

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ,
ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТА РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри

_____ Одарченко Р.С.
“ _____ ” _____ 2021 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

Тема: «Комплекс дистанційного обслуговування базової станції»

Виконавець: _____ Чумаченко Б.С.
(підпис)

Керівник: _____ Тараненко А.Г.
(підпис)

Нормоконтролер: _____ Бахтіяров Д. І.
(підпис)

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Телекомунікаційні системи та мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Одарченко Р.С.

“ _____ ” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ на виконання дипломної роботи

Чумаченка Богдана Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи (проекту): «Комплекс дистанційного обслуговування базової станції» затверджена наказом ректора від « 06 » квітня 2021 р. № 559 / ст
2. Термін виконання роботи: з 17.05.2021 р. по 20.06.2021 р.
3. Вихідні дані до роботи: аналіз структури стільникової системи та особливостей базової станції; опис функцій програмного застосунку; розробка способу дистанційного радіоуправління
4. Зміст пояснювальної записки: принцип побудови системи стільникового зв'язку; програмний застосунок для технічного обслуговування БС; розробка способу дистанційного радіоуправління
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: слайди презентації в програмному пакеті Microsoft PowerPoint

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Розробити деталізований зміст розділів диплому	17.05.2021- 20.05.2021	Виконано
2	Вступ	21.05.2021- 22.05.2021	Виконано
3	Написання першого розділу	23.05.2021- 27.05.2021	Виконано
4	Написання другого розділу	28.05.2021- 03.06.2021	Виконано
5	Написання третього розділу	04.06.2021- 09.06.2021	Виконано
6	Усунення недоліків дипломної роботи	10.06.2021- 14.06.2021	Виконано

7. Дата видачі завдання: "26" квітня 2021 р.

Керівник дипломної роботи _____ Тараненко А.Г.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Чумаченко Б.С.
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота «Комплекс дистанційного обслуговування базової станції» містить 52 сторінки, 32 рисунків, 3 таблиці, 10 використаних джерел.

СТІЛЬНИКОВИЙ ЗВ'ЯЗОК, GSM, РУХОМІ СТАНЦІЇ, ХЕНДОВЕР, АУТЕНТИФІКАЦІЯ, КОМУТАЦІЯ, РОУМІНГ, ТЕЛЕСЕРВІС, ІДЕНТИФІКАЦІЯ.

Об'єкт дослідження – базова станція стільникового зв'язку “Flexi Multiradio BTS”, яка працює у мережах 2G, 3G та 4G.

Предмет дослідження – спосіб апаратно-програмного дистанційного управління базової станції.

Мета дипломної роботи – є розробка способу дистанційного радіоуправління базовою станцією в процесі її технічного обслуговування за допомогою бездротового підключення.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ПРИНЦИП ПОБУДОВИ СИСТЕМИ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	11
1.1. Структура системи	11
1.2. Структура базової станції	21
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ БС	28
2.1. Функції застосунку	28
2.2. Локальне і дистанційне управління	33
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СПОСОБУ ДИСТАНЦІЙНОГО РАДІОУПРАВЛІННЯ	36
3.1. Структура каналу радіозв'язку	
3.2. Налаштування роутера та доступу	44
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АТ Абонентський термінал.

БС Базова станція.

МС Мобільна станція.

ЦК Центр комутації.

ЛОМ Локальна обчислювальна мережа.

Англомовні позначення:

BSC Base Station Controller (контролер базових станцій).

BSS Base Station Subsystem (підсистема базових станцій).

SAR (Specific Absorption Rate).

SIM (Subscriber Identification Module).

LA (Location Area).

MAP (Mobile Application Part).

ARQ (Automatic Retransmission Query).

RRH (Remote Radio Head).

LAN (Local Area Network).

NIC (Network Interface Controller).

WLAN (Wireless LAN).

PHY (Physical Layer).

DLL (Data Link Layer).

CSMA (Carrier Sense Multiple Access).

TDMA (Time Division Multiple Access).

MAC (Media Access Control).

GSM Global System for Mobile Communication (Глобальна система мобільного зв'язку).

MS Mobile Station (Мобільна станція).

MSC Mobile services Switching Center (Центр комутації).

ВСТУП

Актуальність теми. Об'єктом розгляду буде базова станція стільникового зв'язку, її настройка за допомогою бездротового підключення. Також буде розглянуто структуру системи GSM, проведено аналіз конфігурацій мережі та конфігурації модулів обладнання базової станції, робота з застосунком для підключення до налаштувань БС, встановлення з'єднання з BSS через віддалений доступ, пояснення основних концепцій мережі та їх приклади.

Фізичної передумовою для мобільного телефонного зв'язку є високочастотні електромагнітні радіохвилі. У певному сенсі вони служать засобом передавання, який передає інформацію зі швидкістю світла. Сигнали виклику або даних оцифровуються і перетворюються в високочастотні електромагнітні поля.

Електромагнітні поля можна знайти всюди в нашому середовищі. Деякі з них мають природне походження; наприклад, поля, що виникають під час грози, а також сонячне світло. Електромагнітні поля, що генеруються технічними засобами, виникають там, де протікає електричний струм. Їх можуть генерувати, наприклад, радіо пристрої, телевізори, а також фени, мікрохвильові печі, стільникові телефони та багато інших електричних пристроїв.

Електромагнітні поля розрізняються по довжині хвилі: чим коротше довжина хвилі, тим буде вищою частота, та навпаки: чим вище частота, тим коротше діапазон сигналів. З цієї причини для широкого покриття стільникового зв'язку підходять тільки «нижні» діапазони частотного спектра, тобто частоти приблизно від 1 до 3800 МГц.

Якщо мобільний телефон рухається, наприклад, в рухомому автомобілі або поїзді, відбувається перемикання між сотами, так зване «Хендовер». І якщо сигнал прийому поточної станції стане слабкішим, а сигнал сусідньої станції стане сильнішим, то стільниковий пристрій узгоджено з базовими станціями— перемикається на ту соту, у якої кращі умови надання зв'язку.

Оскільки людське тіло поглинає радіохвилі через шкіру і при великих випромінюваннях сигналів- це може бути небезпечно для здоров'я, то було створене

граничне значення SAR встановлене для безпечного користування. Цей питомий коефіцієнт поглинання (SAR) вказує, скільки електромагнітної енергії поглинається тілом. Значення SAR мобільного телефону або планшету вказує на максимальну потужність передачі, яку може поглинути тіло при здійсненні дзвінків за допомогою цього пристрою. Допустимий межа - 2 Вт на кілограм тканин тіла. Це відповідає рекомендаціям Міжнародної комісії із захисту від неіонізуючого випромінювання (ICNIRP). Мобільні телефони, які продаються по всій Європі, повинні відповідати межах SAR. Навіть, якщо смартфон або планшет використовується постійно і при його максимальній потужності, то небезпеки для здоров'я людини не повинно бути.

У відповідності з усіма стандартами мобільного радіозв'язку стільникові телефони і базові станції мають пристрій управління для автоматичного регулювання потужності. Таким чином, потужність передачі знижується до мінімуму, необхідного для передачі стабільної передачі. Це зроблено для запобігання взаємних перешкод між передавачами і особливо в разі мобільних телефонів - для зниження споживань енергії. У той же час більш низька потужність передачі, також призводить до зменшення випромінювання електромагнітної енергії. Мобільні телефони сконструйовані таким чином, що вони не тільки відповідають зазначеним граничним значенням, але і значно нижче їх.

На практиці структура стільникового зв'язку визначається численними індивідуальними вимогами, які пред'являються до сучасної мережі. Це, наприклад, достатня пропускна здатність, висока якість передачі голосу і даних з низьким рівнем помилок та зручність використання в масштабах усієї області, що також включає постачання зв'язку всередині будівель. Кожна сота може обслуговувати тільки обмежену кількість користувачів. Постійно зростаючий попит на пропускну здатність означає, що операторам потрібно збільшувати кількість мобільних радіопередавачів і, отже, саму кількість осередків радіозв'язку. Це дозволяє частіше повторювати використання однакових частот або кодів, доступних у відповідних мережах. Однак радіокомірок, в яких використовуються одні й ті ж частоти або коди, повинні перебувати досить далеко одна від одної, щоб не було взаємних перешкод.

На практиці в основному використовуються так звані секторні антени. Вони залишають поза передачею сигнал у всіх просторових напрямках, але в більшості випадків мають горизонтальний кут відкриття приблизний 120 °. Така «секторизація»

в основному дозволяє встановлювати кілька антен на одному антенному місці. Із-за чого, різні сектори забезпечують різні підобласті - таким чином антенне місце може генерувати кілька окремих радіокомірок одночасно. Перевагами цього є збільшена ємність та зручне розташування. Нижче приведений рисунок, який дає змогу зрозуміти спосіб випромінювання сигналів від антенного тракту.

Залежно від місцевого попиту в мережі реалізуються великі і малі стільники. Таким чином, можна більш цілеспрямовано і ефективно забезпечувати райони з високим навантаженням, такі як внутрішні райони міста, аеропорти або вокзали. При розрізненні осередків слід також враховувати, що навантаження може дуже сильно коливатися протягом дня, тижня або року. Наприклад, при футбольному матчі, де буде велика кількість мобільних пристроїв в одному секторі. Осередки меншого розміру також можуть поліпшити якість передачі. Вузьке географічне обмеження осередків знижує можливість погіршення радіосигналу.

Таким чином, актуальною є задача автоматизації обслуговування базових станцій мобільного оператора. Метою дипломної роботи є розробка способу дистанційного радіоуправління базовою станцією в процесі її технічного обслуговування.

Мета – є розробка способу дистанційного радіоуправління базовою станцією в процесі її технічного обслуговування за допомогою бездротового підключення.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі наукові завдання.

- 1) аналіз структури стільникової системи та особливостей базової станції;
- 2) опис функцій програмного застосування;
- 3) розробка способу дистанційного радіоуправління.

Об'єктом дослідження – базова станція стільникового зв'язку “Flexi Multiradio BTS”, яка працює у мережах 2G, 3G та 4G..

Предметом дослідження – спосіб апаратно-програмного дистанційного управління базової станції.

Апробація отриманих результатів. Основні положення роботи доповідалися та обговорювалися на таких конференціях:

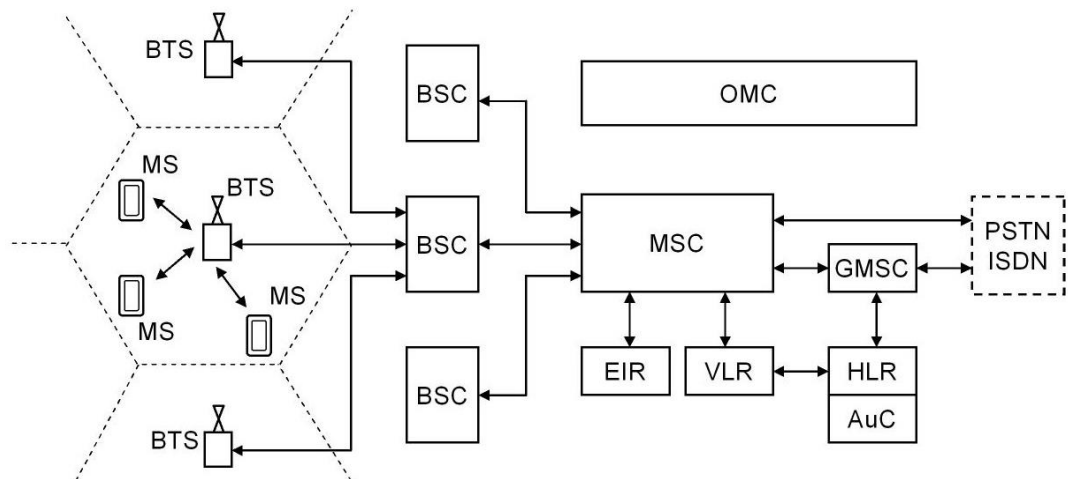
- Науково-практична конференція «Проблеми експлуатації та захисту інформаційно-комунікаційних систем», м. Київ, 2021 р.

РОЗДІЛ 1

ПРИНЦИП ПОБУДОВИ СИСТЕМИ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

1.1 Структура системи

Структура системи GSM показана на рис.1.1.



MSC	Mobile services Switching Center	Центр комутації мобільних послуг
VLR	Visitor Location Register	Візитний реєстр місцезнаходження
GMSC	Gateway MSC	Шлюз центру комутації
BSC	Base Station Controller	Контролер базових станцій
BTS	Base Transceiver Station	Базова приймально-передавальна станція
MS	Mobile Station	Мобільна (рухома) станція
EIR	Equipment Identity Register	Реєстр ідентифікації обладнання
HLR	Home Location Register	Домашній реєстр місцезнаходження
AuC	Authentication Center	Центр аутентифікації
OMC	Operation and Maintenance Center	Центр експлуатації і обслуговування
PSTN	Public Switched Telephone Network	Телефонна мережа загального користування
ISDN	Integrated Services Digital Network	Цифрова мережа з інтеграцією послуг

Рис. 1.1. Структура системи GSM

Система комутації SS (Switching System) відповідає за проходження виклику і установлення зв'язку, а також забезпечує послуги, на які підписаний абонент.

Ця система складається з наступних функціональних вузлів:

- центр комутації MSC;
- шлюз GMSC;

- реєстр HLR;
- реєстр VLR;
- реєстр EIR;
- центр аутентифікації AUC.

Система базових станцій BSS (Base Station System) виконує обмін сигналами між центром комутації і мобільними станціями та складається з наступних вузлів:

- базові приймально-передавальні станції BTS;
- контролери базових станцій BSC.

