

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

ННЦЗФН

Кафедра інформаційно-мережної інженерії
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

*Дослідження обладнання для підключення до мережі інтернет
пересувних кав'ярень*

(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи ІМІзм-19-2
Рева К.В.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 172 «Телекомунікації та
радіотехніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційно-мережна
інженерія
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Чеботарьова Д.В.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

(підпис)

Безрук В.М.
(прізвище, ініціали)

2021 p.

Не містить відомостей, заборонених до відкритого публікування

Студент _____

Керівник _____

Харківський національний університет радіоелектроніки

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет ННЦЗФН

(повна назва)

Кафедра інформаційно-мережної інженерії

(повна назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційно-мережна інженерія

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри ІМІ _____
(підпис)

“ 19 ” травня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Ревві Кирилу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження обладнання для підключення до мережі
інтернет пересувних кав'ярень

затверджена наказом університету від “25” березня 2020 р. № 33 Стз

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 19 травня 2021р.

3. Вихідні дані до роботи Розглянути еволюцію мобільного зв'язку, проаналізувати перспективи розвитку мобільних технологій. Розглянути принципи функціонування мереж різних стандартів, виконати порівняння систем різних сучасних стандартів. Виконати вибір обладнання, необхідного для підключення пересувних кав'ярень до мережі інтернет. Дослідити процес встановлення та налаштування обладнання для підключення бездротового інтернету у пересувній кав'ярні.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

1. Аналіз розвитку мобільного зв'язку

2. Основні характеристики мобільних технологій

3. Вибір обладнання для підключення до мережі інтернет пересувних кав'ярень

4. Підключення та налаштування обладнання

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів)

Слайди у форматі Power Point (назва, мета та задачі роботи, еволюція систем стільникового зв'язку, перспективи розвитку мобільних технологій, технологія CDMA, технологія GSM, технологія UMTS, технологія LTE, порівняння сучасних стандартів мобільного зв'язку, вибір обладнання до підключення до мережі інтернет пересувних кав'ярень, вибір обладнання для підсилення сигналу, підключення та налаштування обладнання, перевірка швидкості інтернету, висновки)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення із завданням. Уточнення ТЗ.	29.03.21	Виконано
2	Підбір літератури за темою роботи.	30.03 -04.04.21	Виконано
3	Виконання розділу 1	05.04 -10.04.21	Виконано
4	Виконання розділу 2	11.04 - 20.04.21	Виконано
5	Виконання розділу 3	21.04 – 01.05.21	Виконано
6	Виконання розділу 4	02.05 - 12.05.21	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки, презентаційного матеріалу та підготовка до захисту у ЕК	13.05 - 19.05.21	Виконано

Дата видачі завдання 29 березня 2021 р.

Студент _____
(підпис)

Рєва К.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

доц. Чеботарьова Д.В.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 101 с., 35 рис., 13 табл., 30 джерел, 2 додатки

GSM, UMTS, LTE, CDMA, 3G/4G, СТАНДАРТ, ОБЛАДНАННЯ, МОБІЛЬНИЙ ЗВ'ЯЗОК, БЕЗПРОВОДОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, МІМО, USB-МОДЕМ, WI-FI, МАРШРУТИЗАТОР, АНТЕНА

Об'єкт дослідження – обладнання для підключення мобільного інтернету.

Мета роботи – дослідження, вибір та налаштування обладнання для підключення інтернету в пересувних кав'ярнях.

В роботі розглянуто еволюцією мобільного зв'язку, виконано аналіз перспектив розвитку мобільних технологій, розглянуто принципи функціонування систем стандартів GSM, UMTS, LTE та CDMA, виконано порівняння сучасних стандартів мобільного зв'язку. Виконано вибір обладнання для підключення до мережі інтернет пересувних кав'ярень (USB-модем, WI-FI маршрутизатор та обладнання підсилення сигналу), досліджено процес підключення та налаштування обладнання для якісної роботи бездротового інтернету у пересувних кав'ярнях.

Результати роботи можуть бути застосовані при підключенні до мережі інтернет реальної пересувної кав'ярні.

THE ABSTRACT

Explanatory note: 101 p., 35 fig., 13 tabl., 30 sources, 2 app.

GSM, UMTS, LTE, CDMA, 3G / 4G, STANDARD, EQUIPMENT, MOBILE COMMUNICATION, WIRELESS TECHNOLOGIES, MIMO, USB-MODEM, WI-FI, ROUTER, ANTENNA

The object of research - equipment for mobile Internet connection.

The purpose of the work is to research, select and configure equipment for Internet connection in mobile cafes.

The paper considers the evolution of mobile communications, analyzes the prospects for the development of mobile technologies, considers the principles of operation of GSM, UMTS, LTE and CDMA standards, compares modern mobile standards. The selection of equipment for connection to the network of mobile Internet cafes (USB-modem, WI-FI router and signal amplification equipment), the process of connection and configuration of equipment for high-quality wireless Internet in mobile cafes.

The results can be applied by connecting a real mobile coffee shop to the Internet.

ЗМІСТ

	С.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ РОЗВИТКУ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ.....	11
1.1 Еволюція систем мобільного зв'язку.....	11
1.2 Перспективи розвитку мобільних технологій.....	18
2 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	22
2.1 Системи стандарту CDMA.....	22
2.2 Системи GSM/UMTS/LTE.....	25
2.3 Порівняльний аналіз технологій мобільного зв'язку.....	30
3 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ ПЕРЕСУВНИХ КАВ'ЯРЕНЬ.....	34
3.1 Вибір USB-модему.....	35
3.2 Вибір WI-FI маршрутизатора.....	43
3.3 Вибір обладнання для підсилення сигналу.....	54
4 ПІДКЛЮЧЕННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ.....	60
4.1 Взаємодія 3G/4G USB модема з Wi-Fi маршрутизатором.....	60
4.2 Підключення 3G/4G USB модему з функцією Wi-Fi.....	65
4.3 Налаштування Wi-Fi маршрутизатора з підтримкою підключення до мережі 3G/4G.....	69
4.4 Встановлення підсилювальних антен та отримання стабільного сигналу.....	71
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	76
ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	79
ДОДАТОК Б ПУБЛІКАЦІЯ ЗА ТЕМАТИКОЮ РОБОТИ.....	98

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ATM (Asynchronous Transfer Mode) – асинхронний спосіб передачі (інформації);

AMPS (Advanced Mobile Phone Service) – вдосконалена рухома телефонна служба;

CDMA (Code Division Multiple Access) – множинний доступ з кодовим поділом;

CDG (Code Division Multiple Access Development Group) – група з розробки коду множинного доступу;

CEPT (European Conference of Postov and Telecommunication Offices) – Європейська конференція поштових і телекомунікаційних відомств;

D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service) – цифрова вдосконалена рухома телефонна служба;

DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication) – технологія поліпшеного цифровий бездротового зв'язку;

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) – підвищена швидкість передачі даних для розвитку GSM;

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) – Європейський інститут стандартів телекомунікацій;

FDMA (Frequency Division Multiple Access) – частотний розподіл множинного доступу;

FH (Frequency Hopping) – стрибки по частоті;

GPRS (General Packet Radio Service) – пакетна радіозв'язок загального користування;

GSM (Global System for Mobile Communications) – глобальна система мобільного зв'язку;

HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) – високошвидкісна передача даних;

HSPA (High Speed Packet Access) – високошвидкісний пакетний доступ;

IMT (International Mobile Telecommunications) – Міжнародні мобільні телекомунікації;

JDC (Japanese Digital Cellular) – японський стандарт цифрового стільникового зв'язку;

- LTE (Long Term Evolution) – довгостроковий розвиток;
- MIMO (Multiple Input / Multiple Output) – множина входів / множина виходів;
- M2M (Machine to Machine) – інтерфейс машина до машини;
- NMT (Nordic Mobile Telephone) – північний мобільний телефон;
- OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) – мультиплексування з ортогональним частотним поділом каналів;
- RTMS (Radio Telephone Mobile System) – радіотелефонна мобільна система;
- SMS (Short Messaging Service) – послуга коротких повідомлень;
- VoLTE (Voice over LTE) – голос по LTE;
- TACS (Total Access Communications System) – тотальна система доступу до зв'язку;
- WAP (Wireless Application Protocol) – бездротовий протокол передачі даних;
- WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) – всесвітня сумісність для мікрохвильового доступу.

ВСТУП

В наш час досить популярними стали безпроводові мережі передачі даних. Це пов'язано з тим, що вони є мобільними та досить простими у встановленні та використанні.

Безпроводові мережі, в порівнянні з традиційними мережами, мають багато переваг, головними з яких є: відсутність дротів, висока мобільність, швидка інсталяція.

На світовому ринку представлено велику кількість різноманітного обладнання для мобільного інтернету, але найбільшою популярністю користуються моделі, що працюють на основі GSM/UMTS/LTE або CDMA технологій. На даний момент на українському ринку мобільного зв'язку працюють як GSM-оператори (Київстар, Vodafone, Lifecell), так і CDMA-оператори (Інтертелеком).

Основне завдання сучасного обладнання полягає в наданні користувачам якісного та стабільного доступу до мережі інтернет у будь-який час та у будь-якому місці.

Безпроводові технології користуються великим попитом на ринку телекомунікацій. Вони застосовуються при побудові мереж для доступу до інтернету в кафетеріях, аеропортах, бізнес-центрах, готелях тощо.

Кваліфікаційна робота є актуальною, оскільки присвячена важливим актуальним питанням: аналізу розвитку мобільних технологій та перспектив розвитку безпроводових технологій, огляду характеристик мобільних технологій, підбору, встановленню та налаштуванню обладнання для підключення до мережі інтернет пересувних кав'ярень. Аналіз літератури даної тематики [1 – 29] підкреслив актуальність теми кваліфікаційної роботи.

1 АНАЛІЗ РОЗВИТКУ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

1.1 Еволюція систем мобільного зв'язку

Еволюція систем мобільного зв'язку включає в себе кілька поколінь 1G, 2G, 3G, 4G та 5G. Ведуться роботи в області впровадження мереж мобільного зв'язку нового шостого покоління (6G). На даний момент в Україні функціонують мережі мобільного зв'язку 2G, 3G та 4G, саме тому особливу увагу в роботі приділено саме цим поколінням мобільного зв'язку.

Стандарти різних поколінь мобільного зв'язку поділяються на аналогові (1G) і цифрові системи зв'язку (всі інші).

На початку 80-х років XX століття в ряді країн були розгорнуті перші комерційні системи мобільного стільникового зв'язку (1G), що використовували для передачі мови аналогову частотну модуляцію [1].

Основними стандартами аналогового мобільного зв'язку стали:

- AMPS (Advanced Mobile Phone Service - вдосконалена рухома телефонна служба) в США, Канаді, Центральній та Південній Америці, Австралії,
- TACS (Total Access Communications System - тотальна система доступу до зв'язку) в Англії, Італії, Іспанії, Австрії, Ірландії, Японії,
- NMT (Nordic Mobile Telephone - північний мобільний телефон) в країнах Скандинавії і ряді інших країн,
- 3-450 в Німеччині, Португалії,
- RTMS (Radio Telephone Mobile System - радіотелефонна мобільна система) в Італії,
- Radiocom 2000 у Франції.

В цілому мобільний зв'язок першого покоління представляв кількість несумісних між собою стандартів. Характеристики аналогових стандартів мобільного зв'язку (1G) наведено в табл. 1.1.

Мережі 1G були розроблені виключно для здійснення голосових викликів і деяких інших простих можливостей. Модеми існували, однак через те, що безпроводовий зв'язок більш схильний до шумів і спотворень, ніж звичайний проводований, швидкість передачі даних була неймовірно низькою.

Таблиця 1.1 - Характеристики аналогових стандартів мобільного зв'язку (1G)

Характеристика	AMPS	TACS	NMT-450	NMT-900	Radiocom 2000	NTT
Діапазон частот, МГц	825-845 870-890	935-950 (917-933) 890-905 (872-888)	453-457,5 463-467,5	935-960 890-915	424.8- 427.9; 418.8- 421.9	925-940 870-885
Радіус стільника, км	2-20	2-20	2-45	0,5-20	5-20	5-10
Потужність передавача БС, Вт	45	50	-	-	-	25
Ширина смуги частот каналу, кГц	30 (12,5)	25	25	25/12,5	12,5	25
Час перемикання на кордоні стільники, мс	250	290	1250	270	-	800
Мінімальне відношення сигнал / шум, дБ	10 (6,5)	10	15	15	-	15

В усіх аналогових стандартах застосовується частотна або фазова модуляція для передачі мови і частотна маніпуляція для передачі інформації управління. Цей спосіб має ряд істотних недоліків: можливість прослуховування розмов іншими абонентами, відсутність ефективних методів боротьби з завмираннями сигналів під впливом навколишнього ландшафту і будівель або внаслідок пересування абонентів. Для передачі інформації різних каналів використовуються різні ділянки спектру частот - застосовується метод множинного доступу з частотним поділом каналів (Frequency Division Multiple Access - FDMA). З цим безпосередньо пов'язаний основний недолік аналогових систем - відносно низька ємність, що є наслідком недостатньо раціонального використання виділеної смуги частот при частотному поділі каналів [2].

У кожній країні була розроблена власна система, несумісна з іншими з точки зору обладнання та функціонування. Це призвело до того, що виникла необхідність у створенні спільної європейської системи рухомого зв'язку з

високою пропускною спроможністю і зоною покриття всієї європейської території.

Перші мобільні мережі другого покоління (2G) з'явилися в 1991 р. Їх основною відмінністю від мереж першого покоління став цифровий спосіб передачі інформації, завдяки чому з'явилася послуга обміну короткими текстовими повідомленнями SMS (англ. Short Messaging Service). При будівництві мереж другого покоління Європа пішла шляхом створення єдиного стандарту - GSM, в США більшість 2G-мереж були побудовані на базі стандарту D-AMPS (Digital AMPS - цифровий AMPS), що є модифікацією аналогового AMPS. До речі, саме ця обставина стала причиною появи американської версії стандарту GSM - GSM1900. З розвитком і поширенням інтернету, для мобільних пристроїв мереж 2G, був розроблений протокол бездротового доступу до ресурсів глобальної мережі інтернет безпосередньо з мобільних телефонів - WAP (англ. Wireless Application Protocol - бездротовий протокол передачі даних) [1].

Основними перевагами мереж 2G в порівнянні з 1G було те, що телефонні розмови були зашифровані за допомогою цифрового шифрування та з'явилися послуги передачі даних.

До цифрових стандартів систем стільникового зв'язку другого покоління також належать стандарти CDMA (Code Division Multiple Access - Кодовий роздільний доступ, діапазони 800 і 1900 МГц) та JDC (Japanese Digital Cellular - японський стандарт цифрового стільникового зв'язку).

Характеристики стандартів мобільного зв'язку 2G наведено в табл. 1.2.

Зростаюча потреба користувачів мобільного зв'язку в використанні інтернету з мобільних пристроїв стала основним поштовхом для появи мереж, покоління 2,5G, які є перехідними між 2G і 3G. Мережі 2,5G використовують ті ж стандарти мобільного зв'язку, що і мережі 2G, але до наявних можливостей додалася підтримка технологій пакетної передачі даних - GPRS (англ. General Packet Radio Service - пакетний радіозв'язок загального користування), EDGE (англ. Enhanced Data rates for GSM Evolution - підвищена швидкість передачі даних для розвитку GSM) в мережах GSM.

Впровадження технології GPRS сприяло більш ефективному використанню каналного ресурсу і створенню комфортного середовища при роботі з мережею інтернет. Система GPRS розроблена як система пакетної передачі даних з теоретичної максимальною швидкістю передачі близько 170

кбіт/с. Система GPRS є розширенням мереж GSM з наданням послуг передачі даних на існуючій інфраструктурі, в той час як базова мережа розширюється за рахунок накладення нових компонентів і інтерфейсів, призначених для пакетної передачі.

Система EDGE передбачала введення нової схеми модуляції. В результаті стала досяжна швидкість в 384 кбіт/с. EDGE була введена в мережах GSM з 2003 року фірмою Singular (нині AT & T) в США [1]. Технологію EDGE часто відносять до 2,75G.

Таблиця 1.2 - Характеристики стандартів мобільного зв'язку 2G

Характеристика	GSM	D-AMPS	JDS	CDMA
Метод доступу	8(16)	3	3	32
Робочий діапазон частот, МГц	935-960	824-840	810-826	824-840
	890-915	869-894	940-956	869-894
	(1710-1785)		1429-1441	
	(1805-1880)		1447-1489	
			1501-1513	
Рознесення каналів, кГц	200	30	25	1250
Еквівалентна полоса частот на один розмовний канал, кГц	25(12,5)	10	8,3	
Вид модуляції	0,3 GMSK	n/4 DQPSK	n/4 DQPSK	DQPSK
Швидкість передачі інформації, кбіт/с	270	48	42	57,6
Швидкість перетворення мови, кбіт/с	13(6,5)	8	11,2(5,6)	9,6
Алгоритм перетворення мови	RPE-LTR	VSELP	VSELP	-
Радіус стільника, км	0,5-35	0,5-20	0,5-20	0,5-25

Подальшим розвитком мереж мобільного зв'язку став перехід до третього покоління (3G). 3G - це стандарт мобільного цифрового зв'язку, який під

аббревіатурою IMT-2000 (англ. International Mobile Telecommunications - міжнародний мобільний зв'язок 2000) об'єднує п'ять стандартів - W-CDMA, CDMA2000, TD-CDMA / TD-SCDMA, DECT (англ. Digital Enhanced Cordless Telecommunication - технологія поліпшеного цифрового безпроводового зв'язку). DECT - це стандарт бездротової телефонії домашнього або офісного призначення, який в рамках мобільних технологій третього покоління, може використовуватися тільки для організації точок гарячого підключення (хот-спотів) до даних мереж [2].

Під мобільною мережею третього покоління розуміється інтегрована мобільна мережа, яка забезпечує: для нерухомих абонентів швидкість обміну інформацією не менше 2048 кбіт/с, для абонентів, що рухаються зі швидкістю не більше 3 км/год - 384 кбіт/с, для абонентів, які прямують зі швидкістю не більше 120 км/ч - 144 кбіт/с. При глобальному супутниковому покритті мережі 3G повинні забезпечувати швидкість обміну не менше 64 кбіт/с. Основою всіх стандартів третього покоління є протоколи множинного доступу з кодовим розділенням каналів.

Подальшим розвитком мереж стала технологія HSPA (англ. High Speed Packet Access - високошвидкісний пакетний доступ), яку відносять до 3,5G. Спочатку вона дозволяла досягти швидкості в 14,4 Мбіт/с, проте зараз теоретично досяжна швидкість 84 Мбіт/с і більше. Вперше HSPA була описана в п'ятій версії стандартів 3GPP. В її основі лежить теорія, згідно з якою при порівнянних розмірах сот застосування багатокодової передачі дозволяє досягати пікових швидкостей [2].

У березні 2008 року сектор радіозв'язку Міжнародного союзу електрозв'язку (МСЕ-Р) визначив ряд вимог для стандарту міжнародного рухомого бездротового широкосмугового зв'язку 4G, який отримав назву специфікацій International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced), зокрема встановивши вимоги до швидкості передачі даних для обслуговування абонентів: швидкість 100 Мбіт/с повинна надаватися високошвидкісним абонентам (наприклад, в потягах і автомобілях), а абонентам з невеликою швидкістю (наприклад, пішоходам і фіксованим абонентам) - 1 Гбіт/с.

