



# Звіт про оригінальність

● Оцінка схожості

% 34

● Ризик плагіату

НАЙВИЩИЙ

👤 Ігор Кагало 🕒 2025-06-10 08:59

Посилання на звіт: 101FP / Посилання користувача: qfC8



# Ось вона – Ваша звіт про оригінальність!

Ми раді повідомити, що перевірка вашого документа завершена, і результати вже готові! Наші алгоритми старанно працювали, щоб знайти збіги в наших базах даних.

На наступних сторінках ви знайдете результати перевірки:

---

Бали

---

Збіги

---

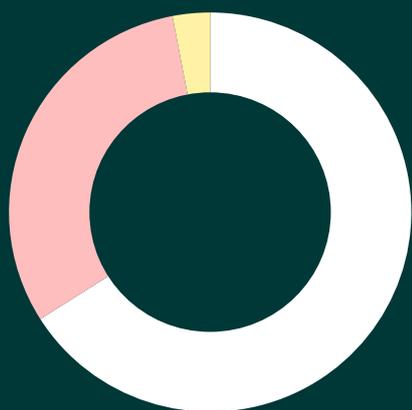
Посилання

---

Ваш документ було перевірено за такими джерелами:

- База даних інтернет-джерел
- База даних наукових статей
- Глибока перевірка (наш вдосконалений алгоритм)

# Бали



● Збіги тексту	31%
● Перефразування	3%
● Цитований текст	0%
● Неправильне цитування	0%
● Збігів не знайдено	66%

## Ризик плагіату

**НАЙВИЩИЙ**

Ризик плагіату вказує, як збіги тексту розподілені по документу. Вищий ризик виникає, коли збіги з'являються близько один до одного, наприклад, у тому самому абзаці або розділі.

## Оцінка схожості

Оцінка схожості показує, скільки слів або символів у вашому документі збігаються з текстами інших документів, включаючи перефразовані тексти або неправильні цитати.

% **34**

# Збіги

---

## 1 СТРУКТУРА І ПРИНЦИПИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТІЛЬНИКОВОЇ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ СТАНДАРТУ GSM

Характеристика цифрового стандарту стільникового зв'язку

**1** Стандарт GSM – результат фундаментальних досліджень провідних наукових і інженерних центрів Європи. Розроблені в GSM системні і технічні рішення можуть використовуватися для всіх перспективних цифрових ССС.

**1** В першу чергу до таких рішень відносяться:

**1** - побудова мереж GSM на принципах інтелектуальних мереж;

**1** - **1** розповсюдження моделі **1** відкритих систем на ССС; **1** впровадження нових, ефективніших, **1** моделей повторного використання частот;

**1** - **1** застосування часового розділення **1** каналів зв'язку (TDMA);

**1** - **1** часове розділення **1** режимів прийому і передачі пакетних **1** повідомлень;

**1** - **1** використання ефективних методів боротьби із завмираннями сигналів, застосування блокового і згортаючого **1** кодування в поєднанні з прямокутним і діагональним перемешуванням;

**1** - **1** програмне формування логічних каналів зв'язку і управління;

**1** - використання спектрально-ефективного виду модуляції (GMSK – гаусовська маніпуляція з мінімальним частотним зрушенням);

- розробка високоякісних низько швидкісних мовних кодеків;

- шифрування повідомлень, закриття даних користувача і обладнання.

Стандарт GSM прийнятий за основу в Європі використовує смуги частот 890...915 і 935...960 МГц. Дуплексне рознесення по частоті складає **14** 45 МГц. Рознесення частот між сусідніми каналами зв'язку складає 200 кГц. Таким чином, у відведеній для

прийому/передачі смузі частот шириною 25 МГц розміщується 124 канали зв'язку.

14 GSM володіє підвищеною перешкодостійкістю в порівнянні з аналоговими системами, що дозволяє збільшити повторюваність частот на обслуговуваній території і 25 підвищити ефективність використання радіочастотного спектру. Проте спектральна ефективність систем GSM дещо нижча, ніж у системи D-AMPS.

Таблиця 1.1 - Характеристики цифрових 12 стандартів стільникового зв'язку

12 №

з/п

Характеристики стандарту

14 GSM 14 DCS 1800,

14 PCS 1900

D-AMPS

(ADC)

JDC

CDMA

1

Метод доступу

TDMA

TDMA

TDMA

CDMA

2

Рознесення частот, кГц

200

30

25

1250

3

Кількість мовних каналів

8 (16)

3

3 (6)

до 62

4

12 Швидкість перетворення мови , кбіт/с

12 13

12 (6,5)

12 8

11,2

(5,6)

1.8

5

12 Алгоритм перетворення мови

12 RPE-LTP

12 VSELP

VSELP

CELP

6

Загальна швидкість передачі, кбіт/с

270

48

42

7

Метод рознесення

Перемежування стрибки по частоті

Перемежування

Перемежування

CDMA

8

12 Еквівалентна смуга частот на мовний канал, кГц

12 25

12 (12,5)

12 25

25

(4,15)