Система комутації і контролери розміщені в технічному центрі оператора. Базові станції розташовані на певній території і з'єднані з контролерами через так звану транспортну мережу, яка містить оптоволоконні, кабельні та радіорелейні канали зв'язку.

Центр ОМС це комп'ютеризований моніторинговий вузол, який підключений до центру комутації і контролерам по мережним каналам зв'язку. Співробітники центру забезпечені інформацією щодо стану мережі на даний час та контролюють системні параметри. В мережі може бути один чи декілька таких центрів в залежності від розміру мережі.

Мобільні станції є персональним обладнанням абонентів.

Мобільна станція стандарту GSM складається з двох частин:

- мобільного обладнання (терміналу);
- модуля ідентифікації абонента (SIM, Subscriber Identity Module), який також називають SIM-картою.

На відміну від систем інших стандартів, в системі GSM мережна інформація щодо абонента зберігається не в терміналі, а в модулі SIM. Це надає можливість абоненту переставляти свій модуль SIM в інші термінали та користуватись послугами мережі в повному обсязі своєї підписки.

Розглянемо особливості системи комутації.

Центр комутації MSC відповідає за встановлення, маршрутизацію і контроль вхідних та вихідних викликів мобільного абонента:



Рис. 1.2. Ілюстрація викликів

В мережі мобільного зв'язку центр виконує функції, аналогічні функціям телефонного комутатора. Він управляє вхідними та вихідними дзвінками при взаємодії з іншими телефонними та інформаційними системами, серед яких відзначимо телефонну мережу загального користування PSTN, високошвидкісну цифрову мережу з інтеграцією послуг ISDN, та інші мережі мобільного зв'язку.

Шлюз GMSC забезпечує зв'язок зовнішніх мереж з центром комутації MSC та реєстром місцезнаходження HLR, що необхідно для скеровування виклику на мобільну станцію. Наприклад, якщо людина телефонує з міської телефонної мережі на мобільний телефон, то комутатор міської мережі отримує доступ до мережі GSM тільки після з'єднання з GMSC.

Реєстр HLR – це мережна база даних щодо абонентів мобільного оператора [1]. Цей реєстр зберігає облікову інформацію абонента до моменту припинення підписки на послуги. Ця інформація містить, зокрема:

- мережні номери абонента;
- параметри послуг, на які підписаний абонент;
- дані про місцезнаходження мобільних станцій.

Реєстр HLR може суміщуватись з центром комутації MSC чи бути окремою від центру базою даних. Якщо ємність реєстру недостатня для запису інформації про нових абонентів, то до системи вводять додаткові HLR.

Реєстр VLR – це база даних щодо мобільних станцій, які увімкнені і перебувають в зоні обслуговування центру комутації MSC. Кожний центр MSC працює з окремим VLR:

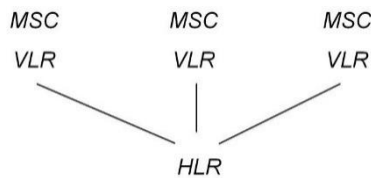


Рис. 1.3. Регістри

Регістр VLR тимчасово зберігає абонентську інформацію для того, щоб MSC максимально швидко обслуговував абонентів, які в даний момент перебувають в його зоні обслуговування. Даний регістр можна розглядати як короточасний HLR, тому що VLR тимчасово вміщує частину абонентської інформації HLR.

Коли абонент переходить до зони обслуговування іншого MSC, то VLR, який працює з цим MSC, запитує інформацію щодо абонента з мережного HLR. Реєстр HLR відправляє копію інформації до нового VLR та поновлює свій власний запис про місцезнаходження абонента. Коли абонент буде здійснювати дзвінок, у нового VLR вже буде інформація, що потрібна для встановлення зв'язку.

Реєстр EIR – це база даних з ідентифікаційними номерами терміналів. Мобільна станція передає такий номер у відповідь на запит центру комутації. Регістр містить «чорний» список терміналів, які:

- мають неприпустимі характеристики з електромагнітної сумісності;
- імпортовані нелегально;
- вкрадені, і т.п.

Мережа не обслуговує ці термінали незалежно від модуля SIM.

Функція центру AUC полягає в тому, щоб розпізнати власних абонентів серед користувачів, які намагаються скористатись мережею. Фактично, оператор використовує цей центр для захисту від фрода (шахрайства). Центр AUC підключений до HLR і надає цьому регістру параметри аутентифікації та шифруючі ключі для забезпечення мережної безпеки.

Розглянемо особливості системи базових станцій.

Контролер BSC управляє радіосистемою, яка містить базові та мобільні станції. Контролер виконує наступні функції: призначення радіоканалів, збір даних щодо

стану базових і мобільних станцій, передача обслуговування мобільної станції при переході зі стільника до стільника. У підпорядкуванні центру комутації може бути декілька контролерів.

Базова станція BTS забезпечує радіозв'язок з мобільними станціями у власній зоні обслуговування (стільнику) та містить приймачі, передавачі і антени. Один контролер управляє групою базових станцій.

Далі будемо використовувати скорочення БС (базова станція) і МС (мобільна станція).

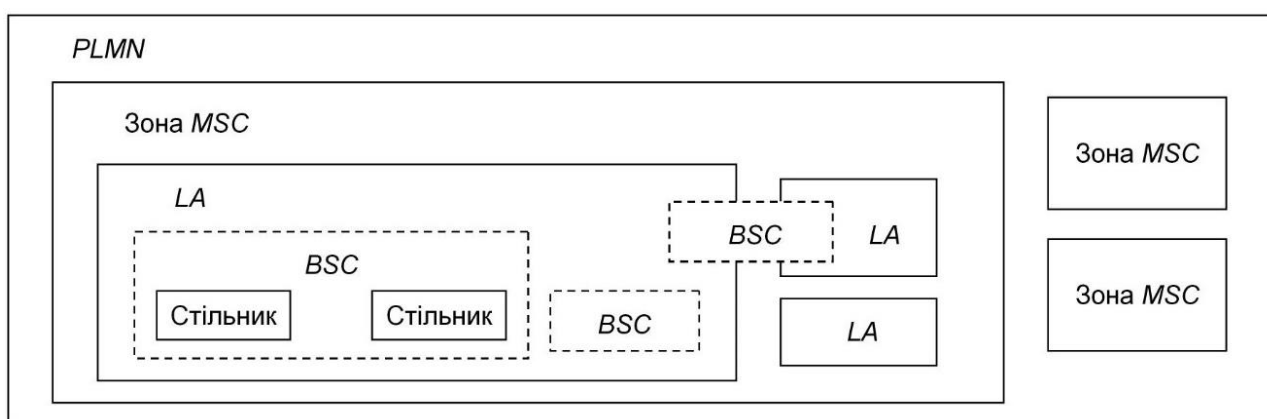


Рис. 1.4. Зони обслуговування

Стільник (Cell) – це основний «географічний блок» стільникової системи [2] зв'язку, який визначають як область забезпечення МС радіозв'язком через відповідну БС. У рисунку 1.5, проілюстрована діаграма спрямованості секторної антени БС.

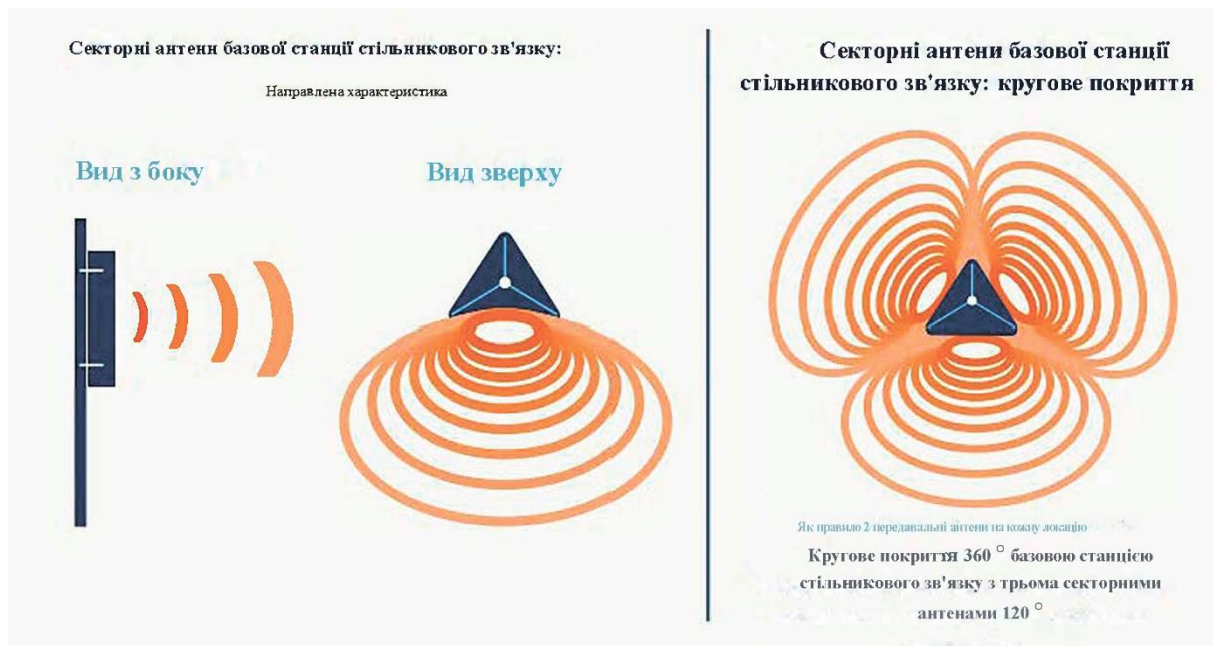


Рис. 1.5. Діаграми спрямованості секторної антени

Зона місцезнаходження LA (Location Area) – це група стільників. Ідентифікатор LA, в якій перебуває мобільна станція в даний час, зберігається в реєстрі VLR. В центрі комутації місцезнаходження абонента відомо як у межах LA, так і з точністю до окремого стільника. Коли МС перетинає межу між стільниками, що входять в різні LA, то вона має повідомити мережі своє нове місцезнаходження. Контролер BSC обслуговує окрему зону LA або кілька таких зон.

Зона MSC складається з множини зон LA, які обслуговує один центр MSC.

PLMN (Public Land Mobile Network) це географічна область, в якій абонент має доступ до мережі [3] свого оператора. Мережа PLMN може містити кілька зон MSC.

В будь якій країні може бути кілька зон PLMN, по одній для мережі кожного оператора.

Зона обслуговування GSM (GSM Service Area) – це уся географічна область, в якій абонент може отримати доступ до мережі GSM. Ця зона збільшується, якщо оператори підписують контракти на сумісне обслуговування «власних» абонентів в «чужих» мережах.

Дальність зв'язку та відповідна зона покриття радіосигналом залежить від вихідної потужності передавачів БС і МС. Різні типи станцій мають різні вихідні потужності і, як наслідок, різні дальності зв'язку.

Мобільна станція може знаходитись в одному з наступних станів:

- стан очікування: МС, яка увімкнена, виконує службові мережні операції без участі абонента;
- активний стан: МС, яка увімкнена, передає або приймає інформацію абонента (мову чи дані);
- відключений стан: МС не передає і не приймає будь-які сигнали.

Для цих станів застосовують спеціальні терміни:

Таблиця 1.1

Стан	Термін
Увімкнення	1) <i>Location Registration</i> – реєстрація місцезнаходження
Очікування	2) <i>Location Update</i> – оновлення місцезнаходження 3) <i>Paging</i> – виклик, пошук 4) <i>Roaming</i> – роумінг
Активний	5) <i>Handover</i> – хендовер

1) Після увімкнення живлення МС сканує системний радіодіапазон і налаштовується на певний канал управління з найпотужнішим сигналом. Зазвичай такий сигнал передає найближча БС. Далі МС реєструється в HLR і переходить в стан очікування.

2) Під час руху абонента МС продовжує сканувати радіодіапазон. Після виявлення каналу управління з більш потужним сигналом МС перемикається на нову БС. Якщо новий стільник розташований в іншій зоні LA, то МС передає повідомлення про зміну свого місцезнаходження.

3) МС може рухатися в зоні LA без оновлення місцезнаходження. В цьому випадку центр MSC передає вхідний виклик на усі БС, які розташовані в цій зоні. Це підвищує надійність установаження з'єднання.

4) Роумінг – це перехід МС в іншу зону MSC/VLR свого оператора, а також в іншу мережу згідно домовленості між операторами.

5) Хендовер – це перемикання МС на інший канал зв'язку, яке виконує мережа під час розмови абонента, наприклад, якщо абонент переходить в інший стільник.

Конфігурація (рис.1.6) – це опис системи на основі інформаційного аналізу процесів обслуговування мобільного абонента.

