

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4КГ-06

Дипломний проект

здобувача освіти денної форми навчання
КГ.06.12.000.ДП

***КЛИМЕНТЬЄВА
СЕРГІЯ
ВАЛЕРІЙОВИЧА***

м. Одеса
2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4КГ-06

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

Розробка та реалізація моделі розрахунку параметрів LAN mobile WiMax

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 65 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 10 аркушах (слайдах).

Дипломник _____ (Климентьєв С.В.)

Керівник _____ (Краснієнко Н.В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Копайгородська Т.Г.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД _____ (Петрашова В.І.)

старший консультант _____ (Кривченко А.А.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії _____ (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення _____ (Скорнякова О.В.)

Захист «23» червня 2023 р. Протокол ДКК № 5

Оцінка ДКК 4 (добре)

Секретар ДКК _____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та ПІ
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР Беркань І.В.

“ ” 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу)

Здобувачеві (здобувачці) освіти Климентьєву Сергію Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка та реалізація моделі розрахунку параметрів LAN mobile WiMax

затверджена наказом по коледжу від “ 13 ” 12 2022 р. № 306-A2-ОД

2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) 26.06.23

3. Вихідні данні до проекту (роботи) Обґрунтування технології mobile WiMax. Апаратура mobile WiMAX стандарту IEEE 802.16e. Базова станція BreezeMAX 4 Motion. Модель Окамура-Хата. Емпірична модель розрахунку параметрів мережі стандарту IEEE802.16e у електронних таблицях MS Excel.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ. 1 Технологічний розділ. Розробка моделі розрахунку показників мережі

2. Економічний розділ

3. Охорона праці. Висновки. Перелік використаних джерел

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)

Презентація. 10 слайдів 1. Назва проекту 2. Класифікація бездротових мереж. 3. Переваги

використання WiMax мереж. 4. Класифікація WiMax-мереж. 5. Характеристики стандарту mobile WiMax.

6. Загальна схема mobile WiMax. 7. Обладнання мережі. 8. Побудова мережі в зоні дії 1 базової станції 9.

Модель розрахунку максимального радіуса дії дальності передачі даних в різних умовах. 10. Узагальнена


схема тракту прямої видимості передавач-приймач

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується


Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-2	Краснієнко Н.В.	16.05.23	
3	Копайгородська Т.Г.	16.05.23	
4	Чорновол Н.І	16.05.23	
ЄСКД	Петрашова В.І.	16.05.23	

7. Дата видачі завдання 22.05.23

Керівник


_____ (підпис)


Завдання прийняв до виконання


_____ (підпис)

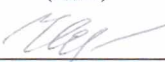
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1	Робота над вступом.	22.05.23	Виконано
2	Аналіз теми ДП та огляд літературних джерел	23.05.23	Виконано
3	Розробка конструкторського розділу ДП	24.05.23	Виконано
4	Обґрунтування вибору обладнання	25.06.23	Виконано
3	Обґрунтування структури моделі	26.05.23	Виконано
4	Розробка функціональної схеми мережі	28.05.23	Виконано
5	Розробка ПЗ моделі	03.06.23	Виконано
6	Виконання розділу «Економічний розрахунок»	04.06.23	Виконано
7	Розрахунок економічних показників проекту	05.06.23	Виконано
8	Виконання розділу «Охорона праці»	06.06.23	Виконано
9	Перевірка якості виконання розділу «Охорона праці»	07.06.23	Виконано
10	Виконання пояснювальної записки ДП	08.06.23	Виконано
11	Перевірка якості виконання пояснювальної записки ДП	09.06.23	Виконано
12	Виконання графічної частини ДП	10.06.23	Виконано
13	Перевірка якості виконання графічної частини ПЗ	11.06.23	Виконано
14	Малий захист	12 .06.23	Виконано

Дипломник


_____ (підпис)

Керівник


_____ (підпис)

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Аналіз технічного завдання.....	10
1.2 Характеристика WiMAX.....	14
1.2.1 Порівняння фіксованого і мобільного варіантів WiMAX.....	16
1.2.2 Широкопasmовий доступ.....	18
1.2.3 Обладнання користувача мереж WiMAX.....	19
1.2.4 Принципи роботи WiMAX.....	20
1.3 Мета технології WiMAX.....	21
1.4 Порівняння існуючих систем радіо доступу.....	23
1.5 Апаратура mobile WiMAX стандарту IEEE 802.16e.....	23
1.5.1 ASN шлюзи.....	25
1.5.2 Базова станція BreezeMAX 4Motion.....	25
1.5.3 Антенні системи.....	28
1.5.4 Абонентське обладнання.....	29
1.6 Модель зони обслуговування об'єктів у мережі за стандартом 802.16e.....	32
1.6.1 Розрахунок загасання сигналу.....	33
1.6.2 Розрахунок розміру зони покриття.....	34
1.7 Розрахунок абонентського навантаження.....	41
1.8 Оцінка ефективності зв'язку	44
2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	46
3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	52
3.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконання основних видів робіт на об'єкті дипломного проектування.....	52
3.1.1 Мікроклімат робочої зони працівників, вентиляція.....	53
3.1.2 Освітлення робочого місця, шум, вібрація.....	54
3.1.3 Виробничі випромінювання.....	55

3.1.4 Електробезпека.....	56
3.2 Пожежна безпека.....	56
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

ДОДАТОК А Презентація

					<i>КГ 06. 12 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Наразі у сфері застосування широкосмугових мереж знаходить своє місце покоління безпроводових технологій WiMAX «Worldwide Interoperability for Microwave Access» стандарт IEEE 802.16. Цей стандарт в змозі передавати сигнали на значні відстані зі швидкістю, порівняною з кабельними з'єднаннями.

WiMAX відноситься до сумісних реалізацій IEEE (). Сімейство стандартів бездротових мереж 802.16, ратифіковане Форум WiMAX. (Так само Wi-Fi відноситься до сумісних реалізації стандартів IEEE 802.11 Wireless LAN

сертифіковано Wi-Fi Alliance.) Сертифікація WiMAXForum дозволяє постачальникам продавати фіксовані або мобільні продукти як WiMAX, що забезпечує рівень сумісності з іншими сертифікованими продуктами, якщо вони відповідають тому самому профілю. Оригінальний стандарт IEEE 802.16 (зараз називається "Fixed WiMAX") було опубліковано в 2001 році. WiMAX перейняв деякі з його технології від WiBro (бездротовий широкосмуговий доступ), послуги, що продається в Кореї. мобільний

WiMAX (спочатку заснований на 802.16e-2005) є версією який був розгорнутий у багатьох країнах і є основою для майбутні версії, таких як 802.16m-2011. WiMAX є іноді називають "Wi-Fi на стероїдах", і це може використовуватися для низки програм, включаючи широкосмуговий зв'язок підключення, стільниковий транспортний зв'язок, хот споти тощо. Це схоже на Wi-Fi великого радіусу дії, але його можна використовувати на набагато вищому рівні відстані.

Безпроводова мережа систем передачі даних для рухомих об'єктів Mobile WiMAX, яка відповідає специфікаціям стандарту IEEE 802.16e є лідером телекомунікаційних технологій.

Актуальність теми підтверджується тим фактом, що на практиці безпроводові мережі WiMAX можуть використовуватися в різних галузях народного господарства, а саме: у медицині - передача інформації від машин швидкої допомоги у шпиталь, у правоохоронних органах - стеження за рухомими

					<i>КГ 06. 12 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

об'єктами з можливістю документування подій; організації зв'язку при стихійних лихах, дистанційного контролю за об'єктами тощо.

У технологічному розділі проведено аналіз технічного завдання та напрямків застосування бездротових стільникових та передачі даних мереж для рухомих об'єктів в Україні на базі обладнання Alvarion стандарту IEEE802.16e, що сертифіковане в Україні. Розроблено комп'ютерну модель із використанням електронних таблиць MS Excel як приклад розрахунку радіусу дії мережі Mobile WiMAX стандарту IEEE802.16e для передачі даних рухомому об'єкту - статичний користувачам та користувачам у автомобілі, що рухається зі швидкістю 120 км/с.

У другому розділі проведено економічні розрахунки.

У третьому розділі розглянуто питання охорони праці та техніки безпеки при експлуатації персональних комп'ютерів та безпроводових мереж.

					<i>КГ 06. 12 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз технічного завдання

Згідно технічному завданню на дипломне проектування потрібно розробити бездротову мережу передачі даних стандарту 802.16e для 200 корпоративних об'єктів та 100 індивідуальних рухомих користувачів в будівлях та для автомобілів з максимальною швидкістю 120 км/с на одну базову станцію невеликого міста, обґрунтувати вибір апаратури мережі.

Впродовж десятиліть технології бездротового зв'язку розвивалися по двох незалежних напрямках - системи телефонного зв'язку (стільниковий зв'язок) та системи передачі даних (Wi-Fi, WiMAX). Але останнім часом спостерігається явна тенденція до злиття цих функцій на базі технології 4G. Це дозволяє використовувати їх для надання послуг голосового зв'язку, передачі мультимедійної інформації тощо.

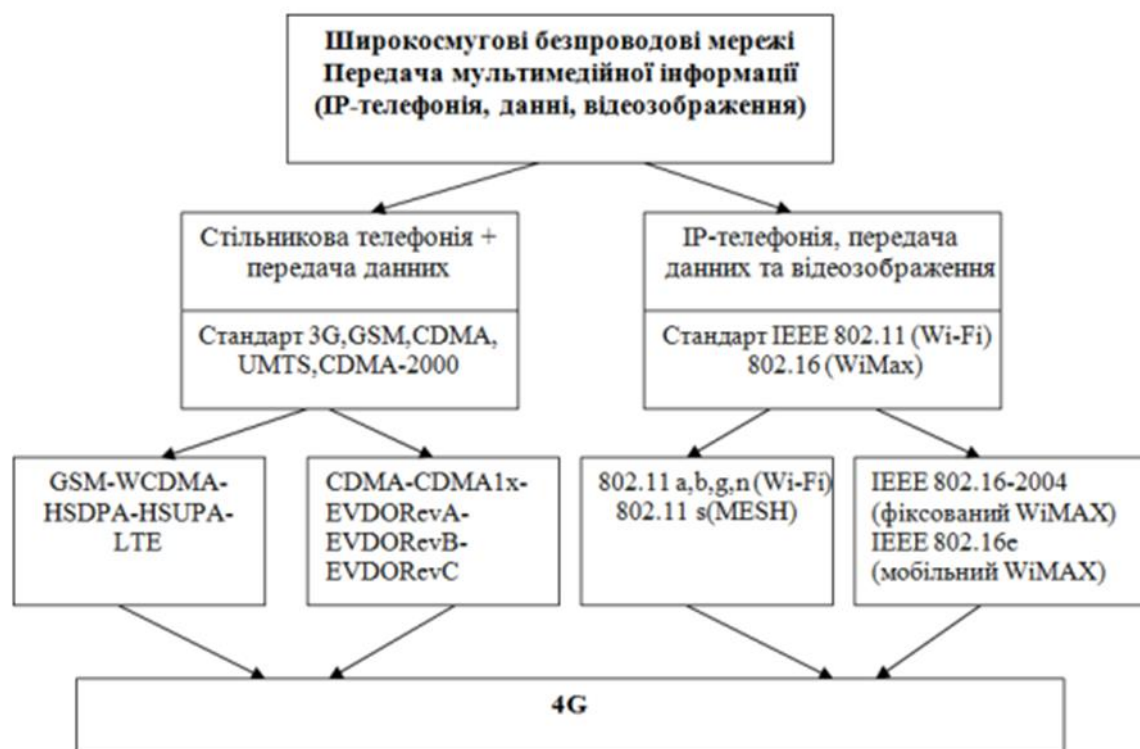


Рисунок 1.1 - Основні напрями розвитку технології широкопasmового зв'язку

Основне призначення 4G – технології це забезпечення рухомих об’єктів саме реальним мобільним широкосмуговим доступом в мережу Інтернет, а також можливість голосового спілкування по IP, обмін даними, ігрові сервіси і високоякісне потокове мультимедіа на швидкостях, близьких до кабельних. На рисунку 1.1 представлено основні напрямки розвитку 4G із тенденцією злиття функцій.

Наразі саме дві технології виборюють права за пріоритетне право мати назву зв’язком 4G. Це технологія Wimax, що заснована на стандарті IEEE 802.16 е та мобільний протокол передавання даних 3GPP Long Term Evolution (LTE).

На рисунку 1.2 показана зміна поколінь систем мобільного стільникового зв’язку в часі.

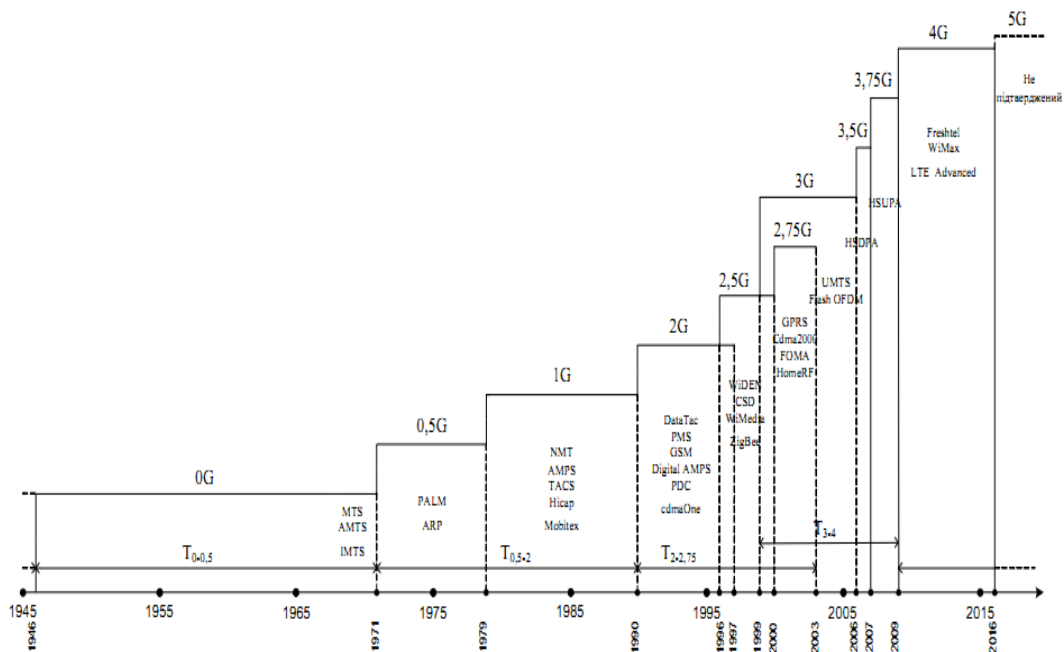


Рисунок 1.2– Зміна поколінь систем мобільного стільникового зв’язку в часі

Згідно емпіричного виразу у першому наближенні можна підрахувати рік появи наступного покоління.

$$\frac{\left(\frac{T_{0-0.5}}{T_{0.5-2}} + \frac{T_{0.5-2}}{T_{2-2.75}} + \frac{T_{2-2.75}}{T_{2.75-3.5}} \right)}{3} \approx \frac{T_{3-4}}{T_{4-5}} \approx 1.36 \quad T_5 \Rightarrow 2016 \text{ рік.} \quad (1.1)$$

Це означає що рік запровадження 5G (англ. 5th Generation) п'яте покоління мобільних мереж мало бути запроваджено у 2016 році.