Оскільки перші версії мобільного WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access - всевітня сумісність для мікрохвильового доступу) і LTE (Long Term Evolution - довгостроковий розвиток) підтримують швидкості

значно менше 1 Гбіт/с, їх не можна назвати технологіями, відповідними ІМТ-Advanced, хоча вони часто згадуються постачальниками послуг, як технології 4G.

Основною базовою технологією четвертого покоління є технологія ортогонального частотного ущільнення OFDM (англ. Orthogonal Frequency-Division Multiplexing - мультиплексування з ортогональним частотним поділом каналів). Крім того, для максимальної швидкості передачі використовується технологія передачі даних за допомогою n антен і їх прийому m антенами - MIMO (Multiple Input / Multiple Output – множина входів / множина виходів). При даній технології передавальні і приймальні антени рознесені так, щоб досягти слабкої кореляції між сусідніми антенами [3].

Еволюцію стандартів мобільного зв'язку схематично представлено на рис. 1.1. Особливості різних поколінь мобільного зв'язку, що впроваджені на території України, представлена на рис. 1.2.

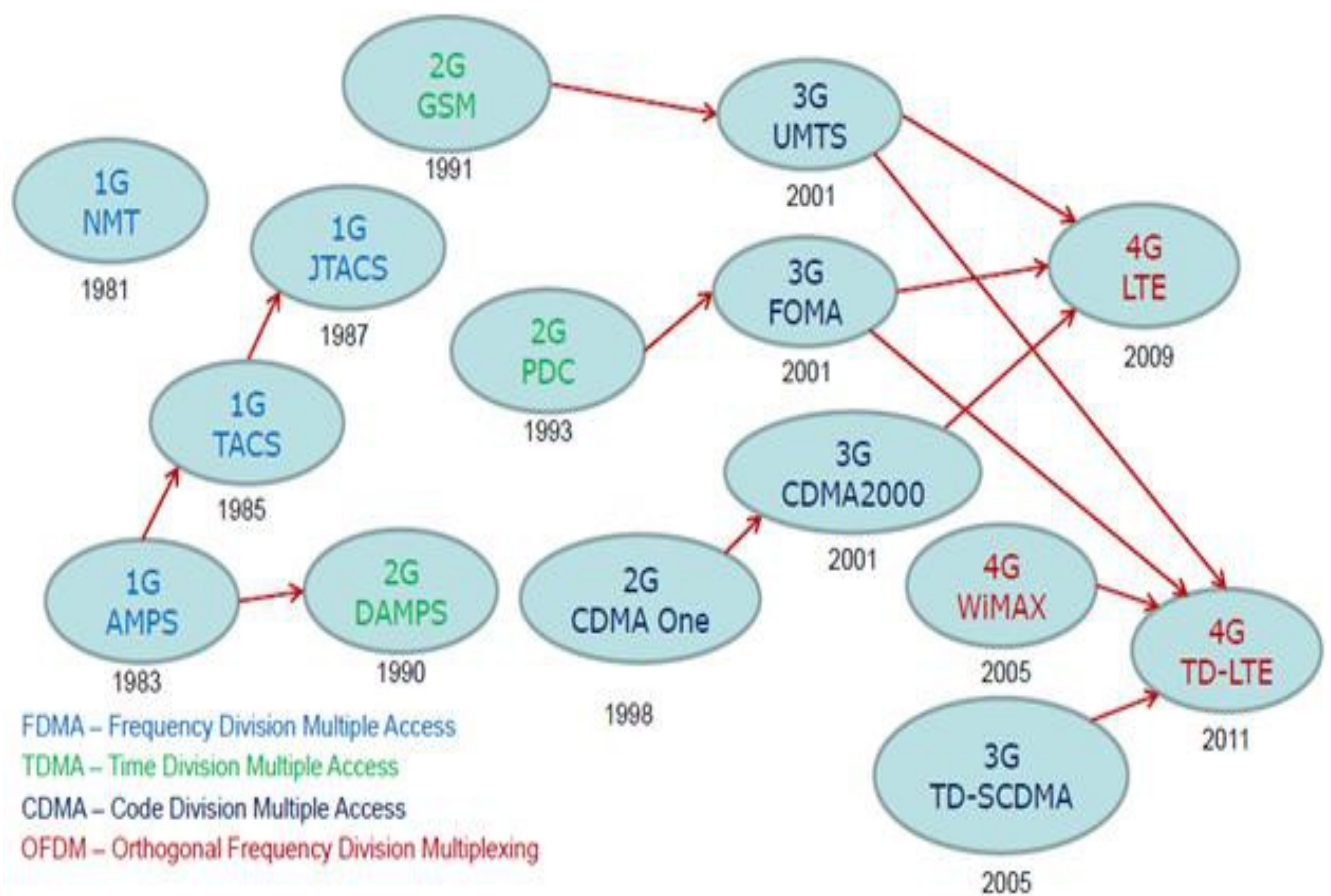


Рисунок 1.1 – Еволюція стандартів мобільного зв'язку

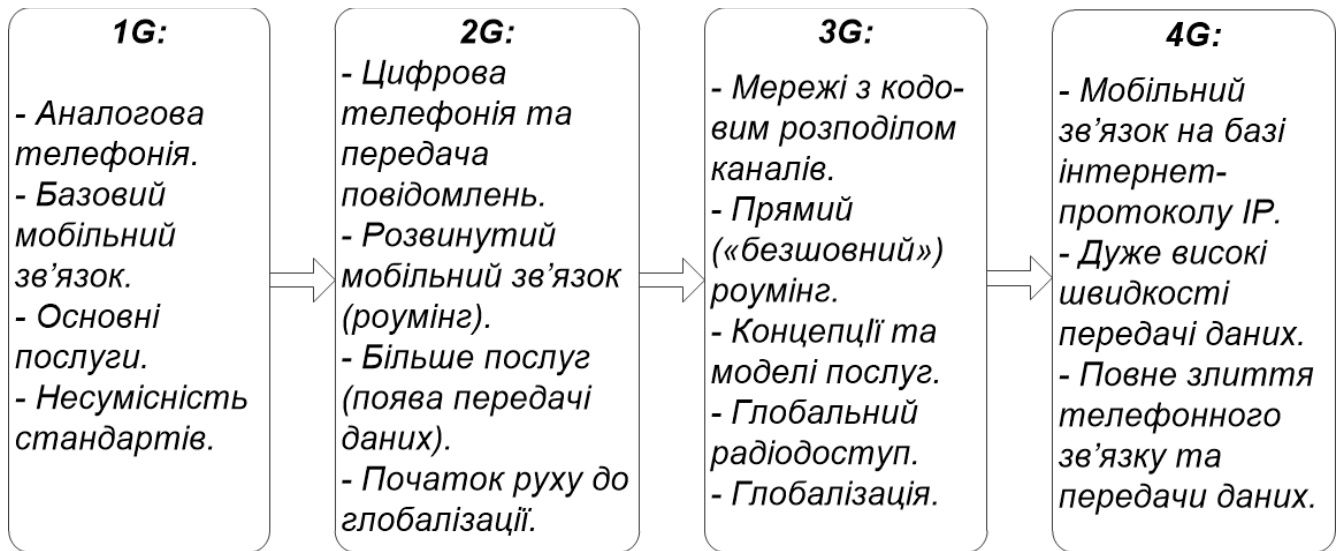


Рисунок 1.2 – Особливості різних поколінь мобільного зв'язку

Наступним (п'ятим) поколінням розвитку мобільного зв'язку та безпроводового інтернету є технологія 5G.

У червні 2015 року Міжнародний союз електрозв'язку (МСЕ) розробив план розвитку технології наступного покоління і визначив її назву - «ІМТ-2020» - Швидкісний інтернет за технологією 5G. Через деякий час, а саме 14 липня 2016 року Федеральна комісія із зв'язку США (FCC) схвалила спектр частот для 5G, що включає діапазони 28 ГГц, 37 ГГц і 39 ГГц.

У 2016 році обладнання 5G почали експлуатувати діапазони частот 28 ГГц в США і 39 ГГц в Європі, з появою нового обладнання планувалося задіяти і більш високі частоти, спочатку до 60 ГГц, в перспективі - до 300 ГГц.

У 2020 році компанія Nokia повідомила про досягнення рекордної на той момент швидкості бездротової передачі 4,7 Гбіт/сек (приблизно 590 МБ/сек), використовуючи в своєму серійному устаткуванні одночасну роботу в 5G і LTE (4G) для паралельної передачі даних.

4 березня 2021 року компанія Samsung встановила новий рекорд швидкості щодо передачі даних в мережі 5G - 5,23 Гбіт/с. Телефон Samsung Galaxy S20+ завантажив 4-гігабайтовий фільм із роздільною здатністю в full-HD за шість секунд.

На даний час у багатьох країнах світу вже працює мережа 5G (Австралія, Нова Зеландія, Великобританія, Ірландія, Австрія, Швейцарія, Бельгія, Нідерланди, Німеччина та Польща тощо), а багато інших країн ведуть підготовку до запуску 5G.

У 2018 році Китай заявив про початок розробки стандарту мобільного зв'язку 6G, дослідженням якого займається Південно-східний університет (Southeast University) в китайській провінції Цзянсу. У свою чергу, до дослідників технологій 6G також слід віднести міжуніверситетський проект ComSenTer (США), дослідну групу в університеті Оулу (Фінляндія), яка заявила про запуск першого у світі експериментального сегменту інфраструктури 6G 6Genesis у 2018 році.

В серпні 2019 року Китайська компанія Huawei почала розробку мережних рішень для стандарту 6G. А у листопаді 2020 року Китай запуснув ракетою-носієм Long March 6 перший тестовий супутник, призначений для відпрацювання технологій 6G у терагерцовому діапазоні електромагнітних хвиль. За останніми даними перші комерційні мережі шостого покоління з'являться не раніше 2028-2029 років.

1.2 Перспективи розвитку мобільних технологій

На сьогоднішній день мобільний трафік стрімко зростає, а вартість одиниці передачі навпаки зменшується. Зараз у світі більшість країн впроваджують мобільний зв'язок 5G, запуск якого в Україні планується на 2022 рік [4].

Компанія Ericsson опублікувала дослідження Mobility Report про перспективи розвитку мобільного широкопasmового доступу, згідно з яким до 2022 року передовою технологією буде 5G, витісняючи попередні покоління.

Звіт Ericsson (побудований на результатах аналізу понад 100 комерційних мереж всього світу) повідомляє, що на 2022 рік буде зафіксовано понад 550 млн. підключень до мереж п'ятого покоління. Очікується, що лідируючим регіоном за ступенем розгортання мереж 5G стане Північна Америка, яка забезпечить чверть всіх 5G-з'єднань. Друге місце дослідження відведено Азіатсько-Тихоокеанському регіону, якому буде належати 10% від загальносвітового обсягу 5G-підключень. Темп проникнення високошвидкісного з'єднання в Європі вказано на рівні 5% [5].

Водночас фахівці не скидають з рахунків технологію LTE, яка в даний момент проявляє стрімке зростання. Тільки за третій квартал 2020 року зафіксовано 160 млн. нових підключень до LTE-мереж, а їх загальна кількість з початку року досягла 1,5 млрд. Найбільш стрімке зростання в 2020 році дані

мережі виявили в Центральній і Східній Європі. А до 2022 року очікується, що в цих регіонах число LTE-підключень має досягти 70%. Графік мобільних підключень по регіонам та технологіям зображений на рис. 1.3.

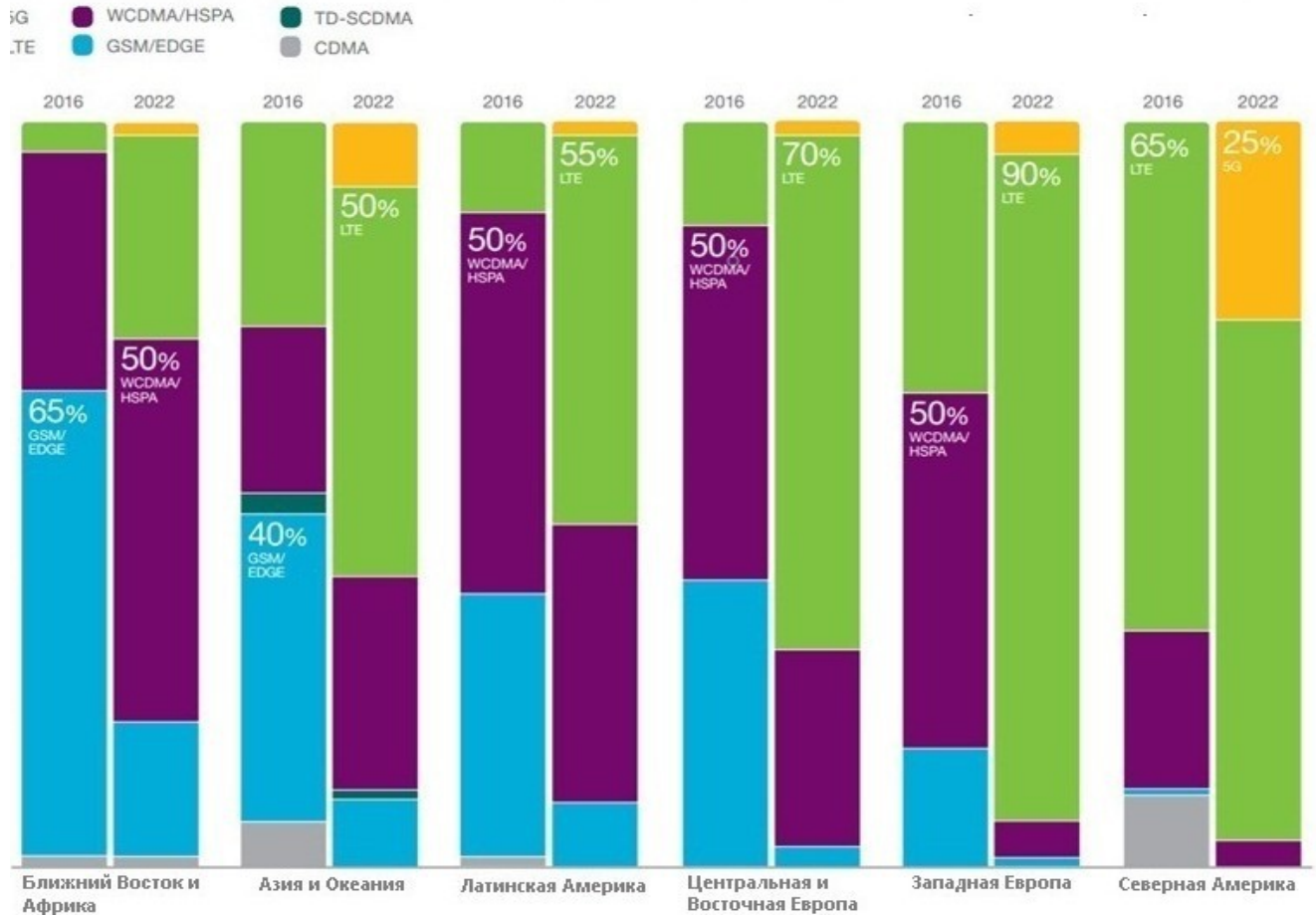


Рисунок 1.3 – Зростання мобільних підключень по регіонам і технологіям

У найближчий час мережі LTE повинні проникнути в країни Близького Сходу і Африки, де поки домінують стандарти GSM / EDGE.

Більше половини всіх підключень реалізується через смартфони, частка яких в загальному обсязі продажів мобільних телефонів за останні роки наблизилася до 80%. За дослідженнями Ericsson, до 2022 року число підключених до мереж смартфонів досягне 6,8 млрд. В даний час кількість гаджетів, які підтримують виключно стандарт GSM/EDGE скоротилась на 100 млн. одиниць. Очікується, що до 2022 року 95% всіх підключень до світових мереж буде зафіксовано в мережах WCDMA/HSPA, LTE і 5G [4].

Крім того, розвиваються мережі, що підтримують технологію VoLTE. На сьогоднішній день запущено більше 80 мереж в 50 країнах. У свою чергу виробники мобільних пристроїв розширюють кількість моделей гаджетів, що підтримують дану технологію. Імовірно, до 2022 року до VoLTE підключиться близько 3,3 млрд. пристроїв, тобто 60% всіх світових LTE-підключень.

До 2022 р. число унікальних абонентів зросте на 1 млрд. в порівнянні з поточним значенням. Як в даний час, так і до 2022 року число підключень буде перевищувати число абонентів, оскільки частина підключень неактивні, а частина абонентів володіють декількома гаджетами.

Зростання підключень до мобільного широкосмугового доступу пояснюється збільшенням числа мобільних пристроїв на одного користувача, а також обмеженими можливостями фіксованого зв'язку з точки зору повсюдної доступності. Відповідно, з ростом числа пристроїв збільшується і обсяг мобільного трафіку. Аналітики вважають, що до 2022 року 75% мобільного трафіку буде споживати відео-контент.

Варто зазначити, що на початку травня 2021 року ABI Research опублікувала звіт з розвитку 6G, згідно з яким перші комерційні мережі шостого покоління з'являться в світі в 2028 і 2029 роках, а запуск перших стандартних технологій очікується приблизно в 2026 році.

Хоча розгортання мереж 5G ледь почалося, розробка 6G активно набирає оберти. Наукові кола і промисловість уже готуються до впровадження бездротових мереж шостого покоління в 2030 роки. Якщо мережі 5G повинні забезпечити швидкість передачі даних до 20 Гбіт/с і середню швидкість взаємодії з користувачем 120 Мбіт / с, то для підтримки таких програм, як голографічний зв'язок і Х-реальність (комбінація доповненої, віртуальної і змішаної реальності) ці значення повинні досягти 1000 Гбіт/с і 1 Гбіт/с відповідно. Саме на них будуть орієнтуватися розробники мереж 6G [6].

Планується, що 6G забезпечить основу для створення змішаного реально-віртуального середовища, де взаємодія людини і машини буде здійснюватися в реальному часі. Внутрішньолінійна повнодуплексна технологія дозволить вузлам зв'язку вивчати або розпізнавати інші доступні канали при передачі даних, що скоротить час очікування і покращить ефективність використання спектра, а зв'язок в ТГц діапазоні забезпечить неймовірно широку смугу пропускання. Все це дозволить задовольнити потреби користувачів, що зростають в зв'язку з швидким збільшенням обсягу даних.

З 2018 р. фінська флагманська програма 6G, очолювана Університетом Оулу, розпочала перевірку теоретичних досліджень і створення перших промислових прототипів. Експерти також додали, що багато інших країн, включаючи Китай, Південну Корею, Європейський Союз і США, також запустили нові проекти, пов'язані з розробкою 6G-мереж [6].

2 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На сьогоднішній день інтернет є невід'ємною частиною життя суспільства. За останні роки широкого розповсюдження набув саме безпроводовий інтернет, для підключення якого використовуються мережі зв'язку в стандартах GSM/UMTS/LTE і CDMA. У мережах GSM (2G, 3G, 4G) підключення до інтернету в Україні забезпечують оператори: Київстар, Vodafone, Lifecell та 3Mob. У мережах CDMA працює один український оператор - Інтертелеком.