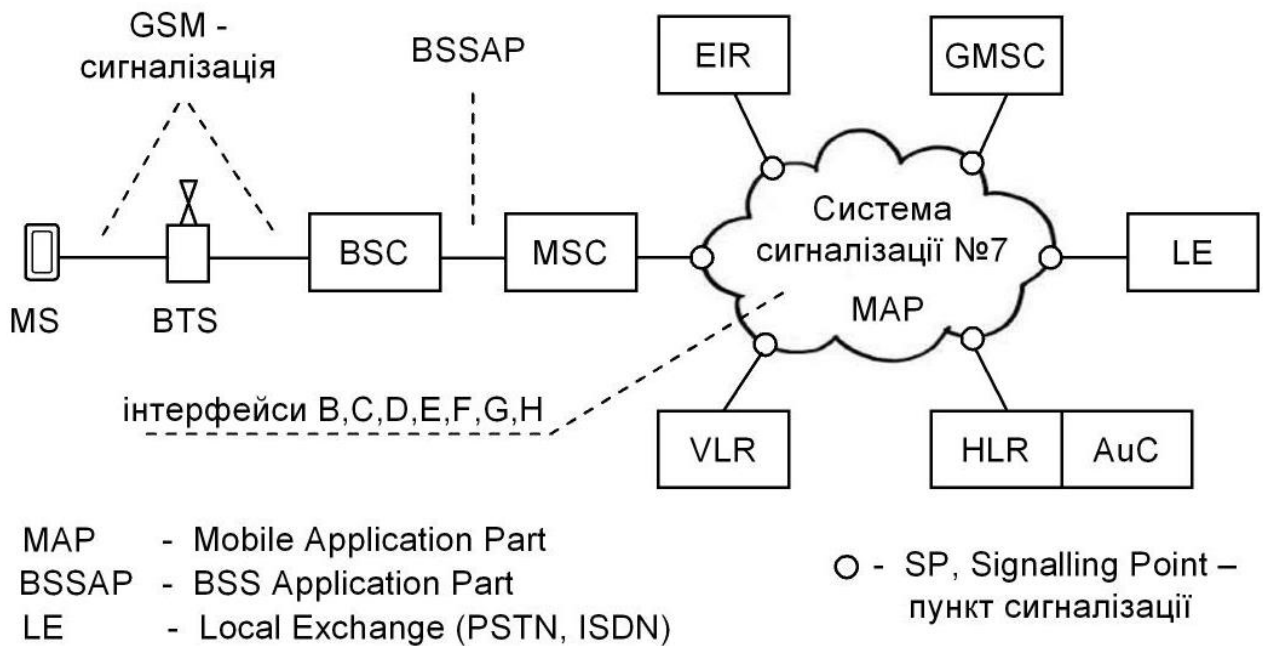


Рис. 1.6. Конфігурація

Основною частиною такого опису є сигналізація – це правила і алгоритми обміну службовою інформацією. У телефонних мережах зі стаціонарним обладнанням застосовують систему сигналізації №7 (СС №7). Для стільникових мереж з мобільними абонентами розроблені два доповнення до СС №7:

1) MAP, Mobile Application Part – описує сигналізацію між центрами комутації, реєстрами і шлюзами. У цьому доповненні стаціонарні мережні блоки мають назву SP (Signalling Point - пункт сигналізації), також застосовують назву RP (Reference Point – опорний пункт).

2) BSSAP, BSS Application Part – описує сигналізацію між центром комутації і системою базових станцій.

У системі БС і в радіоінтерфейсі застосовують спеціальну GSM–сигналізацію.

Розглянуті рис. 1.2 і рис. 1.3 – це не є мережні структури оператора. Така структура містить певну кількість стаціонарних блоків кожного виду. Для побудови мережної структури необхідно врахувати:

1) кількість абонентів у зонах обслуговування різних видів (стільний, LA, зона MSC/VLR);

2) кількість запитів на з'єднання в одиницю часу (тобто інтенсивність трафіку) і можливості обладнання обслуговувати ці запити;

3) пропускну здатність інтерфейсів – це максимальна швидкість передачі цифрової інформації (біт/с);

4) кількість блоків нижнього рівня, з якими взаємодіє один блок верхнього рівня:

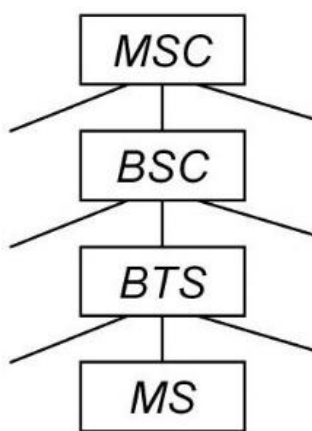


Рис. 1.7. GSM-сигналізація

Системні сервіси GSM аналогічні сервісам ISDN , тобто сервісам мережі стаціонарних цифрових терміналів, які підключені до телефонних ліній зв'язку.



Рис. 1.8. Системні сервіси GSM

Несучі сервіси забезпечують транспортування цифрової інформації і не залежать від програмних застосунків, які установлені в мобільних станціях. Для передачі інформації використовують два режими.

1) Прозорий режим (Т, Transparent – прозорий) це передача з незмінними швидкістю і затримкою сигналу у каналі зв'язку. Для захисту від помилок застосовують методи завадостійкого кодування.

2) Нетранспарентний режим (NT, Non-Transparent – непрозорий) застосовують, якщо після декодування частина цифрових даних містить не виправлені помилки. Така частина передається повторно на запит приймача. Інша назва режиму це ARQ, Automatic Repeat reQuest, або Automatic Retransmission Query – автоматичний (тобто без участі абонента) запит повторної передачі. Цей спосіб підвищення завадостійкості застосовують у випадку швидких і глибоких завмирань сигналу у радіоінтерфейсі.

Види і характеристики несучих сервісів наведені у таблиці 1.2:

Таблиця 1.2

Сервіси

Несучий сервіс		Режим	Швидкість, кбіт/с
Передача з комутацією каналів	Мова	<i>T</i>	13,0
	Дані	<i>T, NT</i>	макс. 57,6
Передача мови і даних з комутацією пакетів		<i>T, NT</i>	макс. 473,6

Несучі сервіси реалізовані у програмному забезпеченні терміналу (у «прошивці» мікропроцесора).

Застосунок	Сервіс	Клас
Мовний зв'язок	Розмова абонентів	E
	Екстрений виклик	E
Короткі повідомлення (SMS)	Передача і прийом	E
	Широкомовне SMS	A
Електронна пошта, факс, та ін.		A

Рис. 1.9. Класи сервісів

Телесервіси - це застосунки в мобільному терміналі [4], які доступні абоненту. Мінімальні набори сервісів обов'язкові для усіх мереж, а також складають клас E (Essential, суттєвий). Інші сервіси складають клас A (Additional, додатковий) і застосовуються за рішенням оператора.

Екстрений виклик можна здійснити без модуля SIM, але тільки у національній мережі, тобто без міжмережного роумінгу. Широкомовні короткі повідомлення передаються у напрямку від центру комутації до мобільних станцій.

1.2 Структура базової станції

Flexi Multiradio BTS- це базова станція, яка працює в мережах другого GSM / EDGE, третього WCDMA та четвертого LTE поколіннях.

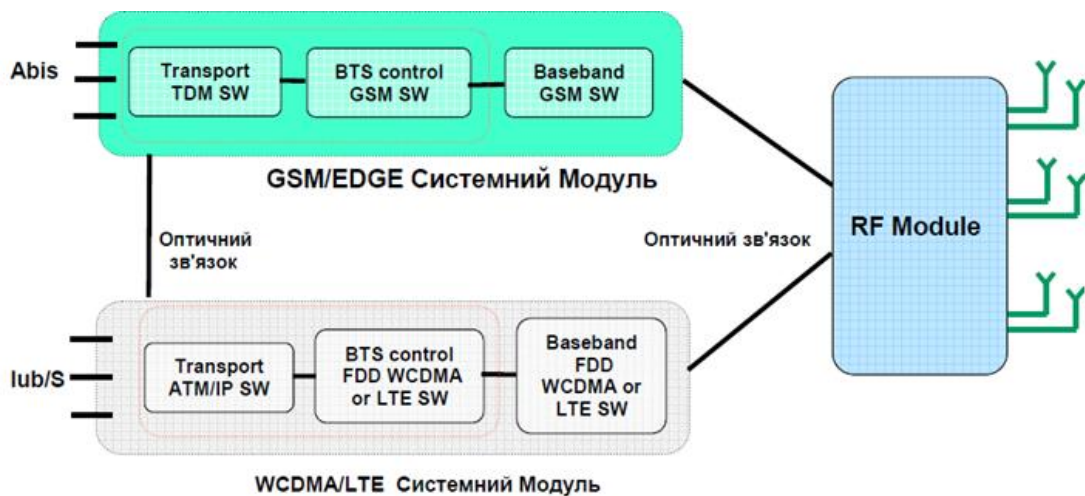


Рис. 1.10. Структура Базової станції

Мережі GSM / EDGE і WCDMA / LTE мають два окремих системних модуля ESMx і FSMx, ці модулі забезпечують виділення обчислювальної потужності, а також додавання надмірності до систем у разі відмови одного з модулів. І ESMx, і FSMx одночасно використовуються в паралельних конфігураціях BTS. Їх також можна використовувати окремо у певних конфігураціях. Радіостанції, а також антенні лінії можуть бути розділені між системними модулями при їх паралельній роботі. Транспортне з'єднання та транспортна мережа відокремлені від системних модулів.

Фізичні з'єднання можуть бути загальними. Живлення системних модулів подається окремо. У той же момент, обидва системних модуля можуть подавати енергію далі на радіостанцію. Обидва цих системних модуля, а також радіостанції мають окремі зовнішні інтерфейси тривоги.

Flexi Multiradio BTS підтримує мережі другого, третього та четвертого поколінь: GSM/EDGE, WCDMA і LTE для виділених або паралельних конфігурацій. Паралельна конфігурація підтримується тільки для радіочастотного модуля (RF). Програмне забезпечення 2G BTS відрізняється від програмного забезпечення WCDMA/LTE. Програмне забезпечення 2G BTS працює в системному модулі 2G (ESMB/C), а програмне забезпечення WCDMA/LTE працює в відповідних системних модулях. Радіоресурс є загальним. Отже, підтримуються функції взаємодії 2G і 3G/LTE. Функціональними блоками Flexi Multiradio BTS, конфіденційними для клієнта, є системний модуль Flexi Multiradio (ESMB/C), RF-модуль (FXxx) і модуль віддаленого радіоприймача (FHxA/B).

Новий системний модуль Flexi EDGE 18/36 TRX забезпечує специфічні функції GSM/EDGE в Multiradio BTS. Цей модуль зберігає і запускає програмне забезпечення GSM/EDGE BTS SW і забезпечує спеціальні функції BTS для GSM/EDGE.

Існує два варіанти системного модуля Flexi Multiradio; з інтегрованою пропускною здатністю обробки базової смуги частот: ESMB до 18 і ESMC до 36 GSM/EDGE TRX. ESMC забезпечує максимальну ємність, однак для більшості додатків, ємності ESMB вистачає. Зазвичай оператор може вибрати один із цих модулів, після чого розширити систему до максимальної ємності (36TRX/BCF).

Системний модуль EDGE виконує наступні основні функції:

- GSM / EDGE BTS O&M;
- Abis і транспорт;
- Можливість підключення OBSAI;
- Розподіл потужності до радіоприймачів;
- Основна смуга GSM / EDGE;
- Синхронізація BTS.

Функція BTS O&M у системному модулі Flexi Multiradio дає можливість управління радіозв'язком, управління конфігурацією, обробки та відновлення сигналів тривоги, управління еталонними часами, а також управління зовнішніми сигналами тривоги та елементів контролю.

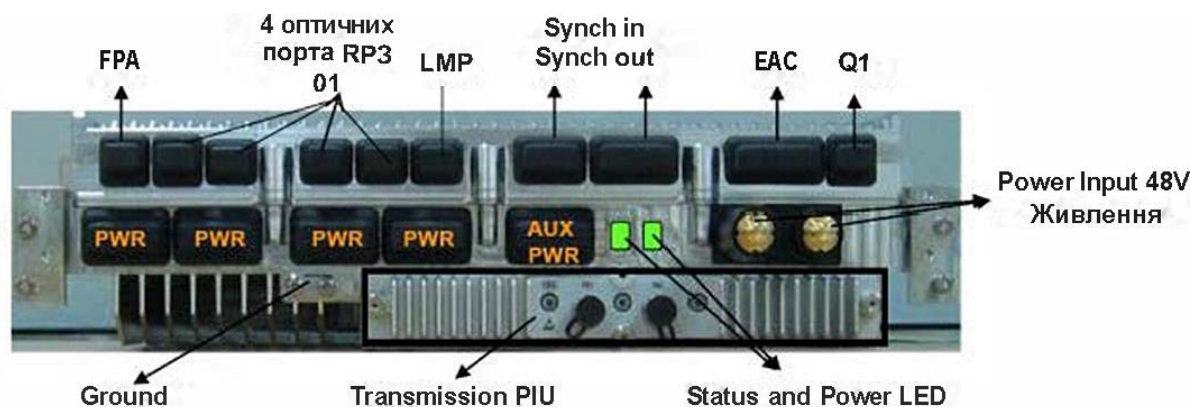


Рис. 1.11. Системний модуль Flexi EDGE 18/36 TRX

ESMB/ESMC має інтегровану транспортну частину, яка забезпечує фізичні інтерфейси передачі, а також транспортні функції BTS. Існує шість різних альтернативних варіантів мережевого інтерфейсу: симетричний E1, несиметричний E1, T1, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet і Flexbus.

Ці варіанти транспортних інтерфейсів такі ж, як і системному модулі Flexi EDGE ESMA.

Flexi Multiradio BTS підтримує Q1 для застарілих мереж, наприклад, заміни сімейства Talk BTS, де управління мережею вбудовано у BSS з використанням Q1. За допомогою Flexi Multiradio BTS можна опитати до 34-х пристроїв Q1.

ESMx забезпечує оптичний зв'язок OBSAI до радіостанцій та до іншого модуля радіотехнологічної системи. Він має чотири інтерфейси OBSAI RP3-1. Інтерфейси

OBSAI на обох системних модулях можуть використовуватися для радіозв'язку в разі одночасної роботи кількох радіотехнологій.