Наразі відомо, що станом на початок 2018 року ця технологія не була повністю визначена у міжнародних стандартах, а лише перебувала у стані розробки: перший етап розробка стандарту NR (англ. New Radio) і потім 5G NR Non stand-alone, яка використовує наявну мережу 4G LTE eNB.

Стандарт	Технології
0G	PTT • MTS • IMTS • AMTS • Mobitex • Autotel/PALM • ARP
1G	NMT • AMPS • Нісар
2G	GSM • iDEN • D-AMPS • IS-95 • PDC • CSD • GPRS • HSCSD • WiDEN
2.75G	EDGE/EGPRS • CDMA2000 (1xRTT)
3G	UMTS (W-CDMA • FOMA) • CDMA2000 (1xEV-DO/IS-856) • TD-SCDMA • WiMAX
3.5G	UMTS (HSPA • HSDPA • HSUPA) • CDMA2000 (EV-DO Rev.A)
3.75G	UMTS (HSPA+) • CDMA2000 (EV-DO Rev.B/3xRTT)
4G	WiMAX • LTE

Рисунок 1.3 – Стандарти і технології телекомунікаційних систем

За даними Інтернет-видань впровадження в Україні технології LTE вже почалась і Україні з 2015 року [11]. Причина підтримки LTE з боку бездротової індустрії лежить у відносній простоті переходу поточних мереж 3G на LTE (в порівнянні з впровадженням WiMAX). Для LTE потрібно створити менше базових мережевих станцій, та й проникнення в будівлі в спектрі 700 МГц відбувається краще. Однак розгортання WiMAX вже почалося і триває.

Як, відомо, WiMAX – стандарт бездротового широкосмугового доступу, який заснований на стандарті IEEE 802.16. WiMAX може вважатися розширенням стандарту Wi-Fi, розробленим для забезпечення широкого діапазону пристроїв (від лептопів до смартфонів) високошвидкісним мобільним доступом в Інтернет.

Поточна реалізація WiMAX, що заснована на специфікації 802.16e, яка в радіусі 30 миль (48,27 км) теоретично пропонує швидкості передачі до 70Мбіт/сек.

На рисунку 1.4 представлено характеристика технологій мереж стільникового зв'язку й широкосмугового доступу.

Саме застосування технології WiMAX (IEEE 802.16e) при розробці бездротових мереж передачі даних є об'єктом даного дипломного проекту. Розглянемо недоліки і переваги даної мобільної технології.

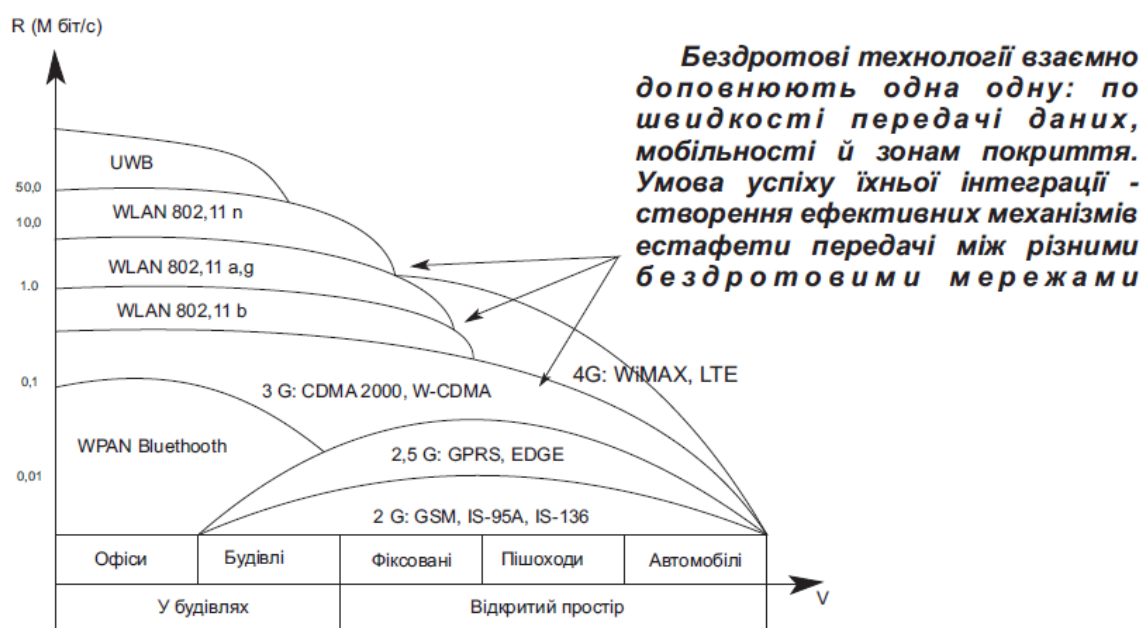


Рисунок 1.4 – Еволюція технологій мереж стільникового зв'язку й широкосмугового доступу.

1.2 Характеристика WiMAX

Мобільний WiMAX на основі IEEE802.16e є одним із найбільш перспективної техніки для майбутніх комунікацій. Узагальнена модель мережі Mobile WiMAX показано на рисунку 1.5.

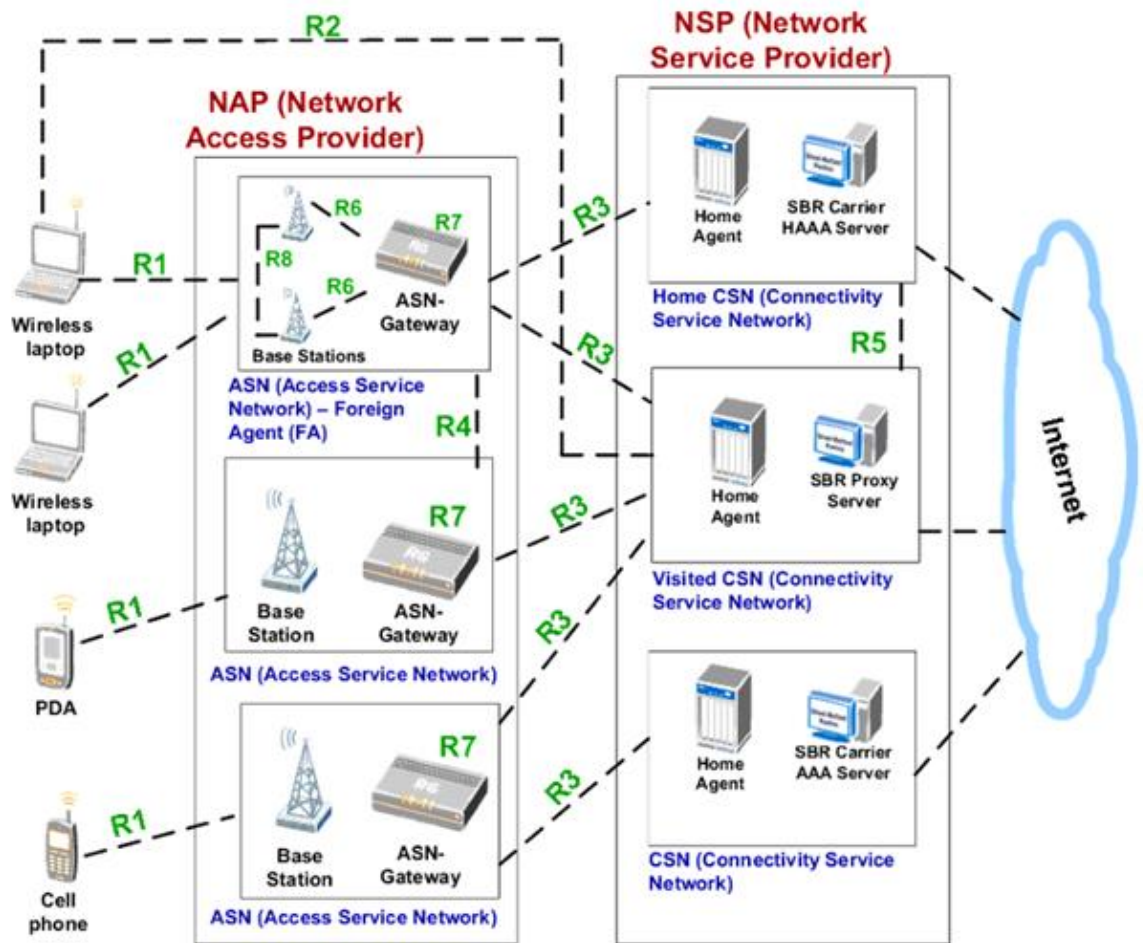


Рисунок 1.5 – Узагальнена модель мережі Mobile WiMAX, де:

SS/MS: (Subscriber / Mobile Station) - абонентська / мобільна станція (Wireless laptop, PDA, Cell Phone);

ASN: (Access Service Network) - мережа доступу;

BS: (Base station), базова станція - частина ASN - Основним завданням є встановлення, підтримання та роз'єднання радіо сполук. Крім того, виконує обробку сигналізації, а також розподіл ресурсів серед абонентів;

ASN-GW: (ASN Gateway), шлюз, призначений для об'єднання трафіку і повідомлень сигналізації від базових станцій і подальшої їх передачі в мережу CSN.

CSN: (Connectivity Service Network) - мережа забезпечення послуг;

HA: (Home Agent, частина CSN) - елемент мережі, що відповідає за можливість роумінгу. Крім того, забезпечує обмін даними між мережами різних операторів;

NAP: (Network Access Provider) - Доступ до мережі постачальника;

NSP: (Network Service Provider) - Мережа послуг.

Отже, гнучка архітектура приведеної моделі не має фіксованості певної конфігурації. Базові точки R виконують функції каналів зв'язку між базовими модулями і являють собою стандартні фізичні та логічні інтерфейси.

Поява бездротового стільникового зв'язку 4G технологія мобільного WiMAX на основі IEEE це розробка стандарту 802.16e, який в основному був призначений для передачі даних з підвищеною швидкістю та мобільністю, з покращеною якістю обслуговування (QoS).

Назву «WiMAX» було створено WiMAX Forum — організацією, яку засновано в червні 2001 року з метою просування та розвитку технології IEEE 802.16e та специфікацію 802.16-2005 або мобільний WiMAX . Форум описує специфікацію 802.16-2005 як «засновану на стандарті технологію, яка надає високошвидкісний бездротовий доступ до мережі, альтернативній виділеним лініям та DSL».

Дана технологія використовується для вирішення наступних завдань:

- 1) По перше, це саме зв'язок точок доступу стандарту 802.11 одна з одною та іншими сегментами Інтернету.
- 2) Подруге, впровадження безпроводового ШСД як альтернативи виділеним лініям та DSL.
- 3) По- третє, впровадження високошвидкісних сервісів передачі даних та телекомунікаційних послуг.
- 4) Створення точок доступу, що не прив'язані до географічного положення.

Технологія IEEE 802.16e дозволяє здійснювати доступ в Інтернет на високих швидкостях, з набагато більшим покриттям, ніж у IEEE 802.11 мереж. Це дозволяє використовувати технологію як «магістральні канали», продовженням яких виступають традиційні DSL - виділені лінії, а також локальні мережі. В результаті подібний підхід дозволяє створювати високошвидкісний телекомунікаційний зв'язок у масштабов міст.

					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.2.1 Порівняння фіксованого та мобільного варіантів WiMAX

Повне сімейство WiMAX має переваги одного набору, але саме версії істотно відрізняються одна від одної. Низка базових вимог збігається щодо об'днання як фіксованого так і мобільного запровадження. Можна сказати, що націленість технологій на різні ринкові ніші призвела до створення двох окремих версій стандарту, в яких кожна зі специфікацій WiMAX визначає свої робочі діапазони частот, ширину смуги пропускання, потужність випромінювання, методи передачі та доступу, способи кодування та модуляції сигналу, принципи повторного використання радіочастот та інші показники. Внаслідок розробка двох стандартів для систем WiMAX, що базуються на версіях 802.16d та 802.16e, практично несумісні. Нижче наведемо короткі характеристики кожної з версій.

Перша специфікація 802.16-2004 (802.16d або фіксований WiMAX) запроваджена у 2004 році. В основу покладено ортогональне частотне мультиплексування (OFDM). Призначення специфікації 802.16-2004 підтримувати фіксований доступ у зонах з наявністю або відсутністю прямої видимості. Для організації мережі використовуються такі користувацьки пристрої, як стаціонарні модеми для встановлення поза й всередині приміщень та PCMCIA-карти для ноутбуків. У більшості країн під цю технологію відведені діапазони 3,5 та 5 ГГц. Б Фахівці вважають, що ця технологія може бути доповненням для дротового широкосмугового доступу DSL.

Друга специфікація 802.16-2005 (802.16e або мобільний WiMAX) запроваджена вже в 2005 році. Специфікація є продовженням технології фіксованого доступу (802.16d, але на новому витку. Вона оптимізована для підтримки мобільних користувачів. Ця версія має підтримувати низку специфічних функцій: хендовер, «idle mode» та роумінг. В основі покладено масштабований OFDM-доступ (SOFDMA).

Зв'язок виконується в умовах наявності або відсутності прямої видимості. Використовуються такі частотні діапазони для мереж Mobile WiMAX: 2,3; 2,5; 3,4-3,8 ГГц.

					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Аналіз специфікацій приведено на рис.1.6.