9

Вид модуляції

0,3 GMSK

/4 DQPSK

/4 DQPSK

QPSK

10

12 Робочий діапазон частот, МГц

26 935...960

890...915

824...840

869...894

1850...1910

1930...1990

810...826

940...956

1429...1441

1447...1489

1453...1465

1501...1513

824...849

869...894

1850...1910

1930...1960

11

12 Радіус стільника, км

12 0,5...35

0,5...20

0,5...20

0,5...25

1.2 Структурна схема цифрової стільникової мережі зв'язку

5 Функціональна побудова і 4 інтерфейси, прийняті в стандарті GSM, ілюструються

структурною схемою рис. 1.1, 5 на якій:

4 MSC (Mobile Switching Centre) - центр комутації рухомого зв'язку;

4 BBS (Base Station System) - 5 обладнання базової станції;

5 OMC 4 (Operations and Maintenance Centre) - центр управління і обслуговування;

4 MS (Mobile Stations) - 5 рухомі 5 станції.

5 Функціональне з'єднання 5 елементів системи здійснюється рядом інтерфейсів. Всі функціональні 5 мережеві 5 компоненти в стандарті GSM взаємодіють відповідно до системи сигналізації МККТТ 5 №7.

5 Центр комутації рухомої станції 5 обслуговує групу стільників 4 і забезпечує всі види з'єднань, яких 5 потребує 4 в процесі роботи рухома 22 станція. MSC аналогічний комутаційній 5 станції ISDN і є 22 інтерфейс 4 між фіксованими мережами (PSTN, PDN, ISDN і 22 т. д.) 4 і мережею рухомого зв'язку. Він 3 забезпечує маршрутизацію викликів і функції управління викликами. Окрім 4 виконання функцій звичайної ISDN-комутаційної станції, на MSC покладаються функції комутації радіоканалів. До них відноситься "естафетна передача", в процесі якої досягається безперервність зв'язку при переміщенні рухомої станції із 22 стільника в стільник 4 і перемикання робочих каналів в стільнику при появі перешкод або несправностей.

3 Центр комутації здійснює 3 постійне стеження за рухомими станціями, використовуючи домашні (HLR) і візитні (VLR) реєстри переміщення. У 3 HLR зберігається та частина інформації про місцезнаходження рухомої 3 станції, і 3 дозволяє центру комутації доставити виклик станції. Регістр HLR містить міжнародний ідентифікаційний номер рухомого абонента (IMSI). Він використовується для впізнання рухомої станції в центрі аутентифікації (AUC).

3 Другий основний пристрій, що забезпечує контроль за переміщенням рухомої станції із зони в зону - реєстр переміщення VLR. За 3 допомогою його досягається функціонування рухомої 3 станції за межами зони, контрольованої HLR. Коли в процесі переміщення рухома станція переходить із зони дії одного контролера базової станції BSC, об'єднуючого групу базових станцій, в зону дії іншого BSC, вона реєструється новим BSC, і в VLR заноситься інформація про номер області зв'язку, який забезпечить доставку викликів рухомої станції. Для збереження даних, що знаходяться в HLR і VLR, у разі збоїв передбачений захист пристроїв пам'яті цих реєстрів.

3 Обладнання 5 базової станції складається з контролера базової станції (BSC) і приймачів-передавачів базових станцій (BTS). Контролер базової станції може

управляти декількома приймально-передавальними блоками. BSS управляє розподілом радіоканалів, контролює з'єднання, регулює їх черговість, забезпечує режим роботи із частотою 5 що стрибає, 5 модуляцію і демодуляцію сигналів, кодування і декодування повідомлень, кодування мови, адаптацію швидкості передачі для мови, даних виклику, визначає черговість передачі повідомлень персонального виклику.

### 5 Рисунок 1.1 - Структурна схема цифрової стільникової мережі зв'язку

BSS спільно з MSC,HLR, 11 VLR виконує деякі функції, наприклад, звільнення каналу, головним чином під контролем MSC, але при 11 цьому MSC може запитати 11 базову станцію, забезпечити звільнення каналу, якщо виклик не приходить 11 із-за радіоперешкод. 11 BSS і MSC спільно здійснюють пріоритетну передачу інформації для деяких категорій рухомих станцій.

11 Центр управління і обслуговування забезпечує розподіл функцій і організацію взаємодії між BSS і MSC. Його функції співпадають з функціями OMC в звичайних мережах зв'язку. Відмінність полягає у тому, що в мережах стандарту GSM центр OMC обслуговує управління роботою радіо-підсистеми.