Робоча потужність на радіостанції може подаватися від модуля ESMx. Він може розподіляти напругу 8 В постійного струму для 4-х радіостанцій та одного допоміжного пристрою. Системний модуль Flexi WCDMA може поширювати напругу для більшої кількості радіостанцій в паралельних конфігураціях. ESMx має вихідну потужність AUX (40,4- 57,1 В постійного струму, 5 А) для обладнання об'єктів, таких як блоки MWR ID і т. д.

ESMB / ESMC має 12 вбудованих сигнальних входів та 6 керуючих виходів. Кількість зовнішніх тривожних входів може бути збільшено до 24, за допомогою додаткового модуля розширення сигналізації Flexi (FSEB). Радіостанції також мають зовнішні інтерфейси управління і сигналізації для додатків з віддаленим підключенням. RRH має два сигнальних входів і чотири сигнальних входів RFM, а також 4 керуючі виходи, які сумісні з інтерфейсом сигналізації системного модуля.

Радіочастотний модуль Flexi Multiradio (FXxx) або RF-модуль являє собою трьох-розгалужений багатосекційний, мультистандартний модуль радіоприймача. Модуль складається з трьох незалежних трактів, здатних одночасно передавати і приймати сигнали декількох радіотехнологій:

- * До 6 несучих GSM з мінімальним поділом несучих 400 (кГц);
- * До 4 несучих WCDMA з мінімальним поділом несучих (4,6 МГц);
- * Сигнал LTE з декількома несучими та смугою пропускання несучої 1,4; 3; 5; 10; 15; 20 і 35 (МГц);
- * Робота декількох RAT з комбінацією мереж GSM, WCDMA і LTE.

Радіочастотні модулі (FXDA, FXDJ, FXEA, FXCA і FXFA / FXFB) називаються варіантами радіочастотних модулів потужністю 70 Вт. Радіочастотні модулі FXEB і FXDB називаються варіантами радіочастотних модулів потужністю 90 Вт.

Кожен тракт складається з передавача та двох приймачів. Варіанти FXxA і FXFB 70 (Вт) мають програмний інтерфейс, який регулюється фільтрами (STuF). Варіанти радіочастотних модулів потужністю 90 (Вт) мають фіксовані повнополосні

фільтри. FXxx- це модуль висотою 3U з вбудованим змінним блоком та з 3 вентиляторами для охолодження модуля. Підтримувані функції:

- * Підключення до трьох радіочастотних модулів OBSAI RP3_01;
- * Двостороннє рознесення прийому в ланцюгах приймачів;
- * Вбудований контроль антенної лінії;
- * Підтримка MHA, Antenna Hopping, EGPRS2 і VAMOS;
- * Цифрова схема та схема управління, оптичний інтерфейс;
- * Інтегрована лінія постійного струму OVP, другого класу з номіналом до 5 кА

в імпульсному режимі (FXFB, FXDB / FXEB);

- * Підтримка віддаленого електричного нахилу (RET) (FXFB, FXDB / FXEB).

Варіанти радіочастотного модуля Flexi Multiradio:

Версія	Опис
FXDA	GSM 900 (E-GSM) 70 W
FXDJ	GSM 900 J-band (P-GSM for CDMA co-siting) 70 W
FXEA	GSM 1800 70 W

Версія	Опис
FXCA	GSM 850 70 W
FXFA/ FXFB	GSM 1900 70 W
FXDB	GSM 900 (E-GSM) 90 W
FXEB	GSM 1800 90 W

Рис. 1.12. Варіанти радіочастотного модуля

STuF - це механічний фільтр, який налаштовується з невеликим кроком, автоматично контролюється програмним забезпеченням BTS. У кожній гілці радіочастотних модулів FXXA та FXFB є один STuF. STuF має певну пропускну здатність, як на групі RX, так і TX. Діапазон налаштувань STuF охоплює всю групу, тому у групі можна виділити вікно налаштувань. Коли STuF налаштовується, обидва,

як RX, так і TX налаштовуються одночасно, оскільки RX та TX механічно з'єднані між собою. Варіанти ж радіочастотних модулів з 90 Вт- мають фіксовані фільтри.

Remote Radio Head - це блок МСРА з двома трактами, оптимізований для використання в одному секторі з двостороннім рознесенням [4]. Він складається з двох окремих трактів, призначених для одночасної передачі і прийому сигналів з декількома несучими в різних радіотехнологіях. Кожен тракт містить ланцюг із передавачем і приймачем, а також передні фільтри. Зовнішні фільтри являють собою фіксовані фільтри, що охоплюють всю смугу частот. FHxA і FHxB містять вбудовану систему контролю антеною лінією. FHxA забезпечує вихідну потужність 2x40 (Вт) на RRH, а FHxB забезпечує вихідну потужність 2x60 (Вт) на RRH. Як і трисекторний радіочастотний модуль, RRH містить необхідні загальні функції, такі як цифрові та керуючі схеми, інтерфейс OBSAI і необхідне перетворення потужності постійного струму. RRH використовує систему охолодження на основі природної конвекції, тобто в ньому немає вентиляторів, що його охолоджують. Приймачі в системних модулях мають загальну частину основної смуги частот.

FHxA та FHxB надають наступні внутрішні і зовнішні інтерфейси BTS:

- На вході напруга 48 В постійного струму, а також інтегрований OVP 2-го класу
- Зовнішній інтерфейс сигналізації
- Оптичний інтерфейс OBSAI RP3-1 з системним модулем та з'єднанням RRH
- Дуплексні антенні інтерфейси
- Інтерфейс RET, AISG 2.0



Рис. 1.13. Flexi RRH 2X60W

Flexi Multiradio BTS RRH доступний у діапазонах 900 (МГц) та 1800 (МГц).

І відповідно має абревіатури:

- FHDA, Flexi RRH 2TX 900
- FHEA, Flexi RRH 2TX 1800
- FHDB, Flexi RRH 2TX 900
- FHEB, Flexi RRH 2TX 1800

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

В даному розділі були розглянуті системи GSM, детально наведена структура базової станції 2G, а також був здійснений аналіз роботи системи стільникового зв'язку, був зроблений детальний опис роботи компонентів базової станції. Була піднята проблематика зон обслуговування системи стільникового зв'язку і проілюстровано діаграму спрямованості секторної антени.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ БС

2.1. Функції застосунку

Програмний застосунок "2G Flexi BTS Site Manager" призначений для обслуговування і введення в експлуатацію базових приймально-передавальних станцій Flexi Multiradio.

Базова станція Flexi Multiradio - це новий модульний продукт GSM/EDGE, який збільшує максимальну пропускну здатність радіомережі і пропонує економічно ефективне рішення [5] для розвитку мережі GSM/EDGE.

Базова станція Flexi Multiradio ідеально підходить як у якості самостійного мобільного продукту, так і в якості заміни базових станцій попереднього покоління. Економічна ефективність орієнтована на загальну вартість обладнання, включаючи прямі витрати на розгортання мережі та обслуговування.

Базова станція Flexi Multiradio використовує загальну апаратну платформу з новим модульним продуктом базової станції Flexi WCDMA. Базова станція Flexi Multiradio сумісна з випуском BSS 12 і далі.

Діалогове вікно з інформацією про програму "2G Flexi BTS Site Manager" наведено на рис 2.1 і містить наступні дані:

- Назва продукту
- Інформація про версію
- Інформація про авторські права
- Серійні номери

Для того щоб отримати доступ до довідки з діалогових вікон та меню, потрібно натиснути клавішу "F1", і в довідковій системі відобразиться відповідний розділ довідки. Якщо в діалоговому вікні або вікні повідомлення є кнопка "?", при натисканні на неї, також відобразиться відповідний розділ довідки.



Рис 2.1. Дані про застосунок

Допомога користувачеві також доступна в так званому "майстрі" введення в експлуатацію, який являє собою керовану послідовність завдань для створення, перевірки або оновлення конфігурації BTS. Кожна сторінка майстра містить необхідну інформацію для виконання операцій на цій сторінці.

Онлайн-довідка "2G Flexi BTS Site Manager" містить набір вкладок:

- зміст: відображає всі розділи довідки, організовані за категоріями.
- пошук: надає можливість пошуку будь-якого слова або фрази в онлайн-довідці.

Щоб закрити діалогове вікно, потрібно натиснути на кнопку "Закрити".

Застосунок "2G Flexi BTS Site Manager" дозволяє операторам:

- робити налаштування;
- моніторити базову станцію BTS.

Ці завдання виконуються або через локальне з'єднання, або за допомогою зв'язку з системою NMS, або за допомогою віддаленого з'єднання.

Застосунок "2G Flexi BTS Site Manager" надає шість основних видів сигналізації. Є можливість перемикатися між різними видами, натиснувши

відповідну кнопку на панелі вибору виду в лівій частині головного вікна. Представлення базової станції буде відображатися за замовчуванням. Вікно аварійних сигналів відображається постійно.

Доступні функції будуть відображатися тільки, коли BTS manager буде підключений до BTS. Серед них наступні:

- сигналізація;
- параметри базової станції;
- введення в експлуатацію;
- передача інформації;
- тест;
- клімат-контроль.

Команди в "2G Flexi BTS Site Manager" доступні в меню, а найбільш часто використовувані команди також доступні у вигляді кнопок у панелі інструментів. У головному меню програми, внизу є рядок стану, в якому відображається інформація про з'єднання між ПК і BTS.

Головне вікно застосунку містить рядок з набором заголовків меню. Ці меню надають доступ до команд меню. Їх назви можна вибирати за допомогою миші або з клавіатури. Якщо натиснути клавішу ALT та < клавішу доступу> на клавіатурі, то це активує відповідне меню. Підкреслена буква в пунктах меню- це ключ доступу. Перелік пунктів меню наведено на рис 2.2.

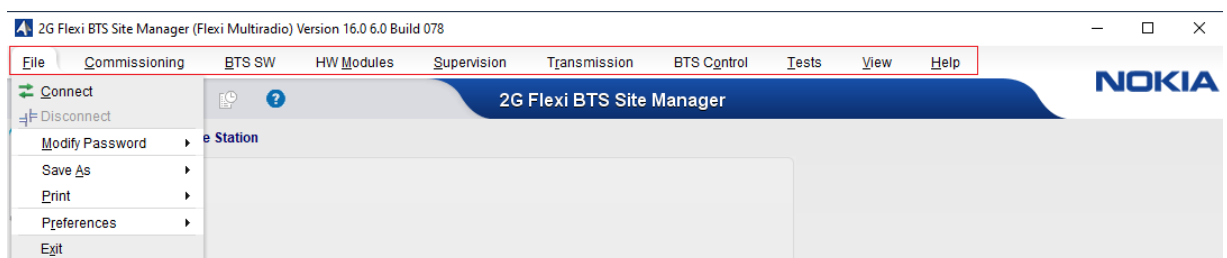


Рис 2.2. Перелік пунктів меню.

Нижче приведена таблиця з деталізацією цих пунктів меню.

Функції меню

Меню	Опис	Наступне меню	Комбінація клавiш
File	Є змога підключитися до BTS, відключитися від BTS, встановити/змінити / видалити пароль BTS, змінити програмне забезпечення BTS Manager, а також параметри зв'язку, зберігати і друкувати вміст вікна, виходити з програмного забезпечення BTS Manager.	З'єднати Роз'єднати BTS пароль Зберегти як Надрукувати Переваги Вихід	Alt + F
Commissioning	Ми можемо запустити майстер введення в експлуатацію BTS для введення в експлуатацію BTS або установки BTS в неробочий режим. Меню введення в експлуатацію відключено, якщо немає підключення до BTS або диспетчер BTS підключений до віддаленого BTS.	Мастер налаштувань Звіт Вилучення SCF з BTS	Alt + C
BTS SW	Завантажує новий BTS SW, замінює поточний BTS SW, запускає поточний BTS SW і відображає версії BTS SW. Меню BTS SW буде відключене, якщо немає з'єднання з BTS.	Версії SW SW Update SW Сумісність	Alt + B
HW Modules	Відображає версії HW для модулів / блоків HW, а також інформацію про кабелі Ethernet.	Версії HW Локальна мережа Кабель	Alt + M
Supervision	Контролює стан BTS та конфігурацію BTS, фільтрує сигнали тривоги та контролює стан EAS.	Зовнішні пристрої Додаткова інформація Операції на рівні вузлів Властивості Синхронізація Управління Q1 Перехресне з'єднання	Alt + S

Закінчення таблиці 2.1

Transmission	Меню інтегроване з диспетчером передачі блоків.	Моніторинг Запуск менеджера FlexiHub Ліцензування TRS Фізичний інтерфейс PWE тунель ARP-запит IP маршрутизація Операції з PPP Статус опції LCP / IPCP	Alt + R
BTS Control	Управляє об'єктами BTS і посланнями Abis.	Управління потужністю Вимкнути Abis Включити Abis Інструмент трасування BTS Тест TRX	Alt + O
Tests	Запускає тести TRX і тести циклу TRX, відправляє несучу ВССН і відстежує трафік TRX. Меню тестів буде відключено, якщо немає підключення до BTS.	Безперервна Передача Вхід ЕАС Вихід ЕАС Перевірка Правильності Перехресного З'єднання Трасування трафіку	Alt + T
View	Відновлює розмір за замовчуванням	Відновити значення за замовчуванням Введення в експлуатацію	Alt + V
Help	Відображає онлайн-довідку для менеджера BTS та блок передачі	Довідка Про 2G Flexi BTS site	Alt + H

2.2. Локальне і дистанційне управління

Підключення "2G Flexi BTS Site Manager" можливе в двох варіантах встановлення з'єднання з BTS: локально або віддалено.

