

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра транспортного зв'язку

ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

***«АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА ТА ЗВ'ЯЗОК
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»***

Харків - 2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри транспортного зв'язку 19 березня 2014 року, протокол № 9.

Методичні вказівки призначено для студентів факультету УПП усіх форм навчання, які вивчають дисципліну „Автоматика, телемеханіка та зв'язок на залізничному транспорті”, і охоплює розділ „Оперативно-технологічний зв'язок”.

Укладач

старш. викл. А.О. Єлізаренко

Рецензент

доц. Н.А. Корольова

ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

*«АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА ТА ЗВ'ЯЗОК
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»*

Відповідальний за випуск Єлізаренко А.О.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 26.06.14 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,25. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Українська державна академія залізничного транспорту

Факультет автоматики, телемеханіки та зв'язку

Кафедра „Транспортний зв'язок”

ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни
„Автоматика, телемеханіка та зв'язок на залізничному
транспорті”

для студентів факультету „Управління процесами перевезень”
усіх форм навчання

Харків 2014

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри транспортного зв'язку 19 березня 2014 року, протокол № 9.

Методичні вказівки призначено для студентів факультету УПП усіх форм навчання, які вивчають дисципліну „Автоматика, телемеханіка та зв'язок на залізничному транспорті”, і охоплює розділ „Оперативно-технологічний зв'язок”.

Укладач
старш. викл. А.О. Єлізаренко

Рецензент
доц. Н.А.Корольова

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Лабораторна робота 1	
Дослідження пристроїв тонального вибіркового виклику.....	5
2 Лабораторна робота 2	
Дослідження мереж оперативно-технологічного зв'язку з вибірконим викликом.....	12
3 Лабораторна робота 3	
Дослідження оперативно-технологічного зв'язку на цифрових мережах.....	20
4 Лабораторна робота 4	
Дослідження мереж станційного технологічного радіозв'язку.....	28
5 Лабораторна робота 5	
Дослідження мереж поїзного технологічного радіозв'язку....	36
6 Лабораторна робота 6	
Дослідження стільникових мереж технологічного радіозв'язку стандарту GSM-R.....	44
Список літератури.....	54

ВСТУП

Програмою дисципліни "Автоматика, телемеханіка і зв'язок на залізничному транспорті" для студентів факультету "Управління процесами перевезень" передбачено вивчення основ побудови систем і мереж оперативно-технологічного зв'язку.

Методичні вказівки містять опис лабораторного практикуму з відповідних розділів дисципліни .

Оперативно-технологічний зв'язок (ОТЗ) на залізницях призначений для оперативного керівництва технологічними процесами. Він забезпечує організацію робіт на залізничних станціях, управління рухом поїздів, керівництво виконанням робіт з поточного утримання та ремонту колії, пристроїв електроживлення, автоматики і зв'язку та інших об'єктів інфраструктури.

Системи проведеного зв'язку забезпечують організацію мереж фіксованих абонентів.

Технологічний радіозв'язок з рухомими об'єктами забезпечує обмін повідомленнями між керівниками і виконавцями, які знаходяться на стаціонарних і рухомих об'єктах і беруть участь у технологічних процесах роботи всіх ланок залізничного транспорту, а також для обміну дискретною інформацією в автоматизованих системах керування і регулювання.

Виконання лабораторних робіт передбачає додаткову самостійну підготовку студентів. Тому, готуючись до лабораторних робіт, студент зобов'язаний:

- вивчити теоретичний матеріал відповідної лабораторної роботи;
- продумати відповіді на контрольні питання;
- вивчити програму і методику лабораторних досліджень.

Перш ніж розпочати виконання чергової лабораторної роботи, кожний студент зобов'язаний подати викладачеві матеріали самостійної підготовки та оформлений звіт з попередньої роботи.

Студенти, допущені до лабораторної роботи, виконують її відповідно до методичних вказівок.

Всі матеріали роботи повинні бути акуратно оформлені. При захисті лабораторної роботи студент повинен вміти пояснити хід виконання лабораторних робіт та отримані результати.