### 1.3 Управління мережами зв'язку в стандарті GSM

Завдання управління процесами зв'язку в системі GSM розв'язуються OMC - центром управління і обслуговування. 2 В основі побудови OMC 2 закладений принцип мережевого 2 управління, відповідно до якого для системи мережевого управління (GSM NM) були визначені наступні завдання проектування:

а) система GSM NM 2 повинна забезпечувати взаємодію з існуючими системами зв'язку загального користування і бути їх природним продовженням;

2 б) система GSM NM повинна бути достатньо 2 гнучкою, щоб забезпечувати перспективний розвиток наземних мереж зв'язку загального користування, а також функцій і служб мережевого 2 управління;

2 в) система GSM NM 2 повинна бути настільки прозорою для технологій, що використовуються в існуючих мережах, наскільки це можливо;

2 г) 2 система GSM NM 2 повинна мати модульну структуру, щоб незалежно від розмірів мережі, де здійснюється управління, забезпечити необхідні функції;

2 д) система GSM NM не повинна мати залежності від виробника, 2 тобто повинна передбачати взаємозамінюваність 2 обладнання;

2 е) 2 структура і функції GSM 2 NM 2 не повинні обмежувати діяльність і вибір операторів і виробників, а також можливість індивідуального використання,

наприклад, для організації приватних локальних мереж зв'язку;

2 ж) 2 система GSM NM 2 повинна бути стійкою до 2 відмов, 2 тобто ні відмова обладнання, 2 ні людський чинник 2 не повинні приводити систему або мережу зв'язку в неробочий стан.

2 Перераховані завдання вирішені шляхом схвалення для мереж зв'язку GSM моделі відкритих систем (OSI) міжнародної організації 2 стандартів (ISO), вибором функціональної архітектури системи мережевого управління, що враховує різне фізичне виконання, чітким визначенням стандартів і протоколів передачі 15 повідомлень.

15 В основу побудови системи мережевого управління телекомунікаціями (TMN) в стандарті GSM покладена структурована концепція МККТТ, яка 15 враховує можливість розвитку і інтеграції створюваних і існуючих мереж управління.

Відповідно до вибраної концепції GSM 10 TMN 15 повинна забезпечити організовану мережеву структуру для досягнення взаємозв'язку різних операційних систем (для TMN) і пристроїв зв'язку (для наземних мереж загального користування 10 (PLMN)) на основі узгодженої архітектури із стандартними протоколами і пристроями з'єднання.

Концептуально TMN є окремою мережею, яка з'єднання з PLMN в декількох 10 різних точках з метою отримання від неї інформації і контролю її роботи. Для забезпечення управління TMN може використовуватись 10 окремі 10 структурні частини PLMN. Виходячи 10 із загальної концепції, GSM 10 TMN забезпечує високий ступінь гнучкості, що відповідає різним технологічним умовам побудови 10 PLMN і різним операторам.

#### 1 1.4 1 Обробка мови в стандарті GSM

6 У стандарті GSM використовується RPE/LTP-LPC кодек (кодек з регулярним імпульсним збудженням, довготривалим прогнозом і лінійним предикативним кодуванням) із швидкістю передачі 13 Кбіт/с.

6 Процеси обробки мови в стандарті GSM направлені на забезпечення високої якості повідомлень 6 що передаються, 6 реалізацію додаткових сервісних можливостей і підвищення споживчих якостей абонентських терміналів.

6 Обробка мови здійснюється в рамках прийнятої системи 6 переривчастої передачі мови. Система переривчастої передачі мови (DTX) 6 забезпечує включення передавача тільки тоді, коли користувач починає розмову і 1 відключає її 6 в паузах і в 6 кінці 6 розмови. DTX управляється детектором 6 активності мови (VAD), який 1 забезпечує виявлення і 6 виділення інтервалів передачі мови з шумом і шуму без

мови навіть в тих випадках, коли рівень шуму майже рівний 1 з рівнем мови. 1 У стандарті GSM прийнята схема VAD з обробкою в частотній 1 області.

1 У мовному декодері комфортний шум генерується на основі LPC аналізу SID кадру. Щоб виключити дратівливий вплив модуляції шуму, комфортний шум повинен відповідати по 6 амплітуді і спектру 1 реальному фоновому шуму в місці передачі. В умовах рухомого зв'язку фоновий шум може постійно змінюватися. Це означає, що характеристики шуму повинні передаватися з передавальної сторони на приймальну 6 сторону 1 не тільки в кінці кожного мовного сплеску, але і в мовних паузах так, щоб між комфортним і реальним шумом не було б різких змін в наступних мовних кадрах. З цієї причини SID кадри посилаються кожні 480 мс протягом мовних пауз.

1 Динамічна зміна характеристик комфортного шуму забезпечує натуральність відтворення мовного повідомлення при використанні системи переривчатої передачі мови.

1 В умовах завмирання сигналів в рухомому зв'язку мовні фрагменти можуть піддаватися 6 значним спотворенням. 1 При цьому для виключення дратівливого ефекту при відтворенні необхідно здійснювати екстраполяцію мовного кадру.

1 Було встановлено, що втрата одного мовного кадру може бути компенсована шляхом повторення попереднього фрагмента. При значних за тривалістю перервах в зв'язку попередній фрагмент більше не повторюється, і сигнал на виході мовного декодера поступово заглушається, щоб вказати користувачу на руйнування каналу.

1 Те ж саме відбувається і з SID кадром. Якщо SID кадр втрачений під час мовної паузи, то формується комфортний шум з параметрами попереднього SID кадру. Якщо втрачений ще один SID кадр, то комфортний шум поступово заглушається.

1 Застосування екстраполяції мови при цифровій передачі, формування плавних акустичних переходів при завмираннях сигналу в каналах в сукупності з повним DTX процесом значно покращує якість 1 зв'язку з GSM 1 в порівнянні з існуючими аналоговими стільниковими системами зв'язку.