2.1 Системи стандарту CDMA

В останні роки завдяки переходу на цифрові види зв'язку, що, у свою чергу, базуються на стрімкому розвитку мікропроцесорів, у телекомунікаційних технологіях досягнуто значного прогресу. Один з яскравих прикладів цього - поява і швидке впровадження технології зв'язку з цифровими шумоподібними сигналами і застосуванням методів багатостанційного доступу з кодовим розподілом каналів. Багато фахівців у сфері телекомунікацій вважають, що технологія стільникового зв'язку з кодовим розподілом каналів CDMA складатиме серйозну конкуренцію цифровим технологіям, зокрема GSM.

Основна властивість цифрового зв'язку із шумоподібними сигналами - захищеність каналу зв'язку від перехоплення, перешкод і підслуховування.

Основні напрямки впровадження і використання CDMA - це наземні фіксовані бездротові телефонні мережі (стандарт cdmaOne WLL), стільникові мобільні системи радіозв'язку і супутникові системи зв'язку. Найбільшого ринкового успіху домоглися розроблювачі саме цих мереж. У стільникових мережах впровадження CDMA пов'язано з певними технічними труднощами. У разі швидкісного переміщення рухомого абонента (швидкість автомобіля понад 100 км/год) відбувається втрата сигналу через появу помилок у мережі внаслідок недостатньої швидкодії процесорів, що обробляють сигнал [7].

На сьогодні метод багатостанційного доступу з кодовим розподілом каналів реалізований у кількох стандартах: стандарт CDMA запропонований і впроваджується компанією Qualcomm, стандарт В-CDMA - компанією Inter

Digital, FH/CDMA - компанією Tadiran Telecommunications. Ці стандарти значно відрізняються один від одного, насамперед за способом управління в каналах і методом розширення спектра. Побудовані на їх основі системи розрізняються між собою як функціональними можливостями, так і областю застосування [8].

На відміну від інших цифрових систем, що поділяють відведений діапазон на вузькі канали за частотною (FDMA) або часовою (TDMA) ознакою, у стандарті CDMA передану інформацію кодують і код перетворюють у шумоподібний широкосмуговий сигнал так, що його можна виділити знову, тільки маючи код на приймальній стороні. При цьому одночасно в широкій смузі частот можна передавати і приймати безліч сигналів, що не заважають один одному.

Центральними поняттями методу багатостанційного доступу з кодовим розподілом каналів у реалізації компанії Qualcomm є розширення спектра методом прямої послідовності, кодування за Уолшем і управління потужністю.

Широкосмуговою називається передавальна система, що займає дуже широку смугу частот, яка значно переважає ту мінімальну ширину смуги частот, що фактично потрібна для передавання інформації.

Сутність широкосмугового зв'язку полягає в розширенні смуги частот сигналу, передачі широкосмугового сигналу і виділенні з нього корисного сигналу перетворенням спектра прийнятого широкосмугового сигналу в первинний спектр інформаційного сигналу [7].

Спрощену структурну схему, що пояснює принцип роботи системи стандарту CDMA, наведено на рис. 2.1.

Інформаційний сигнал кодується за Уолшем, потім змішується з несучою, спектр якої попередньо розширюється перемноженням із сигналом джерела псевдовипадкового шуму (ПВШ). Кожному інформаційному сигналу призначається свій код Уолша, потім вони поєднуються в передавачі, пропускаються крізь фільтр, і загальний шумоподібний сигнал випромінюється передавальною антеною [9].

На вхід приймача надходять корисний сигнал, фоновий шум, завади від базових станцій сусідніх осередків і від рухомих станцій інших абонентів. Після ВЧ-фільтрації сигнал надходить на корелятор, де відбувається стиск спектра і виділення корисного сигналу в цифровому фільтрі за допомогою заданого коду Уолша. Спектр завад розширюється, і спотворення з'являються

на виході корелятора у вигляді шуму. На практиці в рухомій станції використовується кілька кореляторів для прийому сигналів з різним часом розповсюдження в радіотракті або сигналів, переданих різними базовими станціями.

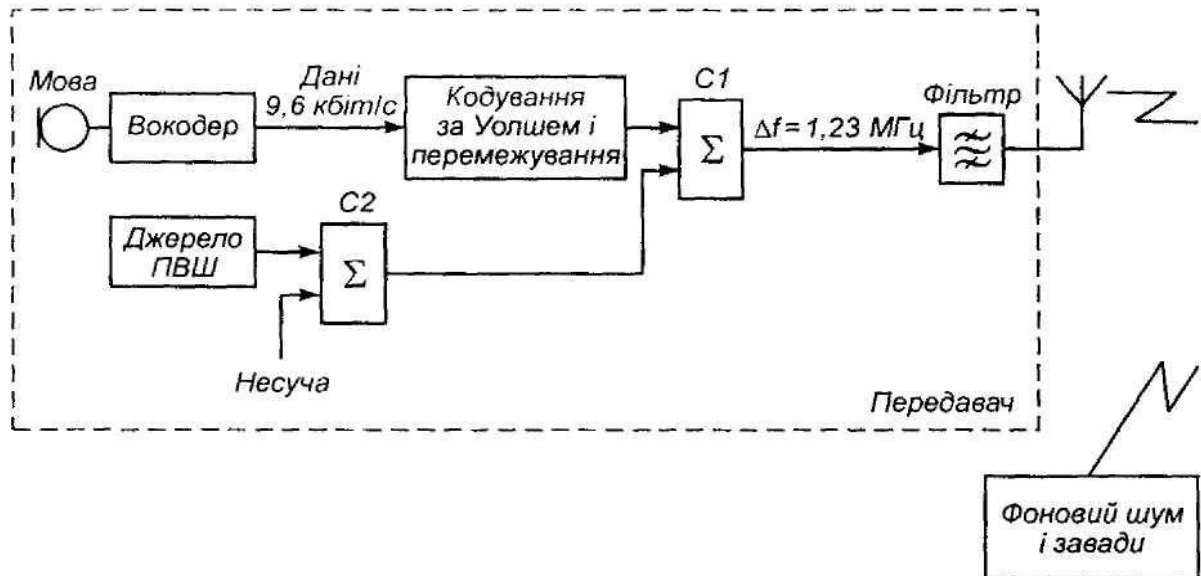


Рисунок 2.1 – Принцип роботи системи стільникового зв'язку стандарту CDMA

У системах, заснованих на інших методах доступу, потрібно планувати розподіл частотного ресурсу між сусідніми стільниками, для того щоб запобігти взаємному впливу сигналів сусідніх стільників. У системах, що використовують метод CDMA, змінюючи синхронізацію джерела ПВШ, можна використовувати ту саму ділянку смуги частот для роботи у всіх стільниках мережі. Таке стовідсоткове використання доступного частотного ресурсу - один з основних факторів, що визначають високу абонентську ємність мережі стандарту CDMA і спрощують її організацію [8].

У системах, які використовують методи доступу з часовим або частотним розподілом каналів, абонентська ємність стільника жорстко обмежена і визначається кількістю доступних каналів зв'язку або часових інтервалів. На протилежність цьому системи на базі CDMA мають динамічну абонентську ємність. І хоч є 64 коди Уолша, ця теоретична межа не досягається в реальних умовах; абонентська ємність системи обмежується внутрішньосистемною інтерференцією, зумовленою одночасною роботою рухомих і базових станцій сусідніх стільників. Вплив один на одного основних показників системи

(кількості абонентів, площі радіопокриття базової станції, якості мови в каналі) показано на рис. 2.2 [10].

Ці показники взаємозалежні, і не можна одночасно досягти максимальних значень кожного з них. Доводиться шукати компроміс. Такий взаємозв'язок є перевагою системи, оскільки дає можливість її гнучкого проектування. Наприклад, у густонаселених районах можна пожертвувати площею покриття, збільшивши кількість абонентів, а на окраїнах, знизивши їх кількість, збільшити площу зони обслуговування (якість мови в обох випадках можна зберегти однаковою).

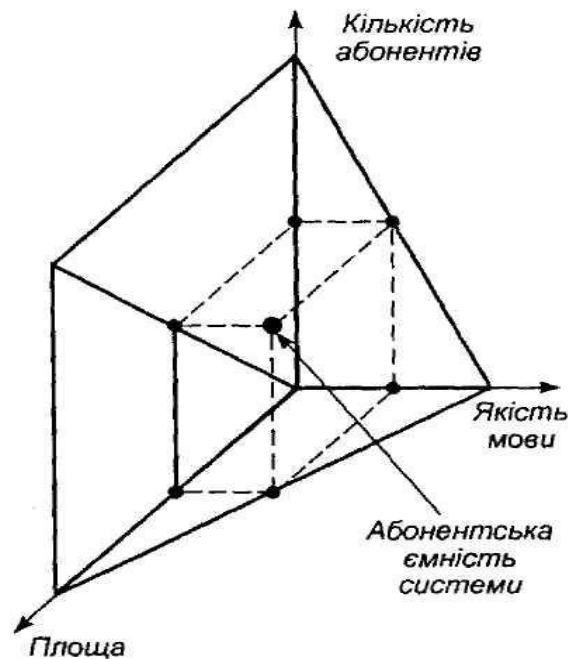


Рисунок 2.2 – Динамічна ємність системи стандарту CDMA

У реальних системах рухомого стільникового зв'язку йдеться про 25 – 35 абонентів на одну базову станцію або сектор. У системах фіксованого абонентського радіодоступу їх більше (близько 45 абонентів).

2.2 Системи GSM/UMTS/LTE

Глобальна система мобільного зв'язку (Global System for Mobile Communications) - міжнародний стандарт для мобільного цифрового [стільникового зв'язку](#) з розділенням каналу за принципом [TDMA](#) та високим рівнем безпеки за рахунок [шифрування з відкритим ключем](#) [7].

Стандарт GSM базується на цифрових методах подання, обробки та передачі мовного сигналу та на комбінації часового і частотного методів розподілу каналів зв'язку. Система GSM працює в діапазоні частот 900 МГц (890-915 МГц - для передавачів абонентських телефонів і 935-960 МГц - для передавачів базових станцій), який містить 124 фізичні радіоканали. Кожен фізичний радіоканал займає смугу частот 200 кГц і містить вісім каналів зв'язку.

У повністю цифровій системі GSM усі сигнали передаються у цифровому вигляді. Мовні кодеки, використовувані в системах цифрового радіозв'язку, ґрунтуються на методах машинного розпізнавання та синтезу мови. Це дає змогу значно звужити смугу частот, зайняту інформаційним сигналом.

Мовний кодек стандарту GSM забезпечує збалансований компроміс між якістю мови, апаратними витратами та затримкою передавання в каналах зв'язку, які використовуються між абонентом і цифровою системою стільникового зв'язку. У районах з високим рівнем завад і зовнішніх шумів (а це типова ситуація для місць функціонування стільникових систем) якість зв'язку значно краща порівняно з аналоговими системами.

Основні вимоги до стандарту GSM покладені в основу вибору повністю цифрової стільникової системи, яка забезпечує функціонування системи зв'язку високої продуктивності, а також перехід бездротових телефонних мереж на цифрову технологію та їхню еволюцію в ISDN. Надання користувачам більш досконалих послуг зв'язку потребує використання цифрових технологій у всій телефонній мережі, у тому числі й у стільниковій [11].

Стандарт GSM забезпечує різні види зв'язку, а саме: мовний, передавання коротких повідомлень, факсимільний, відеотекст і телетекст. Стандарт передбачає інтерфейси для взаємоприєднання до мереж інших типів - телефонних і передавання даних. Передавання цифрової інформації можливе з використанням у різних протоколах міжмережного обміну, у тому числі традиційних аналогових моделей для зв'язку з дротовою телефонною мережею. Використання стандартних протоколів обміну забезпечує синхронне та асинхронне передавання інформації зі швидкістю від 75 до 9 600 біт/с.

Мовний зв'язок і передавання цифрової інформації доповнюються широким набором сервісних послуг, поміж яких можна виділити: ідентифікацію номера абонента, якого викликають; переадресацію викликів; заборону на вхідні та вихідні виклики; конференц-зв'язок; терміновий зв'язок;

передавання коротких текстових повідомлень; входження в закриту групу користувачів; оповіщення про тарифні витрати.

Для захисту від помилок у радіоканалах під час передавання інформаційних повідомлень застосовується блокове та згорнене кодування з перемежуванням. Підвищення ефективності кодування та перемежування з малою швидкістю переміщення рухомих станцій досягається повільним перемиканням робочих частот під час сеансу зв'язку зі швидкістю 217 переходів за секунду.

В GSM досягається високий ступінь безпеки передавання повідомлень, які шифруються за алгоритмом шифрування з відкритим ключем. У стандарті визначено такі механізми гарантування безпеки, як аутентифікація (перевірка відповідності) абонента, конфіденційність передаваної інформації та таємність абонента.

Інформація, що передається радіоканалами стільникової мережі GSM, шифрується. Для підвищення конфіденційності інформації ключі шифрування зберігаються в SIM-картці абонента.

У мережі GSM передбачено ряд заходів для запобігання ідентифікації абонента перехопленням повідомлень, переданих радіоканалами. Ідентифікаційний номер абонента під час обміну даними між стільниковим телефоном і мережею передається лише в зашифрованому вигляді. Цей номер не постійний і змінюється у разі переміщення користувача в зоні обслуговування стільникової мережі [12].

Підвищена стійкість мережі, поєднана з досконалою технікою естафетного передавання інформації, сприяє впровадженню мікростільникової структури, що уможливорює підвищення продуктивності системи стільникового зв'язку.

Архітектуру стільникової мережі GSM показано на рис. 2.3. До її складу (до складу операційної системи, яка забезпечує управління мережею) входить устаткування базової станції та мережне і комутаційне устаткування.

Устаткування базової станції забезпечує радіоінтерфейс в одній чи кількох чарунках із стільниковими телефонами, що розміщені в зоні їхнього функціонування.

Багатоканальний приймач-передавач базової станції BTS працює на радіоканалах, що відрізняються від використовуваних у сусідніх чарунках.

Його легко розширювана конфігурація забезпечує задоволення вимог щодо ємності зв'язку та економічності.

Контролер базової станції BSC керує процедурою "естафетного передавання" між різними BTS стільникової мережі та безпосередньо однією чи кількома BTS, а також контролює якість зв'язку в кожній чарунці.

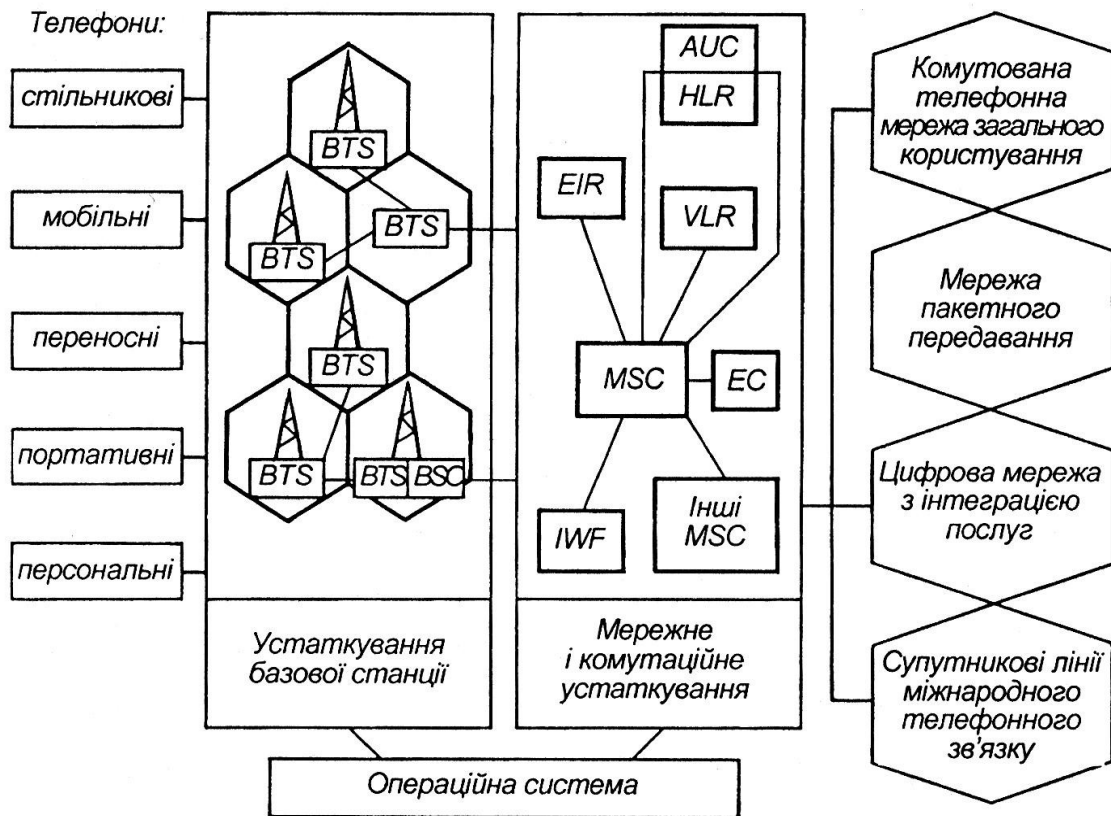


Рисунок 2.3 – Архітектура стільникової мережі GSM

Конфігурації базової станції можуть бути різними: розміщені поряд BSC та одна або кілька BTS; конструктивно об'єднані BTS і BSC; рознесені BTS і BSC.

До складу мережного і комутаційного устаткування належать: центр комутації мобільного зв'язку MSC, центр аутентифікації AUC, реєстр положень (реєстр власних абонентів) HLR, реєстр переміщень VLR, реєстр ідентифікації устаткування EIR тощо [7].

Універсальна Мобільна Телекомунікаційна Система (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) – технологія стільникового зв'язку, розроблена Європейським Інститутом Стандартів Телекомунікацій для

впровадження 3G у Європі. Як спосіб передачі даних через повітряний простір використовується технологія W-CDMA, стандартизована відповідно до проекту 3GPP відповідь європейських вчених і виробників на вимогу IMT-2000, опублікована Міжнародним союзом електрозв'язку як набір мінімальних критеріїв мережі стільникового зв'язку третього покоління.

З метою відмінності від конкуруючих рішень, UMTS також часто називають 3 GSM з метою підкреслити належність технології до мереж 3G і його спадкоємність у розробках мереж стандарту GSM.

UMTS розгортається шляхом впровадження технологій радіо-інтерфейсу W-CDMA, TD-CDMA, або TD-SCDMA на «ядрі» GSM. У цей час більшість операторів, що працюють як на мережах UMTS, так і інших стандартах типу FOMA, вибирають як технологію повітряного інтерфейсу W-CDMA.

Радіо-інтерфейс UMTS використовує в своїй роботі пару каналів із шириною смуги 5 МГц. Для порівняння, конкуруючий стандарт CDMA2000 використовує один або кілька каналів із смугою частот 1,25 МГц для кожного з'єднання. Тут же криється і недолік мереж зв'язку, що використовують W-CDMA: неекономічна експлуатація спектру та необхідність звільнення вже зайнятих під інші служби частот, що уповільнює розгортання мереж, як, наприклад, у США.