На жаль, базові підручники з дисципліни застаріли і не відображають сучасний стан оперативно-технологічного зв'язку на залізницях. Тому методичні вказівки до кожної лабораторної роботи містять короткі теоретичні відомості, з урахуванням сучасного стану телекомунікацій.

До списку літератури включена значна кількість видань, які будуть корисними при більш глибокому ознайомленні з тематикою лабораторних робіт. Це досить поширені видання, які є у фондах бібліотеки академії.

Конкретні посилання на рекомендовані джерела наведені в кінці розділів «*Теоретичні положення*» до кожної лабораторної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

Дослідження пристроїв тонального вибіркового виклику

1 Мета роботи

Дослідження принципів побудови пристроїв формування і приймання тональних сигналів вибіркового виклику в системах оперативно-технологічного зв'язку на залізничному транспорті.

2 Домашнє завдання

2.1 Ознайомтесь з теоретичним матеріалом, наведеним в методичних вказівках, та продумайте відповіді на контрольні питання.

2.2 Ознайомтесь з програмою та методикою лабораторних досліджень.

3 Короткі теоретичні відомості

При лінійному розташуванні об'єктів управління вздовж залізничних ліній найбільш економічно доцільною є організація спільного лінійного каналу оперативно-технологічного зв'язку для абонентів певних служб. При цьому всі абоненти певної

мережі мають спільний розмовний тракт, а виклик необхідного лінійного абонента здійснюється шляхом посилки відповідного викличного сигналу.

На перших етапах розвитку ОТЗ в 20-ті роки минулого століття на залізницях застосовували системи з селекторним вибіркоким викликом. Викличні сигнали передавались імпульсами постійного струму, а приймання сигналів здійснював спеціальний електромеханічний пристрій – селектор.

В 60-ті роки розпочалося впровадження більш досконалої системи з тональним вибіркоким викликом.

В таких системах викличні сигнали передаються двочастотними кодовими комбінаціями тональних частот в смузі 300-2000 Гц. Це забезпечує можливість передачі викличних сигналів не тільки по стандартних каналах тональної частоти (ТЧ) в смузі 300-3400 Гц, але і каналах низької частоти (НЧ) на повітряних лініях зв'язку зі сталевими проводами, в яких верхня частота обмежена 2000 Гц.

При виборі конкретних значень викличних частот враховувались додаткові обмеження:

- частоти не повинні бути кратними;
- співвідношення сусідніх викличних частот повинні мати однакове значення для забезпечення однакових умов вибірності сигналів. Прийнято 1,36;
- кількість викличних частот повинна бути достатньою для формування необхідної кількості викличних комбінацій.

Було обрано сім викличних частот, значення яких наведені нижче в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Викличні частоти в системі вибіркового виклику СК-2/7

Номер частоти	1	2	3	4	5	6	7
Значення викличної частоти, Гц	316	430	585	795	1080	1470	2000

При цих умовах загальне число можливих кодових комбінацій складає 42, але кодові комбінації з двох однакових частот не використовуються. При цьому в системах ОТЗ, окрім

індивідуального виклику необхідно забезпечити можливості групового та циркулярного виклику. При груповому виклику одночасно визивається певна група абонентів, а при циркулярному – всі абоненти мережі одночасно. На основі цих вимог для систем ОТЗ був розроблений сигнальний код 2 із 7, що отримав назву СК-2/7.

Всі викличні комбінації коду розділено на сім груп по шість комбінацій в кожній. Кожна кодова комбінація визначається двома цифрами, які відповідають номерам викличних частот першого та другого імпульсів.

Комбінації суміжних частот використовуються як групові: 21, 12, 34, 45, 56, 67. Ознака групи – друга цифра викличної комбінації. Загальна чисельність індивідуальних комбінацій – 35. Циркулярний виклик здійснюється шляхом послідовної передачі восьми викличних частот 2-1-2-3-4-5-6-7.

В деяких випадках така кількість викличних комбінацій і відповідного числа абонентів недостатня за експлуатаційними умовами, тому був розроблений розширений сигнальний код 2 із 11 (СК-2/11). При цьому використовуються додаткові викличні частоти 8-11 в тій же смузі частот. Значення додаткових частот наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Додаткові викличні частоти в системі вибіркового виклику СК-2/11

Номер частоти	8	9	10	11
Значення викличної частоти, Гц	890	1215	1360	1620

Завдяки розробці нового покоління електронних фільтрів можна забезпечити необхідну вибірність викличних сигналів при зменшенні розносу частот.