### 1.5 Кодування і перемешування в каналах зв'язку

Для захисту від помилок в радіоканалах CCC стандарту GSM використовуються згортаюче і блокове кодування з перемешуванням. Перемешування забезпечує перетворення пакетів помилок в одиночні. Згортаюче кодування використовується для боротьби з одиночними помилками. Блокове кодування використовується для виявлення не скоректованих помилок.

Згортаючі коди (СК) відносяться до класу безперервних перешкодостійких кодів. Однією з основних характеристик СК є величина  $K$ , яка називається довжиною кодового обмеження, і показує, на яке максимальне число вихідних символів впливає даний інформаційний символ. Оскільки складність декодування СК по найбільш вигідному, з погляду реалізації, алгоритму Вітербі зростає експоненціально із збільшенням довжини кодового обмеження, то типові значення  $K$  малі і лежать в інтервалі 3...10. Інший недолік СК полягає в тому, що вони не можуть виявляти помилки. Тому в стандарті GSM для зовнішнього виявлення помилок використовується блоковий код на основі згортаючого коду (2, 1, 5) із швидкістю  $r = 1/2$ .

Найбільший виграш СК забезпечує тільки при одиночних (випадкових) помилках в каналі. У каналах із завмиранням, в ССС, необхідно використовувати СК спільно з перемешуванням.

У стандарті GSM основні властивості мовних каналів і каналів управління значно відрізняються один від одного. Для мовних каналів необхідний зв'язок в реальному масштабі часу з короткими затримками при порівняно низьких вимогах до імовірності помилок в каналі. Для каналів управління потрібна абсолютна цілісність даних і виявлення помилок, але допускається триваліший час передачі і затримки.

## 1.6 Ініціалізація мобільної станції

Для встановлення будь-яких мережевих з'єднань MS повинна спочатку увійти до синхронізації з системою GSM. Цей процес починається після того, як MS була включена в зоні дії мережі. Процедура ініціалізації показана на рис. 6.3.

Першим кроком процесу є пошук і виявлення мобільною станцією сигналу каналу підстроювання несучої частоти (FCCH) на деякому загальному частотному каналі. На практиці це виглядає так. MS сканує всі або частину 124 каналів і одержує середню потужність сигналу в кожному. Процес сканування повинен зайняти стільки часу, скільки необхідно для отримання точного результату про потужність кожного каналу. Тому сканування може зайняти декілька секунд.

На кожному з 124 каналів, починаючи з наймогутнішого, MS шукає FCCH. Це перший крок частотної синхронізації. Сигнал частотної корекції унікальний і легко розпізнаваний.

Мережа передає всі нулі для сигналу частотної корекції. Із-за типу вибраної модуляції в стандарті GSM, FCCH сигнал – не модульована частота, яка зміщена на 67,7 кГц від несучої частоти. Якщо FCCH не виявлений, MS переходить до наступного з найвищим рівнем каналу.

Після того, як сигнал частотної корекції виявлений, MS намагається увійти до

синхронізації з сигналом часової синхронізації каналу, синхронізація (SCH). SCH завжди знаходиться в наступному циклі в тому ж самому часовому інтервалі що і FCCH.

Це вісім сигнальних періодів після FCCH. SCH містить точну інформацію щодо меж часового інтервалу. Також SCH містить поточний номер TDMA-кадру з яким MS синхронізується. Ця часова синхронізація взагалі виконується в два етапи: груба і точна. Якщо синхронізація не відбувається, то починається процес частотної синхронізації з наступним по рівню частотним каналом.

Рисунок 1.3 - Процедура ініціалізації мобільної станції

Якщо синхронізація завершена успішно, то MS прийматиме номер кадру TDMA і ідентифікаційний код БС. Після того, як БС прийняла, що MS знаходиться в синхронізації і успішно декодує передані повідомлення, в інформації каналу управління передачею даних (BCCH) міститимуться такі пункти як список суміжних стільників, розташування BCCH, мінімум прийнятої потужності сигналу від MS і ідентифікатора зони місця знаходження (LAI).

Всі повідомлення BCCH передаються із стандартним рівнем потужності, який дозволяє MS порівнювати рівень сигналу, що приймається, від власної БС і від суміжних БС. Тому, якщо інформація правильно декодується, MS піде по одному з шляхів:

а) якщо BCCH інформація включає даний BCCH канал, то MS просто залишається на цьому каналі;

б) якщо поточний канал не полягає в BCCH списку або прийнятий сигнал нижче за необхідний рівень, MS продовжує пошук наступного каналу управління.

Після того, як MS успішно увійшла до синхронізації до правильного BCCH, вона готова до реєстрації, прийому повідомлень або здійснення вихідного виклику.

## 2 РОЗРАХУНОК МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ СТАНДАРТУ GSM

### 2.1 Територіальне планування

Територіальне планування передбачає розділення заданої території на зони обслуговування.