Згідно зі специфікаціями стандарту, UMTS використовує такий спектр частот: 1885—2025 МГц для передачі даних в режимі «від мобільного терміналу до базової станції» і 2110—2200 МГц для передачі даних в режимі «від станції до терміналу». У США через зайнятість спектру частот в 1900 МГц мережами GSM виділені діапазони 1710—1755 МГц і 2110—2155 МГц відповідно. Крім того, оператори деяких країн (наприклад, американський AT&T Mobility) додатково використовують смуги частот 850 МГц і 1900 МГц. Також уряд Фінляндії на законодавчому рівні підтримує розвиток мережі стандарту UMTS900, що покриває важкодоступні райони країни і використовує діапазон 900 МГц (у даному проекті беруть участь такі компанії як Nokia і Elisa Oyj [11]).

Для операторів зв'язку, які вже надають послуги у форматі GSM, перехід у формат UMTS представляється легким з технічної точки зору і значно витратним одночасно: при створенні мереж нового рівня зберігається значна частина колишньої інфраструктури, але разом з тим отримання ліцензій та

придбання нового обладнання для базових станцій вимагає значних капітальних вкладень.

Long Term Evolution (LTE) – назва мобільного протоколу передавання даних. LTE розглядається як еволюція технології UMTS, є стандартом високошвидкісного бездротового зв'язку передачі даних розроблений групою 3GPP. Формально LTE відноситься операторами мобільного зв'язку та виробниками до стандарту 4G. Для просування технології на ринках північної Америки торговою асоціацією 4G Americas, яка популяризує технології групи 3GPP, було впроваджено термін 4G LTE.

Мережі 4G на основі стандарту LTE працюють у всіх чинних діапазонах частот, що виділені для стільникового зв'язку по всьому світу.

Швидкість завантаження за стандартом 3GPP LTE досягає 326,4 Мбіт/с, і 172,8 Мбіт/с на вивантаження. Практично забезпечує швидкість передавання даних від базової станції до пристрою абонента до 100 Мбіт/с і швидкість від абонента до базової станції — до 50 Мбіт/с [12].

Ці удосконалення можуть підвищити ефективність, знизити витрати, розширити і удосконалити послуги, що вже надаються, а також інтегруватися із вже наявними протоколами. LTE-мережа дозволяє користуватися такими послугами як «відео на вимогу», забезпечуючи потокове передавання без затримок відео в HD-роздільності.

Операторам впровадження технології LTE дозволить зменшити капітальні та операційні витрати, знизити сукупну вартість володіння мережею, розширити свої можливості в області конвергенції послуг і технологій, підвищити доходи від надання послуг передачі даних.

Проблеми переходу на LTE включають необхідність у новому спектрі для отримання переваг від широкого каналу. Крім того, потрібні абонентські пристрої, здатні одночасно працювати в мережах LTE і 3G для плавного переходу абонентів від старих до нових мереж.

2.3 Порівняльний аналіз технологій мобільного зв'язку

Між різними технологіями мобільного зв'язку існують відмінності і з домінуючим на українському ринку стандартом GSM (2G, 3G, 4G) успішно уживається стандарт CDMA.

Ключова відмінність між цими стандартами - спосіб роботи з частотним ресурсом. У GSM використовується поділ каналів за часом і частотою. На кожного абонента виділяється маленька частотна смуга, на якій телефон спілкується з базовою станцією. При цьому сеанси обміну даними фіксовані за часом, сигнал переривається, але через високу частоту передачі даних абонент цього не помічає. У реальному житті переривання помітні хіба що по характерному звуку динаміків, якщо поруч лежить телефон, на який дзвонять або приходить повідомлення [13].

У свою чергу в CDMA використовується кодове розділення сигналів. Кожен абонент, який підключений до базової станції використовує весь доступний частотний ресурс, загальний для всіх абонентів, а базова станція спілкується з усіма одночасно. Сигнал від одного з учасників виділяється за допомогою кодової модуляції - кожному абоненту відповідає певний код, що дозволяє виділити його із загального радіоефіру.

Різниця в принципах роботи, більш широка смуга частот, що виділяється на CDMA-абонента, перетворюються на певні переваги CDMA над GSM. Для абонента вони полягають в наступному:

- краща якість передачі мови - велика смуга частот стійка до перешкод;
- безпека - з боку перехоплень CDMA сигнал виглядає як шум, виділити з нього окремого абонента важко;
- менше енергоспоживання пристрою зв'язку - потужність сигналу в мережі CDMA менше, в порівнянні з GSM і лінійно залежить від відстані до базової станції. Це впливає і на безпеку, оскільки сигнал меншої потужності важче зафіксувати [14].

Для операторів переваги CDMA полягають в більшій ємності базових станцій, їх радіусі дії, простоті налаштування мережі, стійкості до перевантажень і можливості адаптації під конкретні завдання. CDMA-оператори можуть покривати більшу площу меншою кількістю обладнання, яке легше конфігурується [13]. Порівняння стандартів CDMA та GSM наведено в табл. 2.1.

Стандартом GSM (2G, 3G, 4G) набагато поширеніший ніж CDMA оскільки на момент створення CDMA GSM вже існував, був вибір готових рішень як операторського обладнання, так і споживчого. Більш досконалий CDMA вимагав великих обчислювальних потужностей, створення нових

рішень для менш поширеної технології і телефони коштували дорожче своїх GSM-аналогів і були з ними несумісними.

Таблиця 2.1 - Порівняння сучасних стандартів мобільного зв'язку

Категорії	GSM	GSM 3G	GSM 4G	CDMA
Випромінювання телефонного апарату	600mWatt	250mWatt	200mWatt	180mWatt
Швидкість передачі даних	Стандарт на-43.2 Кбіт/сек EDGE - 474 Кбіт/сек.	Стандарт до 42 мб/сек	Стандарт до 150 мб/сек	Стандартна - 153 Кбіт/сек EVDO Rev 0 - 2,4 Мбіт/сек. EVDO Rev A - 3,1 Мбіт/сек.
Якість голосу	Середня	Висока	Нема	Висока
Ємність базової станції	300-400 абонентів	-	-	1000 абонентів
Радіус покриття Базовою Станції (при ідеальних умовах)	35 км	15км	5км	70-90 км
Вартість витрат на підтримку мережі	Висока	Помірна	Помірна	Низька
Стійкість до перевантажень	Низька	Помірна	Помірна	Висока

У мережі GSM ідентифікатором абонента завжди була і є SIM-карта, на ній зберігається необхідна оператору інформація. Користувач, який бажає змінити мобільний телефон на новий, просто переставляє її. Для роботи в мережах CDMA необхідні дані записувалися (прошивалися) в сам телефон, в ньому не було навіть слота для SIM-карти. Тому зміна мобільного телефону несла за собою необхідність візиту в салон оператора, а телефон не можна було використовувати в інших країнах, наприклад, в роумінгу. Аналог SIM для CDMA з'явився в 2002 році, і отримав назву R-UIM. Почали з'являтися і

телефони, що працюють як в CDMA, так і в GSM, проблема обмеженого вибору пристроїв поступово зникла. На українському ринку CDMA оператори займають помітно меншу частку, вибір сумісних смартфонів або телефонів менше, але частину обладнання імпортують оператори, а користувачі при бажанні можуть самі купити підходящий смартфон на міжнародних майданчиках [13].

Якщо врахувати переваги та недоліки, вийде, що технології зі споживчої точки зору виглядають порівнянними, остаточний вибір зводиться тільки до покриття оператора.

3 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ ПЕРЕСУВНИХ КАВ'ЯРЕНЬ

Перед вибором обладнання для підключення мережі Інтернет у пересувній кав'ярні необхідно звернути увагу на декілька факторів:

- вибір оператора зв'язку відповідно до карти покриття,
- кількість обладнання, що необхідно підключити до інтернету та максимальна кількість користувачів мережі,
- як часто кав'ярня буде змінювати своє місцезнаходження.

Вибір оператора зв'язку відповідно до карти покриття. Після з'ясування зони в якій буде пересуватися кав'ярня на спеціалізованій карті покриття можна обрати оператор зв'язку, який забезпечує найкращу швидкість роботи мережі інтернет (Intertelecom, Vodafone, Lifecell, Kyivstar, Тримоб). Карту міста Харків з покриттям різних операторів наведено на рис. 3.1.

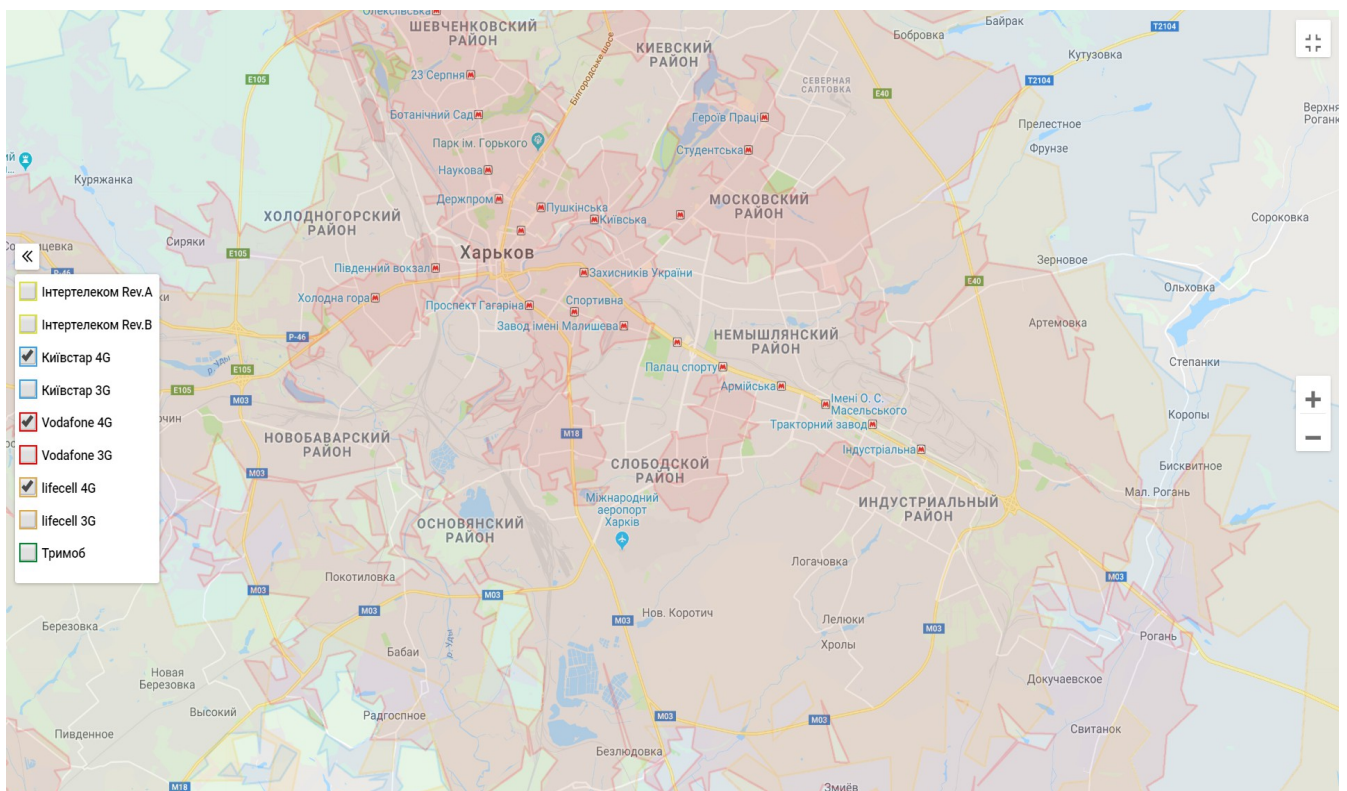


Рисунок 3.1 - Карта покриття операторів зв'язку (м. Харків)

Кількість обладнання, що необхідно підключити до інтернету та максимальна кількість користувачів мережі. Зазвичай у сфері обслуговування (кав'ярня, ресторан, магазин тощо) використовується наступна техніка - комп'ютер (ноутбук, телефон, планшет), касовий апарат та розрахунковий апарат. З'ясувавши цей факт стане зрозуміло, яке обладнання необхідно встановити та який тариф оператора обрати.

Як часто кав'ярня буде змінювати своє місцезнаходження: буде у постійному русі або буде час від часу переїздити на інше місце. Даний фактор впливає на вибір підсилювальної антени, яка забезпечить стабільну швидкість інтернету.

Відповівши на всі вище перераховані запитання можна переходити до вибору необхідного обладнання.

3.1 Вибір USB-модему

Для підключення пересувних кав'ярень до мережі інтернет зазвичай використовуються технології доступу по телефонній лінії, за допомогою виділених ліній, різних радіотехнологій та навіть супутникових систем. Найпростіший спосіб підключитися до інтернету - за допомогою телефонної лінії. Для цього використовують телефонні модеми, які кодують (модулюють) комп'ютерну інформацію, представлену в цифрах, в електричні хвилі, і навпаки. Модем може підключатися до комп'ютера, якщо він зовнішній, або бути картою розширення, якщо він внутрішній.

Модем - це пристрій, що застосовується в системах зв'язку і виконує функцію модуляції і демодуляції. Робота модулятора модему полягає в тому, що потік бітів з комп'ютера перетворюється в аналогові сигнали, придатні для передачі по телефонному каналу зв'язку. Демодулятор модему виконує зворотню задачу. Дані, що підлягають передачі, перетворюються в аналоговий сигнал модулятором модему «передавального» комп'ютера. Приймаючий модем, що знаходиться на протилежному кінці лінії, передає сигнал і перетворює його назад в цифровий за допомогою демодулятора. Режим роботи, коли передача даних здійснюється тільки в одному напрямку, називається напівдуплекс, в обидві сторони - дуплексом.

Окремим випадком модему є широко використовуваний периферійний пристрій для комп'ютера, що дозволяє йому зв'язуватися з іншим комп'ютером, обладнаним модемом, через телефонну мережу (телефонний модем).

Модеми бувають внутрішніми (у вигляді електронної плати, яка підключається до шини ISA або PCI комп'ютера) і зовнішніми, у вигляді окремого пристрою. Відрізняються модеми підтримуваними протоколами зв'язку і швидкістю модуляції. Вона визначає фізичну швидкість передачі даних без урахування виправлення помилок і стиснення даних, яка вимірюється кількістю біт в секунду.

Модеми бувають:

- зовнішні - підключаються до COM або USB порту, зазвичай мають зовнішній блок живлення (існують USB-модеми, що живляться від USB і LPT-модеми).

- внутрішні - встановлюються всередину комп'ютера в слот ISA, PCI, PCMCIA, AMR, CNR

- вбудовані - є внутрішньою частиною пристрою, наприклад ноутбука або док-станції [15].

Для підключення пересувної кав'ярні до мережі Інтернет найбільш зручними є зовнішні USB-модеми.

USB модем - це різновид модему, що підключається до комп'ютера через USB порт [16].

На сьогоднішній день на українському ринку представлено велику кількість моделей USB-модемів, що працюють в CDMA та GSM (2G/3G/4G) стандартах.

Найбільш популярними компаніями з виробництва USB-модемів є:

- компанія Huawei - одна з лідерів в сфері телекомунікацій, USB-модеми Huawei відрізняються найбільшою різноманітністю за зовнішнім виглядом, характеристиками і ціною категорією;

- модеми канадської компанії Sierra Wireless відрізняються інноваційними технологіями, вони, як правило, орієнтовані на четверте покоління зв'язку (4G модеми) і мають сильні модулі прийому;

- китайська компанія ZTE – один з найбільших виробників в сфері IT-технологій;

- Novatel Wireless – один з лідерів-виробників 3G/4G обладнання, найбільш відома вона за патент MiFi. MiFi - це мобільна точка доступу,

кишеньковий WiFi роутер. Він роздає бездротову мережу відразу на кілька пристроїв [15].

Одним з найкращих CDMA USB-модемів, що забезпечить якісну роботу інтернету пересувної кав'ярні є 3G USB модем Huawei EC306, який зображено на рис. 3.2. Технічні характеристики 3G USB модем Huawei EC315 наведено в табл. 3.1.



Рисунок 3.2 – 3G USB модем Huawei EC315

Даний модем використовується як Wi-Fi роутер у випадку, якщо треба підключити інтернет для роботи відеокамери, а також, ноутбук працівника. Досить важливою характеристикою даного модему є те, що він працює з багатьма Wi-Fi маршрутизаторами. Саме цю модель модему використовують зазвичай у зонах де мережа GSM не надає стабільний сигнал.

Також, можливо використати GSM USB-модем, а саме 3G/4G USB модем Huawei E3372 (рис. 3.3), технічні характеристики якого наведено в табл.3.2.

3G/4G USB модем Huawei E3372 адаптований для роботи з такими українськими GSM операторами зв'язку як Київстар, Vodafone, Lifecell та 3Mob. Модем забезпечує доступ в Ethernet як в мережах мобільного зв'язку 3G, так і 4G. Підтримуються такі стандарти: 2G: 850/900/1800/1900, 3G: 900/2100, LTE FDD 700/900/1800/2100/2600 МГц, TDD 2300 МГц. Максимальна швидкість отримання даних досягає 150 Мбіт/с в мережах 4G (LTE) і до 42,7 Мбіт/с в 3G мережах. Відправлення даних можливо на швидкості до 50 Мбіт/сек. [17].

Ще одним варіантом є 3G USB модем Huawei E8732 (рис. 3.4). Технічні характеристики 3G USB модем Huawei E8372 наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики 3G USB модем Huawei EC315

Характеристика	Значення
Тип обладнання	USB модем
Стандарт зв'язку	CDMA 800MHz
Робота в мережі операторів	Інтертелеком
Максимальна швидкість	до 14,7 Мб/с.
Технологія передачі даних	CDMA EVDO Rev.A (до 3.1 Мбіт/с) CDMA EVDO Rev.B (до 14.7 Мбіт/с)
Індикатори на корпусі	Мережа Wi-Fi
Тип антени	Вбудована
Підключення зовнішньої антени	Можливо, CRC9
Слот для карт пам'яті	Так, microSD о 64Гб
Підтримка ОС	Windows XP, Windows 8/8.1, Windows 7, Mac OS, Linux, Windows 10
Інші функції	Робота з WiFi роутерами Роздача WiFi до 11 Мбит/с (Wi-Fi 1, 802.11b) до 54 Мбит/с (Wi-Fi 3, 802.11g) до 300 Мбит/с (Wi-Fi 4, 802.11n) Кіл-ть підключ. пристроїв 10
Розміри	Габарити - 90.6 x 28.6 x 12.6 мм Вага - 35 грамів
Схожі моделі	3G USB модем Huawei EC306 3G/4G USB модем Huawei E3372 3G/4G USB модем Huawei E8372



Рисунок 3.3 – 3G/4G USB модем Huawei E3372

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики 3G USB модем Huawei E3372

Характеристика	Значення
Тип обладнання	USB модем
Стандарт зв'язку	GSM
Робота в мережі операторів	Київстар, Vodafone, Lifecell, 3Mob
Максимальна швидкість	150 Мб/с
Технологія передачі даних	2g (EDGE) до 236,8 Кбит/с 3g (DC-HSPA) - до 42,7мб/с 4g (LTE) -150мб/с
Тип антени	Вбудована
Підключення зовнішньої антени	2×TS9 слот (MIMO)
Слот для карт пам'яті	Так, microSD до 32Гб
Підтримка ОС	Windows XP, Windows 8/8.1, Windows 7, Mac OS, Linux, Windows 10



Рисунок 3.4 – 3G USB модем Huawei E8372

Обрана модель має деякі особливості, а саме: підтримує усі сучасні стандарти зв'язку та надає максимально можливу швидкість. Також, досить зручним є те, що у цієї моделі є функція Wi-Fi маршрутизатору і для мінімальних задач не потрібно купувати стаціонарний Wi-Fi роутер. Можливість змінювати оператора дає змогу зробити підключення практично у будь-якому місці.