В таблиці 1.3 наведені кодові комбінації для сигнального коду СК-2/11; комбінації, які відповідають коду 2 із 7, виділені прямокутником.

Сигнальний код СК-2/11 забезпечує створення 11 груп абонентів, в кожній групі до 9 абонентів. Індивідуальних викличних комбінацій в коді СК-2/11 – 99. Циркулярний виклик

здійснюється передачею дванадцяти частот: 2-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11.

Таблиця 1.3 – Система тонального вибіркового виклику кодом СК-2/11

Групи абонентів	Код комбінації групового виклику	Кодові комбінації індивідуального виклику								
		3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1	9-1	10-1	11-1
1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1	9-1	10-1	11-1
2	1-2	3-2	4-2	5-2	6-2	7-2	8-2	9-2	10-2	11-2
3	2-3	1-3	4-3	5-3	6-3	7-3	8-3	9-3	10-3	11-3
4	3-4	1-4	2-4	5-4	6-4	7-4	8-4	9-4	10-4	11-4
5	4-5	1-5	2-5	3-5	6-5	7-5	8-5	9-5	10-5	11-5
6	5-6	1-6	2-6	3-6	4-6	7-6	8-6	9-6	10-6	11-6
7	6-7	1-7	2-7	3-7	4-7	5-7	8-7	9-7	10-7	11-7
8	7-8	1-8	2-8	3-8	4-8	5-8	6-8	9-8	10-8	11-8
9	8-9	1-9	2-9	3-9	4-9	5-9	6-9	7-9	10-9	11-9
10	9-10	1-10	2-10	3-10	4-10	5-10	6-10	7-10	8-10	11-10
11	10-11	1-11	2-11	3-11	4-11	5-11	6-11	7-11	8-11	9-11

Основні параметри сигналів вибіркового виклику в системах оперативного зв'язку наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Основні параметри сигналів вибіркового виклику

Параметри	Нормативне значення
Допустиме відхилення викличних частот вибіркового виклику від номінальних значень	не більше $\pm 1\%$
Тривалість першої послілки індивідуального групового і циркулярного викликів	800 ± 100 мс
Тривалість другої послілки індивідуального групового і циркулярного викликів	1600 ± 200 мс
Тривалість кожної із частотних послілок циркулярного виклику, які передаються послідовного одна за одною без перерви	1600 ± 200 мс
Тривалість інтервалу між передачею будь-яких двох частот в кодовій комбінації індивідуального або циркулярного виклику	≤ 1 мс
Частота сигналу контролю приймання індивідуального виклику	400 ± 10 Гц
Тривалість передачі сигналу контролю	600 ± 5 мс
Примітка – Тривалість другої послілки може бути подовжена до 10 секунд при утриманні викличної кнопки.	

Кодуючі пристрої вибіркового виклику входять до складу розпорядчих станцій. Розпорядчі станції мають пульти управління з кнопочним полем, кожній кнопці якого відповідає певна виклична комбінація.

Приймачі тонального вибіркового виклику (ПТВ) входять до складу проміжних пунктів зв'язку (ППЗ). Саме ПТВ підлягають налаштуванню на необхідну викличну комбінацію. Кожний проміжний пункт включає телефонний апарат та приймач тонального вибіркового виклику (ПТВ).

Структурна схема приймача тонального вибіркового виклику наведена на рисунку 1.1.