Часто при великій зоні обслуговування недостатньо виділених каналів. **23** Число доступних каналів, віднесене **13** до одиниці площі, може бути збільшено при одночасному використанні одних і тих самих каналів в межах невеликих зон **23** обслуговування міського району, за умови того, що вони мають достатнє просторове **13** рознесення щоб уникнути між каналних перешкод. Розділити

територію на зони можна двома способами: або 13 на основі використання статистичних характеристик РРВ в системах зв'язку (статистичний), або заснованому на безпосередньому вимірюванні або 23 розрахунку параметрів розподілу сигналів 13 для конкретного району (детермінований).

### 2.1.1 Статистичний метод покриття робочої області

Нехай дві базові станції (БС) знаходяться на відстані  $D$  один від одної, розташовані в центрі 13 зони обслуговування і мають все направлені антени (рис. 2.1).

$D$  - це захисна відстань між БС з однаковими робочими частотами. Тоді середня потужність корисного сигналу в точці  $P$  від станції  $A$  обернено пропорційна  $R_k$ , тобто:

. (2.1)

де  $A$  - величина незалежна від відстані;

$R$  - радіус зони;

$K$  - коефіцієнт загасання радіохвиль ( $K = 2,4...4.3$ ).

Рисунок 2.1 - Пояснення до статичного методу покриття робочої зони

Середня потужність сигналу в точці  $Q$ , що приймається від станції  $B$ , обернено пропорційна відстані  $D-R$  в ступені  $K$ , тобто:

. (2.2)

Цей сигнал є взаємною перешкодою для БС в точці  $A$ , тому ми позначили його РВП.

Якщо станції  $A$  і  $B$  працюють на одній частоті, то:

. (2.3)

З виразу (2.3) виходить, що величини  $D$  і  $R$  залежать від співвідношення  $P_c/P_{ВП}$  і навпаки.

Якщо окрім БС станції  $A$  на відстані  $D$  від  $A$  є ще  $M$  базових станцій з однаковими частотами і всі  $P$  сигнали, що приймаються в точці, статистично незалежні, то вираз (2.3) прийме вигляд:

. (2.4)

У міркуваннях передбачалося, що станція  $A$  випромінює потужність сигналу достатню для забезпечення відповідного відношення  $P_c/P_{ш}$  на відстані  $R$  і більш від точки  $A$ ,

тобто в мережі є обмеження по рівню взаємних перешкод, а не по  $P_c/P_{ш}$ .

Між станціями А і В також є зони обслуговування, але в них використовують інші набори частот. Група зон з різними наборами частот каналів називається кластером.

**21** Суміжні БС, що використовують різні набори частотних каналів, утворюють групу із С станцій (кластер).

С - мінімальне число каналів, необхідне для повного покриття плоскої області (розмірність кластера – частотний параметр мережі).

Оптимальне покриття можливе тільки при використанні трьох геометричних фігур: трикутника, квадрата, шестикутника (рис. 2.2).

Рисунок 2.2 – Типи стільників

Найбільш оптимальною фігурою є шестикутник.

Шестикутні стільники дозволяють максимально скоротити **21** необхідний частотний діапазон із-за оптимального співвідношення між D і С. При цьому:

. (2.5)

Величина С може приймати тільки значення = 3, 4, 7, 9, 12, 13..., які визначені з виразу:

. (2.6)

Величина захисного інтервалу розраховується за формулою:

. (2.7)

З формули (2.5) видно, що із зменшенням радіусу стільника R у відношенні D/R досягається висока пропускна спроможність і частотна ефективність. Чим менше D/R тим менша розмірність кластера С, отже, можна підвищити коефіцієнт повторення частот. Проте збільшення числа зон призводить до ускладнення системи управління та великим капітальним витратам.

При детермінованому способі покриття, БС можна розташувати так, щоб мінімізувати середню величину інтервалу повторного використання частот і одночасно забезпечити нормальне обслуговування абонентів на всій території. Для цього потрібно знати рівні сигналів в усіх точках території. Це можна визначити шляхом вимірювання або прогнозування.

### 2.1.2 Частотне планування

Ефективність використання частотного ресурсу стільниковими системами зв'язку досягається за рахунок такого вибору параметрів кожної з базових станцій, при якому вони обслуговують невеликі зони (стільники) радіусом  $R_0 = 500...35000$  м. У СРЗ відстані  $D$  між стільниками, в яких застосовуються одні і ті ж самі частотні канали, невеликі [ $D=(3,5...5,5)R_0$ ], тому із-за високої повторюваності каналів в цих мережах досягається велика ефективність використання радіочастотного спектру.

При частотному плануванні стільникової мережі зв'язку прагнуть забезпечити як можна кращу електромагнітну сумісність БС. Це забезпечується відповідним розподілом частотних каналів між БС.

Розподіл каналів може бути: фіксованим ; динамічним; гібридним.

При фіксованому розподілі каналів за кожною БС жорстко закріплюється певний набір каналів. БС виділяється набір каналів, які мають номери: до  $k+C$ , ...,  $k+C$ , де до - номер БС в групі станцій, які використовують різні канальні набори, тобто  $k=1...C$ . Наприклад, для  $C=12$  в стільниках під номером 2 використовуються канали 2, 14, 26 і т.п.

При динамічному розподілі каналів тим БС, у яких всі канали зайняті, на час сеансу зв'язку надаються канали з сусідніх стільників з дотриманням умови, щоб величина  $D$  залишалася на мінімально допустимому рівні.