Якщо локальне з'єднання з BTS перервано на кілька секунд внаслідок від'єднання кабелю від ПК, а з'єднання диспетчера BTS з BTS не може бути відновлено при повторному підключенні кабелю, то "Local Area Connection Status" має бути відключено, а потім знову включено для відновлення з'єднання у цій ситуації.

Локальне підключення до BTS, потребує наступних кроків:

1. Потрібно підключити комп'ютер до модуля ESMB базової станції за допомогою кабелю Ethernet (100BaseT) з роз'ємом RJ-45.

2. Вибрати: Start → Programs → Nokia Solutions and Networks → 2G Flexi BTS Site Manager → Version, <номер випуску>, <номер збірки>, → Launch BTS Manager - для запуску сеансу 2G Flexi BTS Site Manager.

3. Відкриється головне вікно 2G Flexi BTS Site Manager.

4. Потрібно вставити IP-адресу BTS і пароль BTS (рис 2.3) та натиснути кнопку "Connect".

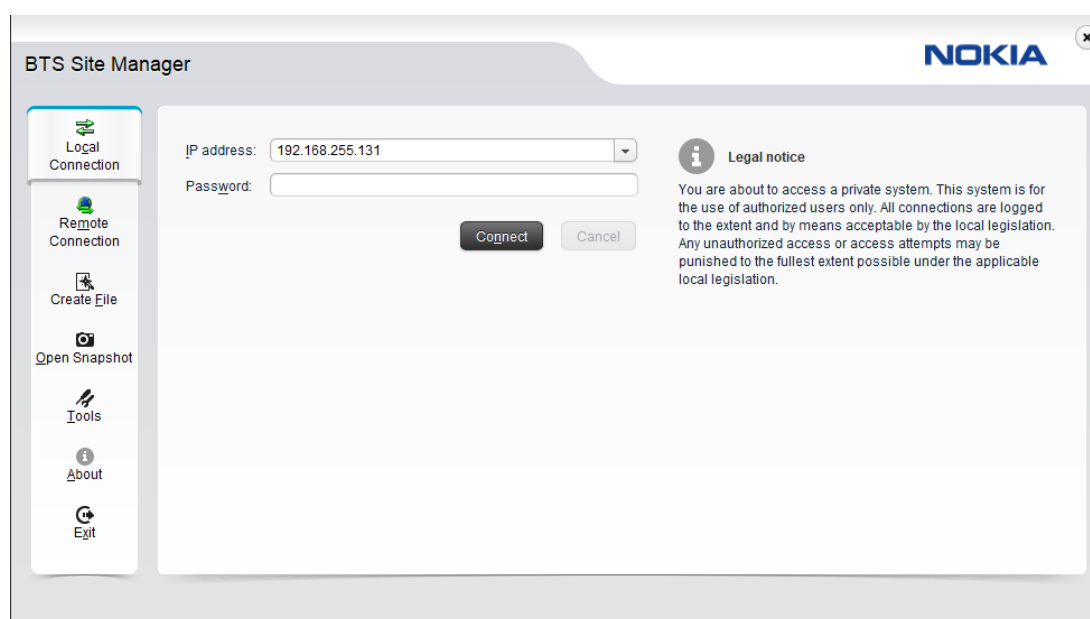


Рис 2.3. Вікно локального підключення

Віддалене підключення до BTS, потребує наступних кроків, які ілюструє рис. 2.4:

1. Необхідно підключити комп'ютер до Інтернету.

2. Вибрати: Start → Programs → Nokia Solutions and Networks → 2G Flexi BTS Site Manager → Version <номер випуску>, <номер збірки>, → Launch BTS Manager для запуску сеансу 2G Flexi BTS.

3. Відкриється головне вікно 2G Flexi BTS Site Manager.

4. Потрібно вибрати вкладку віддаленого підключення.

5. Вставити параметри Netact:

1) Ім'я користувача / IP-адресу

2) Номер порту

6. Вставити параметри BSC

1) Ім'я користувача BSC

2) Пароль BSC

3) ID BSC

7. Вставити параметри BTS:

1) BCF ID

2) Пароль BTS

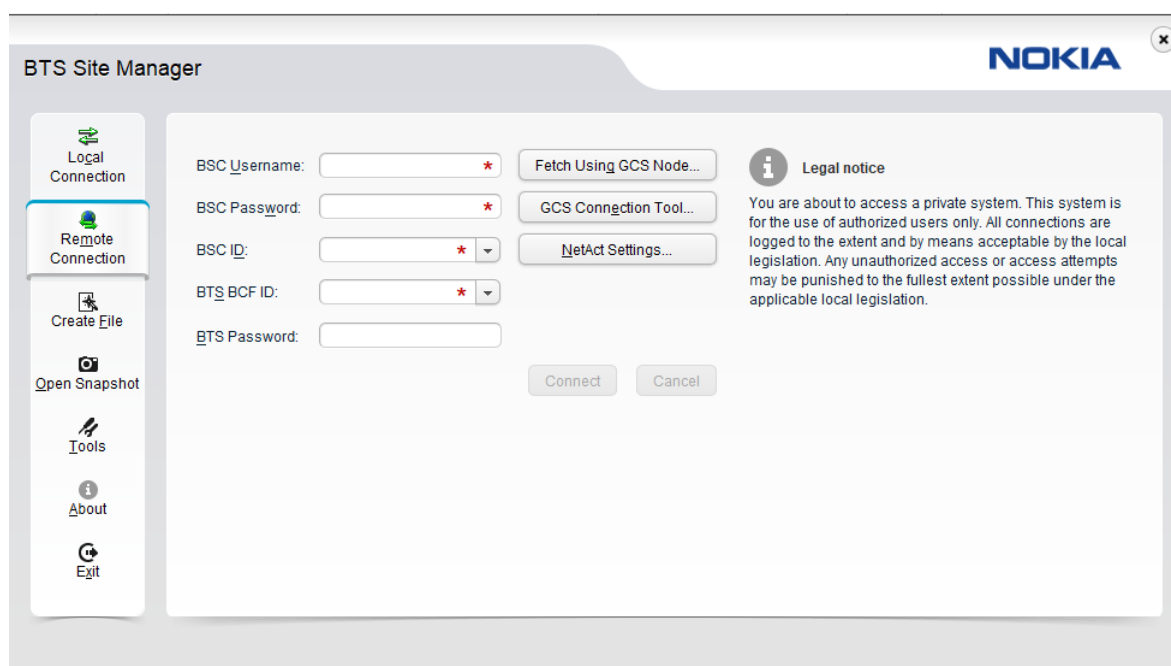


Рис 2.4. Вікно дистанційного підключення.

Для закриття з'єднання з BTS, потрібно зробити наступне:

1. Вибрати Connection / Disconnect, щоб закрити існуюче з'єднання. Якщо є деякі відредаговані дані, які не були відправлені в BTS, то перед закриттям з'єднання, потрібно буде зробити підтвердження.

2. Якщо необхідно підключитися до іншої BTS, потрібно вибрати відповідну опцію зі списку IP-адрес. Натиснути кнопку "Connect", щоб встановити з'єднання.

3. Якщо необхідно завершити сеанс "2G Flexi BTS Site Manager", потрібно натиснути "File / Exit".

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

В цьому розділі було розглянуто дані і функції застосунку "2G Flexi BTS Site Manager", детально розглянуте меню додатку і додано його опис до таблиці, проведено підключення до базової станції за допомогою застосунку, а також покроково складені інструкції щодо використання програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СПОСОБУ ДИСТАНЦІЙНОГО РАДІОУПРАВЛІННЯ

3.1 Структура каналу радіозв'язку

Локальні мережі (LAN), згідно з початковим призначенням, були найпростішими комп'ютерними мережами. У вигляді різних типів комп'ютерних мереж, вони мали наступні властивості: обмежене число вузлів, невелику відстань між взаємопов'язаними комп'ютерами (площа будівлі, поверху, офісу), автономні лінії зв'язку між вузлами мережі (зазвичай дротових, кабельних). Початкова топологія локальної мережі була найпростішою і полягала в підключенні вузлів мережі (комп'ютерів) до загальної провідної лінії, званої шиною (відповідно, топологія типу "шина", зображена на рис. 3.1, а)). Перелік типових об'єктів локальної мережі, включає обмежену кількість абонентів мережі, обмежену площу, в межах якої розподілені абоненти та наявність телекомунікаційної лінії зв'язку між абонентами (вузлами). У сучасних локальних мережах зміни основних характеристик торкнулися трьох аспектів:

- 1) зміна топології комунікаційних ліній зв'язку (у порівнянні з топологією типу "шина");
- 2) зміна вигляду вузлів мережі (вузлами мережі можуть бути пристрої з різними типами цифрового контенту: відео, графіка, телефонія та інше);
- 3) введення взаємозв'язку між локальною мережею (включаючи всі її компоненти) і магістральною мережею, в якому остання, використовується для підключення мереж різного призначення (зокрема, інших локальних мереж).

Останній з цих аспектів пов'язаний з придбанням сучасними ЛОМ якісно нових властивостей в порівнянні з їх початковим призначенням, тобто завдяки з'єднанню з магістральною мережею ЛОМ має можливість виконувати функції мережі доступу до магістральної мережі, приклад наведено у рисунку 3.1 б).

Функції інтерфейсу між локальною мережею і магістральною мережею виконуються одним з вузлів локальної мережі (LAN), до складу якого входить мережевий контролер NIC (Network Interface Controller).

Бездротова локальна мережа (Wireless LAN - WLAN) відрізняється від провідної локальної мережі тим, що з'єднання між вузлами мережі здійснюється за допомогою радіосигналів. Вузли включають в себе передавальні і приймальні пристрої. Середовище, в якому розташовані деякі вузли, є середовищем для поширення радіосигналів. Отже, використання дротових ліній не є великою необхідністю. Роль концентратора провідної локальної мережі виконує AP (Access Point) WLAN. На наведеному рисунку 3.1. в), концентратор підключений до магістральної мережі, а середовище бездротової передачі позначене пунктирними лініями.

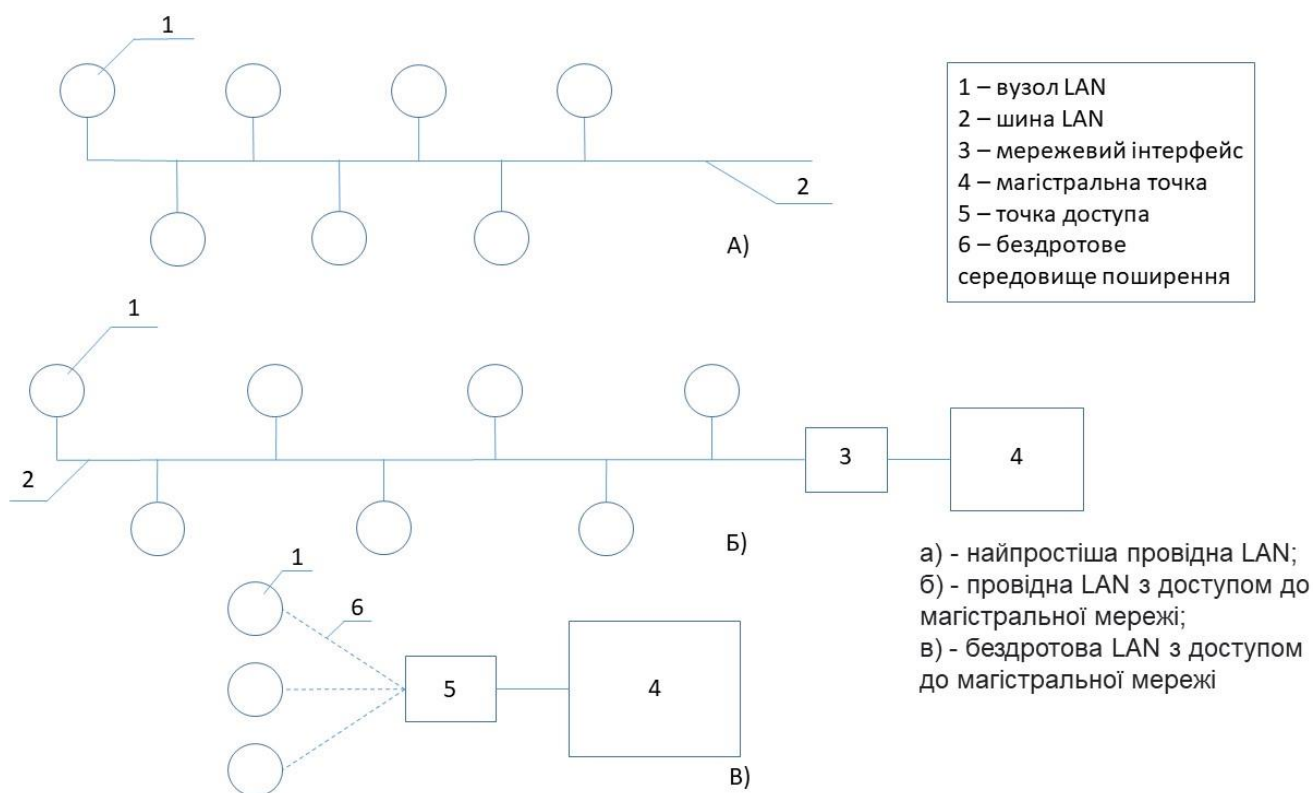


Рис. 3.1. Різновиди LAN

Необхідність і доцільність використання бездротової локальної мережі з дротовими обумовлена перевагами, які можна отримати від відсутності провідного з'єднання. Ці переваги проявляються при наступних обставинах:

1) існує необхідність створення локальної мережі між вузлами, які відокремлені від природних і штучних бар'єрів (наприклад, водні перешкоди, стіни будинків, підлогові покриття);

2) необхідність забезпечення мобільності вузлів, підключених до локальної мережі;

3) необхідність отримання доступу до магістральної мережі з доступом до мережі Internet в громадських місцях при короткочасному перебуванні (готелі, вокзали, читальні зали бібліотек та інше).