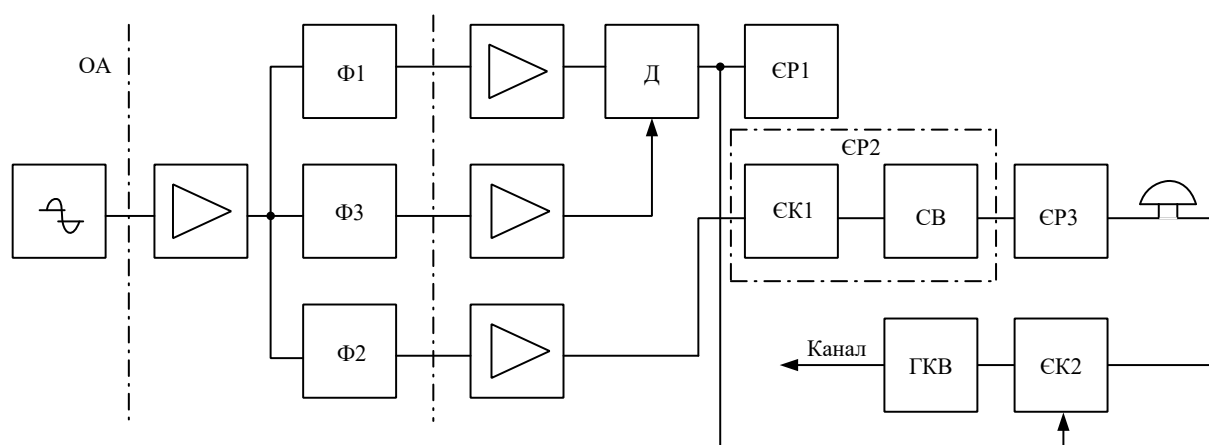


Рисунок 1.1 – Структурна схема приймача тонального вибіркового виклику

ПТВ складається з підсилювача, смугових фільтрів та дешифратора кодових комбінацій.

Фільтри ПТВ налаштовуються таким чином:

- Ф1 – на частоту першого імпульсу індивідуальної викличної комбінації;
- Ф2 – на частоту другого імпульсу індивідуальної або групової викличної комбінації;
- Ф3 – на частоту першого імпульсу групової викличної комбінації.

Після приймання другої послідовності кодової комбінації індивідуального виклику електронне реле вмикає дзвінок, одночасно в лінію передається сигнал контролю виклику від генератора ГКВ частотою 400 Гц. При прийманні групового або циркулярного виклику сигнал з виходу Ф3 через У2 та Д

подається у фіксатор першого імпульса EP1 та одночасно – EK2, що виключає роботу генератора ГКВ.

В промпунктах старих типів необхідна виклична комбінація встановлюється відповідним набором LC-фільтрів.

В промпунктах з цифровою обробкою сигналів ППЗ-Ц необхідне значення резонансних частот фільтрів встановлюється перемикачами на платі мікропроцесорного пристрою.

Положення перемикачів встановлюються відповідно до кодової комбінації індивідуального виклику, згідно з таблицею 1.5.

Тривалість передачі тональних посилок вибіркового виклику та затримки при роботі дешифратора вибрані таким чином, щоб виключити хибну роботу приймачів при передачі мови.

Таблиця 1.5 – Положення перемикачів фільтрів

Номер першої частоти виклик у	Значення першої виклично ї частоти	Положення перемикачі в першій групі	Номер другої частоти виклик у	Значення другої виклично ї частоти	Положення перемикачі в другій групі
1	316	1-2, 3-4, 5-6, 7-8	1	316	9-10, 11-12, 13-14, 15-16
2	430	3-4, 5-6, 7-8	2	430	11-12, 13-14, 15-16
3	585	1-2, 5-6, 7-8	3	585	9-10, 13-14, 15-16
4	795	5-6, 7-8	4	795	13-14, 15-16
5	1080	1-2, 3-4, 7-8	5	1080	9-10, 11-12, 15-16
6	1470	3-4, 7-8	6	1470	11-12, 15-16
7	2000	1-2, 7-8	7	2000	9-10, 15-16
8	890	7-8	8	890	15-16
9	1215	1-2, 3-4, 5-6	9	1215	9-10, 11-12, 13-14
10	1360	3-4, 5-6	10	1360	11-12, 13-14
11	1620	1-2, 5-6	11	1620	9-10, 13-14

Наприклад, для кодової комбінації 3-8 необхідно в першій групі перемикачів встановити перемикачі 1-2, 5-6, 7-8, а в другій групі встановити перемикачі 15-16.

Схема виділення дає дозвіл на приймання другого імпульсу тільки після реєстрації першого.

Додаткові відомості з тематики лабораторної роботи наведені в підручниках [2,3].