При гібридному методі кожної БС виділяється фіксований набір каналів, а також деяке число динамічно розподілених каналів. При такій побудові імовірність блокування виклику залежить як від наявного навантаження на канал, так і від вибраного співвідношення між числом фіксованих і динамічних каналів.

Вважається допустимим, щоб в стільниковій шестикутній структурі частоти повторювалися через кожні два стільника. Це означає, що наборами із радіоканалів можна покрити будь-яку територію.

На БС можуть використовуватися антени різного типу - як не напрямлені в горизонтальній площині, так і секторні - з шириною діаграми спрямованості, рівної  $60^\circ$  або  $120^\circ$ . За допомогою секторних антен кожний стільник розділяється або на шість, або на три сектори, в кожному з яких повинні застосовуватися різні частотні канали.

Покажемо декілька способів покриття території.

Перший спосіб.

Антенна в центрі стільника з круговою діаграмою спрямованості і  $C = 7$  (рис. 2.3).

Рисунок 2.3 – Перший спосіб покриття обслуговуваної території

Другий спосіб.

Модель містить три стільники і три БС. У цьому випадку на БС задіяні три антени з діаграмою спрямованості  $120^\circ$  з формуванням дев'яти груп частот трьома базовими станціями (рис. 2.4).

Рисунок 2.4 – Другий спосіб покриття обслуговуваної території

Третій спосіб. Має найвищу ефективність використання частот. Ця модель включає дві БС. При цьому кластер складається з 4 БС і має 12 наборів частот (рис. 2.5).

Рисунок 2.5 – Третій спосіб покриття обслуговуваної території

Четвертий спосіб.

Використання трьох груп частот з чергуванням в трьох зонах рис. 5.6.

Рисунок 2.6 – Четвертий спосіб покриття обслуговуваної території

## 2.2 Розрахунок параметрів мережі

### 2.2.1 Визначення загального числа частотних каналів

**17** Загальне число частотних каналів, які виділяються для розгортання стільникової мережі зв'язку в даному місті, можна визначити за формулою:

(2.8)

де  $F$  – смуга частот передачі БС (в даному випадку  $F = 7,2$  МГц);

$F_k$  – ширина смуги частот каналу зв'язку;

Для GSM  $F_k = 200$  кГц;

$\text{int}(X)$  - ціла частина числа  $X$ .

Тоді:

.

### 2.2.2 Визначення розмірності кластера

Розмірність кластера (величину частотного параметра)  $S$  розраховують відповідно до виразу:

(2.9)

де  $p(c)$  17 – відсоток часу, протягом 18 якого відношення сигнал/перешкода 17 на вході приймача мобільної станції (MS) нижче за захисне відношення  $p_0$ ;

; (2.10)

; (2.11)

$= 0,1 \ln 10$ ;

. (2.12)

Коефіцієнти  $i$  визначають 18 медіанне значення загасання радіохвиль на  $i$ -й трасі розповсюдження перешкоди. Ці коефіцієнти обернено пропорційні четвертому ступеню довжини траси розповсюдження радіохвиль.

Значення  $i$  залежать від того, чи використовується на БС все направлені або секторні антени. Розглянемо три випадки:

а) якщо  $M = 1$ , то  $i = 6$  і  $i = 2 \Rightarrow 2 = (q-1)-4$ ;  $3 = 4 = q-4$ ;  $5 = 6 = (q+1)-4$ ;

б) якщо  $M = 3$ , то  $i = 2$  і  $i = 1 = (q + 0,7)-4$ ;  $2 = q-4$ ;

в) якщо  $M = 6$ , то  $i = 1$  і  $i = 1 = (q + 1)-4$ .

де  $q = D/R =$  - 18 відносна відстань повторного використання частотних каналів;

18  $R$  - радіус стільника;

$D$  - захисний інтервал.

Вираз (2.9) зв'язує відсоток часу  $p(c)$ , 9 протягом якого відношення  $P_c/P_{переш.}$  на вході приймача MS нижче за захисне відношення  $P_0$ . Величини  $e$  і  $p$  залежать від параметрів  $q = D/R =$ , а також від  $M$  – числа секторів обслуговування в одній зоні.

Відсоток часу  $p(c)$  зменшується із зростанням  $C$ . 9 При заданих значеннях  $p_0$ , і  $M=1, 3, 6$  виконується розрахунок значень  $p(c)$  для декількох величин  $C$  (тобто  $q$ ). Значення  $C$ , при якому виконується умова  $p(c) = p_t$ , береться за розмірність кластера мережі.

Приймаємо:  $C = 3$ , діаграма спрямованості БС - коло.

Тоді:

$q = 3$ .

Розрахуємо коефіцієнти медіанного значення загасання радіохвиль на  $i$ -ій трасі

розповсюдження перешкоди і:

$$1 = 2 = (q-1) \cdot 4 = (3 - 1) \cdot 4 = 2 \cdot 4 = 6,2510^{-2};$$

$$3 = 4 = q \cdot 4 = 3 \cdot 4 = 1,2310^{-2};$$

$$5 = 6 = (q+1) \cdot 4 = 4 \cdot 4 = 3,910^{-3}.$$

**9** - параметр, що визначає діапазон випадкових флуктуацій рівня сигналу, який приймається, в місці прийому для систем рухомого радіозв'язку, складає 4...10 дБ.