Обираючи USB модем для підключення пересувної кав'ярні до мережі інтернет, також можна звернути увагу на 3G/4G LTE Wi-Fi модем ZTE MF79u (рис. 3.5). Технічні характеристики даного модему наведено в табл. 3.4.



Рисунок 3.5 – 3G/4G LTE Wi-Fi модем ZTE MF79u

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики 3G USB модем Huawei 8372

Характеристика	Значення
Тип обладнання	USB модем
Стандарт зв'язку	GSM
Робота в мережі операторів	Київстар, Vodafon, Lifecell, 3Mob
Максимальна швидкість	до 150 Мб/с
Технологія передачі даних	GPRS (до 80 Кбіт/с), EDGE (до 240 Кбіт/с), W-CDMA (до 2 Мбіт/с), HSUPA (до 5.7 Мбіт/с), HSDPA (до 14.4 Мбіт/с), HSPA+ (70 Мбіт/с), LTE (до 150 Мбіт/с)
Індикатори на корпусі	Мережа, Мережа Wi-Fi , смс
Тип антени	Вбудована
Підключення зовнішньої антени	2×TS9 слот (MIMO)
Слот для карт пам'яті	Так, microSD до 64гб
Підтримка ОС	Windows XP, Windows 8/8.1, Windows 7, Mac OS, Linux, Windows 10
Інші функції	Робота з WiFi роутерами Роздача WiFi до 11 Мбит/с (Wi-Fi 1, 802.11b) до 54 Мбит/с (Wi-Fi 3, 802.11g); до 300 Мбит/с (Wi-Fi 4, 802.11n) Кіл-ть пристроїв - 10,
Розміри	Габарити - 94x30x14 мм, вага - 40 грамів
Схожі моделі	3G USB модем Huawei EC315; 3G/4G USB модем Huawei E3372 3G/4G USB модем Huawei EC306

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики 3G/4G LTE Wi-Fi модем ZTE MF79u

Характеристика	Значення
Тип обладнання	USB модем

Стандарт зв'язку	GSM
Робота в мережі операторів	Київстар, Vodafone, Lifecell
Максимальна швидкість	до 150 Мб/с
Технологія передачі даних	Wi-Fi 802.11b/g/n, 4G LTE, DC-HSPA +, HSPA +, HSPA, HSUPA, HSDPA, EDGE, GPRS
Тип антени	Вбудована
Підключення зовнішньої антени	2×TS9 слот (MIMO)
Слот для карт пам'яті	Так, microSD до 32Гб
Підтримка ОС	Windows XP/7/8/8,1/10, Mac, Linux
Інші функції	Радіус дії WiFi – 10 метрів, Кіл-ть пристроїв – 10 + 1 за допомогою USB
Розміри	Габарити – 88 x 28 x 11,5 мм, вага – 35 г.

ZTE MF79U – це портативний, високошвидкісний модем. Він працює з діючими операторами GSM України (Kyivstar, Vodafone і Lifecell), а також закордоном в мережах, що підходять по частотах іноземних операторів. Пристрій, також, виконує функції Wi-Fi роутера. Радіус роздачі Wi-Fi до 10 метрів. Одночасно можливо підключити до 10 пристроїв. Додатково модем може бути використаний, як флеш-накопичувач, бо в нього вбудовано слот під карту пам'яті до 32 Гб [18].

3.2 Вибір WI-FI маршрутизатора

Роутер або маршрутизатор - це мережний пристрій, що приймає рішення про відправлення пакетів мережного рівня (рівень 3 моделі OSI) між різними сегментами мережі на підставі інформації про топологію мережі і певних правил.

Основне призначення Wi-Fi роутерів - маршрутизація трафіку мережі. На додаток до маршрутизації, роутери здійснюють і комутацію каналів/повідомлень/пакетів.

Маршрутизатор функціонує на мережному рівні і служить для організації зв'язку між мережами з однаковими мережними протоколами. Він забезпечує захист інформації і контроль шляхів її передачі.

Маршрутизатори допомагають зменшити завантаження мережі. В основному їх застосовують для об'єднання мереж різних типів, в тому числі несумісних з архітектури і протоколів, наприклад для об'єднання різних локальних мереж, а так само для забезпечення доступу з локальної мережі в глобальну мережу Інтернет.

Wi-Fi маршрутизатори працюють на мережному рівні моделі [OSI](#): можуть пересилати [пакети](#) з однієї мережі до іншої. Для того, щоб надіслати пакети в потрібному напрямку, маршрутизатор використовує [таблицю маршрутизації](#), яка зберігається у його пам'яті. [Таблиця маршрутизації](#) може складатися засобами статичної або динамічної [маршрутизації](#). Статична маршрутизація - це коли записи в таблиці вводяться і змінюються вручну. Такий спосіб вимагає втручання адміністратора щоразу, коли відбуваються зміни в топології мережі. А динамічна маршрутизація - записи в таблиці оновлюються автоматично за допомогою одного або кількох протоколів маршрутизації - [RIP](#), [OSPF](#), [EIGRP](#), [IS-IS](#), [BGP](#), і ін. Крім того, маршрутизатор будує таблицю оптимальних шляхів до мереж призначення на основі різних критеріїв - кількості проміжних вузлів, пропускної спроможності каналів, затримки передачі даних тощо. Такий спосіб побудови таблиці дозволяє автоматично тримати таблицю маршрутизації в актуальному стані і обчислювати оптимальні маршрути на основі поточної топології мережі.

Таблиця маршрутизації містить інформацію, на основі якої маршрутизатор приймає рішення про подальшу відправку пакетів. Таблиця складається з деякого числа записів - маршрутів, в кожному з яких міститься ідентифікатор мережі одержувача (що складається з адреси і маски мережі), адреса наступного вузла, якому слід передавати пакети, адміністративної відстані - ступінь довіри до джерела маршруту і вагу записи - метрика. Метрики записів в таблиці забезпечують обчислення найкоротших маршрутів до різних одержувачів. Залежно від моделі маршрутизатора і використовуваних

протоколів маршрутизації, в таблиці може міститися деяка додаткова службова інформація [16]. Приклад таблиці маршрутизації наведено на рис. 3.6.

```
192.168.64.0/18 [110/49] via 192.168.1.2, 00:34:34, FastEthernet0/0.1
```

где 192.168.64.0/18 – сеть назначения,
 110/- административное расстояние
 /49 – метрика маршрута,
 192.168.1.2 – адрес следующего маршрутизатора, которому следует
 передавать пакеты для сети 192.168.64.0/18,
 00:34:34 – время, в течение которого был известен этот маршрут,
 FastEthernet0/0.1 – интерфейс маршрутизатора, через который можно
 достичь «соседа» 192.168.1.2.

Рисунок 3.6 – Таблица маршрутизації

Зазвичай, маршрутизатор використовує адресу одержувача, вказану в пакетах даних, і визначає по таблиці маршрутизації шлях, по якому слід передати дані. Якщо в таблиці маршрутизації для адреси немає описаного маршруту, пакет відкидається.

Wi-Fi роутери класифікують за областями застосування.

Маршрутизатори верхнього класу (магістральні маршрутизатори (backbone routers) - це найбільш потужні пристрої, здатні обробляти кілька сотень тисяч або навіть кілька мільйонів пакетів в секунду, використовуються для об'єднання мереж підприємства (побудови центральної мережі). Вони підтримують безліч протоколів і інтерфейсів, можуть мати до 50 портів локальних або глобальних мереж. Велика увага приділяється в магістральних моделях надійності та відмовостійкості маршрутизатора, яка досягається за рахунок системи терморегуляції, надлишкових джерел живлення, а також симетричного багатопроцесування.

Маршрутизатори середнього класу – це маршрутизатори регіональних відділень. З'єднують регіональні відділення між собою і з центральною мережею. Мережа регіонального відділення, так само як і центральна мережа, може складатися з декількох локальних мереж. Такі маршрутизатори, як правило, представляють собою деяку спрощену версію магістрального маршрутизатора, підтримувані ними інтерфейси локальних і глобальних мереж менш швидкісні. Дані маршрутизатори підтримують найбільш поширені

протоколи маршрутизації і транспортні протоколи. Це найбільший клас маршрутизаторів, характеристики, яких можуть наближатися до характеристик магістральних маршрутизаторів, а можуть і опускатися до характеристик маршрутизаторів віддалених офісів.

Маршрутизатори нижнього класу – це маршрутизатори віддалених офісів. Призначаються для локальних мереж підрозділів; вони пов'язують невеликі офіси з мережею підприємства. Такі маршрутизатори можуть підтримувати один або два інтерфейси локальних мереж, розраховані на низькошвидкісні виділені лінії або комутовані з'єднання. Маршрутизатор віддаленого офісу може підтримувати роботу віддаленого підключення в якості резервного зв'язку для виділеного каналу. Ці роутери користуються великим попитом в організаціях, яким необхідно розширити наявні міжмережні об'єднання. Існує дуже велика кількість типів маршрутизаторів віддалених офісів. Це пояснюється як масовістю потенційних споживачів, так і спеціалізацією такого типу пристроїв, що виявляється в підтримці одного конкретного типу глобального зв'язку. Існують маршрутизатори, що працюють тільки по мережі ISDN, існують моделі тільки для аналогових виділених ліній.

Існують наступні види маршрутизаторів:

- багатопрокольні маршрутизатори нагадують мости з тією суттєвою різницею, що вони працюють на мережному рівні; як і будь-який маршрутизатор, вони беруть пакет з однієї лінії і передають його на іншу, але при цьому лінії належать до різних мереж і використовують різні протоколи;

- маршрутизатори з інтеграцією послуг гарантують пріоритетному трафіку, зокрема трафіку реального часу, своєчасну доставку; вони підтримують протокол RSVP для резервування таких ресурсів, як пропускну здатність і буфери в черзі;

- комутатори третього рівня, по суті, також є маршрутизаторами, причому пакетні комутатори - насправді звичайні маршрутизатори, тільки швидкі [19].

Щоб вибрати маршрутизатор правильно, необхідно визначити які параметри найбільш важливі. Варто врахувати, з яким обладнанням і в яких умовах буде працювати маршрутизатор, необхідність наявності додаткових можливостей або технічних особливостей. При виборі маршрутизатора необхідно звернути увагу на наступні основні чинники.

1) Тип підключення до глобальної мережі інтернет. Необхідно розуміти, яким чином буде отримуватися доступ до мережі інтернет від провайдера. Найчастіше це телефонна лінія, Ethernet-дріт або модем.

2) Бездротові стандарти, що підтримуються використовуваним обладнанням. Існує кілька стандартів Wi-Fi - на даний момент актуальні: 802.11 b/g, що забезпечує можливість підключення на швидкості до 54 Мбіт/сек, 802.11n draft - до 150 Мбіт/сек, 802.11n - до 300 Мбіт/сек.

3) Сила та стабільність сигналу може істотно впливати на швидкість підключення. Чим більше стін і перегородок в приміщенні, а також віддаленість місць підключення, тим сильніше повинен бути сигнал. На цей параметр впливає кількість підключених антен, їх потужність, а також можливість підключення зовнішніх антен.

4) Наявні інтерфейси - варто звернути увагу на:

- кількість і швидкість Ethernet-портів, впливає на кількість пристроїв, що підключаються по дроту і швидкість підключення;

- USB-порт визначає можливості підключення: USB-накопичувачі, принтери, МФУ, зовнішні модеми.

5) Функціонал - важливим фактором є можливості налаштування безпеки, протоколи шифрування, наявність мережевого екрану, фільтрів, можливості лімітування трафіку. Також варто врахувати простоту адміністрування, наявність підтримки доступної мови інтерфейсу.

6) Підтримка IPTV - популярної послуги, яку надають інтернет провайдери.

Виходячи з того, що у пересувній кав'ярні для підключення до мережі інтернет, буде необхідний ноутбук, а можливо ще касовий апарат та платіжний термінал, то для якісної роботи потрібно розглянути кілька варіантів роутерів [20].

Одним з широко відомих Wi-Fi маршрутизаторів на українському ринку є Mi Wi-Fi Router 3, зображення якого наведено на рис. 3.7. Дана модель є досить швидкою та стабільною, а тому добре забезпечить всі потреби роботи пересувної кав'ярні.



Рисунок 3.7 – Mi Wi-Fi Router 3

Даний Wi-Fi маршрутизатор був обраний завдяки потужним технічним характеристикам. Досить важливим є те, що він працює у двох діапазонах Wi-Fi, 2,4 МГц та 5 МГц і має можливість створити гостьову мережу Wi-Fi. Технічні характеристики Mi Wi-Fi Router 3 наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики Mi Wi-Fi Router 3

Характеристика	Значення
Бренд	Mi
Процесор	MT7620A
Пам'ять ПЗУ	128 Мб SLC Hand Flash
Пам'ять	128 Мб DDR2
2.4G Wi-Fi	2x2 (IEEE підтримки протоколу 802.11N до 300 Мбіт/с)
5G Wi-Fi	2x2 (IEEE підтримки протоколу 802.11ac до 876 Мбіт/с)
Антенa	4 зовнішніх мультиелементних, всепрямованих антени з високим коефіцієнтом посилення (для 2.4G - 5 dBi для 5G другого покоління - 6 dBi)

Продовження табл. 3.5

Характеристика	Значення
Система охолодження	Природне охолодження
Інтерфейс	USB 2.0 (вихід DC:5V/1A), 2 порти 10/100 LAN (Auto MDI/MDIX). Червоний/синій/жовтий - триколірний світлодіодний індикатор. Кнопка системи відновлення заводських налаштувань. Інтерфейс введення живлення.
Радіоканал	2.4 GHz: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 5 GHz: 149, 153, 157, 161, 165 5 GHz DFS: 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64
ОС	Mi Wi-Fi ROM роутер підтримує програмне забезпечення Web, Android, iOS, Windows, OS X програмне забезпечення для управління системами маршрутизаторів
Керування	Орієнтований на досвідченого користувача/розробника, надається доступ root, а також, toolchain і SDK
Бездротовий захист	Кодування WPA-PSK/WPA2-PSK, контроль бездротового доступу (чорний список), прихований SSID
Додатки	Підтримка Web, Windows, Android, MacOS, iOS
Стандарти протоколу	IEEE 802.11a/b/g/n/ac, IEEE 802.3/3u
Робочі умови	Робоча температура: 0-40 С, вологість: 10%-90% RH (без конденсата). Температура зберігання: 40-70 С. Вологість при зберіганні: 5%-90% RH (без конденсату). Споживана потужність - 12 Вт.
Розміри	Габарити: 195x131x23,5мм, вага 220 г

Не менш поширеною моделлю є Wi-Fi роутер TP-LINK TL-MR3220 (рис. 3.8). Це функціональний бездротовий маршрутизатор, що поєднує можливості 3G, Wi-Fi і Ethernet підключень. Більш детальні технічні характеристики наведено в табл. 3.6.



Рисунок 3.8 – Wi-Fi роутер TP-LINK TL-MR3220

Бездротовий маршрутизатор TP-LINK TL-MR3220 обладнаний чотирма портами Ethernet, одним портом WAN, а також USB портом для підключення зовнішнього 3G модему. Завдяки наявності змінної антени є можливість при необхідності замінити її на іншу. За допомогою клавіші QSS здійснюється оперативне налаштування безпеки бездротової мережі [21].

Також, одним з можливих варіантів роутерів для підключення пересувної кав'ярні є стаціонарний роутер 3G/4G Wi-Fi Huawei B 315 (рис. 3.9). Технічні характеристики 3G/4G роутера Wi-Fi Huawei B 315 представлені в табл. 3.7.



Рисунок 3.9 – Стаціонарний роутер 3G/4G Wi-Fi Huawei B 315

Таблиця 3.6 - Характеристики Wi-Fi роутер TP-LINK TL-MR3220

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Стационарний Wi-Fi маршрутизатор
Діапазон роботи Wi-Fi	2.4 ГГц
Інтерфейси	1 x 10/100 Мбит/с WAN (RJ45) 4 x 10/100 Мбит/с LAN (RJ45) 1 x USB 2.0 для UMTS/HSPA/EVDO USB модемів
Швидкість LAN портів	100 Мбіт/с
WAN-порт	Ethernet , USB 3G/4G
Стандарт зв'язку Wi-Fi	802.11b/g/a, Wi-Fi 4 (802.11n)
Швидкість Wi-Fi	150 Мбит/с
USB порт	1 x USB 2.0
Будова антен	знімаються
Додаткові режими роботи	міст
Підтримка протоколів	PPPoE
Wi-Fi підключення	так
Підтримка операційних систем	Windows 98 / NT / 2000 / XP / Vista / 7/MacOS/NetWare/UNIX or Linux
Кількість антен	1
Інші функції	зворотна сумісність зі стандартами 802.11n / b / g, IEEE 802.3 / 3
Габаритні розміри	174 x 111 x 30 мм

Таблиця 3.7 - Характеристики 3G/4G роутера Wi-Fi Huawei B 315

Характеристика	Значення
Тип пристрою	Стационарний Wi-Fi маршрутизатор з

	вбудованим 3G / 4G модулем
Робота в мережах операторів	Київстар, Vodafone, Lifecell, 3Mob
Частоти і технології	4G LTE: 1800/2600 МГц, 3G: UMTS/HSPA/HSPA + 1900/2100 МГц, 2G: GSM 900/1800 МГц
Швидкість передачі даних	4G LTE: до 150 Мбіт/с, 3G: HSPA + до 42 Мбіт/с
Підтримка стандартів Wi-Fi	802.11 n, 802.11 g, 802.11 b
Діапазони Wi-Fi	2,4 ГГц
Радіус дії Wi-Fi	100 метрів
Кількість підключень по Wi-Fi	до 32
LAN-порт (RJ45)	є
Кількість LAN-портів	4
Комбінований LAN/WAN порт	є
Швидкість LAN-портів	100 Мбіт/с
Вбудована 3G/4G антена	є
Підключення зовнішньої антени	так
Тип антенного роз'єму	SMA
Підтримка MIMO	так
Телефонний порт (RJ11)	є

Продовження табл. 3.7

Характеристика	Значення
Кількість портів	1
USB-порт	є
Дисплей	немає
Індикатори на корпусі	LAN, Wi-Fi , Рівень сигналу, Режим роботи,

	Мережа
Вбудований акумулятор	немає
Інші функції	SMS, VoIP, WPS, DMZ, NAT, IP-фільтр, Шифрування WEP, WPA, WPA2, Фільтрація по MAC-адресами
Габарити	186 x 139 x 46 мм
Вага	275 грам

Дана модель є гарним рішенням для кав'ярень, які надають безкоштовний доступ до своєї мережі клієнтам. Роутер розрахований на кількість користувачів від 10 осіб та більше. За характеристиками цей роутер поєднує в собі швидкісні можливості huawei e8372 і потужність передавача Wi-Fi стаціонарного маршрутизатора.