4 Програма досліджень

4.1 Ознайомтесь з конструкцією розпорядчих станцій РСДТ-1, РСДТ-1Ц та проміжних пунктів зв'язку ППЗ та ППЗ-Ц, до складу яких входять пристрої передачі і приймання сигналів вибіркового виклику.

4.2 Визначте за положенням перемикачів в ППЗ-Ц, які кодові комбінації індивідуального і групового викликів встановлені в лабораторних зразках ППЗ.

4.3 Перевірте роботу пристроїв вибіркового виклику при передачі і прийманні сигналів індивідуального, групового і циркулярного викликів.

4.4 Проведіть виміри викличних частот відповідно до таблиць 1.1 та 1.2 та зробіть висновки, чи витримуються встановлені нормативи допустимих відхилень частот від номінальних значень.

4.5 Випишіть кодові комбінації вибіркового виклику для групи частот, яка відповідає Вашому номеру в списку підгрупи в лабораторному журналі, та подайте схему перемикачів індивідуального виклику для двох ППЗ.

5 Зміст звіту

5.1 Мета роботи.

5.2 Таблиці вимірювань значень викличних частот та висновки щодо відповідності нормативним вимогам.

5.3 Кодові комбінації відповідної групи викличних сигналів коду СК-2/11, згідно з завданням.

Контрольні питання

1 Часові параметри сигналів вибіркового виклику

2 Яка відмінність між кодами вибіркового виклику СК-2/7 та СК-2/11?

3 Як здійснюється контроль приймання сигналів індивідуального вибіркового виклику?

- 4 Що таке „груповий канал”?
- 5 Як формують кодові комбінації в системах тонального вибіркового виклику?
- 6 Характеристики сигналів вибіркового виклику.
- 7 З яких міркувань вибрані значення викличних частот?
- 8 В чому відмінність і схожість сигналів індивідуального і групового викликів?
- 9 Що таке груповий і циркулярний виклики? Як вони реалізуються?
- 10 Принципи побудови пристроїв передачі і приймання вибіркового виклику.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Дослідження мереж оперативно-технологічного зв'язку з вибірконим викликом

1 Мета роботи

Дослідження функціональних можливостей апаратури розпорядчих станцій та проміжних пунктів оперативно-технологічного зв'язку.

Експериментальна перевірка функціонування мереж оперативно-технологічного зв'язку, організованих за диспетчерським та постанційним принципом.

2 Домашнє завдання

2.1 Ознайомтесь з теоретичним матеріалом, наведеним в методичних вказівках, та продумайте відповіді на контрольні питання.

2.2 Ознайомтесь з програмою та методикою лабораторних досліджень.

3 Короткі теоретичні відомості

Оперативно-технологічний зв'язок (ОТЗ) на залізницях призначений для оперативного керівництва технологічними процесами. Він забезпечує організацію робіт на залізничних станціях, управління рухом поїздів, керівництво виконанням робіт з поточного утримання та ремонту колії, пристроїв

електроживлення, автоматики і зв'язку та інших об'єктів інфраструктури.

Мережі оперативно-технологічного зв'язку класифікують за зоною дії – магістральні мережі, дорожні та відділкові та за технологічною ознакою відповідно до того, для працівників яких служб вони використовуються.

Відповідно до вимог „Правил технічної експлуатації залізниць України” [1] встановлено перелік та умови організації мереж оперативно-технологічного зв'язку на всіх ділянках залізниць.

Відділковий зв'язок діє в межах дирекцій перевезень (колишніх відділків залізниць) і є найбільш масовим видом ОТЗ.

На всіх ділянках залізниць мають бути такі види відділкового оперативно-технологічного зв'язку, які будують як системи колективного користування на основі групових каналів зв'язку із застосуванням вибіркового виклику абонентів:

- поїзний диспетчерський зв'язок (ПДЗ), призначений для керування рухом поїздів в межах диспетчерських ділянок;
- лінійно-колійний зв'язок (ЛКЗ), призначений для службових переговорів з технічного утримання та ремонту колій та споруджень;
- енергодиспетчерський зв'язок (ЕДЗ), призначений для переговорів енергодиспетчера на електрифікованих ділянках залізниць;
- службовий диспетчерський зв'язок (СДЗ), призначений для переговорів працівників дистанцій сигналізації та зв'язку;
- постанційний зв'язок (ПЗ), призначений для переговорів працівників лінійних станцій між собою та з абонентами відділків та управлінь залізниць.