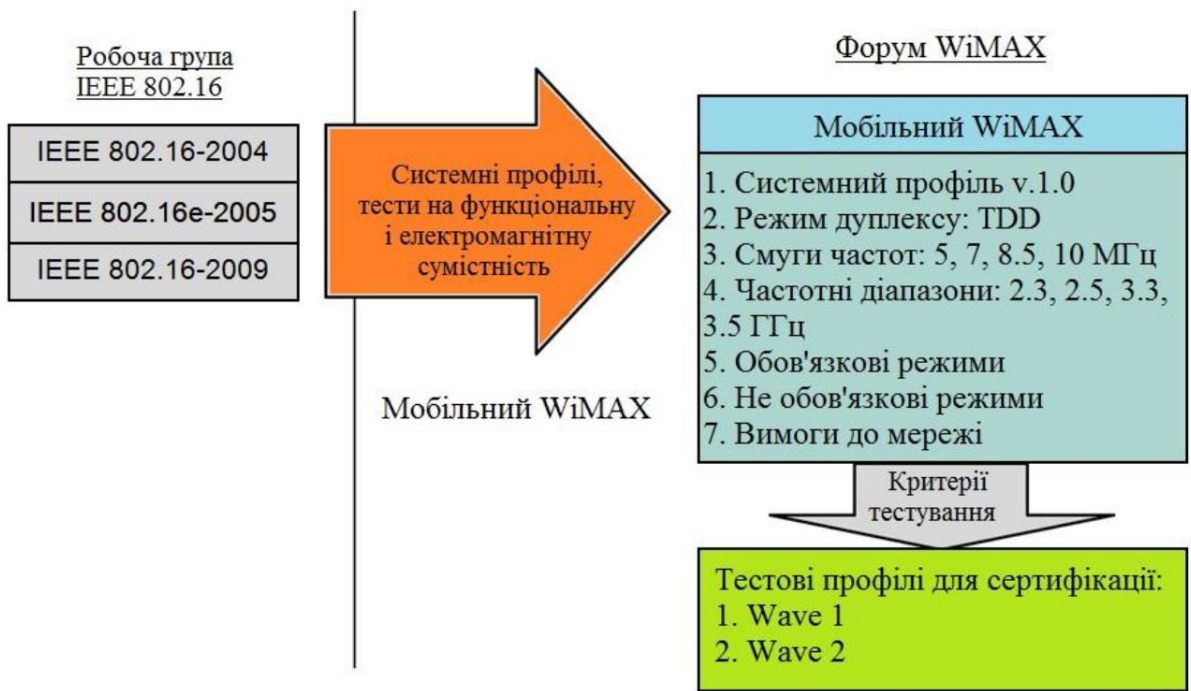


Рисунок 1.6 – Аналіз специфікацій WiMAX

Перший пілотний проект був анонсований і реалізований оператором Sprint ще у 2006 і 2008 роках.

Наразі технологія запроваджується у багатьох країнах. Також планується його комерційне обслуговування у багатьох країнах світу.

На рисунку 1.7 показано розміщення WiMax на мапі України у 2022 році.

Конкурентами для запровадження технології 802.16e є всі мобільні технології третього покоління (наприклад, EV-DO, HSPA).

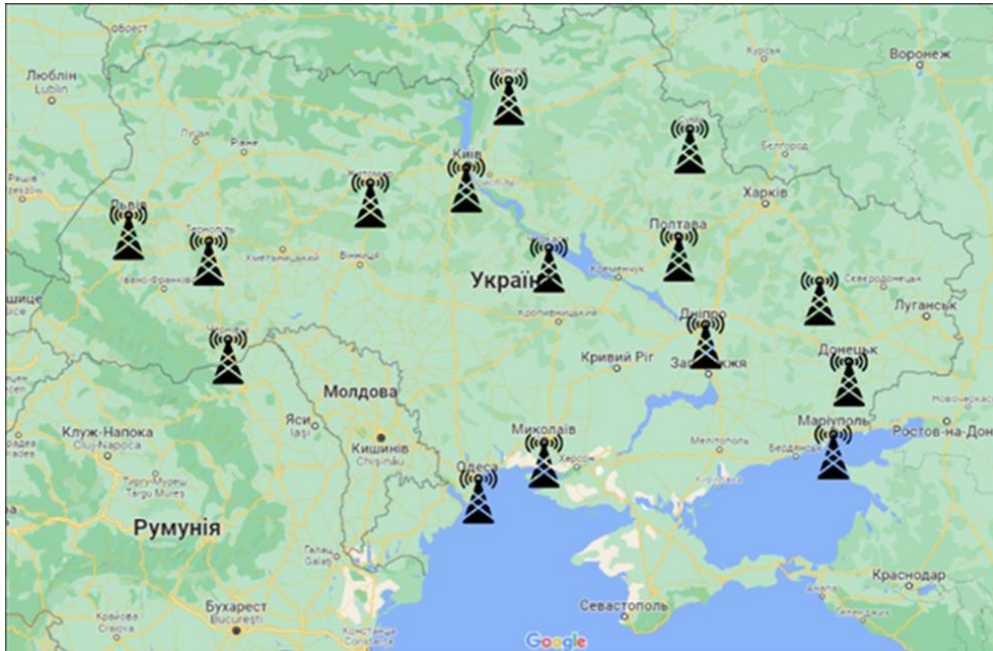


Рисунок 1.7– Розміщення WiMax на мапі України у 2021 році.

Якщо проаналізувати відмінності двох технологій, то треба акцентувати увагу на таких аспектах, як: призначення характеристик користувача. Саме фіксований WiMAX призначено для обслуговування статичних користувачів, а мобільний WiMAX орієнтований на роботу з абонентами що пересуваються зі швидкістю до 120-150 км/год. Мобільність підтримує наявність функцій роумінгу та «безшовного» перемикання між базовими станціями при пересуванні абонента (як відбувається у мережах стільникового зв'язку). В окремих випадках мобільний WiMAX може застосовуватися й для обслуговування фіксованих абонентів.

1.2.2 Ширококутний доступ

По-перше, основним напрямком запровадження мереж специфікацій WiMAX є можливість надання послуг високошвидкісного зв'язку саме у важкодоступних територіях. Запровадження технології WiMAX надасть можливість дозволяють економічно більш ефективно (у порівнянні з провідниковими технологіями) не тільки надавати доступ в мережу новим клієнтам, але й розширювати спектр послуг. По-друге, простота бездротових технологій набагато важніша ніж т використання традиційних провідних каналів. WiMAX і Wi-Fi мережі прості в розгортанні і легко масштабуються у разі необхідності. Цей фактор виявляється дуже корисним, коли необхідно розгорнути велику мережу в найкоротші терміни.

Всі ці переваги дозволять знизити ціни на надання послуг високошвидкісного доступу в Інтернет як для бізнес-структур, так і для приватних осіб.

Таблиця 1.1 – Порівняльна Характеристики технологій бездротових систем доступу

WPAN		
IEEE 802.15.3 (Bluetooth v 1.3)	от 11 до 55 Мбіт/с	до 100 м
IEEE 802.15.3a (UWB)	100 Мб/с – 1,3 Гб/с	5 – 10 м
WLAN		
IEEE 802.11a (Wi-Fi)	до 54 Мб/с	до 100 м
IEEE 802.11b	до 11 Мб/с	до 100 м
IEEE 802.11g	до 108 Мб/с	до 100 м
IEEE 802.11n	до 300 Мб/с	до 100 м
DECT	70 Кб/с	30-70 м
WMAN		
IEEE 802.16.2004 (fixed WiMAX)	30-40 Мб/с (до 75 Мб/с)	до 50 км
IEEE 802.16e (Mobile WiMAX)	до 40 Мб/с	

1.2.3 Обладнання користувача мереж WiMAX

Устаткування для використання мереж специфікацій 802.16-2004 встановлюється як у приміщенні абонента розміром із звичайний DSL модем, так і поза ним розміром із ноутбук. Слід вважати, що устаткування для установки усередині приміщень є більш зручним та не потребує при установці особливих професійних навичок. Недоліком є вимога знаходження значно менших відстанях від базової станції, ніж професійно встановлені зовнішні пристрої, та вимагає встановлення та використання набагато більшого числа точок доступу.

Однак з винаходом специфікації 802.16-2005 все більший акцент робиться на розробці мобільних пристроїв: а саме спеціальних телефонних трубок, що схожі

на звичайний мобільний смартфон та комп'ютерної периферії (USB радіо модулів та PC card).

1.2.4 Принцип роботи мереж WiMAX

Розглянемо частини WiMAX мереж. Узагальнено вони містять наступні основні частини – базові і абонентські станції та спеціалізоване обладнання для зв'язку базових станцій між собою та з постачальником сервісів, та з провайдером Інтернету.

З'єднання базової станції з абонентською частиною застосовує високочастотний діапазон радіохвиль від 1,5 до 11 ГГц із швидкістю обміну даними до 70 Мбіт/с.

Перевагою є той факт, що може бути відсутність прямої видимості між базовою станцією і приймачем.

Ще однією перевагою є застосування мереж WiMAX і для вирішення проблеми «останньої милі», і для надання доступу в мережу офісним та районним мережам.

Між базовими станціями встановлюються з'єднання (прямої видимості), що використовують діапазон частот від 10 до 66 ГГц, швидкість обміну даними може досягати 120 Мбіт/с.

При цьому, принаймні одна базова станція підключається до мережі провайдера з використанням класичних дротових з'єднань.

Однак, чим більше число базових станцій (БС) підключено до мереж провайдера, тим вища швидкість передачі даних і надійність мережі в цілому. Структура мереж сімейства стандарту IEEE 802.16 схожа з традиційними GSM (англ. Global System for Mobile Communications) мережами (базові станції діють на відстанях до десятків кілометрів, для їх встановлення не обов'язково будувати вежі — допускається установка на дахах будинків при дотриманні умови прямої видимості між станціями).

1.3 Мета технології WiMAX

					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

WiMAX – це технологія, яка надає універсальний безпроводовий доступ для компонентів локальних мереж: комп'ютерів, керуємої поботової техніки, елементів розумного будинку з метою:

- по-перше, вирішити проблему широкосмугового доступу до транспортних мереж,

- по-друге позбавити користувачів від необхідності дротового підключення.

Саме WiMAX повинен забезпечити високошвидкісний, захищений бездротовий доступ з підтримкою контролю над якістю на периферії мережі.

Коротко визначемо переваги технології:

1) Розширення спектру інформаційних і комунікаційних технологій для користувачів, які вже мають фіксований (стаціонарний) доступ.

2) Підвищена надійність системи внаслідок об'єднання двох рівнів: надання доступу до Інтернет та надання послуг кінцевого відрізка від точки входу в мережу провайдера до комп'ютера користувача, тобто ділянки "останньої милі"

3) Можливість масштабування та простота в розгортанні.

4) Можливість розгортання у малонаселених або віддалених районах.

5) Можливість використання в умовах відсутності прямої видимості між об'єктами мережі завдяки технології ортогонального частотного мультиплексування (англ. Orthogonal Frequency Division Multiplexing) OFDM.

6) Технологія WiMAX дозволяє інтегрувати її у локальні мережі завдяки міжмережевому протоколу IP (англ. Internet Protocol).

7) Специфікації призначені для обслуговування на єдиній інфраструктурі фіксованих і рухомих об'єктів.

На рисунку 1.7 приведено топології мереж WiMAX.

					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

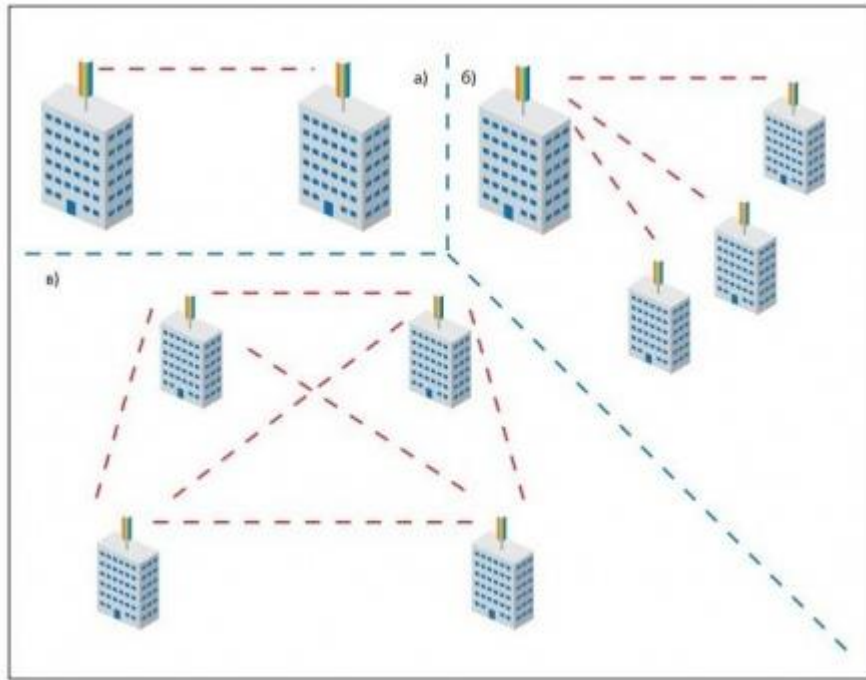


Рисунок 1.8 – Топології мереж WiMAX

Для з'єднання «точка-точка» (рисунок а). Використовуються дві спрямовані один на одного антени; так будуються, наприклад, радіорелейні лінії передач, в яких відстань між сусідніми релейними вишками може обчислюватися десятками кілометрів. При топології «точка-багатоточка» (рисунок б) у центрі «осередку» поміщається базова станція зі всеспрямованою або секторної антеною, а все абоненти, що обслуговуються забезпечуються сфокусованими на неї спрямованими антенами. Інший тип зв'язку вийде при використанні тільки всеспрямованих антен. У цьому випадку буде досягнута можливість з'єднання «кожного з кожним», або «багатоточка-багатоточка» (сітка) (рисунок в).

Базова станція WiMAX являє собою модульне рішення, яке може в міру необхідності доповнюватися різними блоками, наприклад, модулями для зв'язку з магістральною мережею провайдера. У мінімальній конфігурації встановлюється модуль радіоінтерфейсу і модуль з'єднання з дротовою мережею.

Слід зауважити, що архітектура мереж WiMax не прив'язана до якої-небудь певної конфігурації, володіє високою гнучкістю і масштабованістю.

1.4 Порівняння існуючих систем радіодоступу

					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

На сьогоднішній день існує величезна кількість технологій бездротової передачі даних, такі як Bluetooth, UWB, Wi-Fi, DECT та ін. Ці технології мають різні сфери застосування. Вони призначені для організації невеликих бездротових мереж усередині приміщень і побудови бездротових мостів. Технологія WiMAX, в свою чергу, призначена для організації широкосмугового зв'язку поза приміщеннями і для організації великомасштабних мереж. WiMAX розроблявся як міська обчислювальна мережа та має такі відмінності: підвищена ніж у Wi-Fi якість зв'язку завдяки забезпеченню кожному користувачеві постійний доступ завдяки встановленому обмеженню на число користувачів для однієї точки доступу. Якщо базова станція наближається до максимуму свого потенціалу то вона автоматично перенаправляє «надлишкових» користувачів на іншу базову станцію.

На рисунку 1.9 представлено загальну схему мережі WiMAX для рухомих об'єктів у міжміських умовах стандарту 802.16e.

