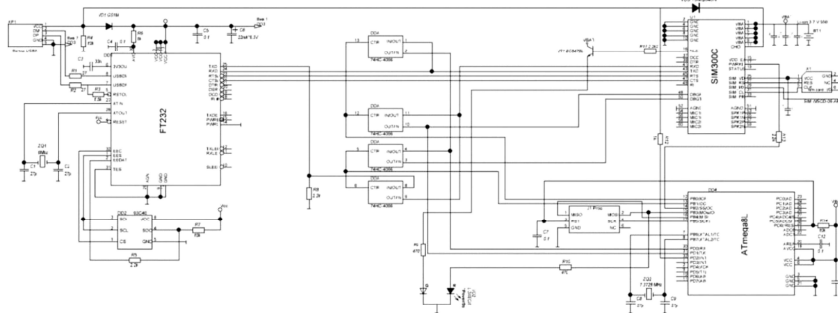
Електрична схема підключення модуля GSM/GPRS SIM300C



Структурна схема модема



МЕРЕЖЕВИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПАКЕТНОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ



Вар. № 1001. Підп. у Вілла. Вар. № 1002. Підп. у Вілла. Вар. № 1003. Підп. у Вілла. Вар. № 1004. Підп. у Вілла.

КПТР. 2018007.01.10 ЕЗ			
Схема електрична принципова			
Лист	Маса	Масштаб	
Лист	Листів 1		
ХНУ, зр. ТР-18-1			

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційного проекту:

- Було визначено основні можливості і характеристики мереж п'ятого покоління 5G.
- Дана технологія дозволить передавати інформацію зі швидкістю до 10 Гбіт/с і часом відповіді менше 1 мілісекунди.
- Після визначення усіх основних характеристик та переваг технології можна дійти висновку, що саме ця технологія варта загальної уваги та можна дійсно використовувати її можливості для реалізації бездротової технології мереж п'ятого покоління 5G. Властивостей та технічних переваг вище зазначеної технології достатньо для оптимізації мережі та для її впровадження у життя операторами зв'язку



ДЯКУЮ
ЗА УВАГУ!

Завідувачу кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних
технологій
д.т.н., доценту ПІДЧЕНКУ Сергію
здобувача вищої освіти
ПЕТРОВА Володимира
ФІТ, гр. ТР-18-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

25 травня 2022 р.
дата


підпис

Ім'я користувача:
Kafedra TMIT KhNU

ID перевірки:
1011461051

Дата перевірки:
04.06.2022 15:46:30 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
04.06.2022 15:49:19 EEST

ID користувача:
100005657

Назва документа: Петров_TP-18-1

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 12903 Кількість символів: 99813 Розмір файлу: 1.04 MB ID файлу: 1011339357

11.8% Схожість

Найбільша схожість: 3.38% з Інтернет-джерелом (<https://mylektsii.su/10-72189.html>)

11.8% Джерела з Інтернету

122

Сторінка 63

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0.72% Цитат

Цитати

4

Сторінка 64

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

17

Sat Jun 04 20:14:15 EEST 2022, Стецюк Віктор Іванович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 2.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 9%

ID: 104480 Название: Розгортання моделі надання послуг мережі 5G Добавлено в БД: 2022-06-04 Авторы: Петров Володимир Юрійович Руководители: Карпова Леся Вікторівна Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	83180	1254	2162 (3%)	32 (3%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

РІШЕННЯ

кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Розгортання моделі надання послуг мережі 5G

Автор: Петров Володимир Юрійович

Спеціальність: 172 Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: к.т.н., доцент Карпова Лєся Вікторівна

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

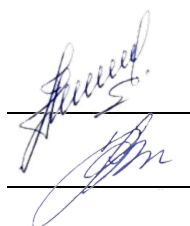
№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	-
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	відповідає
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	-
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	-
5	Інше:	-

Підтвердження: Виявленні запозичення не є плагіатом так як розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження (є власні терміни, визначення тощо), складають 11,8% та мають посилання на приведений список літературних джерел.