На окремих ділянках залізниць можуть організовуватись додатково інші мережі ОТЗ.

Враховуючі лінійне розташування об'єктів управління вздовж залізничної лінії, найбільш економічно доцільною є організація групових лінійних каналів ОТЗ.

При цьому розрізняють мережі, побудовані за диспетчерським (ДЗ) та постанційним принципом (ПЗ). Структурна схема організації мереж подана на рисунку 2.1.

Мережі диспетчерського типу призначені для переговорів керівника з закритою групою абонентів, які підлеглі йому безпосередньо.

В мережах диспетчерського зв'язку в пункті управління встановлюється розпорядча станція (РС), а у лінійних абонентів – проміжні пункти зв'язку (ППЗ), які підключаються паралельно у спільний груповий канал.

Виклик лінійних абонентів в мережі ОТЗ здійснюється передачею від РС спеціального сигналу вибіркового виклику ППЗ. Виклик РС від абонентів ППЗ здійснюється голосом.

Постанційний зв'язок (ПЗ) призначений для службових переговорів працівників проміжних станцій, роз'їздів та зупиночних пунктів між собою та з працівниками станцій, дільниць та відділенням залізниці. З цією метою канал постанційного зв'язку включається в комутатор міжміської телефонної станції. До каналу ПЗ включають проміжні пункти зв'язку або комутатори технологічного зв'язку чергових по станціях; крім того, промпункти ПЗ можуть встановлюватися у товарних та технічних конторах при відсутності каналу вагонно-диспетчерського зв'язку, у караульних приміщеннях штучних споруд, що охороняються, у квиткових касах зупиночних пунктів.

Всі з'єднання в мережах ПЗ здійснюються за участю телефоністки (оператора) ручної міжміської телефонної станції. В її розпорядженні знаходиться міжміський комутатор і розпорядча станція оперативного-технологічного зв'язку.

При надходженні на комутатор замовлення від зовнішнього абонента на зв'язок з абонентом ПЗ телефоністка з розпорядчої станції посиляє сигнал вибіркового виклику необхідному абоненту і з'єднує канали.

Абоненти мережі постанційного зв'язку викликають телефоністку послією сигналу 1600 Гц. Телефоністка на замовлення виконує необхідне з'єднання із зовнішніми абонентами за допомогою комутатора або за допомогою розпорядчої станції посиляє вибіркового виклику іншому абоненту мережі постанційного зв'язку.

Можлива організація мереж ОТЗ комбінованого типу (КЗ), в яких канал, організований за принципами постанційного зв'язку, доповнюється розпорядчою станцією у чергового інженера (диспетчера).

За таким принципом ПЗ+ДЗ організують, наприклад, мережі лінійно-колійного зв'язку або службовий диспетчерський зв'язок працівників дистанцій сигналізації і зв'язку.

Перше покоління апаратури вибіркового зв'язку з тональним викликом будувалось на основі релейно-контактних схем у стійковому варіанті виконання.

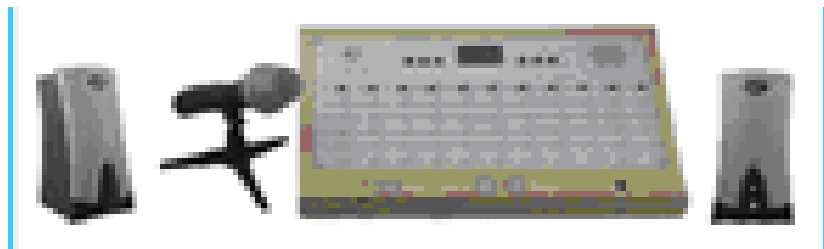
Це були розпорядчі станції диспетчерського зв'язку РСДТ, розпорядчі станції постанційного зв'язку ПСТ, проміжні пункти зв'язку для диспетчерських ППЗ-Д і постанційного зв'язку ППЗ-П. Проміжні пункти постанційного зв'язку доповнюються генератором тонального виклику телефоністки частотою 1600 Гц.