Приймаємо = 6 дБ.

Переведемо значення = 6 дБ в рази. Це складе = 3,981 4 (йдеться мова про рівні потужності).

Згідно виразів (2.10), (2.11) і (2.12) визначаємо величини :

$$= 0,1 \ln 10 = 0,23;$$

;

$$= 0,1575 \exp 0,2404 = 0,15751,272 = 0,20031;$$

;

.

Відношення  $P_c/P_{переш.}$  **9** на вході приймача MS розподілене по нормальному закону і визначається співвідношенням:

(2.13)

дБ (5,012 разів).

Відомо, що **9** необхідне захисне відношення для приймачів в стандарті GSM складає  $P_c/P_{переш.} = p_0 = 9$  дБ (7,943).

З виразу (2.13) виходить, що співвідношення  $P_c/P_{переш.}$  **9** на вході приймача MS **нижче** за необхідне захисне відношення, тобто:

.

Перейдемо до використання секторних антен ( $M = 3 = 120$ ).

Тоді:

;

;

;

;

дБ.

Тоді згідно (2.13) отримаємо:

дБ (49 разів).

Звідси видно, що співвідношення  $P_c/P_{переш.}$  **9** на вході приймача MS вище за необхідне захисне відношення, тобто:

.

Значення нижньої межі інтегралу виразу (2.9) визначається співвідношенням:

;(2.14)

.

Для того, щоб визначити  $p_c$  відповідно до виразу (2.9) необхідно знайти значення інтегралу:

.(2.15)

Вираз (2.15) можна представити як:

(2.16)

де  $\Phi(x_1)$  - функція Лапласа.

Для  $x_1 = 2,422$  значення  $\Phi(x_1) = 0,49202$ .

Тоді .

Отже, згідно (2.9)  $p_c$  складе  $p_c = 100 \cdot \Phi(x_1) = 0,798 \%$ .

Звідси виходить, що  $p_c < p_t$  ( $0,798 \% < 10 \%$ ).

Отримані результати показують, що розмірність кластера  $C = 3$  з трьох секторними антенами базових станцій забезпечують зменшення  $P_c/P_{переш.}$  **8** на вході приймача

$M_S$  протягом заданого періоду часу, який не перевищує  $P_t$ .

Кластер  $C = 3$  з трьох секторними антенами забезпечує формування дев'яти груп частот. Найвищу ефективність використання смуги частот, тобто найбільше число абонентів мережі у виділеній смузі частот, забезпечує модель повторного використання частот, що включає дві BTS. У цьому випадку (рис. 2.6) кожна частота використовується двічі в межах тієї моделі, яка складається з чотирьох BTS. Завдяки цьому кожна з чотирьох BTS в межах кластера, яка складається з чотирьох стільників, може працювати при використанні 60 - градусних антен на 12 групах частот.

2.2.3 Визначення числа  $8$  каналів в одному секторі одного стільника

Цю величину можна визначити, використовуючи співвідношення:

(2.17)

де  $\text{int}(x)$   $8$  - ціла частина числа  $8$   $x$ .

$8$  2.2.4 Визначення  $8$  допустимого телефонного навантаження в  $16$  одному секторі одного  $16$  стільника

$8$  Допустиме телефонне навантаження в одного секторі одного стільника можна визначити по одному з виразів:

при (2.18)

або:

при (2.19)

де  $n_0 = n_{sna}$ .

У цьому випадку,

$n_a$  - число  $20$  абонентів, які одночасно можуть використовувати  $8$  один частотний канал (для  $8$  стандарту GSM  $n_a = 8$ );

$8$   $n_s$  - кількість частот  $16$  в одному секторі одного стільника;

$n_o$  - загальне допустиме число  $16$  абонентів, які можуть працювати в одному  $8$  секторі кожного стільника.

$8$  Визначимо величину :

(2.20)

Порівнюючи  $\rho_a$  і, бачимо, що  $\rho_a < .$

Отже, розрахунок **20** навантаження **16** в одному секторі одного **20** стільника необхідно вести за формулою (2.18) :

2.2.5 **16** Розрахунок числа **8** абонентів, що обслуговуються однією **16** базовою станцією

**16** При заданій ймовірності блокування виклику ( $\rho_a=0,1$ ), **8** число абонентів, що обслуговуються однією БС, розраховують за формулою:

(2.21)

де  $\rho_a = 0,05$  **8** - активність одного абонента під час найбільшого навантаження (у Ерлангах).

2.2.6 **16** Розрахунок числа базових станцій мережі

Число базових станцій стільникової мережі можна визначити відповідно до виразу:

(2.22)

2.2.7 Розрахунок радіусу стільника

При розрахунку радіусу стільника вважаємо, **20** що навантаження розподілене по всій зоні рівномірно.

**20** Радіус стільника можна визначити із співвідношення:

(2.23)

де  $R_0$  - радіус зони обслуговування.

Радіус стільника визначаємо з виразу (2.23):

. (2.24)

Величина  $R_0$  може бути знайдена з виразу:

. (2.25)

Тоді:

(2.26)

км.