«04» червня 2022 р.

Науковий керівник

Завідувач кафедрою ТМІТ



Лєся КАРПОВА

Сергій ПІДЧЕНКО

ВІДГУК

на кваліфікаційний проєкт

студента групи ТР-18-1 Володимира ПЕТРОВА

«РОЗГОРТАННЯ МОДЕЛІ НАДАННЯ ПОСЛУГ МЕРЕЖІ 5G»

Технології 5G забезпечують більш високу пропускну здатність у порівнянні з технологіями 4G, що дозволить забезпечити більшу доступність широкосмугового мобільного зв'язку, а також використання режимів device-to-device («пристрій до пристрою», пряме з'єднання між абонентами), більш надійні масштабні системи комунікації між пристроями, а також менший час затримки, швидкість інтернету 1 – 2 Гбіт/с, менша витрата енергії батарей, ніж у 4G-обладнання, що сприятливо позначиться розвитку Інтернет речей.

Мета роботи полягає в комплексному аналізі теоретичних та практичних засад розгортання моделі надання послуг мережі 5G.

Для досягнення даної мети було розглянуто сутність інформації системи мережі 5G та складові інформаційної системи мережі 5G. Досліджено етапи формування інформаційної системи мережі 5G. Надано загальну характеристику мережі 5G. Охарактеризовано внутрішнє та зовнішнє середовище мережі 5G. Обґрунтовано доцільність впровадження запропонованих заходів.

Під час роботи над кваліфікаційним проєктом Володимир Петров виконав детальний аналіз вітчизняної, закордонної технічної літератури та патентних матеріалів, що дозволило прийняти оптимальні рішення під час виконання роботи.

Під час виконання роботи Володимир Петров проявив креативність, ініціативність, старанність, наполегливість, здатність та вміння застосовувати набуті знання для вирішення складних завдань, обізнаність у сучасних системних та інформаційних технологіях.

Кваліфікаційний проєкт виконано на високому технічному рівні, він має безперечну актуальність в області сучасних телекомунікацій, а студент Володимир Петров заслуговує оцінки «*відмінно*».

Керівник:
к.т.н., доцент



Леся КАРПОВА

РЕЦЕНЗІЯ

на бакалаврський кваліфікаційний проєкт
тема: «Розгортання моделі надання послуг мережі 5G»
студента групи ТР-18-1 Володимира ПЕТРОВА

Мобільні технології міцно увійшли до нашого життя і продовжують зміцнювати свої позиції.

Мережі мобільного зв'язку – це мережі операторів, що забезпечують голосовий зв'язок та вихід в інтернеті з одного боку, а з іншого боку - різноманітний спектр гаджетів, датчиків та розумних пристроїв: від смарттрекерів у теперішньому до розумних кавоварок, автомобілів та цілих міст у найближчому майбутньому.

Покоління 5G технології пропонує широкий спектр функцій, які є корисними для всіх груп людей, у тому числі, студентів, фахівців (лікарів, інженерів, вчителів, регулюючі органи, адміністративні органи тощо) і навіть для звичайної людини.

У даній роботі розглянуто сутність інформації системи мережі 5G та складові інформаційної системи мережі 5G. Досліджено етапи формування інформаційної системи мережі 5G. Надано загальну характеристику мережі 5G. Охарактеризовано внутрішнє та зовнішнє середовище мережі 5G. Обґрунтовано доцільність впровадження запропонованих заходів.

В цілому кваліфікаційний проєкт виконано на високому технічному рівні, він має безперечну актуальність в області сучасних технологій телекомунікацій, а студент Володимир ПЕТРОВ заслуговує оцінки **«добре»**.

Опонент:

к.т.н., доцент кафедри

фізики та електротехніки



Олександр ЄРЬОМЕНКО