Ще одним варіантом підключення пересувної кав'ярні до мережі Інтернет є використання Wi-Fi маршрутизатора Huawei B315s-22 (рис. 3.10).

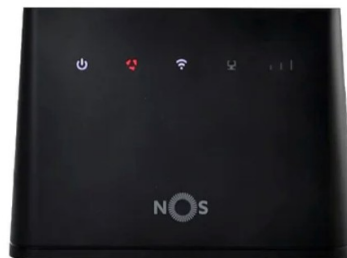


Рисунок 3.10 – Wi-Fi маршрутизатор Huawei B315s-22

Це високошвидкісний стаціонарний маршрутизатор з вбудованим модемом, який здатен працювати в мережах мобільних операторів в режимах 3G і 4G. В Україні може працювати в мережах Київстар, Водафон, Лайфселл, 3Моб. Основні характеристики даного приладу наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 - Характеристики Wi-Fi маршрутизатор Huawei B315s-22

Характеристика	Значення
Частота роботи Wi-Fi	2.4 ГГц

Робота в мережах операторів	Київстар, Vodafone, Lifecell, 3Mob
Інтерфейси	4 x RJ-45 1 x RJ11 2 x SMA для LTE
Швидкість LAN портів	100 Мбит/с
WAN порт	Ethernet
Стандарт зв'язку Wi-Fi	802.11b/g/a Wi-Fi 4 (802.11n)
Швидкість Wi-Fi	150 Мбит/с
Будова антен	вбудована
Підтримка протоколів	Ipsec, L2TP, PPTP
Wi-Fi підключення	є
Габаритні розміри	186 x 139 x 46 мм
Вага	500 г

Для підключення Wi-Fi роутера в пересувній кав'ярні спочатку необхідно вставити в нього USB-модем (або SIM-картку у слот маршрутизатора), далі підключити роутер до ноутбука за допомогою дроту або Wi-Fi та в меню налаштувань ввести всі необхідні параметри згідно інструкції роутера.

3.3 Вибір обладнання для підсилення сигналу

Під час підключення мережі інтернет у пересувних кав'ярнях для забезпечення стабільного та якісного сигналу комплект обладнання необхідно посилити антеною. В такому проекті зазвичай використовують зовнішні антени, а саме всеспрямовані або панельні антени з технологією MIMO. Вибір антени залежить лише від того як буде пересуватись кав'ярня, якщо вона буде в постійному русі, то необхідно встановити всеспрямовану антену, якщо ж кав'ярня буде змінювати місце розташування кожного дня або рідше, то встановлюється панельна антена MIMO.

Антенa - це пристрій для прийому і передачі сигналу в певному діапазоні. Прийнятий сигнал антенa передає по дроту на приймач - в якості приймача можуть виступати ретрансляція, роутер або GSM-телефон з роз'ємом для підключення антени.

Одним з можливих типів антен, через які реалізовано радіо з'єднання між мобільною станцією і базовою станцією є всеспрямовані антени. Основна характеристика даного виду - відсутність будь-якого пріоритетного напрямку випромінювання сигналу. Радіосигнал, що надходить від базової станції випромінюється в усі напрямки з однаковою потужністю. Тому всеспрямовані антени мають кругову діаграму спрямованості [22]. Діаграму спрямованості всеспрямованої антени наведено на рис. 3.11.

Всеспрямовані антени, зазвичай, використовуються в якості базової антени, забезпечуючи зв'язок з абонентськими станціями (модемами), або ретранслюють сигнал іншому абоненту мережі. Такі антени, здебільшого, використовуються для збільшення радіусу покриття точок доступу.

Всеспрямовані антени використовуються при побудові систем зв'язку, де необхідне направлення на абонентські радіостанції постійно (мобільні абоненти) [23].

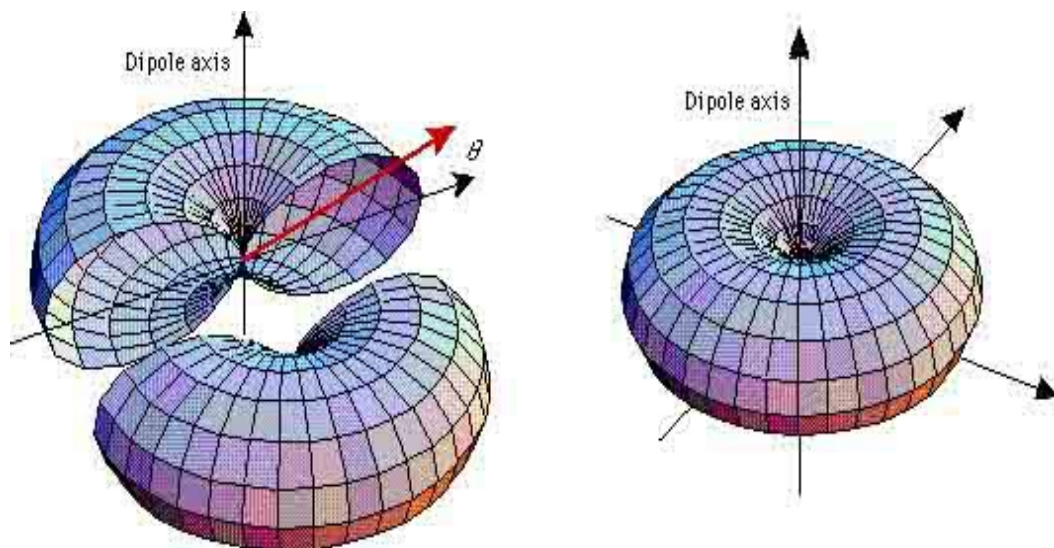


Рисунок 3.11 – Діаграма спрямованості всеспрямованої антени

На відміну від панельних антен всеспрямовані використовуються для покриття менших територій. Це пояснюється тим, що випромінювана потужність базової станції передається не на окремий сектор 30-60 градусів, а в

усіх напрямках. Однак область покриття може досягати декількох десятків квадратних кілометрів [22]. Приклад такої антени наведено на рис. 3.12. Основні характеристики цієї антени представлено в табл. 3.9.



Рисунок 3.12 – Всеспрямована CDMA/GSM/UMTS/HSPA/LTE антена

На відміну від всеспрямованих антен, антени MIMO роздають відразу декілька потоків інформації всього по одному каналу з подальшим проходженням їх через пару або більшу кількість антен до потрапляння в приймальні незалежні пристрої для трансляції радіохвиль [24].

Технологія MIMO (Multiple Input Multiple Output) - це метод просторового кодування сигналу, що дозволяє збільшити смугу пропускання каналу, в якому передача даних і отримання даних здійснюються системами з декількох антен. Передавальні та приймальні антени розносять так, щоб кореляція між сусідніми антенами була слабкою [25].

Таблиця 3.9 - Характеристики всеспрямованої антени

Характеристика	Значення
Робоча частота	800-2700 мГц
Коефіцієнт посилення	10 dBi

Поляризація	вертикальна
Вхідний опір	50 Ом
Додаткові рефлектори	Немає
Кронштейн для кріплення	Сталь
Роз'єм з'єднання	конектор
Клас	Всеспрямована CDMA/GSM/UMTS/HSPA/LTE
Оператори зв'язку	3Mob, Київстар, Vodafone, Lifecell
Габарити	50 мм x 30 мм x 250 мм
Вага	250 г

На рис. 3.13 наводиться загальна схема системи MIMO з m передавальними антенами і з n приймальними антенами.

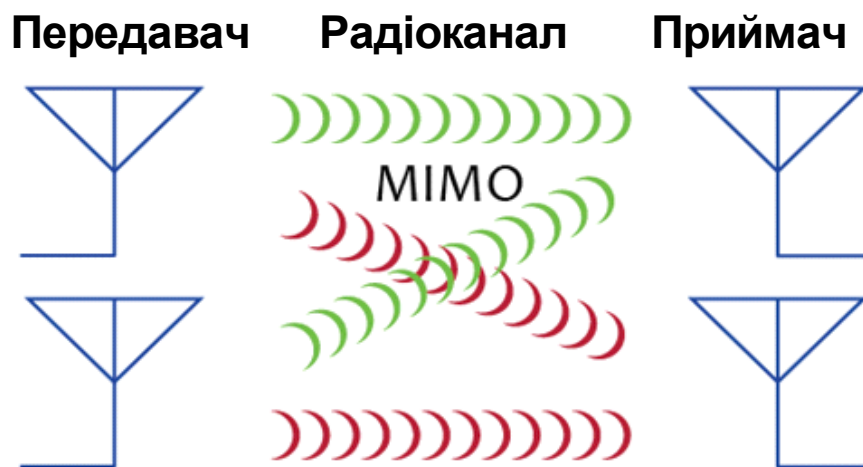


Рисунок 3.13 – Схема роботи антени MIMO

Прикладом антени з технологією MIMO є панельна 3G/4G LTE антена Arrow (MIMO 2x2) з посиленням на 15 dB (рис. 3.14).



Рисунок 3.14 – Панельна 3G/4G LTE антена Arrow (MIMO 2x2)
1700-2700 МГц з посиленням на 15 dB

Характеристики панельної 3G/4G LTE антени Arrow (MIMO 2x2) наведені в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Характеристики антени Arrow (MIMO 2x2)

Підтримувані стандарти	HSPA, UMTS, LTE
Робоча частота	1700-2700 мГц
Коефіцієнт підсилення	15 dBi
Поляризація	Вертикальний/горизонтальний
Вхідний опір	50 Ом
Додаткові рефлектори	Немає
Кронштейн кріплення до щогла	Сталь
Роз'єм з'єднання	Конектор
Клас	Панельная антенна UMTS/HSPA/LTE

Оператори зв'язку	3Mob, Київстар, Vodafone, Lifecell
Габарити, вага	205 мм x 205 мм + 70 мм, 750 г

До головних переваг антен з технологією MIMO відноситься:

- можливість поліпшення пропускної здатності не розширюючи при цьому смугу; так пристрій одночасно роздає кілька потоків інформації по єдиному каналу;
- якість переданого сигналу і швидкість передачі даних стає краще, тому що технологія спочатку кодує дані, а потім на приймальній стороні відновлює їх;
- більш ніж в два рази збільшується швидкість трансляції сигналу;
- збільшуються і багато інших параметрів швидкості за рахунок використання двох незалежних дротів, через які одночасно відбувається роздача і отримання інформації у вигляді цифрового потоку;
- поліпшуються якості спектра наступних систем: 3G, 4G/LTE, WiMAX, Wi-Fi, завдяки використанню двох входів і двох виходів [24].

Таким чином можна зробити висновок, що для підключення пересувної кав'ярні до мережі інтернет необхідно обрати обладнання, яке дасть максимально необхідну швидкість для роботи та забезпечить усі необхідні потреби. Варіантами комплектів можуть бути: модем з маршрутизатором та антеною; USB модем з функцією Wi-Fi та антена або Wi-fi маршрутизатор з підтримкою підключення до мережі 3G/4G та антена. Комплект необхідно обирати виходячи з тих завдань, які необхідно вирішити, наприклад якщо необхідно забезпечити інтернетом мінімальну кількість пристороїв (ноутбук, кассовий апарат та розрахунковий термінал), то достатньо встановити модем з функцією Wi-Fi та антenu; якщо ідеєю кав'ярні є, наприклад, роздавати Wi-Fi ще і для клієнтів і кав'ярня знаходиться у місці де велика кількість людей, то краще обрати модем з роутером та антеною (комплект розрахований на більшу кількість користувачів); якщо кількість користувачів не велика, то достатньо буде використати Wi-fi маршрутизатор з підтримкою підключення до мережі 3G/4G та антenu.

Для вибору антени також необхідно розглянути приблизні маршрути пересування кав'ярні: якщо у місті, де кількість базових станцій велика, то

краще використати всеспрямовану антену, яка не має кута спрямування, приймає сигнал на 360° та має маленький радіус дії – 3-5 км. У свою чергу, якщо кав'ярня знаходиться за містом, де базові станції розташовані далі, то краще обрати МІМО-панельну та спрямувати її в бік найближчої базової станції. МІМО-панельна розрахована на відстань до 12 км.

4 ПІДКЛЮЧЕННЯ ТА НАЛАШТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

Для якісної роботи бездротового інтернету в пересувних кав'ярнях необхідно правильно підключити та налаштувати вибране обладнання. У даному розділі досліджено процес підключення можливих варіантів вибраного обладнання, а також встановлення та налаштування обладнання для підсилення сигналу.

4.1 Взаємодія 3G/4G USB модема з Wi-Fi маршрутизатором

Одним з можливих варіантів підключення пересувної кав'ярні до мережі Інтернет є використання технологій 3G або 4G USB модема разом з Wi-Fi маршрутизатором. Розглянемо такий варіант підключення на прикладі 3G/4G USB модем Huawei E3372 до Wi-Fi роутером TP-LINK TL-MR3220.

Для підключення модему необхідно під'єднати живлення до роутера та ввімкнути його. Далі у USB роз'єм, який знаходиться на роутері, підключити USB модем (можна через подовжувач, антена підключається так само). Підключення USB модема до Wi-Fi маршрутизатора TP-LINK TL-MR3220 наведено на рис. 4.1.



Рисунок 4.1 – Підключення USB модема до Wi-Fi маршрутизатора TP-LINK TL-MR3220

Щоб отримати доступ до налаштувань маршрутизатора необхідно підключити його до комп'ютера. Це можна зробити за допомогою дроту (рис. 4.2) або через Wi-Fi мережу.



Рисунок 4.2 – Підключення Wi-Fi маршрутизатора TP-LINR TL-MR3220 до комп'ютера за допомогою дроту

Далі потрібно зайти в налаштування роутера. Для того, щоб це зробити необхідно перейти за посиланням, яке вказано знизу на наклейці маршрутизатора (192.168.0.1 або 192.168.1.1). Також, необхідно вказати ім'я користувача та пароль, зазвичай від виробника це – admin і admin (так само вказані знизу роутера) [26].

Після того, як отримано доступ до налаштувань потрібно відкрити вкладку «Network» – «Internet Access» та обрати пункт «3G/4G Only (Recommended)», а далі натиснути «Save». Цей процес проілюстровано на рис. 4.3.

Після цього необхідно відкрити вкладку «Network» – «3G/4G» (рис. 4.4). Навпроти рядка «3G/4G USB Modem» має бути написано «Identified» (або назва модема). Це означає, що маршрутизатор підключився до модема та готовий до подальшої роботи.

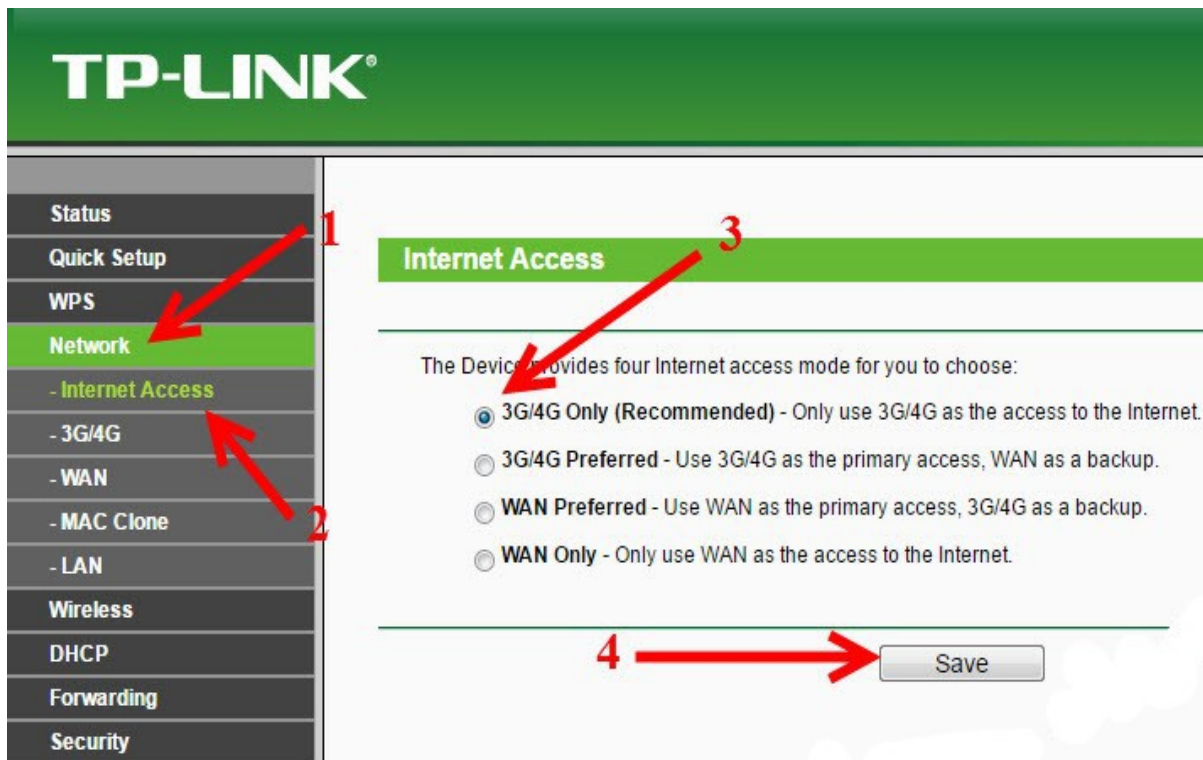


Рисунок 4.3 – Вкладка «Network» – «Internet Access» у налаштуваннях Wi-Fi маршрутизатора TP-LINK TL-MR3220

Далі у пункті «Location» необхідно обрати потрібний регіон (у нашому випадку – Україна), а у пункті «Mobile ISP» обираємо необхідного провайдера. Потім у підпункті «Connection Mode» обираємо «Connect Automatically», а нижче у «Authentication Type» виставляємо «Auto».

Після усіх налаштувань натискаємо на кнопку «Connect» і маршрутизатор повинен підключитись до мережі інтернет за допомогою USB модема. Статус повинен бути «Connected».

За допомогою декількох налаштувань було підключено обладнання до мережі інтернет, після цього необхідно перейти до налаштувань Wi-Fi мережі. Для цього необхідно відкрити вкладку «Wireless» (рис. 4.5) та вказати назву Wi-Fi мережі. Далі необхідно обрати потрібний регіон та зберегти усі налаштування до допомогою натискання кнопки «Save».