Великий попит на бездротовий локальний зв'язок (з загальної точки зору) визначає місце WLAN в сучасних бездротових телекомунікаціях. Найбільш важливою споживчою властивістю WLAN є надання клієнтам доступу до магістральної мережі із зручністю її розгортання для забезпечення взаємного зв'язку клієнтів. Останнє, зокрема, пояснює використання англійського терміну "hotspot" для громадських місць розгортання WLAN з доступом до мережі Internet.

При розробці бездротової технології WLAN постало питання сумісності обладнання, а саме, під час, коли три передових країни світу по розробці бездротових LAN, зіткнулися з проблемами сумісності різних приладів, розроблених різними виробниками. Серед них були передовими: США, Японія та Європа [6]. І для вирішення цієї проблеми була розроблена домовленість, при якій, обладнання різних виробників, мало змогу працювати і розуміти не тільки свої пристрої, а й інші.

Пов'язаною особливістю використання обох середовищ є те, що вони є середовищами загального / множинного доступу (MA – Multiple Access) зображено на рисунку 3.2, а). Сигнали від різних споживачів в умовах їх незалежної роботи можуть передаватися одночасно, що призводить до накладення сигналів в навколишньому середовищі. Ця суперпозиція призводить до різниці в загальному сигналі від кожного з переданих сигналів і це значно ускладнює можливість їх правильного прийому. У середовищі загального доступу, незалежно від її фізичних властивостей, можуть виникати колізії сигналів. Запобігання зіткнень передбачає скоординоване використання навколишнього середовища, обов'язковим компонентом якого є моніторинг площі використання. Доступ до середовища,

заснований на моніторингу його зайнятості, отримав назву множинного доступу з контролем несучої CSMA (Carrier Sense Multiple Access). У локальних мережах різних різновидів (дротових і бездротових) використовується кілька похідних варіантів цього методу доступу.

Доступ вузлів до середовища обох різновидів здійснюється за допомогою мережевих адаптерів NIC, WNIC (Network Interface Card, Wireless NIC), які виконують функції двох нижніх рівнів базової еталонної моделі взаємодії відкритих систем ISO / OSI (The Open Systems Interconnection), а саме:

- фізичного рівня PHY (Physical Layer);
- підрівня управління доступу до середовища MAC (Media Access Control) каналного рівня DLL (Data Link Layer).

Мережеві адаптери (дротові і бездротові) забезпечують моніторинг навколишнього середовища, постійний доступ до різних вузлів, формування, передачу і прийом сигналів.

У дротовому середовищі, що представляє собою двохпровідну довгу лінію, наприклад кабель, який можна побачити на рисунку 3.2, б); передача сигналів між вузлами відбувається з відносно слабким загасанням під час їх поширення. Зіткнення сигналів двох (або більше) вузлів призводить до значної зміни характеристик загального сигналу (в основному, енергетичного рівня) в порівнянні з поодинокими сигналами. Відповідно, кожен вузол може використовувати мережеву карту для виявлення фактів колізій сигналів під час їх передачі, і вжити всі необхідні заходи щодо забезпечення пріоритету доступу до середовища різних вузлів, якщо це буде потрібно. Метод упорядкованого множинного доступу, який знижує рівень колізій в дротовому середовищі, називається множинним доступом [7] з керуванням несучої і виявленням колізій CSMA / CD (CSMAI Collision Detection). Здатність виявляти колізії є суміжною властивістю провідних носіїв.

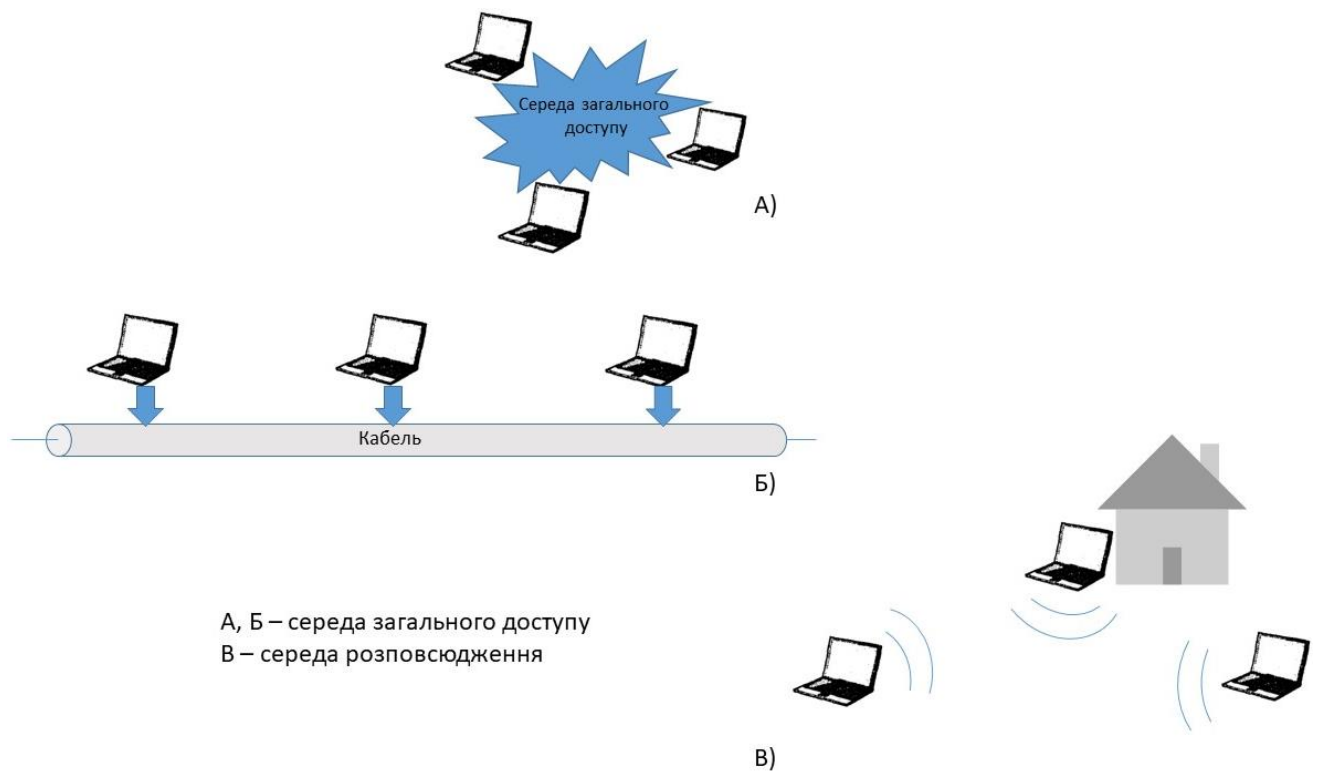


Рис. 3.2. Шляхи передачі інформації

Локальні цифрові мережі великих організацій зазвичай являють собою комбінацію дротових і бездротових сегментів. Відповідно, архітектура локальної мережі (LAN) повинна передбачати систему розподілу, яка буде виконувати такі завдання:

- забезпечення з'єднання між різними сегментами локальної мережі (включаючи провідні і бездротові сегменти));
- забезпечення доступу всіх сегментів локальної мережі до магістрального Internet-середовища.

Доступ до магістральної мережі забезпечується Web-серверами (серверами обслуговування), що мають відповідні властивості інтерфейсу показані на рисунку 3.3. Питання мережевого і транспортного рівня (Network Layer, Transport Layer) взаємодії відкритих систем виходить за рамки стандарту IEEE 802.11, який обмежується проблемами MAC і PHY реалізацій WLAN. Відповідно, ідея архітектури WLAN обмежується побудовою бездротового сегмент, а й також, систем розподілу в LAN.

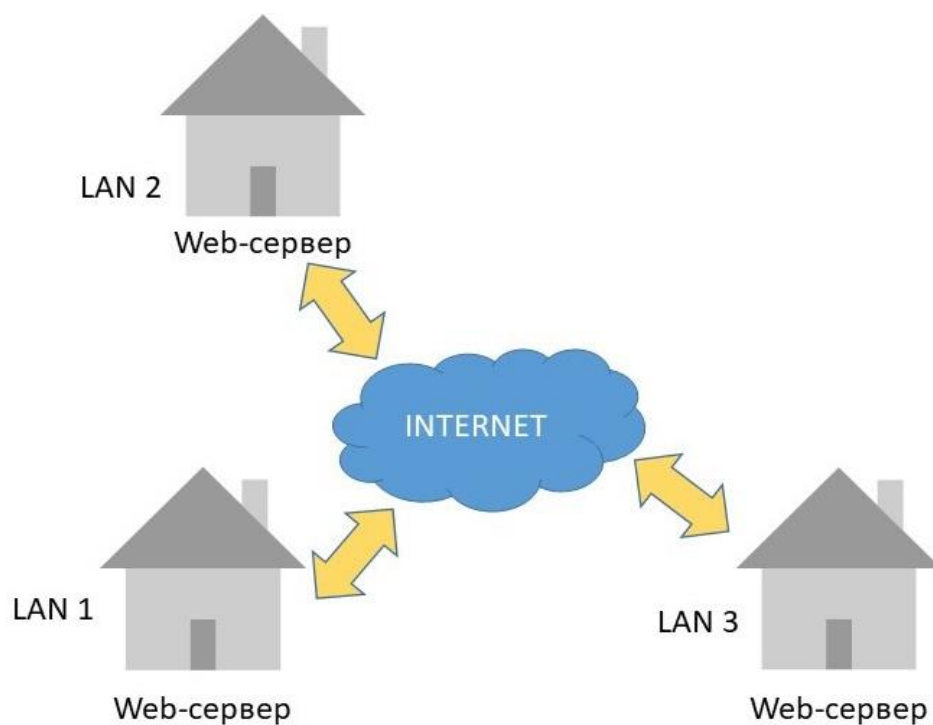


Рис. 3.3. Ілюстрація підключення абонентів різних LAN до магістральної мережі

У стандарті IEEE 802.11 термін "фрейм" застосовується до інформаційних пакетів, що складаються з 2 рівнів: рівня MAC і рівня PHY. Структура фрейму рівня MAC визначається змістом повідомлень, якими обмінюються мережеві станції. Структура фреймів PHY-рівня визначається технічними вимогами щодо підтримки оперативного зв'язку між лініями STA (ідентифікатор версії протоколу.) Фрейми MAC-рівня складають корисне навантаження (Payload) для фреймів фізичного рівня. В рамках огляду роботи WLAN досить обмежитися розглядом фреймів MAC-рівня, якими визначається зміст переданої (STA) інформації. Існує 3 типи MAC-фреймів. Це фрейми менеджменту (Management), фрейми управління (Control) і фрейми даних (Data). Фрейми всіх перерахованих різновидів містять три компоненти, які можна побачити на рисунку 3.4, а):

- заголовок (Header), що містить службову інформацію про фрейм;
- тіло (Body), що становить корисне інформаційне навантаження (Payload), що переноситься фреймом;
- Хвостовик (Trailer – хвостова частина), який містить необхідні елементи для перевірки наявності помилок: тіло й заголовок фрейму (Frame Check Sequence - FCS).

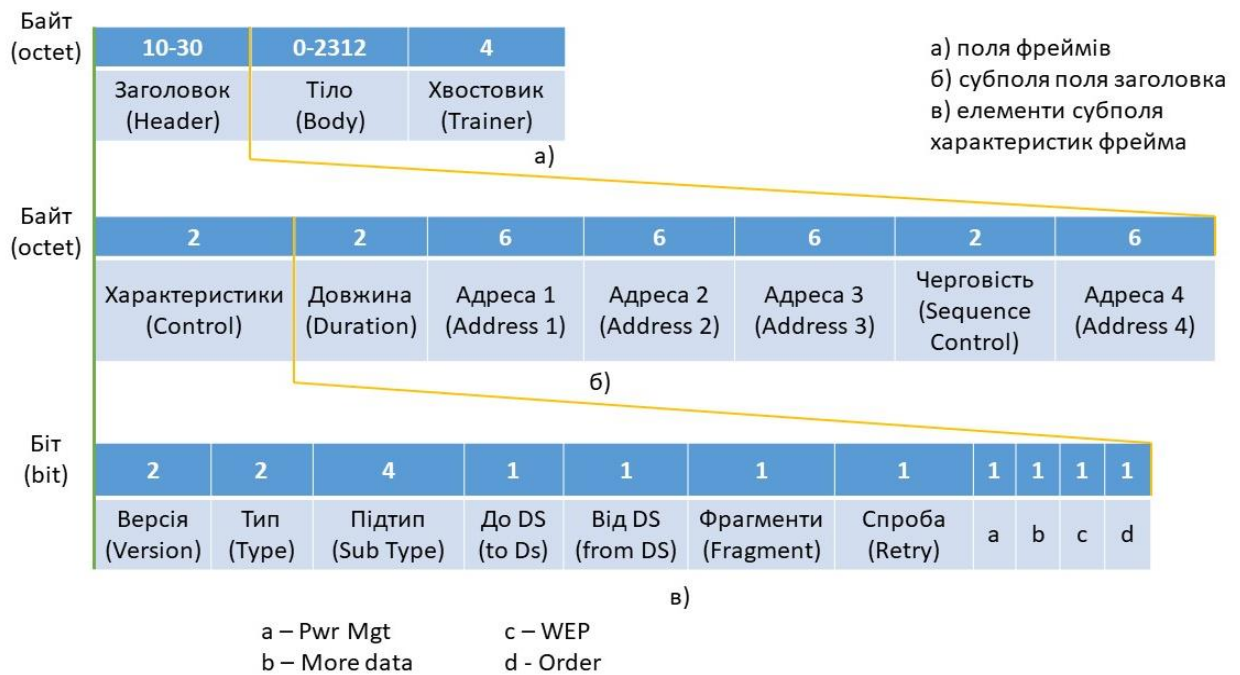


Рис. 3.4. Структура фрейму

Тривалість заголовка і тіла фрейму залежить від їх типу і підтипу. Найдовший заголовок для фрейму даних (30 байт - octet); найкоротший (10 байт): - для деяких типів фреймів управління. Змінна довжина тіла фрейму (0-2312 байт) міститься в кадрі менеджменту і даних. У фреймів управління тіло відсутнє; останнє пояснюється тим, що зміст керуючих повідомлень однозначно визначається підтипом фрейму, код якого вказаний в заголовку фрейму. Постійна довжина міститься в хвостовику фрейму всіх типів (4 байти). Це пов'язано з тим, що один і той же метод канального кодування [8], циклічного кодування CRC (Cyclic Redundancy Code) з використанням незмінного числа надлишкових символів (32 біта) використовуються для виявлення помилок в заголовку і тілі фреймів всіх видів і підтипів. Це відповідає використанню типового циклічного коду CRC-32. Оскільки довжина заголовка і тіла фрейму, що визначає кількість інформаційних символів коду, є змінною, то надмірність каналних кодів повідомлень різних типів і підтипів різниться. Найбільш високою її можна побачити у фреймі управління доступом; найнижчою- у фреймах даних та менеджменту високої тривалості.