За тривалий період експлуатації апаратура ОТЗ з тональним викликом постійно вдосконалювалась на основі використання більш сучасної елементної бази. Найбільш значні зміни забезпечило застосування мікропроцесорних засобів, що привело до появи нового покоління аналогових пристроїв ОТЗ з цифровою обробкою сигналів [2].

Завдяки використанню цифрових алгоритмів виявлення тональних посилок на основі динамічного спектрального аналізу досягається висока завадостійкість приймачів вибіркового виклику від впливу голосових сигналів, поліпшені техніко-експлуатаційні та ергономічні характеристики апаратури. Проміжні пункти зв'язку ППЗ-Ц розміщуються в корпусі звичайного телефонного апарата, а розпорядча станція РСДТ-Ц являє невеликий настільний пульт керування (див. рисунок 2.2 а та б). Стала можливою уніфікація обладнання диспетчерського і постанційного зв'язку.



а



б

Рисунок 2.2 – Проміжний пункт зв'язку ППЗЦ-ВВ (а); розпорядча станція РСДТ-1Ц (б)

Завдяки використанню сигнальних викличних кодів з єдиними параметрами і каналів зв'язку зі стандартними характеристиками забезпечується можливість спільної експлуатації апаратури всіх поколінь.

Розпорядча станція диспетчерського зв'язку з тональним вибірконим викликом РСДТ-1Ц призначена для організації мереж оперативно-технологічного зв'язку на залізничному транспорті по фізичних колах повітряних і кабельних ліній зв'язку, а також по каналах тональної частоти.

Розпорядча станція РСДТ-1Ц забезпечує:

- 1) приєднання до групових фізичних кіл за двопровідною, а до каналів тональної частоти – за чотирипровідною схемами підключення;
- 2) передачу в лінію індивідуального, групового та циркулярного виклику;
- 3) акустичний контроль викличних сигналів, що передаються;
- 4) подовження останньої частоти індивідуальної та групової викличної комбінації;
- 5) ведення переговорів у симплексному режимі;
- 6) підсилення розмовних струмів при прийманні і передачі та гучномовне приймання у диспетчера;
- 7) наявність автоматичного регулювання підсилення та можливість корекції амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) передавальних та приймальних трактів;
- 8) можливість підключення зовнішньої телефонної лінії;
- 9) запис в енергонезалежну пам'ять інформації про виклики: час виклику, номери викличної послідовності, приймання сигналу контролю виклику;
- 10) підключення зовнішніх пристроїв реєстрації переговорів.

Проміжний пункт зв'язку ППЗ-Ц забезпечує:

- 1) прийняттям індивідуального, групового та циркулярного виклику від розпорядчої станції з оптичною та звуковою сигналізацією;
- 2) оперативне налаштування на необхідну викличну комбінацію за допомогою зміни положення перемикачів кодів налаштування фільтрів;

3) формування та передача в лінію сигналів контролю приймання індивідуального виклику;

4) можливість приєднання за двопровідною або чотирипровідною схемами;

5) формування та передача сигналів виклику оператора або телефоністки частотою 1600 Гц;

6) можливість ведення переговорів в гучномовному режимі;

7) можливість корекції амплітудно-частотної характеристики трактів приймання та передачі.

В модифікації промпунктів ППЗЦ-ВВ передбачена можливість формування сигналів вибіркового виклику з кнопочної клавіатури.

Основні електричні характеристики розпорядчої станції та промпункту визначаються властивостями ліній зв'язку, що використовуються, та нормативними вимогами до параметрів каналів.

Електроживлення розпорядчої станції та проміжних пунктів здійснюється від джерела постійного струму з напругою $24 \pm 2,4$ В або $12 \pm 1,2$ В.

Додаткові відомості з тематики лабораторної роботи наведені в підручниках [2,3].

4 Програма та методика досліджень

4.1 В лабораторії ознайомтесь з конструкцією розпорядчих станцій РСДТ-1 та РСДТ-1Ц та проміжних пунктів зв'язку ППЗ, ППЗ-Ц та ППЗЦ-ВВ.

4.2 Складіть схему дослідної мережі оперативно-технологічного зв'язку, приєднавши до лінії зв'язку розпорядчу станцію та проміжні пункти зв'язку.