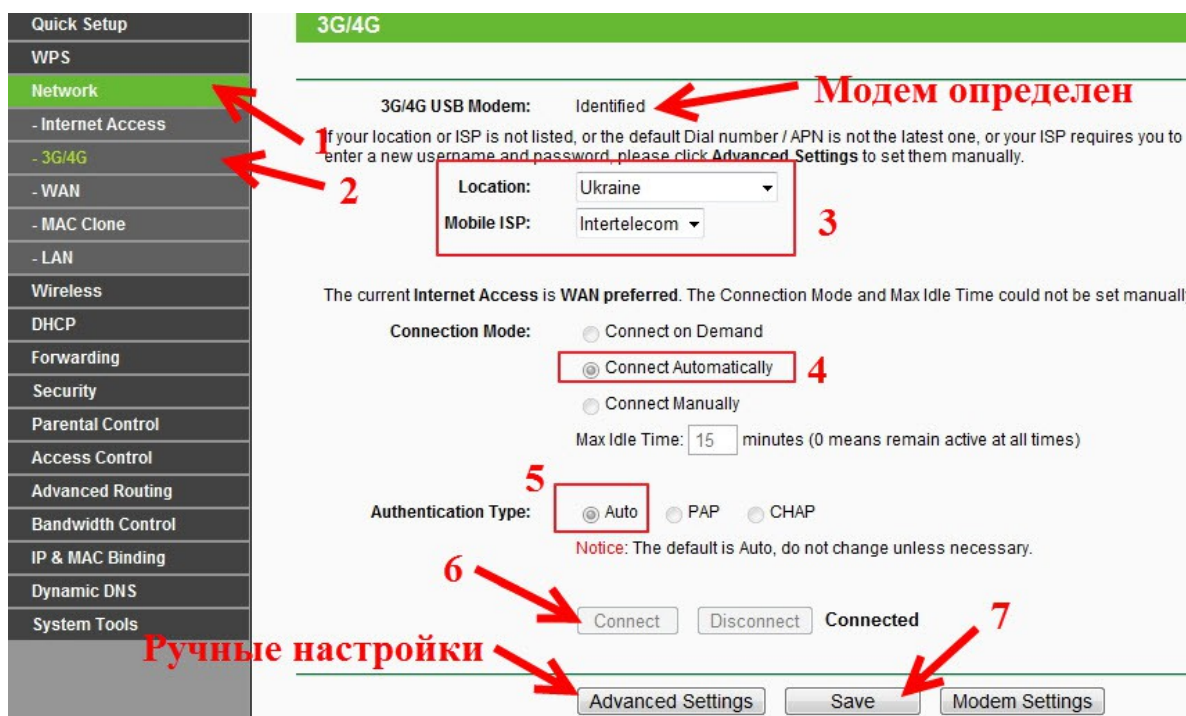


Рисунок 4.4 – Вкладка «Network» – «3G/4G» у налаштуваннях Wi-Fi маршрутизатора TP-LINR TL-MR3220

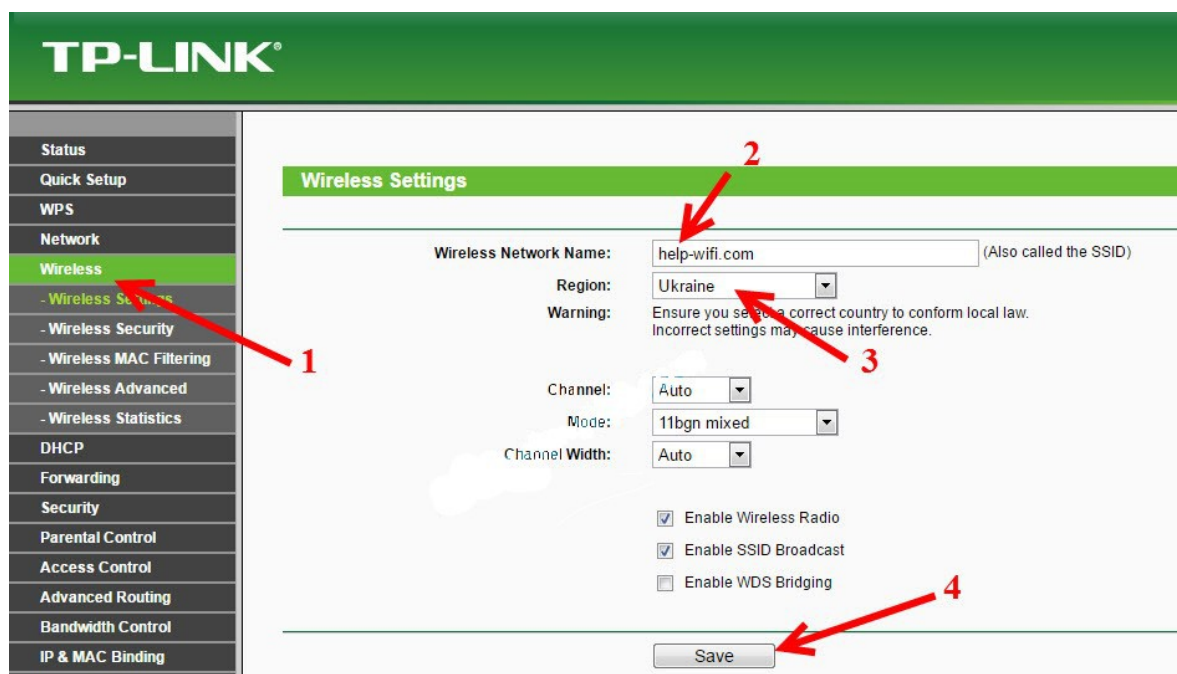


Рисунок 4.5 – Вкладка «Wireless» у налаштуваннях Wi-Fi маршрутизатора TP-LINR TL-MR3220

Після зміни назви мережі необхідно відкрити вкладку «Wireless – Wireless Security» та встановити пароль на створену Wi-Fi мережу (рис. 4.6). Пароль має складатись не менше ніж з восьми символів.

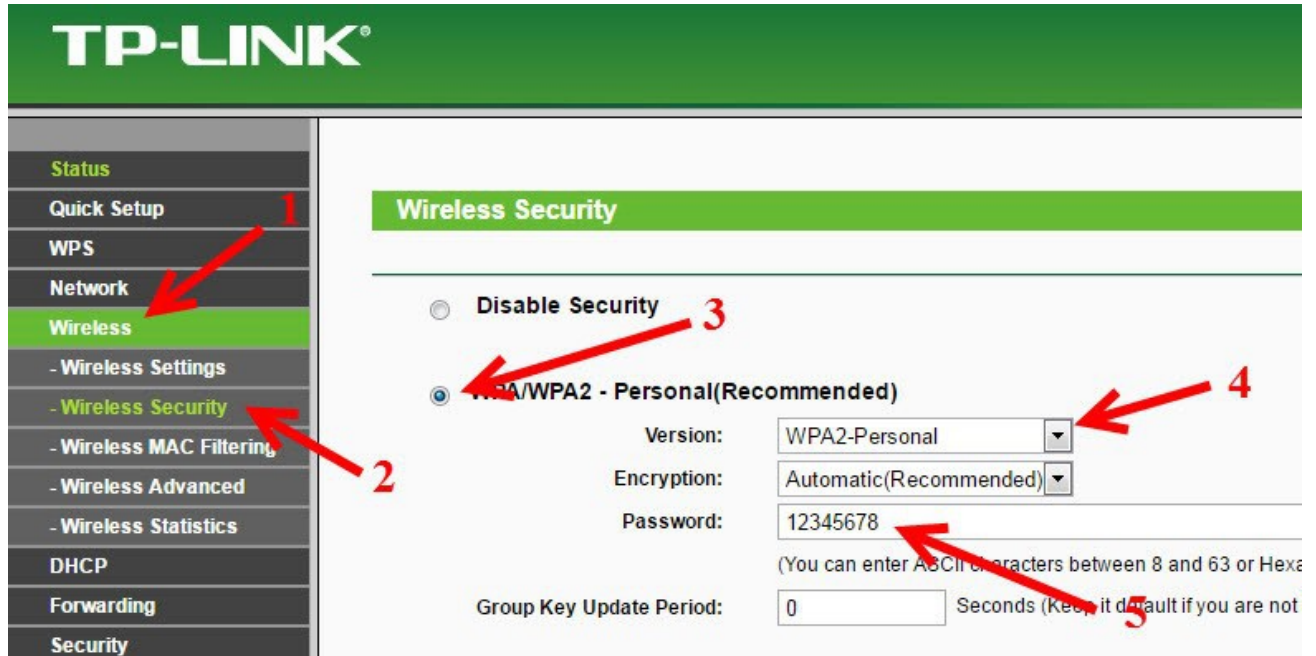


Рисунок 4.6 - Вкладка вкладку «Wireless – Wireless Security» у налаштуваннях Wi-Fi маршрутизатора TP-LINK TL-MR3220

Після завершення налаштування мережі необхідно перезавантажити маршрутизатор. Це можливо зробити з панелі управління, перейшовши до вкладки «System Tools» – «Reboot» та натиснувши на кнопку «Reboot». Після перезавантаження роутер повинен автоматично підключатись до мережі інтернет через USB модем та роздавати Wi-Fi. Для того, щоб підключитись до створеної мережі Wi-Fi необхідно на обраному для користування пристрої (ноутбук, телефон, планшет тощо) обрати ім'я мережі та ввести встановлений раніше пароль [26].

4.2 Підключення 3G/4G USB модему з функцією Wi-Fi

Для підключення до мережі Інтернет пересувної кав'ярні також можна використовувати 3G/4G USB модем з підтримкою функції Wi-Fi. Для прикладу налаштування підключення в даній роботі обрано 3G/4G LTE Wi-Fi модем ZTE MF79u.

Для налаштування даного модему необхідно підключити пристрій до комп'ютера або ноутбука. Комп'ютер знайде новий пристрій і почне автоматичне встановлення драйверів, які потрібні для коректного відображення модема. Після завершення встановлення на екрані з'явиться повідомлення про успішне встановлення обладнання (рис. 4.7).

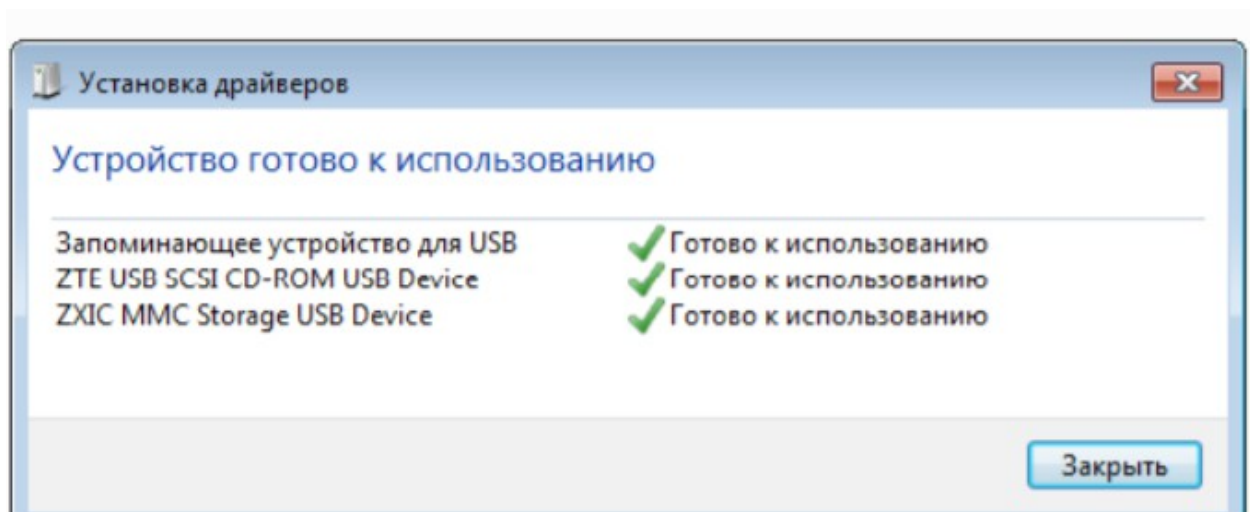


Рисунок 4.7 – Повідомлення системи комп'ютера про встановлення 3G/4G LTE Wi-Fi модема ZTE MF79u

Після встановлення усіх необхідних драйверів відкриється повідомлення у якому буде запропоновано встановити програмне забезпечення компанії ZTE. Необхідно натиснути команду «Выполнить AutoRun.exe» (рис. 4.8), після чого почнеться процес встановлення.

Далі на екрані відкриється встановлений за замовчуванням інтернет браузер зі сторінкою для входу у веб-інтерфейс налаштувань модему (рис. 4.9).

Для входу необхідно ввести пароль адміністратора. Зазвичай пароль вказаний на пакуванні модему, але в деяких випадках може використовуватися слово «admin». Пароль необхідно ввести у потрібний рядок на екрані та натиснути кнопку «Login».

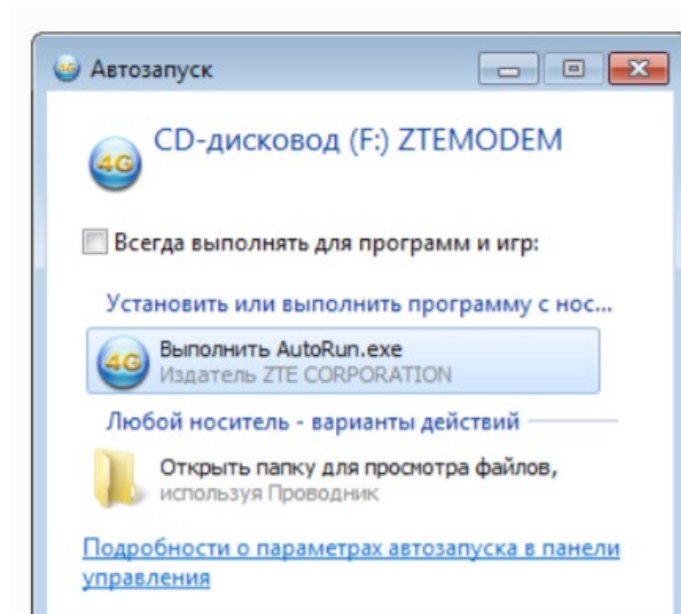


Рисунок 4.8 – Повідомлення про встановлення програмного забезпечення компанії ZTE для 3G/4G LTE Wi-Fi модема ZTE MF79u



Рисунок 4.9 - Сторінка для входу у веб-інтерфейс налаштувань 3G/4G LTE Wi-Fi модема ZTE MF79u

Коротко розглянемо з чого складається інтерфейс для подальшого комфортного користування модемом.

Якщо пароль введено вірно, то відкриється стартова сторінка налаштувань ZTE MF79u. У верхній частині меню відображується рівень сигналу, тип стільникової мережі, активність передавання даних тощо (рис. 4.10).

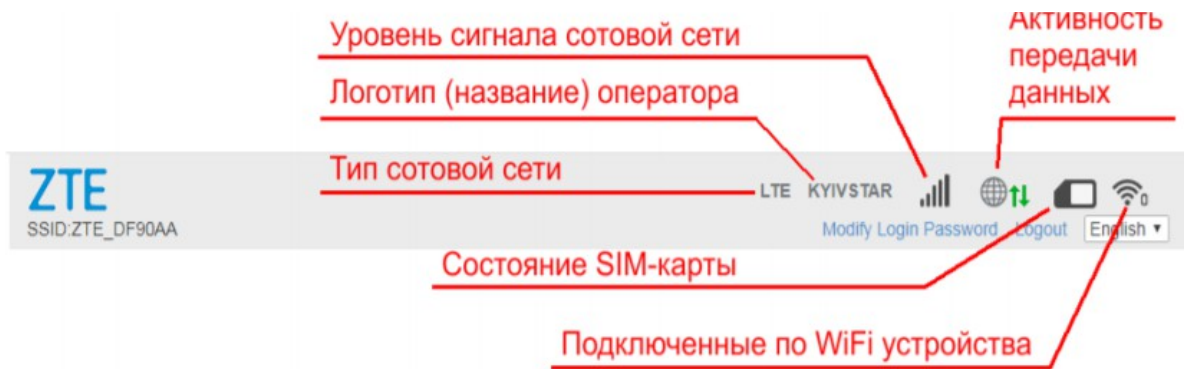


Рисунок 4.10 – Верхня частина меню налаштувань веб-інтерфейсу 3G/4G LTE Wi-Fi модема ZTE MF79u.

Також є відмітка для зміни мови (англійська, китайська), посилання на зміну логіна та пароля для входу до веб-інтерфейсу («Modify Login Password»), а також посилання для виходу з системи («Logout»).

Головна сторінка меню налаштувань 3G/4G LTE Wi-Fi модема ZTE MF79u складається з (рис. 4.11):

- 1) «Access device» – кількість підключених пристроїв;
- 2) «My Router» – налаштування 3G/4G LTE модема, а також Wi-Fi модуля модема. У даному розділі можливо змінювати налаштування режиму підключення модему до мережі (автоматичне або ручне), тип мережі (автоматично по зменшенню швидкості або встановити 4G, 3G, 2G), встановлювати параметри точки доступу, налаштовувати безпроводну мережу (включити/виключити, змінити назву, змінити пароль) та гостьову мережу;

- 3) «Net Surfing» – статистична інформація про дане підключення (час підключення, вхідна/вихідна швидкість обміну даними);
- 4) «Statistics» – статистичні дані про час підключення модему до мережі Інтернет, а також обсяг прийнятої та переданої інформації;
- 5) «Information» – дані про пристрій (IMEI, IMSI, рівень сигналу, версія прошивки, назва бездротової мережі);
- 6) «SMS» – у даному розділі можна читати прийняті на SIM-карту, яка використовується в модемі, короткі повідомлення, а також відправляти їх прямо з веб-інтерфейсу, видаляти, сортувати тощо;
- 7) «Phonebook» – телефонна книга;
- 8) «Advanced settings» – розширені налаштування. У даному розділі можна встановлювати додаткова налаштування маршрутизація та налаштування роутеру [27].



Рисунок 4.11 – Головна сторінка меню налаштувань 3G/4G LTE Wi-Fi модема ZTE MF79u

У головному меню основне, що необхідно зробити, – це налаштувати Wi-Fi мережу (створити назву мережі та встановити пароль).

Для подальшого підключення до модему необхідно на обраному для користування обладнанні (ноутбук, телефон, планшет тощо) знайти назву потрібної мережі та ввести пароль, що був встановлений під час налаштувань.

4.3 Налаштування Wi-Fi маршрутизатора з підтримкою підключення до мережі 3G/4G

Ще одним рішенням для підключення пересувної кав'ярні до мережі інтернет є використання Wi-Fi маршрутизатора з підтримкою підключення до мережі 3G/4G. До таких пристроїв належить роутер Huawei B315s-22 на прикладі якого, розглянемо підключення та налаштування.

Процес підключення даного маршрутизатора є максимально простим: встановити sim-карту обраного мобільного оператора зв'язку, підключити блок живлення, з'єднати за допомогою дроту роутер з комп'ютером та увімкнути пристрій.

Далі необхідно перейти до внутрішніх налаштувань. Для цього необхідно у пошуковий рядок браузеру ввести посилання на веб-інтерфейс маршрутизатора Huawei B315s-22 (192.168.8.). Після цього на екрані комп'ютера з'явиться сторінка веб-панелі, на якій у вказані рядки необхідно ввести логін та пароль (admin/admin) для подальшого входу в систему (рис. 4.12) [28].

Далі на екрані з'явиться сторінка, на якій необхідно поставити відмітку навпроти рядка «Обновить в режиме ожидания» (рис. 4.13).

Після оновлення з'явиться сторінка, на якій необхідно дати назву майбутній мережі Wi-Fi та встановити для неї надійний пароль (рис. 4.14). Після введення необхідно зберегти налаштування та перезавантажити маршрутизатор.