### 2.2.8 Розрахунок плану розподілу частотних каналів

Існують фіксований, динамічний і гібридний методи розподілу частотних каналів між станціями. У нашому випадку використовуємо фіксований розподіл каналів, при 24 якому вони можуть бути використані тільки в певних стільниках. За кожною БС закріплюється набір частотних каналів, що мають номери: до, до +  $C \dots, k + jC$ , Де, до - номер БС (від 1 до  $C$ ) в групі станцій тих, що використовують різні канальні набори,  $j = 0, 1, 2, 3 \dots$

У нашому випадку до змінюється від 1 до 3 ( $C = 3$ ).

У проєктованій мережі використовуються трьох секторні антени. Тому, загальна кількість каналів виділених одному стільнику розподілена по секторах. Позначимо сектори буквами А, В, С. По викладеній вище методиці складемо план розподілу частотних каналів (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - План розподілу частотних каналів

Номер і

індекс сектора БС

Частотні канали

1А

1

10

19

28

2А

2

11

20

29

3A

3

12

21

30

1B

4

13

22

31

2B

5

14

23

32

3B

6

15

24

33

1C

7

16

25

34

2С

8

17

26

35

3С

9

18

27

36

З таблиці виходить, що всі частотні канали розділені на дев'ять груп по чотири канали в кожній.

З розрахунків виходить, що в нашому випадку вийшов загальновідомий план повторного використання частот, побудований на трьох базових станціях з секторними антенами і дев'ятьма групами частот.

#### 2.2.9 Енергетичний розрахунок мережі

Потужність передавача базової станції РБС можна розрахувати за формулою:

(2.27)

де  $P_{MC} = -130$  дБВт, чутливість приймача мобільної станції;

$G_{BC} = 12$  дБ, коефіцієнт підсилення приймальної антени БС;

$f_{MГц} = 940$  МГц - робоча частота стільникової мережі;

$h_{BC} = 30$  м - висота підвісу антени БС;

$R$  - радіус стільника (км).

дБВт

РБС=1,29 Вт.

#### 2.2.10 Розрахунок показників якості стільникової мережі

Критерієм якості стільникової мережі зв'язку рахують імовірність відмови в обслуговуванні (імовірність блокування виклику), імовірність помилки і ефективність використання частотного спектру.

Розрахунок імовірність помилки ведеться, як правило, для як найгіршого випадку, коли MS знаходиться на межі зони обслуговування. Імовірність помилки можна розрахувати за формулою:

при  $C \geq 3$  (2.28)

де - відношення сигнал/шум для корисного сигналу на межі зони;

- середнє значення відношення сигнал/шум;

$2$  - константа (показник загасання), що визначає ступінь загасання сигналу залежно від щільності міської забудови.

Проте для великих значень відношення сигнал/шум  $\gg 1$ , що звичайно має місце в практичних випадках, формулу (2.28) можна спростити.

При цьому імовірність помилки практично не залежить від енергетики передавача:

(2.29)

Приймаємо для нашого випадку  $C = 3$ .

Тоді:

.

Визначимо ефективність використання радіочастотного спектру :

(2.30)

де  $N$  – кількість можливих активних абонентів на всій території обслуговування;

$F_c$  – загальна ширина смуги ССС.

Кількість можливих активних абонентів на всій території обслуговування визначається з виразу :

(2.31)

Загальну ширину смуги частот ССС можна визначити з виразу:

(2.32)

Підставимо вирази (3.31) і (3.32) у вираз (3.29) :

(2.33)

Тоді:

аб/кГц.

# Посилання

---

Це джерела виділених збігів у вашому документі. Кожен збіг позначено темно-зеленим числом, яке відповідає вказаному тут джерелу. Джерела впорядковані за схожістю — чим вищий бал, тим сильніше збіг.

#	Джерело	%
1	openarchive.nure.ua	7.7%
2	ena.lpnu.ua	3.2%
3	library.kre.dp.ua	3.0%
4	radiotech.cv.ua	2.1%
5	ela.kpi.ua	2.1%
6	duikt.edu.ua	1.9%
7	ekt.elit.sumdu.edu.ua	1.6%
8	iq.vntu.edu.ua	1.1%
9	openarchive.nure.ua	1.0%
10	dspace.oneu.edu.ua	0.8%
11	pdf.lib.vntu.edu.ua	0.8%
12	ela.kpi.ua	0.8%
13	core.ac.uk	0.8%
14	ekt.elit.sumdu.edu.ua	0.7%
15	ena.lpnu.ua	0.6%
16	openarchive.nure.ua	0.6%
17	ela.kpi.ua	0.4%
18	openarchive.nure.ua	0.4%
19	docplayer.net	0.4%
20	ena.lpnu.ua	0.4%
21	ur.co.ua	0.3%
22	rt82.ru	0.2%
23	moodle.znu.edu.ua	0.2%

#	Джерело	%
24	dspace.kntu.kr.ua	0.1%
25	fkд.net.ua	0.1%
26	vism.ru	0.0%



Дякуємо, що перевірили  
свій документ за допомогою  
Plag!