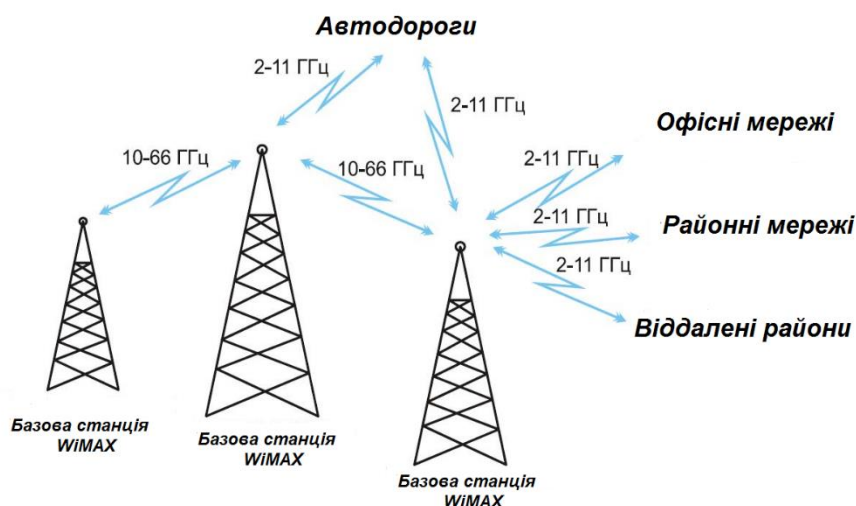


Рисунок 1.9 – Загальна схема мережі WiMAX для рухомих об'єктів у міжміських умовах

1.5 Принципи дії системи WiMAX

Стандарт 802.16e-2005 увібрав в себе всі версії, що були впроваджено раніше та на даний момент надає наступні режими:

Fixed WiMAX - фіксований доступ.

Nomadic WiMAX - сеансовий доступ.

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Portable WiMAX - доступ в режимі переміщення.

Mobile WiMAX - мобільний доступ.

Mobile WiMAX ,що був розроблений у стандарті 802.16e-2005 і дозволив збільшити швидкість переміщення клієнтського обладнання до більше ніж 120 км / г. Основні досягнення цього режиму:

- 1) Стійкість до багатопроменевого розповсюдження сигналу і власним перешкод.
- 2) Масштабована пропускна здатність каналу.

На рисунку 1.10 представлена загальна схема мережі WiMAX для рухомих об'єктів у міжміських умовах.

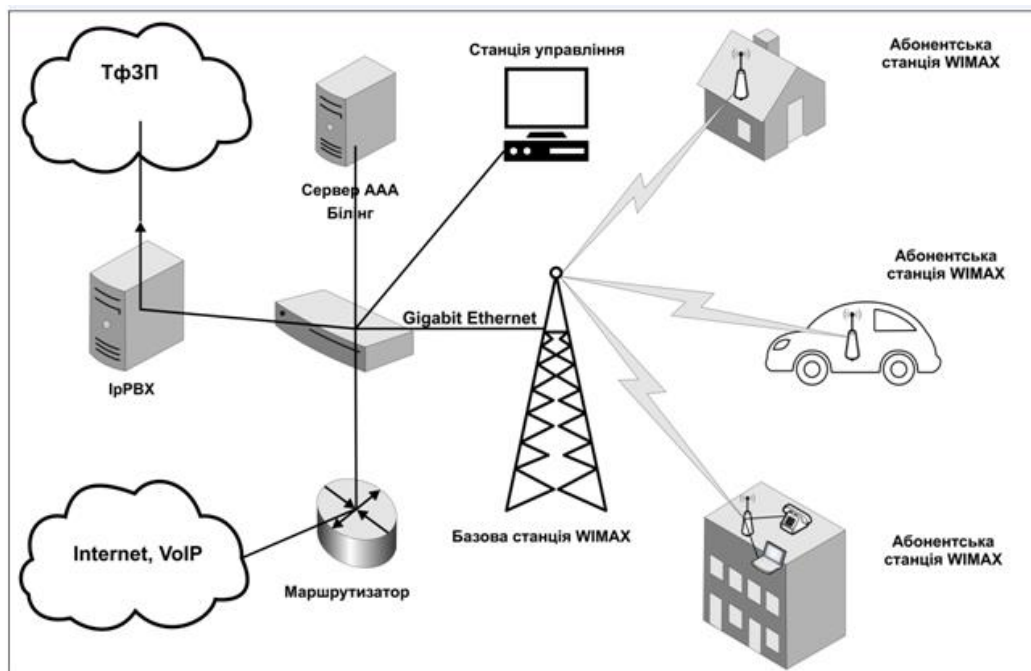


Рисунок 1.10 – Функціональна схема мережі передачі даних стандарту 802.16e, де:

IP-PBX (IP-АТС)— телефонна станція на основі мережевого протоколу IP;
ТфЗП –телефонна лінія загального призначення;

AAA (аутентифікація, авторизація, облік) сервер - це пристрій, що забезпечує авторизацію, аутентифікацію та аудит користувачів мереж.

Апаратура mobile WiMax стандарту IEEE 802.16e

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

До кінця березня 2009 WiMAX-форум зареєстрував 94 моделі сертифікованого WiMAX обладнання 36 різних виробників. Хоча в основному цей список містить обладнання для фіксованого доступу, частка мобільного WiMAX постійно зростає. Широко представлено як базове, так і абонентське обладнання. З найбільш значущих виробників обладнання для мобільного WiMAX відзначимо компанії Alvarion (BreezeMAX 4Motion), Alcatel-Lucent (серія 97xx), Cisco System (BWX 8305 і BWX 2305), Huawei (DBTS 3900 і WASN9970), Motorola (wi4 WiMAX), Samsung (mobile WiMAX Udicell), ZTE і ін.

Обладнання більшості з них сертифіковано WiMAX-форумом

1.5.1 ASN шлюзи

Система BreezeMAX 4Motion має у своєму складі два типа ASN-шлюзів: розподілений і централізований.

Розподілена моделі функції ASN-шлюзів використовується для мереж з малою ємністю.

Централізована модель ASN-шлюзів використовується для мереж великого масштабу з сотнями базових станцій і десятками тисяч абонентів всередині мережі.

1.5.2 Базова станція BreezeMAX 4Motion

Основними функціями базової станції BreezeMAX 4Motion є організація з'єднань по радіоканалу з абонентськими пристроями станції і по каналу GB Ethernet. Основною функцією є з'єднання мережі провайдера з магістральним каналом. BreezeMAX 4Motion укладається з всіма вимогами стандарту IEEE 802.16e і сертифікаційним профілям WiMAX.

Перевагою базової станції BreezeMAX є її модульна архітектура, яка втілює можливість легкого масштабування системи з необхідною конфігурацією.



					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Рисунок 1.11 – Базова станція BreezeMAX 4Motion

В основу покладено радіотехнологія OFDMA, яка є надійною в несприятливих умовах каналу, а також надає можливість використання алгоритмів адаптації каналів зв'язку, модуляцію та кодування для переважаючих умов зв'язку, забезпечуючи оптимальний баланс між надійністю та ефективністю.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики базової станції BreezeMAX 4Motion

Характеристика	Одиниця виміру	
1	2	
Частотний діапазон:	2,3 ГГц	2,305 - 2,360 МГц
	2,5 ГГц	2,305 - 2,360 МГц
	3,5 ГГц	3,399 - 3,600 МГц
	5,2 ГГц	5,150 - 5,350 МГц
Вихідна потужність	34-39 дБ	
Модуляція	OFDMA	
Ширина каналу	5МГц, 10МГц, 20МГц (обирається програмно)	
Дозвіл центральної частоти	0,125 МГц	
Чутливість, типові значення	Від -80 dBm до -98 dBm для самого високого рівня модуляції	

На даний момент часу для побудови систем WiMAX для міських умов невеликого розміру для мереж з малою щільністю абонентів використовується системи BreezeMAX Мікро Outdoor – тобто все на відкритому повітрі (див. рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Система BreezeMAX Мікро Outdoor

При цьому в пристрої реалізовані всі основні функції стандарту WiMAX 802.16e для фіксованого, рухомого і мобільного бездротового доступу. Базова станція має розвинену адаптивну антенну систему MIMO, Матриця / Matrix В, реалізує схеми просторового антенного розносу 2-го і 4-го порядку. BreezeMAX Мікро Outdoor має повністю зовнішнє конструктивне виконання, що забезпечує високу оперативність монтажу, простоту масштабування мережі та низькі капітальні та оперативні витрати на її утримання. Це невід'ємна частина 4Motion рішення.

1.5.3 Антенні системи

У платформі 4Motion передбачається використання кількох конфігурацій антен. Так, для формування незалежних потоків у кожному антенному каналі пропонується три варіанти: рознесені антени з різною поляризацією.

Антени повинні бути рознесені на відстань не менше 10 довжин хвиль (λ). Як правило, для цього використовуються дві двохелементні антени з взаємної поляризацією елементів 90° , але підключаються тільки по одному елементу в антені. Використання крос поляризаційних антен з поляризацією $\pm 45^\circ$ щодо лінії горизонту пояснюється тим, що при переводу бітів сигналів змінюється їх поляризація. Другий варіант передбачає застосування Х-подібної антени з двома елементами зі взаємно-ортогональної поляризацією. Така поляризація забезпечує рознесення каналів не менше ніж на 20 дБ. Обидва ці варіанти дозволяють організувати передачу по двох незалежних каналах.

Для реалізації передачі по чотирьох каналах рекомендована чотириелементна антенна система – дві Х-образні антени (як у попередньому варіанті), рознесені один від одного не менше ніж на 10λ . У всіх цих варіантах мається на увазі, що кожен антенний елемент формує промінь шириною 65° в азимутальній площині і 7° - у вертикальній (за рівнем 3 дБ), рівень бічних променів до -30 дБ в азимутальній площині і -17 дБ - у вертикальній. Для задач адаптивного формування діаграми спрямованості використовують антенні масиви з чотирьох близько розташованих

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

елементів з вертикальною поляризацією. Однак для змішаних режимів цей варіант не оптимальний.



Рисунок 1.13– Антенна система Bester WiMax – 18дБ (приклад)

1.5.4 Абонентське обладнання

Для обслуговування платформи BreezeMAX 4Motion існує кілька варіантів обладнання кінцевого користувача (CPE) що дає змогу операторам ефективно обслуговувати різноманітних користувачів у ділових та житлових секторах.

Існує чотири варіанти CPE:

1) Варіант для зовнішнього монтажу:

пристрої BreezeMAX PRO CPE (з зовнішнім і внутрішнім модулями),

2) Варіант для встановлення всередині приміщень:

самостійно інсталиуються пристрої BreezeMAX 4Motion Si, а також модеми у форматі PC Card і USB Dangle.

Нижче на рисунку 1.14 представлено компоненти системи WiMax.



а)

б)

в)

г)

Рисунок 1.14 – Компоненти системи (види абонентських блоків)

а) абонентський блок BreezeMAX™ PRO;

б) абонентський блок BreezeMAX для широкосмугових даних (внутрішній модуль - IDU);

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

в) абонентський блок BreezeMAX Si 100, що самостійно інсталується;

7) мережевий шлюз BreezeMAX (Внутрішній модуль - IDU).

BreezeMAX 4Motion PC Card - це мережевий адаптер на чіпсеті Wicomm, що дозволяє підключати до мережі мобільного WiMAX переносний комп'ютер. Він випускається для кожного з діапазонів 2,3; 2,5 і 3,5 ГГц і при ширині каналу 10 МГц забезпечує максимальну швидкість в низхідному каналі до 20 Мбіт/с, у висхідному - до 7 Мбіт / с. Ширина каналу задається при конфігурації і може скласти 5; 7; 8,75 і 10 МГц. На карті знаходяться дві висувуються антени, регулювання положення яких, при необхідності, дозволить поліпшити прийом сигналу. Можлива робота на відстані до 5 км від базової станції.



Рисунок 1.15 – Абонентський пристрій у форматі PC-card

Пристрій US210 компанії AWB і WU211 компанії Quanta computers - це WiMAX USB-адаптер для ПК, що пройшли тест на сумісність із базовими станціями BreezeMAX 4Motion. Адаптер повністю відповідає стандарту IEEE 802.16e і підтримує мобільне бездротове з'єднання на швидкості до 130 км / год. Пристрій інсталується і налаштовується кінцевим користувачем, пікова швидкість в низхідному каналі - до 33 Мбіт / с, у висхідному - до 7 Мбіт / с. Працює в частотних діапазонах 2,3; 2,5 і 3,5 ГГц. Потужність передавача - 23 дБм, посилення антени - 2 дБ від ізотропної потужності. Завдяки одній передавальній і двом прийомним антенам US210 підтримує MIMO-технологію. Енергоспоживання - 2,4 Вт при потужності в антені 23 дБм.



					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Рисунок 1.16 – Пристрій US210 WiMAX USB-адаптер для ПК.

Зона покриття БС залежить не тільки від потужності передачі БС та абонентського пристрою, але і від типу абонентського пристрою, а також умов роботи (рельєф і тип забудови). Суттєво впливають на дальність роботи і умови видимості. При прямої видимості теоретичне обмеження дальності становить 54 км, практично отримують стійкий зв'язок з пропускнуою здатністю близько 3 Мбіт/с на відстані 30 км від базової станції з використанням зовнішнього абонентського пристрою з спрямованої антеною.

Досвід експлуатації обладнання 4Motion в мережі WiMAX показав, що в місті зони дії одного сектору БС при прийомі на антену WiMAX USB-адаптера поза прямій видимості може становити 300-1500 м, а при прямій видимості - до 6 км. Такі значення дальності пояснюється несиметричністю висхідного і низхідного каналів: якщо з боку БС використовуються антени з високим коефіцієнтом посилення (15-17 дБі) і передавачі потужністю до 5 Вт, то на абонентському пристрої коефіцієнт посилення всепрямованих антен 3 дБі, а потужність передавача - до 200 мВт.

В таблиці 1.3 приведено перелік обладнання для реалізації WiMAX мережі стандарту 802.16e в зоні дії однієї базової станції

Таблиця 1.3 – Перелік обладнання базової та абонентських станцій мережі 802.16e

					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

№ з/с	Назва
1	Базова станція BreezeMAX Мікро Outdoor
2	Абонентські пристрої до різних зон покриття
2.1	Пристрій US210 - WiMAX USB-адаптер для ПК
2.2	Абонентський блок BreezeMAX™
2.3	Абонентський блок BreezeMAX Si1000
2.4	Абонентський блок BreezeMAX для широкосмугових даних (Внутрішній модуль - IDU)
2.5	Мережевий шлюз BreezeMAX

Для реалізації мережі стандарту 802.16e обґрунтовано вибір обладнання на прикладі однієї базової станції на компанії Alvarion, що сертифіковано в Україні.