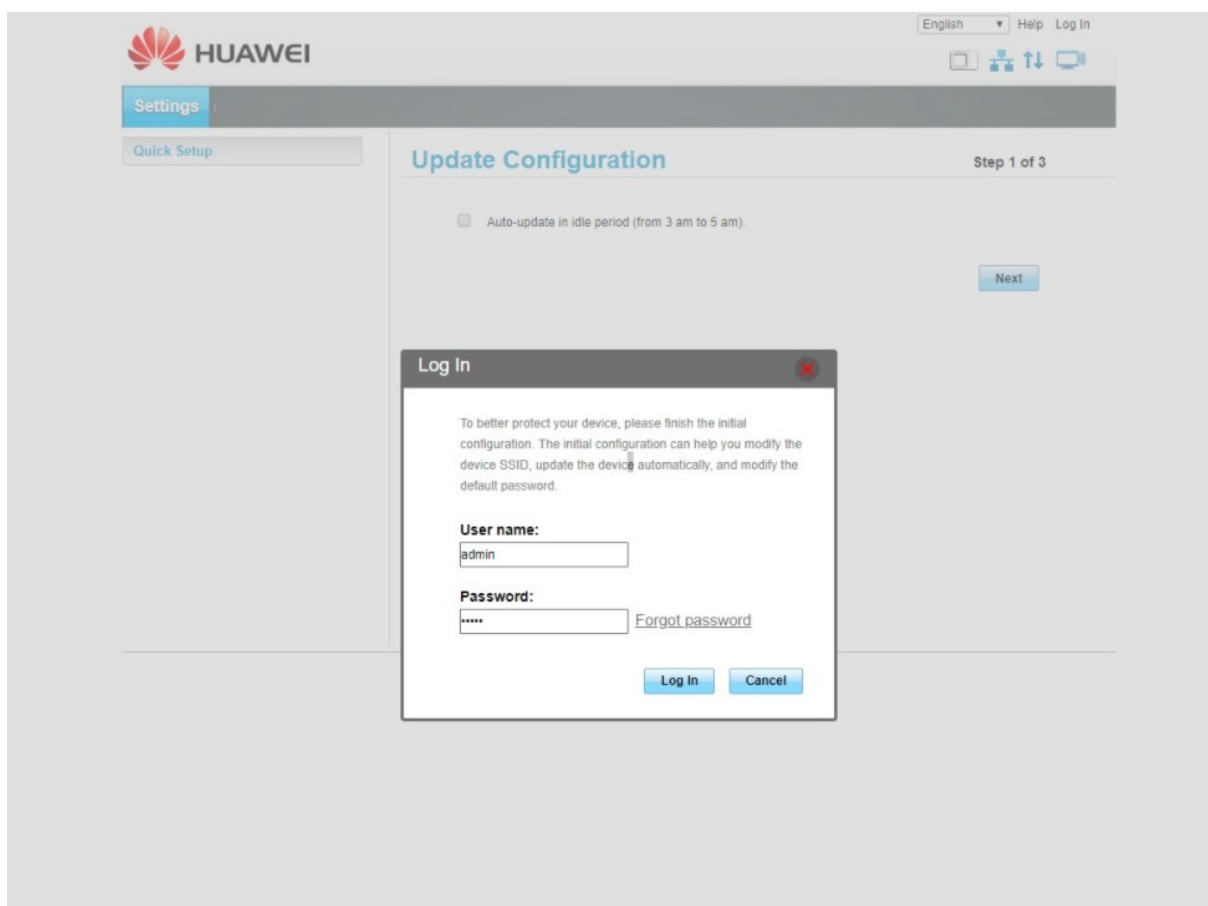


Рисунок 4.12 – Вхід до веб-інтерфейсу маршрутизатора Huawei B315s-22.

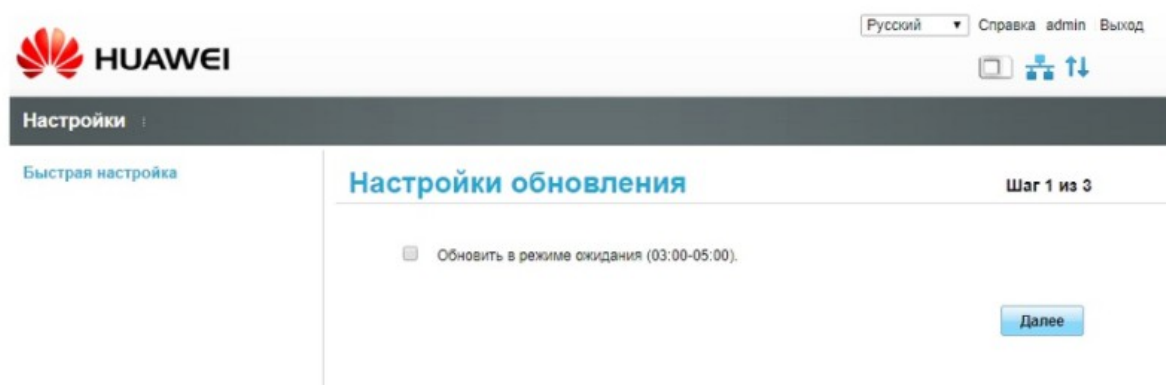


Рисунок 4.13 – Налаштування автоматичного оновлення прошивки маршрутизатора Huawei B315s-22.

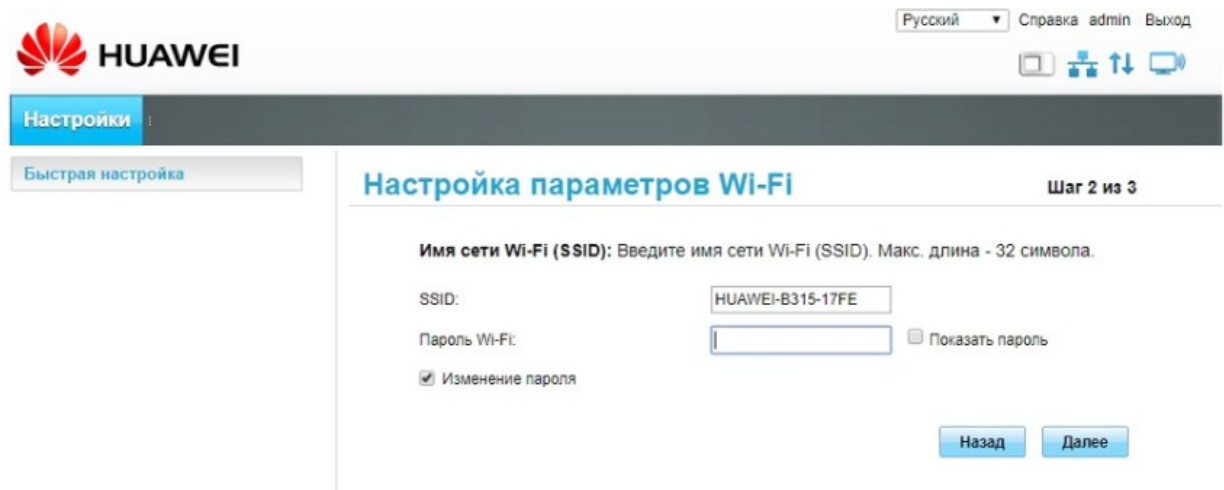


Рисунок 4.14 – Налаштування безпеки Wi-Fi мережі маршрутизатора Huawei B315s-22

Перезавантажити пристрій можливо декількома способами: скористатись кнопкою живлення, вимкнути блок живлення та через 10-15 секунд ввімкнути, запустити перезавантаження за допомогою веб-панелі: ввійти в пункт «Система» та за допомогою спеціальної кнопки в правій частині екрана перезавантажити пристрій [28].

4.4 Встановлення підсилювальних антен та отримання стабільного сигналу

Отримання стабільного сигналу у процесі підключення пересувної кав'ярні до мережі інтернет є важливим параметром. Для цього до будь-якого з вищерозглянутих варіантів обладнання необхідно додати антену підсилення сигналу. У процесі підключення використовують зовнішні антени, а саме всепрямовані або панельні антени з технологією MIMO.

Після підбору антени і необхідних комплектуючих можна розпочати підключення пристрою до 3G/4G модему. Схема підключення (для звичайного модему і для пристрою, що має функцію Wi-Fi роутер) виглядає наступним чином: зовнішня антена → дротова збірка → перехідник (адаптер для антени) → модем → ПК (або Wi-Fi роутер) [29].

Насамперед для підключення антени треба обрати дріт, враховуючи такий параметр, як хвильовий опір. У продажі є дріт на 50 Ом та 75 Ом, що обов'язково вказується в збірці або на окремих дротах. Опір антени обов'язково має збігатися з опором дроту, хоча в деяких випадках розбіжності дозволені, на кінцевому результаті вони позначаються не критично [29].

Також треба звернути увагу на те, щоб роз'єми дротової збірки збігалися з відповідними роз'ємами на адаптері та антені. Зазвичай є два типи роз'ємів – F-мама і N-мама. При використанні антени LTE максимальної швидкості роботи можна досягти, якщо обрати обладнання з двома роз'ємами, тобто антену MIMO [29].

Для встановлення всеспрямованої чи панельної антени на пересувній кав'ярні нам знадобиться щогла, щоб підняти антену над рівнем даху на невелику відстань для забезпечення її вертикального монтування.

Всеспрямована антена не потребує налаштування, вона приймає сигнал з усіх боків. У свою чергу, панельну антену необхідно спрямувати у напрямку найближчої базової станції обраного оператора зв'язку.

Перевірити швидкість, яку можна отримати за допомогою використовуюваного обладнання, можливо за допомогою програми «Speedtest» (рис. 4.15). Спочатку необхідно протестувати обладнання до підключення антени, а потім після підключення та порівняти результат.

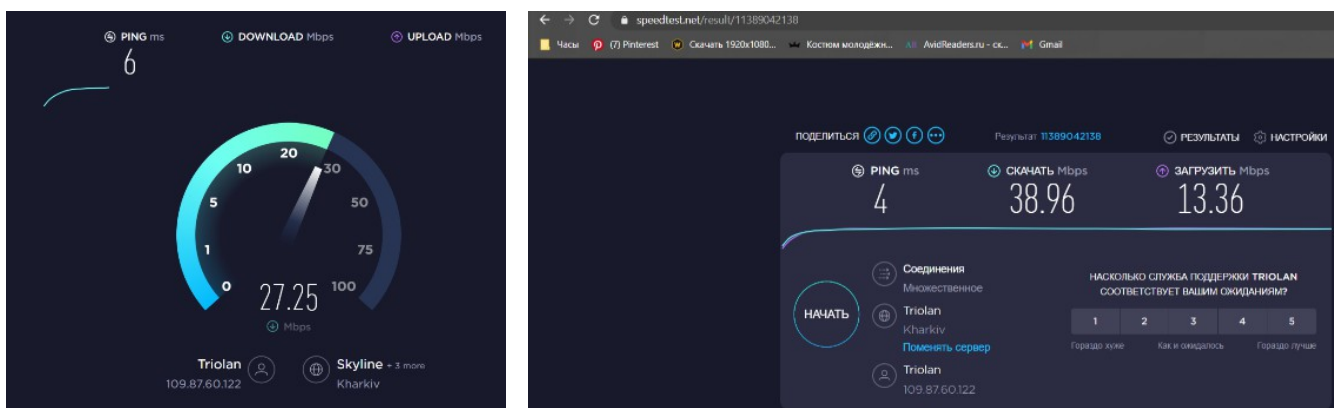


Рисунок 4.15 – Програма перевірки сигналу «Speedtest».

Під час перевірки потужності сигналу панельної антени необхідно змінювати її напрямок та обрати той, який дасть найвищий результат при перевірці.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день інтернет є невід'ємною частиною життя. Поява безпроводних технологій дала можливість доступу до мережі Інтернет незалежно від місця знаходження. Мобільний доступ забезпечує сучасне обладнання, що працює в CDMA та GSM стандартах.

В першому розділі роботи представлені особливості розвитку мобільних технологій. Еволюція систем мобільного зв'язку включає в себе шість поколінь (1G, 2G, 3G, 4G, 5G та 6G). Детально проаналізовано перспективи та тенденції розвитку мобільних технологій.

У другому розділі розглянуто основні характеристики CDMA та GSM/UMTS/LTE технологій. Досліджено особливості роботи систем стандартів CDMA та GSM/UMTS/LTE, проведено порівняльну характеристику сучасних мобільних технологій.

В третьому розділі наведено обладнання 2G, 3G та 4G для підключення до мережі інтернет пересувних кав'ярень. Основними даними, на які треба спиратись під час підбору обладнання є: вибір оператора зв'язку, який надає найкраще покриття в зоні пересування кав'ярні; кількість обладнання, яке необхідно підключити до інтернету; максимальну кількість користувачів мережі та частоту пересувань кав'ярні. Після отримання необхідних даних виконано вибір обладнання. Комплект обладнання для підключення до мережі інтернет пересувної кав'ярні повинен складатись з USB-модему, Wi-Fi роутера та зовнішньої антени для підсилення сигналу. Обране обладнання забезпечить високу швидкість та якість інтернету.

У четвертому розділі розглянуто процес встановлення та налаштування різних варіантів обладнання, а саме 3G/4G USB модема разом з Wi-Fi маршрутизатором, 3G/4G USB модема з функцією Wi-Fi, Wi-Fi маршрутизатора з підтримкою підключення до мережі 3G/4G, а також, встановлення та налаштування гарного сигналу підсилювальних антен. Усі типи обладнання мають свої особливості щодо підключення та налаштування. У даному розділі покроково досліджено послідовність підключення обладнання та налаштування його програмного забезпечення на прикладі вибраного обладнання.

Результати роботи було апробовано на одинадцятій міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління» та опубліковано тези доповіді [30] за тематикою кваліфікаційної роботи.

Таким чином, завдання на кваліфікаційну роботу виконано в повному обсязі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. История развития и поколения мобильной сотовой связи, стандарты мобильной связи 1G, 2G, 3G, 4G, 5G, основные характеристики поколений мобильной сотовой связи [Электронный ресурс] // SURVIVAL. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://survival.com.ua/istoriya-razvitiya-pokoleniya-mobilnoj-sotovoj-svyazi-standarty-mobilnoj-svyazi-1g-2g-3g-4g-5g/>.

2. Степутин, А.Н. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 томах. Том1. 2-е изд. / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 384 с.

3. Степутин, А. Н. Мобильная связь на пути к 6G. В 2 томах. Том2. 2-е изд. / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев. – Москва-Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 420 с.

4. Развитие рынка мобильной связи до 2022 года [Электронный ресурс] // Портал о современных технологиях мобильной и беспроводной связи. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <http://1234g.ru/novosti/rynok-mobilnoj-svyazi-do-2022-goda>.

5. Перспективы развития мобильной связи в Украине [Электронный ресурс] // inVision. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.invision.com.ua/blog/perspektivy-razvitiya-mobilnoj-svyazi.html>.

6. Первые сети 6G ожидаются в 2030 году, скорость передачи данных достигнет 1 Тбит/с, а связь будет даже под водой [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://itc.ua/news/pervyie-seti-6g-ozhidayutsya-v-2030-godu-skorost-peredachi-dannyih-dostignet-1-tbit-s-a-svyaz-budet-dazhe-pod-vodoy/>.

7. Берлин А.Н. Сотовые системы связи: Учебн. пособие / А.Н. Берлин. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 360 с.

8. Методика распределения кодов в системах подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов / Бабков В.Ю., Никитин А.Н., Осенний К.Н. – М.: «Мобильные системы», 2003. – № 1.

9. Горностаев Ю.М. Новые стандарты широкополосной радиосвязи на базе технологий V-CDMA / Ю.М. Горностаев, Л.М. Невдяев. – М.: ИТЦ «Мобильные коммуникации», 1999. – 175 с.

10. Системы связи с кодовым разделением каналов/ Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Никитин А.Н., Сивере М.А. – СПб: СПбГУТ, 1999. – 210 с.
11. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В.И. Попов. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 296 с.
12. Громаков Ю.А. Сотовые системы подвижной радиосвязи. Технологии электронных коммуникаций / Ю.А. Громаков. – М.: Эко-Трендз, 1994. – 198 с.
13. Сравнительная характеристика стандартов мобильной связи GSM та CDMA [Электронный ресурс] // ДонНТУ. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <http://masters.donntu.org/2017/fkita/petrov/library/s3.htm>.
14. Сравнение технологий CDMA и GSM [Электронный ресурс] // ДонНТУ. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <http://masters.donntu.org/2017/fkita/petrov/library/s3.htm>.
15. Левин М. Модемы: устройство, подключение и использование / М. Левин. – М. : Оверлей, 2001. – 416 с.
16. Лагутенко О.И. Современные модемы / О.И. Лагутенко – М. : Эко-Трендз, 2002. – 346 с.
17. Huawei E3372h-607 (Black Stick) [Электронный ресурс] // 3gLTE. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://3glte.com.ua/huawei-3372-607-blk.html>.
18. 4G/3G модем ZTE MF79U [Электронный ресурс] // ЗАПЯТАЯ Центр подключения к интернет. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://za5aya.com/4g3g-modem-zte-mf79u/p1256>.
19. Современные маршрутизаторы [Электронный ресурс] // Allbest. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: https://knowledge.allbest.ru/programming/3c0a65625b3bd78a5c53a89521216d37_0.html.
20. Роутер Wi-Fi – Бездротовий маршрутизатор Wi-Fi (Router Wi-Fi) [Электронный ресурс] // Технології мереж. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://nettech.ua/news/router-wi-fi-besprovodniy-marshrutizator-wi-fi>.
21. TP-Link TL-MR3220 [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: https://www.technotrade.com.ua/Products/TP-Link_TL-MR3220.php.
22. Основы теории антенн: учебное пособие / А.П. Пудовкин, Ю.Н. Панасюк, А.А. Иванков. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 92 с.
23. Основы проектирования беспроводных локальных сетей стандарта 802.11: Пер. с англ. / Рошан, Пиджман, Лиэри, Джонатан. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с.

24. Технология МІМО: принципы и алгоритмы / Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделін В.Б. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. – 242 с.

25. Слюсар В.И. Системы МІМО: принципы построения и обработка сигналов. // Электроника: наука, технология, бизнес / В.И. Слюсар, – 2005. – № 8. – С. 52 – 58.

26. Как подключить 3G/4G USB модем к Wi-Fi роутеру TP-LINK. На примере настройки TP-LINK TL-MR3220 [Электронный ресурс] // help-wifi. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://help-wifi.com/tp-link/kak-podklyuchit-3g4g-usb-modem-k-wi-fi-routeru-tp-link-i-nastroit-ego-na-primere-tl-mr3220/>.

27. Краткая инструкция по настройке 3G/4G LTE Wi-Fi модема ZTE MF79u [Электронный ресурс] // Интернет-магазин Мобитек. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://mobitech.com.ua/download/docs/manuals/zte/mf79u/zte-mf79u-user-guide.pdf>.

28. Роутер Huawei b315s 22: характеристики, настройка, прошивка, инструкция, отзывы, обзор [Электронный ресурс] // Все о цифровых технологиях. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://cftv.ru/router-huawei-b315s-22-harakteristiki-nastrojka-proshivka-instruksiya-otzyvy-obzor/>.

29. Как подключить внешнюю антенну для модема 3G/4G. Часть 2 [Электронный ресурс] // 3gturbo. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://3gturbo.com.ua/clauses/kak-podklyuchit-vneshnyuyu-antennu-dlya-modema-3g-4g/>.

30. Ревва К.В. Вибір обладнання для підключення інтернету в пересувних кав'ярнях / К. В. Ревва, Д. В. Чеботарьова. // Тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції "Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління". – 2021. – Том 1: секції 1,2. – С. 85.