Бездротове середовище передачі повідомлень WLAN оцінюється за трьома характеристиками:

1) область, яку охоплює WLAN; в розрахунку на одну BSS (Basic Service Set) ця територія становить базову площину обслуговування BSA (Basic Service Area);

2) частотний ресурс WLAN; для однієї BSS цей ресурс має ширину 22 МГц в діапазоні 2401-2473 МГц;

3) тимчасовий ресурс WLAN; в межах кожної BSS цей ресурс не обмежений.

Контроль доступу до WM (Wireless Medium) полягає в координації роботи станцій, розташованих в межах BSA, таким чином, щоб використання частотних і тимчасових ресурсів всієї сукупності STA BSS не супроводжувалося шкідливими [9] взаємними перешкодами (іншими словами, щоб забезпечувалася EMC (Електромагнітна Сумісність) станцій BSS). Згідно з протоколом IEEE 802.11, смуга частот, необхідна для передачі сигналів кожної із STA, вичерпує весь частотний ресурс відповідної BSS (22 МГц). Відповідно, EMC станцій досягається за рахунок координації використання тимчасового ресурсу: при випромінюванні сигналів однієї із STA, випромінювання інших не допускається.

Протокол IEEE 802.11 забезпечує два методи координації, що відповідають двом типам координації (coordination function) доступу STA до WM:

- точкова координація PCF (Point Coordination Function);
- розподілена координація DCF (Distributed Coordination Function).

Обидві функції координації реалізуються службами MAC-підрівня, причому DCF є основою для реалізації PCF. DCF є основним типом координаційних функцій; він реалізується в інфраструктурних мережах BSS і незалежних IBSS (Independent Basic Service Set). PCF реалізується тільки в інфраструктурних мережах.

Точкова координація полягає в тому, що доступ STA до WM контролюється точкою доступу (AP) BSS, а координація зводиться до надання кожному з STA BSS певного періоду часу для випромінювання сигналів. Сегменти слідуєть один за одним, що означає реалізацію множинного доступу з тимчасовим поділом [10] за часом TDMA (Time Division Multiple Access).

Розподілена координація полягає в тому, що можливість доступу до бездротового середовища визначається станціями незалежно, на основі спостереження за випромінюванням інших станцій і виконання передбачених правил

доступу. У кожному BSS застосовується технологія доступу WM на основі суперечок (contention), звана доступом з контролем несучої і попередженням колізій CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).

3.2. Налаштування роутера та доступу

Для процедури налаштування базової станції ми маємо локальний інтерфейс за допомогою якого, ми можемо підключитися з ПК, ноутбуку до БС (базової станції) та зробити потрібне нам налаштування. Ці налаштування при правильному узгодженні з обладнанням, гарантують працездатність та надійність останньої. Для підключення між пристроями, потрібен кабель стандарту RJ-45 (рис 3.5).



Рис 3.5. Роз'єм RJ-45

Підключивши пристрої за допомогою кабелю, з'явилося сповіщення, щодо під'єднання до мережі (рис 3.6).

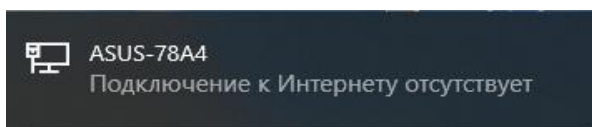


Рис 3.6 Сповіщення

Після з'єднання цих пристроїв потрібно перейти до параметрів адаптера і прописати потрібну IP-адресу, маску мережі та шлюз. Налаштувавши правильне узгодження мережі, потрібно перевірити доступність та параметри з'єднання.

Перейшовши до команд CMD, потрібно прописати команду "ipconfig", яка покаже нам нашу IP-адресу, маску мережі, а також вже налаштований нами шлюз (рис 3.7).

```
C:\Users\Bodya>ipconfig
Настройка протокола IP для Windows

Адаптер беспроводной локальной сети Подключение по локальной сети* 3:

    Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
    DNS-суффикс подключения . . . . . :

Адаптер беспроводной локальной сети Подключение по локальной сети* 4:

    Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
    DNS-суффикс подключения . . . . . :

Адаптер Ethernet Ethernet:

    DNS-суффикс подключения . . . . . : ASUS
    Локальный IPv6-адрес канала . . . . . : fe80::c470:a558:2e3b:3958%19
    IPv4-адрес. . . . . : 192.168.255.158
    Маска подсети . . . . . : 255.255.0.0
    Основной шлюз. . . . . : fe80::4cbe:3703:6bb5:e40c%19
                             192.168.1.1

Адаптер беспроводной локальной сети Беспроводная сеть:

    Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
    DNS-суффикс подключения . . . . . : ASUS

C:\Users\Bodya>
```

Рис 3.7 Команда "ipconfig"

Далі потрібно ввести команду "ping (IP-адреса БС)", у нашому випадку базова станція має наступну IP-адресу: 192.168.255.131, тому прописуємо до команд CMD, команду "ping 192.168.255.131", (рис 3.8).

```
C:\Users\Bodya>ping 192.168.255.131

Обмен пакетами с 192.168.255.131 по с 32 байтами данных:
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=2мс TTL=255
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=1мс TTL=255
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=1мс TTL=255
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=1мс TTL=255

Статистика Ping для 192.168.255.131:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 1мсек, Максимальное = 2 мсек, Среднее = 1 мсек

C:\Users\Bodya>
```

Рис 3.8 Команда "ping"

Із цього рисунку, ми бачимо, що IP-адреса пінгується, з'єднання стабільне, а час затримки 1-2 (мс), що є відмінним показником.

Щоб перейти до налаштувань самої базової станції, спочатку потрібно запуснути менеджер 2G Flexi BTS, який здійснить підключення на рівні програми (рис 3.9).

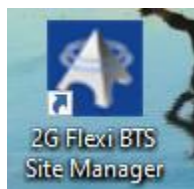


Рис 3.9 Ярлик менеджера

Після відкриття даного додатку, потрібно прописати IP-адресу нашої БС та відповідно до цього конфіденційний пароль, який може знати тільки довірена особа, що обслуговує цей комплекс (рис 3.10).

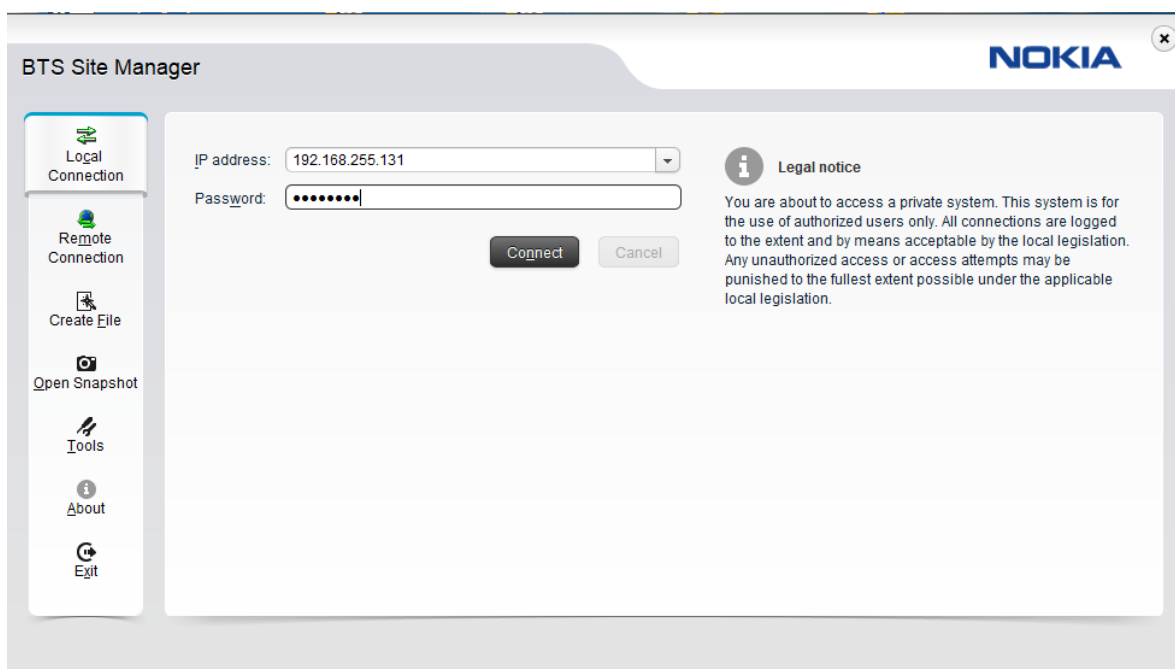


Рис 3.10 Запис даних для входу

Натискаємо “connect”, чекаємо повну перевірку сумісності версій ПЗ та наших конфіденційних даних (рис 3.11).

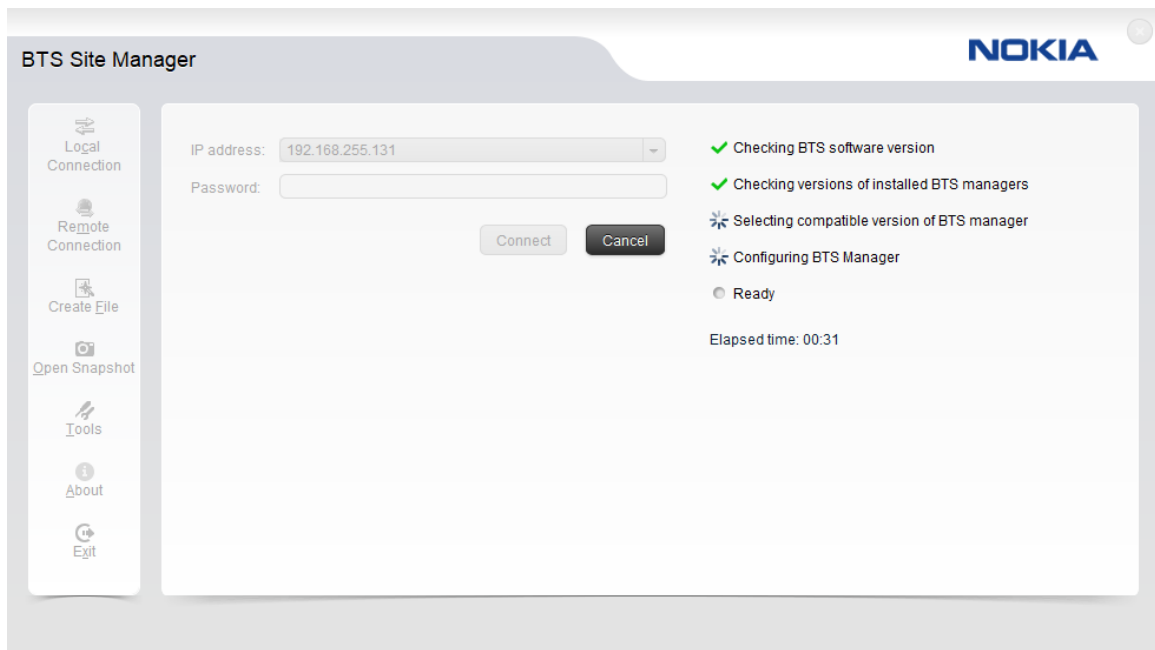


Рис 3.11 Перевірка сумісності

У вікні, що відкрилося, ми бачимо загальне середовище, у якому ми маємо змогу налаштовувати всі важливі функції, що є вкрай необхідним для функціонування комплексу базової станції (рис 3.12).