1.6 Модель зони обслуговування об'єктів у мережі за стандартом 802.16e

Для розрахунку зони обслуговування 1 базової станції для статичних та рухомих об'єктів автомобілів зі швидкістю 120 км/г оберемо модель Окамури-Хата та визначимо вихідні дані.

Модель Окамури-Хата є однією з найбільш поширених моделей для прогнозування сигналу в міських умовах. Розмір відстані складається на рівні від 1 до 100 км. Частотний діапазон що використовується це 150 ... 1920 МГц з екстраполяцією 3 ГГц. Окамура запропонував вимірювання загасання сигналу при передачі від базової станції до мобільної станції з урахуванням про поширення сигналу у вільному просторі на території з нерівною поверхнею Землі.

1.6.1 Розрахунок загасання сигналу

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Вихідні дані для побудови моделі Окамури-Хата є

тип місцевості: Місто середніх розмірів;

тип стандарту: IEEE802.16e - Mobile WiMAX;

вид модуляції приймаючої сторони: 64QAM;

коефіцієнт підсилення антени:

(Базова станція) БС: 14 дБ;

(Мобільна станція) МС: 18 дБ;

висота антени:

БС: 40 м,

МС: 1,5 м;

потужність передавача БС: 40 Вт;

втрати у фідері антени БС: 4,4 дБ;

втрати в Дуплексер - 1 дБ;

втрати в комбайнер - 3 дБ;

К мшу = 25 дБ.

Починаю з формули для розрахунку величини загасання сигналу при розповсюдженні в міських районах (див. формула 1.1):

$$L = [69,55 + 26,16 \lg(f) - 13,82 \lg(h_{BC}) + [44,9 - 6,55 \lg(h_{BC})] \cdot \lg(R) - \alpha(h_{MC})] \quad (1.2)$$

де f - Частота випромінювання, МГц; R - Відстань між БС і МС, км;

h_{BC} - Висота антени БС, м; h_{MC} - Висота антени МС, м; $\alpha(h_{MC})$ - поправочний коефіцієнт, що враховує висоту антени МС залежно від розмірів міста, дБ.

Обираю частоту випромінювання 2500 МГц. з діапазону стандарту 2495 - 2690 МГц

Згідно технічному завданню відстань між БС і МС - 2 км, та висота антен БС і МС над землею є 40 і 1,5 метрів відповідно.

Розраховую поправочний коефіцієнт висоти антени МС для міст середніх розмірів в дБ (див. формулу 1.2):

$$\alpha(h_{MC}) = (1,1 \lg f - 0,7) h_{MC} - (1,56 \lg f - 0,8), \quad (1.3)$$

Таким чином, з урахуванням даних:

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$\alpha(h_{MC}) = (1,1 \lg 2500 - 0,7)1,5 - (1,56 \lg 2500 - 0,8) = 0,056 \text{ дБ}$$

Розраховую величину загасання сигналу (див.формулу 1.3):

$$L = [69,55 + 26,16 \lg(2500) - 13,82 \lg(40) + [44,9 - 6,55 \lg(40)] \cdot \lg(2) - 0,056] = 146,6 \text{ дБ}$$

Згідно розрахунку загасання сигналу складає 146,6 дБ

1.6.2 Розрахунок розміру зони покриття базової станції

Розміри зони покриття базової станції визначатимуться дальністю зв'язку між базовою і мобільного станціями.

Дальність зв'язку визначатиметься шляхом вирішення першого рівняння зв'язку за формулою 3.3:

$$P_{ПС} = P_{випр} - L(R, h_{БС}, h_{МС}) - ВТ - ВЕ, \quad (1.4)$$

де $P_{ПС}$ [дБм] - рівень потужності корисного сигналу на вході приймальної антени в дБм;

$P_{випр}$ [дБм] - рівень ефективної ізотропно випромінюваної потужності передавача в дБм;

$L(R, h_{БС}, h_{МС})$ [дБ] – це характеристики загасання сигналу при розповсюдженні в невеликому місті;

$ВТ$ [дБ] - це додаткові втрати сигналу при роботі з портативною абонентською станцією -3 дБ;

$ВЕ$ [дБ] – це додаткові втрати сигналу при роботі з портативною абонентською станцією в будівлі або автомобілі (для автомобіля до 8 дБ, для будівлі 15 дБ).

Визначаю рівень ефективної ізотропно випромінюваної потужності передавача (див. формулу 1.4):

$$P_{Випр} = P_{ПРД} - B_{\phi ПРД} - B_{ДПРД} - B_{К} + G_{ПРД}, \quad (1.5)$$

де $P_{ПРД}$ [дБм] = $10 \lg P'_{ПРД} + 30$ рівень потужності передавача в дБ / мВт;

$P'_{ПРД}$ - це потужність передавача в Вт = 40 Вт;

$$P_{ПРД} [\text{дБм}] = 10 \lg 40 + 30 = 46, \text{ дБм}$$

$B_{\phi ПРД}$ [дБ] = $\alpha_{\phi ПРД} \cdot l_{\phi ПРД}$ - це втрати у фідері антени передавача;

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$\alpha_{\text{ФПРД}}$ [дБ / м] - це погонне загасання у фідері антени передавача;

$l_{\text{ФПРД}}$ [м] - це довжина фідера антени передавача;

$$V_{\text{ФПРД}} = \frac{22}{100} \cdot 20 = 4,4 \text{ дБ}$$

$V_{\text{ДПРД}}$ [дБ] - втрати в дуплексері на передачу приймаю 1 дБ;

$V_{\text{К}}$ [дБ] - втрати в комбайнері (пристрій додавання) приймаю 3 дБ;

$G_{\text{ПРД}}$ [дБ] - коефіцієнт посилення антени передавача приймаю 15 дБ.

$P_{\text{ВИПР}}$ розраховую за формулою 1.5:

$$P_{\text{ВИПР}} = 46 - 4,4 - 1 - 3 + 15 = 52,6 \text{ дБм}$$

Рівень потужності корисного сигналу на вході приймальної антени розраховую згідно формулі 1.3:

$$P_{\text{ПС1}} = 52,6 - 146,6 - 3 - 8 = -105 \text{ дБм}$$

$$P_{\text{ПС2}} = 52,6 - 146,6 - 3 - 15 = -112 \text{ дБм}$$

Основною умовою забезпечення зв'язку буде необхідність перевищення рівня потужності корисного сигналу на вході приймальної антени мінімально необхідного рівня потужності ($P_{\text{ПСмін}}$), що визначається технічними характеристиками приймача (див. формулу 1.6):

$$P_{\text{ПСмін}} [\text{дБм}] = P_{\text{ПРМ}} - V_{\text{ФПРМ}} - V_{\text{ДПРМ}} - K_{\text{МШП}} + G_{\text{ПРМ}}, \quad (1.6)$$

$$P_{\text{ПРМ}} [\text{дБм}] = 20 \cdot \lg P'_{\text{ПРМ}} - 10 \cdot \lg R_{\text{ПРМ}} - 90$$

де - чутливість приймача визначається у дБм.

$P'_{\text{ПРМ}}$ - чутливість приймача у мкВт (у разі, якщо чутливість приймача задається в дБм, то в якості $P_{\text{ПРМ}}$ використовується значення $P_{\text{ПРМ}} = -98$, дБм);

$R_{\text{ПРМ}}$ [Ом] - вхідний опір приймача; $V_{\text{ФПРМ}} [\text{дБ}] = 0 \text{ дБ}$ - Втрати у фідері антени приймача;

$V_{\text{ДПРМ}}$ [дБ] - втрати в дуплексному фільтрі на прийом = 1 дБ;

$K_{\text{МШП}}$ [дБ] - коефіцієнт посилення антенного тракту прийому ($K_{\text{МШП}} = 25$ дБ);

$G_{\text{ПРМ}}$ [дБ] - коефіцієнт посилення антени приймача = 17 дБі.

Підраховую мінімальну потужність корисного сигналу за формулою 1.5:

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$P_{\text{ПСмін}}[\text{дБм}] = -98 - 0,1 \cdot 25 - 17 = -141 \text{ дБм.}$$

Для визначення статистичних параметрів сигналу на трасах з рухомим зв'язком, приймаю такі стандартні коефіцієнти відхилень сигналу:

- за місцем (σ_d [дБ]) (залежить від ступеня нерівності місцевості і діапазону частот)
- за часом (σ_t [дБ]) (залежить від дальності зв'язку)

На відстанях менше 10 км значення стандартного відхилення залежить від дальності зв'язку (r). Для практичних обчислень ці дані з високим ступенем точності в діапазоні 300 ... 3000 МГц апроксимуються формулою 1.7:

$$\sigma_d = 4,1 \cdot \lg(R) + 5, \text{ дБ} \quad (1.7)$$

Проводжу розрахунок і отримаю такі дані:

$$\sigma_d = 4,1 \cdot \lg(2) + 5 = 6,23, \text{ дБ}$$

Як відомо з теорії, стандартне відхилення сигналу за часом σ_t для точок прийому, розташованих на відстані менше 100 км від передавачів, визначається за формулою 1.8:

$$\sigma_t = 6,5(1 - e^{(-0,036 \cdot R)}), \text{ дБ} \quad (1.8)$$

$$\sigma_t = 6,5(1 - e^{(-0,036 \cdot 2)}) = 0,45, \text{ дБ}$$

Розраховую узагальнене значення стандартного відхилення сигналу за місцем і за часом (див. формулу 1.9):

$$\sigma = \sqrt{\sigma_d^2 + \sigma_t^2} \quad (1.9)$$

Підставляю значення, що отримано вище та обчислюю величину показника :

$$\sigma = \sqrt{6,23^2 + 0,45^2} = 6,3, \text{ дБ}$$

Розраховую додатковий запас рівня сигналу (див. формулу 1.10):

$$P_{\text{ПСдод}} = k_{\text{тр}} \sigma, \quad (1.10)$$

де $k_{\text{тр}}$ - коефіцієнт логнормального розподілу для визначення необхідної надійності зв'язку.

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Визначається з таблиці 1.4 для заданої ймовірності $S=0,95$ та $k_{тр} = 1,645$.

Таблиця 1.4 - Визначення значень параметрів $k_{тр}$ та $S(k_{тр})$

$S(k_{тр})$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.99
$k_{тр}$	0	0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	2.326

У підсумку розраховую:

$$P_{ПСдоп} = 1,645 * 6,3 = 10,4;$$

Отже для того, щоб зв'язок відповідав заданим характеристикам із заданою ймовірністю, потрібно здійснення умови, а саме: потужність сигналу на вході приймальної антени $P_{ПС}$ перевищувала мінімальну потужність сигналу на вході приймальної антени $P_{ПСмін}$ виходячи з чутливості приймача (див.формулу 1.11):

$$P_{ПС} \geq P_{ПСмін} + P_{ПСдоп} \quad (1.11)$$

Значення необхідного рівня потужності сигналу на вході приймальної антени, що забезпечує необхідну надійність зв'язку визначається за формулою (1.12)

$$P_{ПСтр} = P_{ПСмін} + P_{ПСдоп}, \quad (1.12)$$

$$P_{ПСтр} = -141 + 10,4 = -130,6 \text{ дБм}$$

Виходячи із розрахунків проведених вище маємо:

$$P_{ПС1} = -105 \geq -130,6; \text{ Умова виконується.}$$

$$P_{ПС2} = -112 \geq -130,6. \text{ Умова виконується.}$$

Максимально допустимі втрати при поширенні сигналу на трасі:

$$L_{доп} = P_{випр} - P_{ПСтр} - V_T - V_E \quad (1.13)$$

$$L_{доп1} = 52,6 + 130,6 - 3 - 8 = 172,2 \text{ дБм; (для автомобіля)}$$

$$L_{доп2} = 52,6 + 130,6 - 3 - 15 = 165,2 \text{ дБм. (для будівлі)}$$

Максимальна дальність зв'язку вирішується рівнянням:

$$L(R) = L_{доп}$$

Необхідно вирішити це рівняння графічним способом для цього знайдемо всі необхідні параметри спочатку за емпіричною моделлю, потім згідно

технічному використанню електронних таблиць MS Excel.

Розрахунок для R = 4 км:

$$\sigma_d = 4.1 \lg(R) + 5$$

$$\sigma_d = 4.1 \cdot \lg(4) + 5 = 7,46, \text{ дБ}$$

$$\sigma_t = 6,5(1 - e^{(-0.036R)}) , \text{ дБ}$$

$$\sigma_t = 6,5(1 - e^{(-0.036 \cdot 4)}) = 0,9, \text{ дБ}$$

За формулою 1.9 знайдемо значення стандартного відхилення сигналу за місцем і за часом:

$$\sigma = \sqrt{7,46^2 + 0,9^2} = 7,5, \text{ дБ}$$

$$P_{\text{ПСдоп}} = k_{\text{тр}} \cdot \sigma$$

$$P_{\text{ПСдоп}} = 1.645 \cdot 7,5 = 12,3;$$

$$P_{\text{ПСтр}} = P_{\text{ПСмін}} + P_{\text{ПСдоп}} = -144 + 12,3 = -128,7 \text{ дБм};$$

$$L = [69.55 + 26.16 \lg(2500) - 13.82 \lg(40) + [44.9 - 6.551 \lg(40)] \cdot \lg 4 - 0.056] = 156.8 \text{ дБ}$$

$$P_{\text{ПС1}} = 52,6 - 156.8 - 3 - 8 = -115,2 \text{ дБм};$$

$$P_{\text{ПС2}} = 52,6 - 156.8 - 3 - 15 = -122,2 \text{ дБм};$$

$$P_{\text{ПС}} \geq P_{\text{ПСмін}} + P_{\text{ПСдоп}},$$

$$L_{\text{ДОП1}} = 52,6 + 128,7 - 3 - 8 = 170,3 \text{ дБм};$$

$$L_{\text{ДОП2}} = 52,6 + 128,7 - 3 - 15 = 163,3 \text{ дБм}.$$

$$-115,2 \text{ дБм} \geq -128,7 \text{ дБм}$$

Висновок. $-122,2 \text{ дБм} \geq -128,7 \text{ дБм}$ – умова виконується.

Розрахунок для R = 6 км:

$$\sigma_d = 4,1 \cdot \lg(6) + 5 = 8,2, \text{ дБ};$$

$$\sigma_t = 6,5(1 - e^{(-0.036 \cdot 6)}) = 1,26, \text{ дБ};$$

$$\sigma = \sqrt{8,2^2 + 1,26^2} = 8,3, \text{ дБ}$$

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$P_{\text{ПСдоп}} = k_{\text{тр}} \cdot \sigma$$

$$P_{\text{ПСдоп}} = 1,645 \cdot 8,3 = 13,65;$$

$$P_{\text{ПСтр}} = P_{\text{ПСмін}} + P_{\text{ПСдоп}},$$

$$P_{\text{ПСтр}} = -141 + 13,65 = -127,35 \text{ дБм};$$

$$L = [69,55 + 26,16 \lg(2500) - 13,82 \lg(40) + [44,9 - 6,551 \lg(40)] \cdot \lg 6 - 0,056] = 163,7 \text{ дБ}$$

$$P_{\text{ПС}} = P_{\text{випр}} - P_{\text{ПСтр}} - B_T - B_E$$

$$P_{\text{ПС}} = P_{\text{изл}} - L(R, h_{\text{БС}}, h_{\text{АС}}) - B_T - B_E$$

$$P_{\text{ПС1}} = 52,6 - 163,7 - 3 - 8 = -122,1 \text{ дБм}$$

$$P_{\text{ПС2}} = 52,6 - 163,7 - 3 - 15 = -129,1 \text{ дБм}$$

$$P_{\text{ПС}} \geq P_{\text{ПСмін}} + P_{\text{ПСдоп}},$$

$$L_{\text{доп1}} = 52,6 + 127,35 - 3 - 8 = 168,95 \text{ дБм};$$

$$L_{\text{доп2}} = 52,6 + 127,35 - 3 - 15 = 161,85 \text{ дБм}.$$

$$-122,1 \text{ дБм} \geq -127,35 \text{ дБм} - \text{ умова виконується}$$

Висновок . $-129,1 \text{ дБм} \geq -127,35 \text{ дБм}$ - умова не виконується => максимальний радіус дії для будівлі $R = 4 \text{ км}$.

Розрахунок для $R = 8 \text{ км}$:

$$\sigma_d = 4,1 \cdot \lg(8) + 5 = 8,7, \text{ дБ};$$

$$\sigma_i = 6,5(1 - e^{(-0,0368)}) = 1,63, \text{ дБ};$$

$$\sigma = \sqrt{8,7^2 + 1,63^2} = 8,9, \text{ дБ};$$

$$P_{\text{ПСдоп}} = k_{\text{тр}} \cdot \sigma$$

$$P_{\text{ПСдоп}} = 1,645 \cdot 8,9 = 14,6;$$

$$P_{\text{ПСтр}} = -141 + 14,6 = -125,4 \text{ дБм};$$

$$L = [69,55 + 26,16 \lg(2500) - 13,82 \lg(40) + [44,9 - 6,551 \lg(40)] \cdot \lg 8 - 0,056] = 167,3 \text{ дБ}$$

$$P_{\text{ПС}} = P_{\text{випр}} - L(R, h_{\text{БС}}, h_{\text{МС}}) - B_T - B_E,$$

$$P_{\text{ПС1}} = 52,6 - 167,3 - 3 - 8 = -125,4 \text{ дБм}$$

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$P_{ПС2} = 52,6 - 167,3 - 3 - 15 = -132,4 \text{ дБм}$$

$$P_{ПС} \geq P_{ПС\text{мін}} + P_{ПС\text{доп}},$$

$$L_{\text{доп1}} = 52,6 + 125,4 - 3 - 8 = 167 \text{ дБм};$$

$$L_{\text{доп2}} = 52,6 + 125,4 - 3 - 15 = 160 \text{ дБм}.$$

Висновок. $-125,4 \text{ дБм} \geq -125,4 \text{ дБм}$ – умова виконується, отже максимальна дальність зв'язку для рухомого об'єкту автомобіля $R=8 \text{ км}$.

$$-132,4 \text{ дБм} \geq -125,4 \text{ дБм}$$

Максимально допустимі втрати при поширенні сигналу на трасі:

$$L_{\text{доп}} = P_{\text{випр}} - P_{\text{ПСтр}} - V_{\text{T}} - V_{\text{E}}.$$

$$L_{\text{доп1}} = 52,6 + 130,6 - 3 - 8 = 172,2 \text{ дБм};$$

$$L_{\text{доп2}} = 52,6 + 130,6 - 3 - 15 = 165,2 \text{ дБм}.$$

Максимальна дальність зв'язку вирішується рівнянням:

$$L(R) = L_{\text{доп}}$$

Необхідно вирішити це рівняння графічним способом. Для цього знайдемо всі необхідні параметри за допомогою електронних таблиць MS Excel та перевіримо результати розрахунків емпіричної моделі:

Зведемо отримані дані в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Зміна величини загасання від дальності зв'язку для автомобіля

R (км)	2	4	6	8
L (R)	146,6	156,8	163,7	167,3

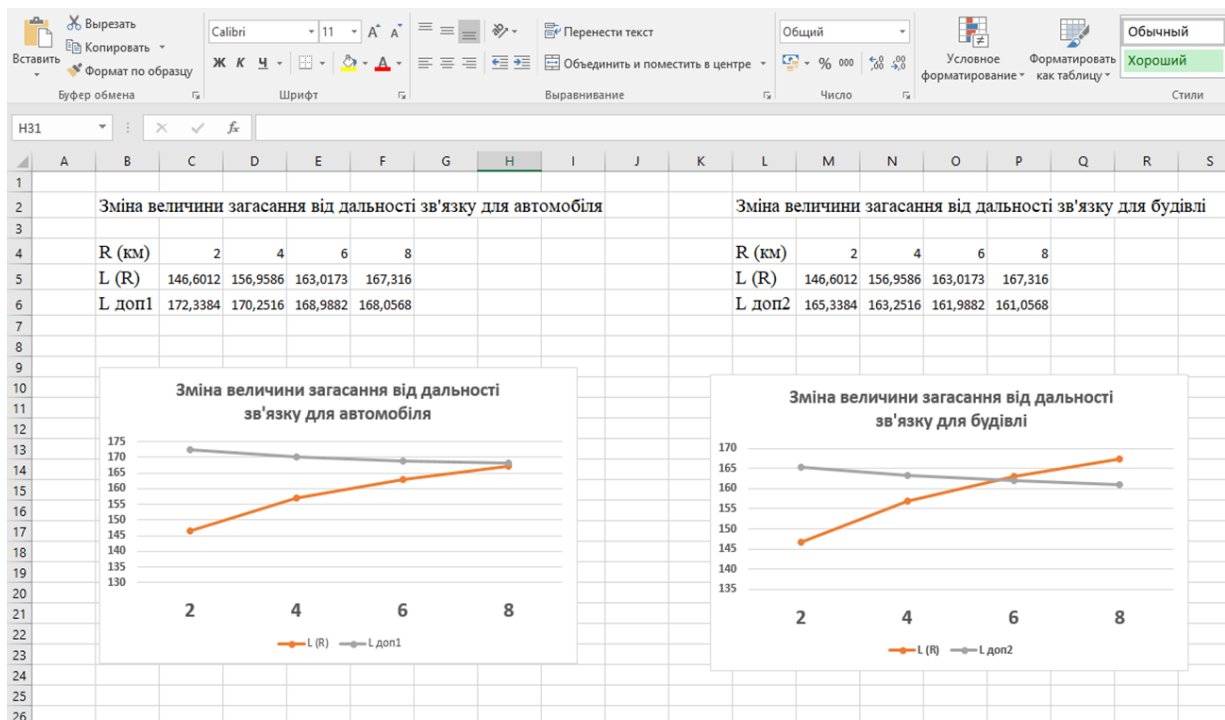


Рисунок 1.17 – Розрахунок максимального радіуса дії дальності передачі даних в різних умовах

Отримані результати розрахунків емпіричної моделі у MS Excel свідчать для рухомих об'єктів із швидкістю до 120 км/год для зони дії однієї базової станції мережі передачі даних стандарту IEEE 802.16e технології Mobile WiMAX максимальний радіус дії рухомого об'єкту в будівлі складає $R \sim 4$ км, а для автомобіля $R \sim 8$ км.

1.7 Розрахунок абонентського навантаження

На початковому етапі розрахунку базової станції, зазвичай прогнозують передбачуване навантаження, тому питання про навантаження в комірці і у всій мережі, є основним. Правильний розрахунок навантаження робить систему гнучкою, готовою до будь нестандартних ситуацій. На сьогоднішній день ймовірність відмови (блокування) радіоканалу становить 5-10 відсотків. Така ймовірність відмови радіоканалу є трохи надлишковою і тому багато виробників встановлюють більш жорсткі вимоги, здатні домогтися найкращої якості з меншими втратами.

Для даного проекту візьмемо ймовірність втрат 5 відсотків. В даний час при розрахунку навантаження приймають дані, прийняті в рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU-T). Пропоноване в рекомендації нормування навантаження береться з точки зору ймовірності відмови в годину найбільшого навантаження (ГНН) - це 30 найбільш завантажених днів року. Допустимий поріг ймовірності втрат, можна визначити тільки після введення в експлуатацію мережу, коли навантаження буде створюватися реальними абонентами з реальним трафіком, але, тим не менш, попередні розрахунки навантаження дають можливість закласти той фундамент, на якому буде побудована вся мережа. При оцінці навантаження і ємності в стільникових мережах використовують поширену модель Ерланга для систем з відмовами (ймовірність надходження виклику в момент, коли всі канали зайняті).

$$P_q = \frac{\frac{A^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}} \quad (1.14)$$

Рівняння (1.14) являє собою формулу Ерланга і пов'язує один з найважливіших показників якості функціонування мережі - ймовірність відмови p_q - зі значеннями навантаження A і числа каналів n .

Ця формула Ерланга є табульованою. Але, на практиці, це не завжди є зручним для розрахунків навантаження. Очевидна складність процедури визначення навантаження за допомогою формули не може рекомендувати її для інженерного використання, а використовують розраховані на її основі таблиці залежності кількості каналів від навантаження при заданому відсотку блокувань.

Згідно з технічним завданням на дипломне проектування розрахунок проводиться на 200 корпоративних і 100 індивідуальних користувачів системи на одну базову станцію невеликого міста.

Для розрахунку обладнання базової станції треба розрахувати середнє навантаження, що створюється абонентами системи, для цього скористаємося формулою для розрахунку навантаження від абонентів:

					<i>КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$Y_{\text{общ}} = \frac{N_{ac} \cdot C_{ac} \cdot T_{ac}}{3600}, \text{ Эрланг} \quad (1.15)$$

Підставимо в формулу відомі для системи статистичні дані:

$C_{ac} = 2,3$ викликів / год - середня кількість викликів в ГНН від одного абонента системи,

$T_{ac} = 10$ хвилин (600с) - середня тривалість виклику абонента системи,

$N_{ac} = 300$ - число абонентів системи.

За формулою 1.15 маємо загальну завантаження 115 Ерланг

Знаючи загальне навантаження, створюване абонентами системи 115 Ерланг і приймаючи, що кількість відмов у системі в ГНН не повинно перевищувати 5 відсотків, за таблицями Ерланга отримуємо необхідну кількість каналів для обслуговування отриманої навантаження. Для вирішення скористаємося програмним калькулятором [20].

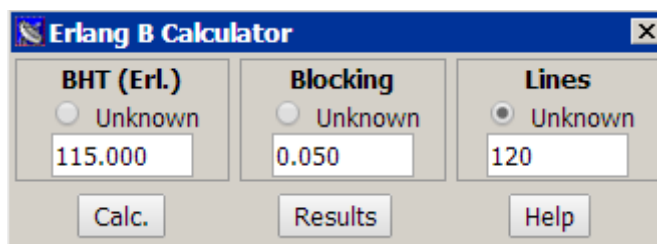


Рисунок 1.18 – Результат обчислень Ерланг - калькулятора

Згідно результатів обчислення Ерланг–калькулятора для обслуговування навантаження 115 Ерланг при 5 відсотках блокувань необхідно 120 радіо каналів.

3.3 Оцінка ефективності зв'язку

Для оцінки ефективності зв'язку необхідно дати рекомендації щодо зони Френеля тобто зони прямої видимості [23].

На рисунку 1.19 показан тракт прямої видимості передавач-приймач.

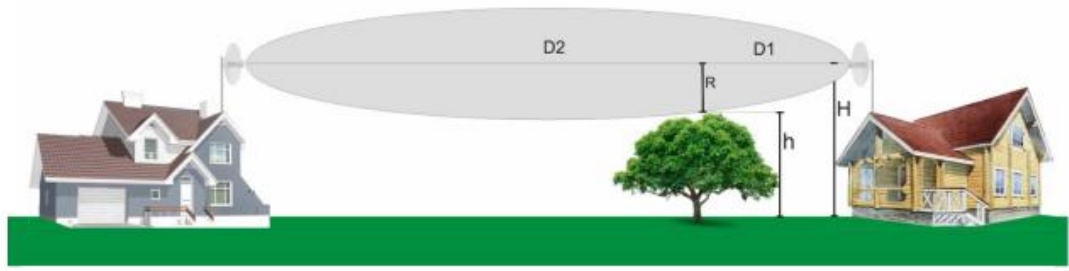


Рисунок 1.19 – Узагальнена схема тракту прямої видимості передавач - приймач

Знаходимо радіус першої зони Френеля в цій точці за формулою (1.16):

$$R = \sqrt{\frac{\lambda SD}{S + D}}, \quad (1.16)$$

де R, S і D вимірюються в одних і тих же одиницях, а λ позначає довжину хвилі сигналу в тракці.

Для зручності формулу (1.16) можна представити таким чином:

$$R_M = 17,3 \sqrt{\frac{1}{f_{ГГц}} \frac{S_{KM} D_{KM}}{S_{KM} + D_{KM}}}, \quad (1.17)$$

де R - виражається в метрах, дві інших відстані - в кілометрах, а частота сигналу - в ГГц. Наприклад, нехай відстань між двома трансиверами дорівнює 10 км, а частота несучої - 2,5 ГГц.

Для розрахунку першої та другої зони Френеля я користувався калькулятором розрахунку [24].

Відстань у км

10

Робоча частота у ГГц

2.5

Розраховані параметри зони Френеля

Перша зона Френеля, м

17.3

*80% першої зони Френеля,
м*

13.8

*60% першої зони Френеля,
(r), м*

10.4

Рисунок 1.20 – Результати обчислення зони Френеля у калькуляторі

Згідно умовам Технічного завдання на дипломне проектування відстань між трансиверами становить 10 км, робоча частота 2.5 ГГц. При таких параметрах відстань від лінії видимості між двома пристроями повинна становити не менше $R=13.8$ м. Потрапляння перешкод у 80% зону істотно не відбивається на з'єднанні, тому цю зону можна вважати мінімально рекомендованою.

					КГ 06. 12 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою даних розрахунків є обчислення вартості виконання науково-дослідної розробки «Розробка та реалізація моделі розрахунку параметрів LAN mobile WiMax». У даному дипломному проєкті вирішуються питання створення та розрахунку сегменту комп'ютерної моделі, яка починається з визначення початкових даних, конфігурації і складу мережевого устаткування. Даний вид проєкту відноситься до науково-дослідницької розробки. Оцінка якості розробленого проєкту включає визначення трудомісткості і вартості його створення.