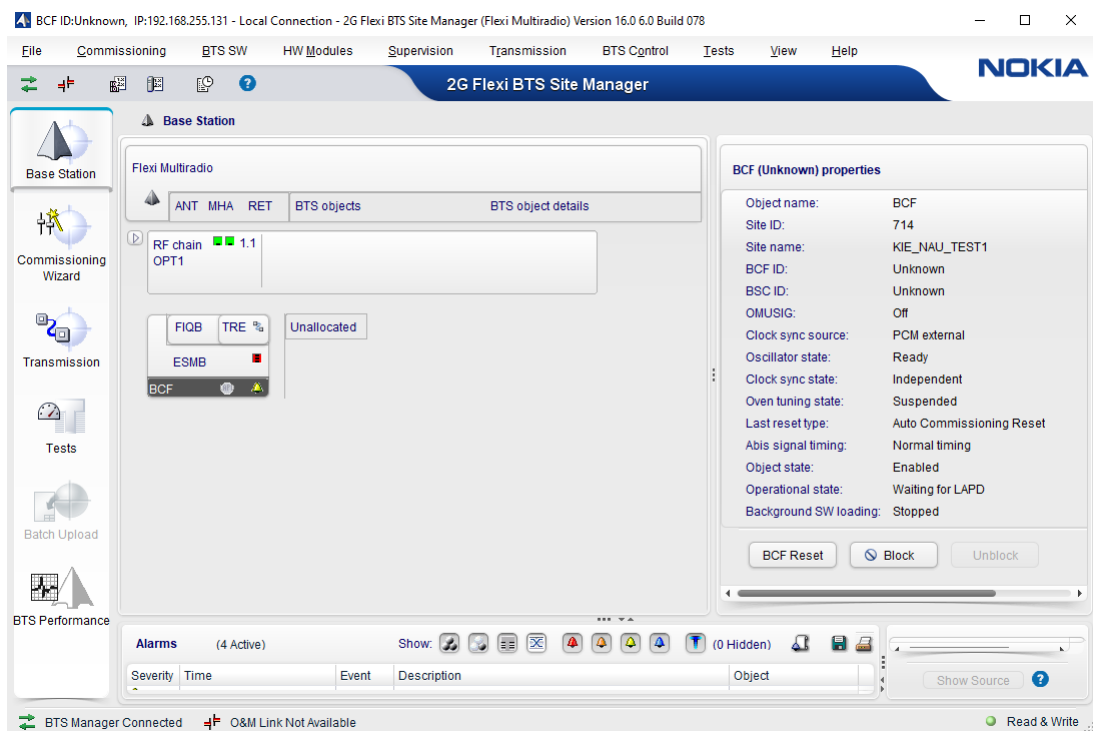


Рис 3.12 Успішне підключення

Але, основними проблемами цього ланцюжка є- мобільність та випромінювання джерела. Якщо, встановити бездротовий зв'язок від ноутбука до базової станції, то тоді можна буде проводити налаштування БС на значній відстані, подалі від джерела випромінювання, та у комфортному, нешкідливому місці, наприклад, взимку у машині.

Бездротовий канал зв'язку від БС до ноутбука, можливо зробити за допомогою, звичайного роутера.

Відповідно, потрібно підключити базову станцію до роутера, вже знайомою нами витою парою, що показано на рисунку 3.13, а також провести налаштування маршрутизатора.



Рис. 3.13. Роутер та вита пара

Для початку перейдемо за адресою <http://192.168.0.1>, до сторінки налаштувань. Де потрібно вибрати протокол призначень DHCP, який в автоматичному режимі призначає пристроям цієї мережі різну IP-адресу, та знаючи адресу базової станції, потрібно вибрати пул IP-адрес, таким чином, щоб адреса БС попала в цей проміжок.

Тому, ми обрали пул адрес від 192.168.255.100 до 192.168.255.200 з маскою мережі 255.255.255.0.

Далі потрібно перевірити IP-адресу ноутбука у цій мережі, щоб DHCP не призначив адресу Х.Х.Х.131, яка вже є зайнятою для БС. Але, також є можливість прописати вручну до роутера IP-адресу БС і призначити її, щоб уникнути проблем з автоматичним присвоєнням. Для цього потрібно додати пристрій, у нашому випадку базову станцію, до таблиці арендованих адрес і там, присвоїти адресу 192.168.255.131 до БС (рис 3.14).

The image shows a two-part configuration interface for a router. The top part is titled "Организация домашней сети" (Home Network Organization) and contains DHCP settings. The bottom part is titled "Арендованные адреса" (Reserved Addresses) and contains a table for adding reserved IP addresses.

Организация домашней сети

Для работы в домашней сети устройства, подключенные к интернет-центру, должны быть правильно настроены. Интернет-центр может выполнить их настройку автоматически с помощью DHCP-сервера, динамически назначая устройствам IP-адреса из указанного пула.

IP-адрес интернет-центра: 192.168.255.1
Маска подсети: 255.255.255.0
DHCP: Сервер
Пул адресов: Образовать автоматически
от: 192.168.255.100
до: 192.168.255.200
 Дополнительные настройки коммутатора
 Распределение группового трафика по интерфейсам

Применить

Арендованные адреса

Если важно, чтобы некое устройство в домашней сети получало определенный IP-адрес, добавьте его в таблицу арендованных адресов или зафиксируйте уже арендованный устройством IP-адрес.

MAC-адрес: Введенный
94:B8:6D:84:10:65
Выдавать IP-адрес: 192.168.255.131
Имя: 2G_Flexi_BTS

Добавить

Рис 3.14 Налаштування роутера

Після всіх цих дій, можна перевірити доступність базової станції в даній мережі. Для цього потрібно пропінгувати IP-адресу БС (рис 3.15).


```

C:\WINDOWS\system32\CMD.exe

Адаптер беспроводной локальной сети Подключение по локальной сети* 4:

Состояние среды. . . . . : Среда передачи недоступна.
DNS-суффикс подключения . . . . . :

Адаптер беспроводной локальной сети Беспроводная сеть:

DNS-суффикс подключения . . . . . : ASUS
Локальный IPv6-адрес канала . . . . : fe80::c50c:d140:e695:6718%2
IPv4-адрес. . . . . : 192.168.255.160
Маска подсети . . . . . : 255.255.0.0
Основной шлюз. . . . . : fe80::4cbe:3703:6bb5:e40c%2
                        192.168.1.1

C:\Users\Bodya>ping 192.168.255.131

Обмен пакетами с 192.168.255.131 по с 32 байтами данных:
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=5мс TTL=255
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=2мс TTL=255
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=36мс TTL=255
Ответ от 192.168.255.131: число байт=32 время=5мс TTL=255

Статистика Ping для 192.168.255.131:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 2мсек, Максимальное = 36 мсек, Среднее = 12 мсек

C:\Users\Bodya>

```

Рис 3.15 Перевірка доступності

Із рисунка 3.15 видно, що з'єднання є і воно стабільне, але час затримки 2-36 (мс) трохи більший, ніж коли передача була безпосередньо через кабель. Знаючи, що ми тепер маємо стабільний бездротовий доступ до базової станції, ми можемо спробувати зайти через менеджер до налаштувань БС (рис 3.16).

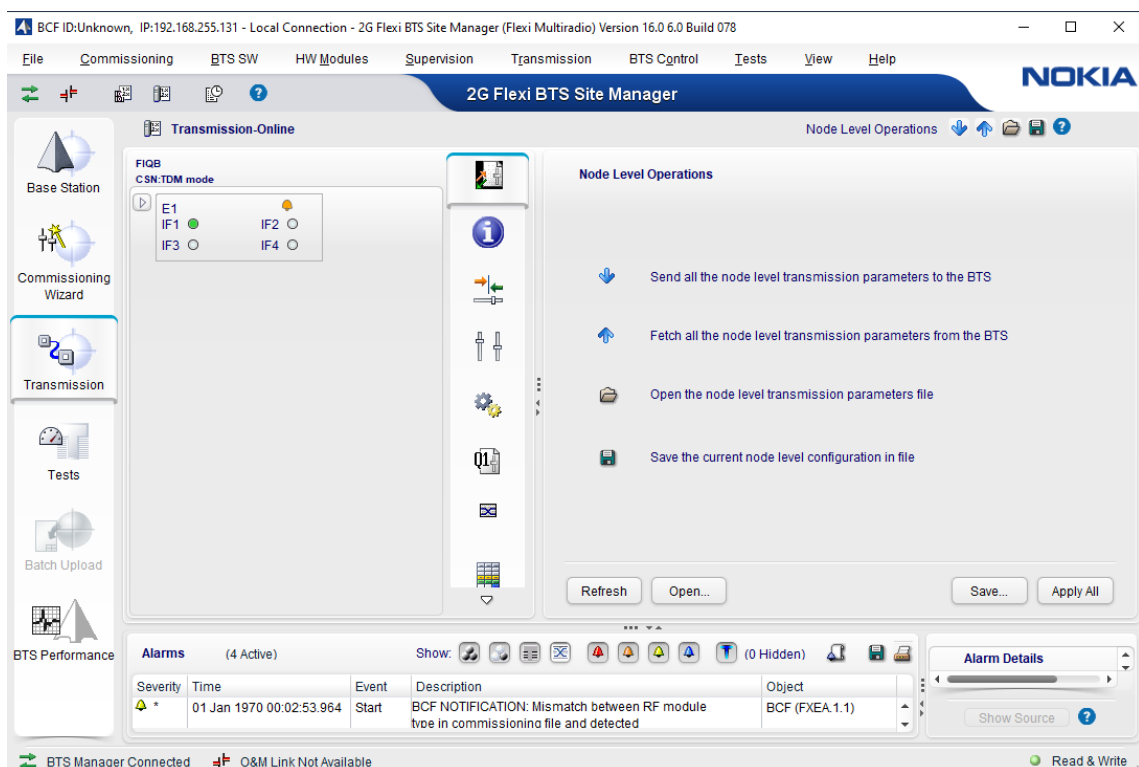


Рис 3.16 Успішне підключення за допомогою радіоканалу

На рисунку 3.16 видно, що наш бездротовий канал зв'язку працює, а також ми маємо змогу проводити налаштування цієї базової станції на значній відстані від неї, та знаходитися в комфортних місцях, наприклад, взимку у теплій машині.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

У цьому розділі була описана структура і функціонування бездротової мережі WLAN, проілюстровано види підключення та шляхи передачі інформації, функціонування точок доступу і їх характеристики. Також було підключено та налаштовано бездротовий інтерфейс передачі інформації, перевірена доступність та правильність мережі, авторизація пройшла успішно, а всі дії було проілюстровано у відповідних рисунках.

ВИСНОВКИ

Метою дипломної роботи була розробка технології дистанційного радіоуправління базовою станцією і її технічне обслуговування, аналіз роботи систем стільникового зв'язку 2G, в якому були досліджені процеси функціонування мережі, функціонування модулів та компонентів мережі, проведено аналіз конфігурацій мережі та конфігурації модулів обладнання базової станції, була проведена робота з застосунком для підключення до налаштувань БС, а також встановлення з'єднання з BSS через віддалений доступ, було наведено пояснення основних концепцій мережі та їх приклади, все це детально описано і проілюстровано у відповідних рисунках.

В першому розділі дипломної роботи було розглянуто системи GSM з детальною структурою базової станції 2G, був зроблений аналіз та опис роботи компонентів БС, було наведено приклади обслуговування зон покриття стільниковим зв'язком, а також зображено діаграму спрямованості секторних антен.

У другому розділі було проведено бездротове підключення і налаштування базової станції, детально розглянуто застосунок та описано інструкції щодо його використання, більшість функцій було додано до таблиці.

В третьому розділі була детально описана структура бездротової мережі і її функціонування, різниця дротової і бездротової мережі, характеристика точок доступу (AP), налаштовано дротовий і бездротовий інтерфейси передачі інформації, перевірена правильність налаштувань мережі та її доступність. Підключення та авторизація пройшли успішно, а всі дії з налаштуванням зображено у рисунках.

Таким чином радіомережа є важливим елементом стільникової системи зв'язку. Підвищення якості роботи цієї мережі забезпечує поліпшення техніко-економічних показників системи в цілому. Це потребує періодичного та безперервного технічного обслуговування відповідного стаціонарного мережного обладнання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии. Протоколы.- СПб.: Питер, 2002. -672 с.
2. ANSI/IEEE Std 802.11. IEEE Standard for Information technology. Telecommunications and information exchange between Systems. Local and metropolitan area networks. Specific requirements. Part 11 : "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. - IEEE, 1999. - 528 p.
3. Crow B., Widjaja /., Kim J., Sakai P. IEEE 802.11: Wireless Local Area Networks. - IEEE Communication Magazine, 1997. - № 9. - P. 116-126.
4. Radio Regulation. Volume 1. Articles. - Geneva: International Telecommunications Institute, 2004.
5. CDMA: прошлое, настоящее и будущее / Под ред. Л. Е. Шинакова. - М.: МАС, 2003. - 604 с.
6. Anderson Z., Nath S., Seshan S. Choosing Beacon period for Improved Response Time of Wireless HTTP Clients // Proc. of the Second ACM International Workshop on Mobility Management and Wireless Access Protocols: Philadelphia, PA, USA, 2004. - P. 43--50.
7. IEEE Std 802.11e-2005 : IEEE Standard for Information technology. Telecommunications and information exchange between systems. Local and metropolitan area networks. Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Amendment 8: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements. - Approved 22 September 2005. - IEEE, 2005. - 211 p.
8. IEEE Std 802.11g-2003 : IEEE Standard for Information technology. Telecommunications and information exchange between systems. Local and metropolitan area networks. Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. Amendment 4: Further Higher Data Rate Extension in the 2.4 GHz Band. - IEEE, 2003. - 78 p.
9. Bianchi G. Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. - 18, № 3. - March 2000. - P. 535-547.
10. Gast M. 802.11: Wireless Networks. Definitive Guide. - Beijing: O'Reilly, 2005. - 630 p.