Перелік етапів і робіт, що виконуються при проведенні НДР, приведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розподіл робіт по етапах і видах виконавців.

Етап проведення НДР	Вигляд робіт	Посада виконавця
Розробка технічного завдання (ТЗ)	1.Складання і затвердження ТЗ для НДР по розробці «Розробка та реалізація моделі розрахунку параметрів LAN mobile WiMax».	Дипломник, керівник
Вибір напрямку дослідження	1. Збір і вивчення науково-технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів, на основі яких будуватиметься робота. 2.Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка. 3. Вибір напрямку проведення досліджень для подальшої розробки. 4.Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	Дипломник керівник

Теоретичні і експериментальні дослідження	<ol style="list-style-type: none"> 1. Збір і вивчення науково-технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів, на основі яких будуватиметься робота. 2.Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка. 3. Вибір напрямку проведення досліджень для подальшої розробки. 4.Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки. 	Дипломник керівник консультанти
Узагальнення і оцінка результатів досліджень	<ol style="list-style-type: none"> 1. Узагальнення результатів попередніх етапів роботи. 2. Оцінка повноти вирішення поставлених завдань. 3.Проведення додаткових досліджень, розробка рекомендацій по використанню результатів проведення НДР, а також рекомендацій по реалізації проекту в цілому. 4. Складання і оформлення звіту. Розгляд результатів проведеною НДР і прийняття результатів в цілому. 	Дипломник керівник консультанти

Оцінка тривалості виконання робіт. В умовах відсутності нормативної бази тривалість виконання окремих робіт розраховується на основі вірогідних оцінок робіт, що задаються виконавцями.

Таблиця 2.2 – Очікувана трудомісткість робіт

Вигляд роботи	Очікуваний час виконання (дні)
1. Складання і затвердження ТЗ для НДР по розробці «Розробка та реалізація моделі розрахунку параметрів LAN mobile WiMax».	1

2. Збір і вивчення науково – технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів.	2
3. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка.	1
4. Вибір напрямку проведення досліджень і способів вирішення поставлених завдань. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	1
5. Огляд технології бездротового доступу WiMax	5
6.Реалізація мережі бездротового доступу	4
7. Узагальнення результатів попередніх етапів роботи. Оцінка повноти вирішення поставлених завдань, тестування продуктивності бездротової мережі	5
9.Економічна частина	2
10.Охорона праці	2
Всього:	23

Розрахунок собівартості і ціни виконання НДР. Результатом виконання НДР є науково-технічна продукція, що є закінчені науково – дослідницькі роботи, виконані відповідно до вимог, передбачених договором, і прийнятими замовником. Виходячи з особливостей створення науково – технічної продукції і її залежності від інтелектуальної праці, розрахунок собівартості і ціни виконання НДР включає наступні статті витрат: витрати на матеріали, основна і додаткова заробітна плата, відрахування до єдиного соціального фонду страхування, витрати на роботи, що виконуються сторонніми організаціями, і деякі інші.

1. Витрати на матеріали, купувальні комплектуючі, напівфабрикати визначають на основі розрахунку потреби в них за оптовими цінами, що діють, з врахуванням транспортних – заготовлених витрат у розмірі 7-10% оптової вартості матеріалів, купувальних комплектуючих, і виробів напівфабрикатів. Розрахунок матеріальних витрат приведений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування ресурсів	Одиниця виміру	Необхідна кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
-----------------------	----------------	---------------------	-----------------------	------------

Друк роботи Папір А4	Листи	80	15.00	120,00
Друк Папір А1	Листи	4	15.00	60,00
Разом				180,00
Транспортні – витрати				18,00
Всього				198,00

2) До витрат «Основна заробітна плата» відносяться оплата праці виконавців, безпосередньо притягнених до її виконання. Розмір основної зарплати встановлюється виходячи з чисельності різних категорій виконавців, трудомісткості, що витрачається ними на виконання різних видів робіт, а також їх середньої заробітної плати (ставки) за один робочий день.

Відповідно до статті 8 «Закону про Державний бюджет України на на 2023» встановлено мінімальну заробітну плату у місячному розмірі з 1 січня 2023 року - 6700 гривень; мінімальну погодинну тарифну ставку – 40,46 грн.

Середня зарплата за один робочий день для кожного виконавця визначена по формулі:

$$З_{ден} = \text{п.т.с.} * 8; \quad (2.1)$$

де п.т.с – погодинна тарифна ставка, грн.;

8 – тривалість робочого дня, год.

Зден дипломника = $40,46 * 8 = 323,68$ грн.

Зден керівника = $80,50 * 8 = 644$ грн.

Зден консультантів = $70,50 * 8 = 564$ грн.

Витрати на основну заробітну плату, НДР, що включаються в собівартість, приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Витрати на основну заробітну плату.

Виконавець	Погодинна тарифна ставка, грн	Денна ставка, грн	Трудомісткість робочих днів	Сума основної зарплати, грн
Дипломник	40,46	323,68	23	7444,64
Керівник	80,50	644	1	644

					КГ 06. 12 002. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Консультант економічної частини	70,50	564	0,25	141
Консультант з охороні праці	70,50	564	0,25	141
Нормоконтроль	70,50	564	0,25	141
Всього (Зо)				8511,64

3) Витрати на додаткову заробітну плату визначаються у відсотках від основної У наукових закладах додаткова заробітна плата складає 10-12% від основної заробітної плати.

$$Зд=10\%Зо= 8511,64*0,1 = 851,16 \text{ грн} \quad (2.2)$$

4) До складу собівартості НДР включаються відрахування до єдиного соціального внеску і складають:

$$Зесв=0,22*(Зо+Зд)=0,22*(8511,64+851,16) = 2059,82 \text{ грн.} \quad (2.3)$$

5. До накладних витрат відносять витрати на управління і господарське обслуговування, що відноситься до всіх виконуваних НДР. По цій статті враховується заробітна плата апарату управління і загальногосподарських служб, витрати на потоковий ремонт будов, устаткування і інструментів, амортизаційні відрахування на їх повне відновлення і капітальний ремонт, витрати по охороні праці, витрати на винаходи і раціоналізацію, витрати на науково – технічну інформацію і рекламу, і так далі. Розмір накладних витрат на конкретну НДР визначається у відсотках до її виконання. У наукових закладах накладні витрати складають 40 -120% від основної і додаткової заробітної плати.

$$Рнакл= (Зо+Зд)*0,5= (8511,64+851,16) * 0,5 = 4681,40 \text{ грн.} \quad (2.4)$$

На підставі отриманих даних по окремих статтях витрат складена калькуляція планової собівартості в цілому НДР за формою, приведеною в таблиці 2.5.

Таблиця 2. 5 – Калькуляція планової собівартості

Статті витрат	Сума, грн.
1. Матеріали	198,00
2. Основна заробітна плата	8511,64
	851,16
3. Додаткова заробітна плата	2059,82
	4681,40

4. Відрахування до єдиного соціального внеску	
5. Накладні витрати	
Планова собівартість (Спл)	16302,02

Плановий прибуток визначений по формулі:

$$\text{Ппл} = 0,1 * \text{Спл} = 0,1 * 16302,02 = 1630,20 \text{ грн} \quad (2.5)$$

Де 0,1 – норматив, який враховує граничний рівень рентабельності, встановлений чинним законодавством для науково-технічної продукції..

Договірна ціна визначається по формулі:

$$\text{Цндр} = \text{Спл} + \text{Ппл} = 16302,02 + 1630,20 = 17932,22 \text{ грн.} \quad (2.6)$$

Звідси ціна реалізації НДР становить:

$$\text{Цр} = \text{Цнір} + \text{ПДВ} = 17932,22 + 17932,22 * 0,2 = 21518,66 \text{ грн.} \quad (2.7)$$

Ціна НДР складає 21518,66 грн.

,

					<i>КГ 06. 12 002. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Охорону праці і здоров'я громадян віднесено до пріоритетних напрямків соціальної політики України.

Основним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці", дія якого поширюється на юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Безпека праці на підприємстві може бути на належному рівні тільки тоді, коли всебічно виконуються вимоги трудового законодавства, державних стандартів України, норм і правил, розроблених для збереження здоров'я працюючих. Важливе місце при цьому належить виконанню організаційних вимог з охорони праці, а також трудовій та виробничій дисципліні працюючих.

Розробка комп'ютерної моделі WiMax мережі користувачем, робочим місцем якого є персональний комп'ютер в умовах офісу або домашніх умовах.

Тому нижче розглянемо умови праці та забезпечення безпеки праці при виконанні основних видів робіт на робочому місці користувача персонального комп'ютеру.

3.1 Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконання основних видів робіт на об'єкті дипломного проектування

На робочому місці користувача ПК виникають небезпечні та шкідливі фактори: підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, недостатній рівень освітленості, шкідливі речовини, підвищений рівень електромагнітних випромінювань, радіочастот, висока напруга електричної мережі, статична електрика та інші.

Для нормальної життєдіяльності людини в умовах виробництва треба

					<i>КГ 06. 12 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

створити санітарні умови, які б дали змогу їй плідно працювати не перевтомлюючись та зберігати своє здоров'я. Для цього треба, щоб енергетичні витрати при праці компенсувалися відпочинком та умовами оточуючого середовища [2].

3.1.1 Мікроклімат робочої зони працівників, вентиляція.

Приміщення для роботи з персональними комп'ютерами на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86 згідно таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, град. С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		оптимальна	оптимальна	оптимальна
Холодна	легка-1 а	22 – 24	40 – 60	0,1
	легка-1 б	21 – 23	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 – 25	40 – 60	0,1
	легка-1 б	22 – 24	40 – 60	0,2

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних та негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

Для підтримки в приміщеннях нормального, що відповідає гігієнічним вимогам складу повітря, видалення з нього шкідливих газів, пару і пилу використовують вентиляцію.

В приміщеннях з ВДТ рекомендовано застосування припливної вентиляції та застосування кондиціонерів.

3.1.2 Освітлення робочого місця, шум, вібрація

Приміщення, в яких встановлені персональні комп'ютери, повинні мати природне та штучне освітлення.

Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення). Зазначення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500лк.

Якщо ці значення освітленості неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення. При цьому світильники місцевого освітлення слід встановлювати таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрана, а освітленість екрана має не перевищувати 300лк.

Як джерела світла в разі штучного освітлення мають застосовуватись переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ. У разі влаштування відбитого освітлення у приміщеннях, де переважним чином працюють з документами, допускається застосування металогалогенних ламп потужністю 250Вт. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення. Система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані збоку від робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

Для забезпечення нормованих значень освітленості у приміщеннях з ВДТ ЕОМ та ПЕОМ слід чистити шибки і світильники принаймні двічі на рік і вчасно замінювати лампи, що перегоріли.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99.

У робочих приміщеннях, де розташовуються користувачі ПК, основними

					<i>КГ 06. 12 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

джерелами акустичних шумів є шуми ПЕОМ. ЕОМ є також джерелами шумів електромагнітного походження (коливання елементів електромеханічних пристроїв під впливом змінних магнітних полів).

3.1.3 Виробничі випромінювання

До виробничих випромінювань відносяться:

- 1) випромінювання оптичного діапазону - ультрафіолетові (УФВ), лазерні (ЛВ), інфрачервоні (ІЧВ);
- 2) електромагнітні випромінювання (ЕМВ) НЧ, ВЧ, УВЧ, НВЧ діапазонів; іонізуючі випромінювання.

На робочому місці теми проекту на користувача ПК впливає неіонізуюче електромагнітне випромінювання. Іонізуючі електромагнітні випромінювання на відстані 0,05 м від екрана до корпусу відеотерміналу при будь-яких положеннях регульовальних пристроїв не повинна перевищувати $7,74 \times 10^{-12}$ А/кг, що відповідає еквівалентній дозі 0,1 мбер/год (100 мкР/год).

Неіонізуюче електромагнітне випромінювання має такі характеристики. Значення напруженості електростатичного поля на робочих місцях (як у зоні екрана дисплея, так і на поверхнях обладнання, клавіатури, друкувального пристрою) мають не перевищувати гранично допустимих. Нормування, контроль та вимірювання ЕМП промислової частоти здійснюється згідно: ДСНіП №476-2002 (ДСН 3.3.6.096-2002) «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів»; ДСНіП №239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань»; ГОСТ 12.1.002-84 «ССБП. Електричні поля промислової частоти. Допустимі рівні напруженості і вимоги до проведення контролю на робочих місцях».

3.1.4 Електробезпека

Персональні комп'ютери, периферійні пристрої, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю

					<i>КГ 06. 12 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, застосовувати негорючу ізоляцію. Лінія електромережі для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників.

Усі провідники мають відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту.

3.2 Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону “Про пожежну безпеку”.

Можливими причинами виникнення пожежі в приміщенні є:

- 1) коротке замикання проводки;
- 2) користування побутовими електроприладами .
- 3) не дотримання умов протипожежної безпеки.

У зв'язку з цим відповідно до ПУЕ необхідно передбачити наступні заходи щодо пожежної безпеки: ретельна ізоляція всіх струмоведучих провідників до робочих місць; періодичний огляд і перевірка ізоляції; суворе дотримання норм протипожежної безпеки на робочому місці.

Були дотримані всі вимоги за вогнестійкості будинків, часу евакуації у випадку пожежі, ширині евакуаційних проходів і виходів із приміщень назовні, мінімальна відстань робочих місць від евакуаційних виходів.

Для гасіння пожеж на робочому місці використовують вуглекислотні та порошкові вогнегасники. Наявність первинних засобів пожежогасіння і вогнегасників, їхня кількість і зміст відповідає вимогам Наказу №25 від 15.01.2018

					КГ 06. 12 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників.
У приміщенні виконуються усі вимоги по пожежній безпеці відповідно до вимог
НАПБ А.0.001-95 “Правила пожежної безпеки в Україні”. У приміщенні також
мається план евакуації на випадок виникнення пожежі.

Впровадження комфортних й безпечних умов праці - один з основних
факторів, що впливає на здоров'я працівників та продуктивність їхньої праці.

					<i>КГ 06. 12 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ВИСНОВКИ

В рамках дипломного проекту згідно технічному завданню було висвітлено основні вимоги до розробки комп'ютерної моделі сегменту сучасних бездротових мереж передачі даних стандарту IEEE 802.16 e для рухомих об'єктів. Основний аспект зроблено на впровадженні технології mobile WiMAX. Аналіз, що проведено, довів, що прихід мереж mobile WiMax та LTE це нова віха у розвитку стільникового зв'язку на базі концепція створення все проникних мереж (англ. Pervasive networks).

У технологічному розділі обґрунтовано вибір обладнання на прикладі однієї базової станції на компанії Alvarion. Результати розрахунків для емпіричної моделі мережі у MS Excel свідчать, що для зони дії одної базової станції мережі передачі даних стандарту IEEE 802.16e технології Mobil WiMAX максимальний радіус дії рухомого об'єкту в будівлі складає $R \sim 4\text{км}$, а для автомобіля зі швидкістю до 120 км/год $R \sim 8\text{км}$.

В економічній частині даного дипломного проекту проведено розрахунок техніко-економічних показників. Ціна НДР складає 21518,66грн.

В розділі охорони праці розглянуто вимоги до техніки безпеки та охорони при експлуатації обладнання, що застосовується в мережах передачі даних.

Запропонований проєкт може бути використаний при розробці практичної роботи з вивчення WiMax мереж на прикладі комп'ютерної моделі одного сегменту мережі.

					КГ 06. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про інформацію: Закон України// Відомості Верховної Ради України. - 2001.- № 11.- С. 25-27.
2. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення».
3. ДСТУ 3254-95 Радіозв'язок. Терміни та визначення
4. ДСТУ ETSI EN 301 489-8:2008. Электромагнитная совместимость радиооборудования и радиослужб. Часть 8. Специальные условия для испытания базовых станций (ETSI EN 301 489-8:2002, IDT)
5. ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения
6. Беделл П. Сети. Беспроводные технологии. — М.: ИТ Пресс, 2008. -448с.
7. Беспроводные сети Wi-Fi / А.В. Пролетарский, И.В. Баскаков, Д.Н. Чирков и др.. М.: Интуит, 2007. - 216 с.
8. Владимиров А.А., Гавриленко К.В., Михайловский А.А. Wi-Fi: «боевые» приемы взлома и защиты беспроводных сетей. М.: ИТ Пресс, 2005. - 464с.
9. Галатенко В.А. Основы информационной безопасности. 4-е изд., стереотипное. - М.: Интуит, 2008. - 206 с.
10. Гордейчик С.В., Дубровин В.В. Безопасность беспроводных сетей. — М.: Горячая Линия-Телеком, 2008. -288с.
11. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. М.: Эко-Трендз, 2005. - 384 с.
12. Дэвис Дж. Создание защищенных беспроводных сетей 802.11 в Microsoft Windows. М.: Эком, 2006. - 400 с.
13. Мустогин Б.Д., Прокофьев А.А. Обзор стандарта 802.1x и типов аутентификации EAP. 2004. - 18 января Электронный ресурс. URL: <http://www.intel.com/support/ru/wireless/wlan/sb/cs-008413.htm> (Дата останнього звернення 20.05.23)

					КГ 06. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- 14.Олифер В.Г., Олифер Н.А. "Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы". Учебник. - Санкт-Петербург: Питер, 20012.
- 15.Котиков И.М. Технологии проводного доступа для мультисервисных сетей связи// Технологии и средства связи 2003. №3.
- 16.Щербо В.К. Стандарты вычислительных сетей. – М.,: Кудиц – Образ, 2000.
17. Мауфер Т. WLAN «Практическое руководство для администраторов и профессиональных пользователей» Пер.с англ.-М.:КУДИЦ-ОБРАЗ,2005.
- 18.Иванов А., Портной С. Оборудование WiMAX – решение компании Alvarion Электронный ресурс URL: <http://www.lastmile.su/journal/article/2067>
- 19.Єрохін В.Ф., Раєвський В.Н. Прогнозування основних характеристик перспективних радіостанцій силових структур//Зв’язок – 2005. – Вип. 3. – С. 61 – 64.
- 20.Эрланг- калькулятор. Электронный ресурс URL: <http://www.erlang.com/calculator/erlb/> (Дата останнього звернення 20.05.23)
- 21.DataSheet BreezeMAX Micro Outdoor. Электронный ресурс URL: http://www.dateline.ru/resources/Alvarion/ds_bmax_micro_outdoor.pdf (Дата останнього звернення 20.05.23)
- 22.Вікі ЦДПУ Электронный ресурс URL: https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_WiMAX (Дата останнього звернення 20.05.23)
- 23.Трубчанінова К. А., Жученко О. С., Лисечко В. П. Бездротові телекомунікаційні системи: Навч. посібник.– Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86 с., рис. 40, табл. 31.
- 24.Калькулятор зони Френеля. Электронный ресурс URL: https://weblance.com.ua/calculator_fresnel_zone.html (Дата останнього звернення 20.05.23)

					КГ 06. 12 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

25.Копайгородська Т.Г.Методичні вказівки до виконання розділу Економічний розрахунок. ВСП ОТФК ОНТУ, Одеса, 2023

26.Чорновол Н.І. Методичні вказівки до виконання розділу Охорона прац. ВСП ОТФК ОНТУ, Одеса, 2023

					<i>КГ 06. 12 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ДОДАТОК А



Слайд 1



Слайд 2

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ WiMAX

- Низькі витрати на розгортання мережі;
- Можливість швидкої організації підключення;
- Висока якість покриття в умовах непрямої видимості (до 10 км) навколо базової станції і (до 40 км) в умовах прямої видимості;
- Постійна швидкість доступу, яка не залежить від навантаження на мережу і часу доби.

Слайд 3

КЛАСИФІКАЦІЯ WiMAX МЕРЕЖ

- **WiMAX (IEEE 802.16) Worldwide Interoperability for Microwave Access**
802.16e-2005:
 - **Fixed WiMAX** – фіксований доступ.
 - **Nomadic WiMAX** – сеансовий доступ.
 - **Portable WiMAX** - доступ в режимі переміщення (до 40 км/час).
 - **Mobile WiMAX** – мобільний доступ (до 120 км/година).

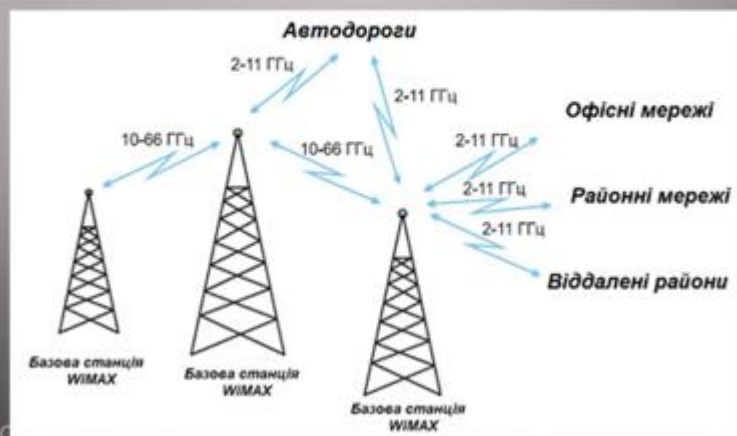
Слайд 4

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНДАРТУ IEEE 802.16E (802.16-2005 МОБІЛЬНИЙ WIMAX)

- Специфікація затверджена в 2005 році. Це - новий виток розвитку технології фіксованого доступу (802.16d).
- Оптимізована для підтримки мобільних користувачів.
- Версія підтримує ряд специфічних функцій, таких як хендовер і роумінг.
- Застосовується масштабований OFDM- доступ, можлива робота при наявності або відсутності прямої видимості.
- Плановані частотні діапазони для мереж Mobile WIMAX такі: 2,3-2,5; 2,5-2,7; 3,4-3,8 ГГц. Конкурентами 802.16e є всі мобільні технології третього покоління (наприклад, EV-DO, HSDPA).

Слайд 5

ЗАГАЛЬНА СХЕМА ЗАГАЛЬНА СХЕМА МЕРЕЖІ WIMAX ДЛЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ У МІЖМІСЬКИХ УМОВАХ



Слайд 6

ОБЛАДНАННЯ

КЛІЄНТ

Абонентський термінал.

- Клієнт знаходиться в зоні дії WiMAX сектора оператора. Для підключення до мережі передачі даних досить змонтувати та налаштувати абонентський термінал, який відповідає за прийом сигналу WiMAX. Приймальна антена має бути встановлена всередині і поза приміщенням.

БАЗОВА СТАНЦІЯ

Базова станція BreezeMAX 4Motion



Система BreezeMAX Мікро Outdoor





Антенна система Bester WiMax – 18дБ



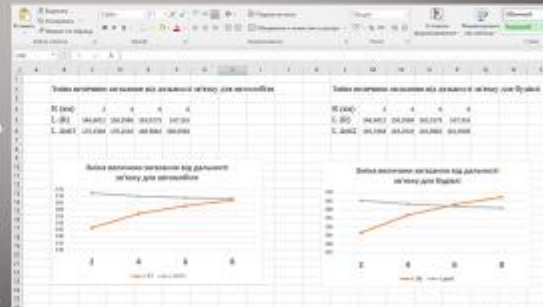
Слайд 7



Слайд 8

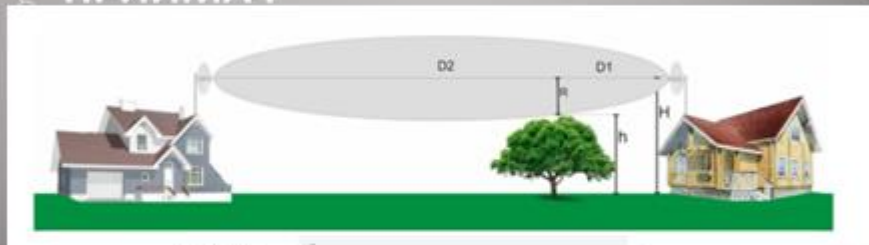
МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ МАКСИМАЛЬНОГО РАДІУСА ДІЇ ДАЛЬНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В РІЗНИХ УМОВАХ

- Максимальний радіус
- дії рухомого об'єкту :
- в приміщеннях становить
- $R \sim 4\text{км}$,
- для автомобіля становить
- $R \sim 8\text{км}$
- при швидкості автомобіля
- 120 км / год.



Слайд 9

УЗАГАЛЬНЕНА СХЕМА ТРАКТУ ПРЯМОЇ ВИДИМОСТІ ПЕРЕДАВАЧ - ПРИЙМАЧ



Відстань, у км : 10

Робоча частота у МГц : 10

Розрахунок параметрів ліній Френеля

Висота антени Френеля, м : 12.1

Висота першої антени Френеля, м : 11.0

Висота другої антени Френеля, м : 10.4

Слайд 10

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Климентьєва Сергія Валерійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма Комп'ютерна графіка і Web-дизайн

Керівник дипломного проекту (роботи) *Краснієнко Наталія Володимирівна*

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) **Розробка та реалізація моделі розрахунку
параметрів LAN mobile WiMax**

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 60 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 10 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню

Робота відповідає технічному завданню до дипломного проекту.
Виконана у відповідності з вимогами

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи)

При виконанні дипломного проекту здобувач продемонстрував уміння
використовувати останні досягнення науки та техніки, уміння працювати з літературою. Так,
студент грамотно дослідив та проаналізував бездротову мережу стандарту Mobile WiMax

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту

(роботи) Пояснювальна записка та графічна частина відповідає вимогам, виконана

якісно та відображає основні елементи проектування. Містить етапи створення

комп'ютерної моделі специфікації 802.16e у електронних таблицях MS Excel.

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

Тема дипломного проекту є актуальною, виконана у достатньому обсязі, якісно, відповідно до поставленого завдання. Розроблено і досліджена комп'ютерна модель розрахунку параметрів LAN mobile WiMax для статичних і динамічних абонентів

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____

У тексті пояснювальної записки треба було більш детально розглянути питання захисту мереж mobile WiMax, для підвищення ефективності дослідження можна було б провести порівняння із застосуванням інших програмних засобів.

Оцінка розрахункової частини _____ 5(відмінно)

Оцінка графічної частини _____ 4 (добре)

Загальна оцінка _____ 4(добре)

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента Кривченко Юрій Вікторович

Місце роботи і посада рецензента
ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", голова циклової комісії комп'ютерних технологій та програмної інженерії

Підпис: _____

« 16 » _____ червня 2022 р.

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,
Климентьєв Сергій Валерійович здобувач освіти гр. 4КГ-06, та
Краснієнко Наталія Володимірівна,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи молодшого спеціаліста на тему:

**«Розробка та реалізація моделі розрахунку параметрів LAN mobile
WiMax» (автор роботи – Климентьєв С.В., керівник роботи – Краснієнко
Н.В.)**

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2023 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець  / Климентьєв С.В./

Керівник  / Краснієнко Н.В./

« 08 » 06 20 23 р.

Ім'я користувача:
Наталія Вікторівна Копусь

ID перевірки:
1015286506

Дата перевірки:
27.05.2023 17:14:21 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.05.2023 17:14:40 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4КГ-06_Сергій_Климентьєв

Кількість сторінок: 56 Кількість слів: 7224 Кількість символів: 52473 Розмір файлу: 3.83 MB ID файлу: 1014958938

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

26.3%

Схожість

Найбільша схожість: 6.05% з Інтернет-джерелом (<https://www.turkaramamotoru.com/uk/WiMAX-8569.html>)

26.3% Джерела з Інтернету

315

Сторінка 58

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%

Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

89

Підозріле форматування

13
сторінок

ВІДГУК

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Климентьєва Сергія Валерійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: Комп'ютерна графіка і Web-дизайн

Тема дипломного проекту: Розробка та реалізація моделі розрахунку параметрів LAN mobile WiMax

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) _____

Пояснювальна записка виконана якісно, у достатньому обсязі відповідно до теми дипломного проекту та складає 65 аркушів ф.А4. Розділи пояснювальної записки відповідають етапам рішення завдання, поставленому у дипломному проекті

Презентація виконана якісно у достатньому обсязі. Презентація наочно демонструє результати роботи.

б) самостійність роботи над проектом: _____

Здобувач Климентьєв С.В. самостійно обрав тему дипломного проекту та виявив навички самостійного опрацювання матеріалу над темою. Дипломний проект перевірено на плагіат системою Unicheck. Схожість складає 26,3 %

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): _____

здобувача Климентьєва С.В. відповідає вимогам, що надаються до молодшого спеціаліста за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____
У дипломному проекті досліджено та створено модель розрахунку параметрів
LAN mobile WiMax із використанням електронних таблиць MS Excel.
Отримана комп'ютерна модель розрахунку може бути використана при проведенні
практичних робіт щодо вивчення комп'ютерних мереж стандарту 802.16e з
обладнанням різних виробників.

Оцінка розрахункової частини _____ 5 (відмінно)

Оцінка графічної частини _____ 5 (відмінно)

Загальна оцінка _____ 5 (відмінно)

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту _____
Краснієнко Наталія Володимирівна

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту _____
ВСП ОТФК ОНТУ

Завідувач лабораторії аналітико-інформаційних технологій

Викладач-методист вищої кваліфікаційної категорії

Підпис _____ 

«08» 09 _____ 2023 р.