4.3 Перевірте роботу розпорядчої станції та проміжних пунктів в мережі зв'язку, дослідивши реалізацію основних функціональних можливостей:

– посилку індивідуального, групового, циркулярного виклику від диспетчера;

– приймання сигналів контролю виклику;

– ведення переговорів в мережі;

– виклик оператора розпорядчої станції посилкою сигналу 1600 Гц;

- посилку сигналів вибіркового виклику з проміжного пункту ППЗЦ-ВВ;
- переговори з ППЗ в гучномовному режимі ;
- реєстрація часу посилки викличних комбінацій та приймання контролю.

4.4 Проведіть виміри рівнів передачі в двопровідному та чотирипровідному режимах роботи розпорядчої станції.

5 Зміст звіту

5.1 Мета роботи.

5.2 Перелік та результати перевірки функціональних можливостей розпорядчої станції РСДТ-1Ц та проміжних пунктів зв'язку.

5.3 Результати вимірів рівнів передачі

5.4 Структурна схема організації мережі оперативно-технологічного зв'язку.

Контрольні питання

- 1 Які мережі ОТЗ відносять до відділкових?
- 2 Принципи побудови мереж диспетчерського типу.
- 3 Принципи побудови мереж постанційного типу.
- 4 Організація мереж ОТЗ комбінованого типу.
- 5 Яка відмінність між мережами, організованими за диспетчерським і постанційним принципами?
- 6 Принципи організації мереж поїзного диспетчерського зв'язку (ПДЗ) – склад абонентів, схеми організації, апаратура.
- 7 Постанційний зв'язок (ПЗ) – призначення, склад абонентів, схеми організації, апаратура.
- 8 Лінійно-колійний зв'язок (ЛКЗ) – призначення, склад абонентів, схеми організації, апаратура.
- 9 Енергодиспетчерський зв'язок (ЕДЗ) – призначення, склад абонентів, схеми організації, апаратура.
- 10 Службовий диспетчерський зв'язок (СДЗ) – призначення, склад абонентів, схеми організації, апаратура.
- 11 Принципи побудови розпорядчих станцій ОТЗ.
- 12 Принципи побудови проміжних пунктів зв'язку в мережах ОТЗ.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

Дослідження оперативно-технологічного зв'язку на цифрових мережах

1 Мета роботи

Дослідження принципів побудови та функціональних можливостей комплексу обладнання цифрового оперативно-технологічного зв'язку на основі SI2000-ОТЗ.

Експериментальна перевірка функціонування мереж оперативно-технологічного зв'язку з цифровими комутаційними станціями SI2000-ОТЗ.

2 Домашнє завдання

2.1 Ознайомтесь з теоретичним матеріалом, наведеним в методичних вказівках, та продумайте відповіді на контрольні питання.

2.2 Ознайомтесь з програмою та методикою лабораторних досліджень та підготуйте таблиці вимірів.

3 Короткі теоретичні відомості

На певному етапі розвитку телекомунікацій специфічні вимоги мереж оперативно – технологічного зв'язку (ОТЗ) можна було задовольнити тільки на основі створення автономних локальних мереж зі спеціальними структурами і алгоритмічними принципами.

З появою цифрових систем комутації з'явилась можливість реалізації принципів організації мереж ОТЗ, які склалися в процесі багаторічної експлуатації, на новій технічній основі.

Впровадження цифрових технологій є основним напрямком розвитку телекомунікацій. Цифровізація мереж технологічного зв'язку на залізницях пов'язана з нагальною необхідністю заміни фізично зношених і морально застарілих засобів зв'язку. В цифровій формі всі види інформації передаються у вигляді послідовностей дискретних символів, що спрощує побудову мереж різного призначення. Технічні засоби на основі цифрових телекомунікаційних технологій забезпечують суттєве підвищення надійності і якості зв'язку.

В Україні прийнята концепція створення інтегральних мереж оперативно-технологічного та загальнотехнологічного зв'язку (ЗТЗ) з використанням стандартного комутаційного обладнання цифрових автоматичних телефонних станцій (АТС), але зі збереженням специфічних функцій та алгоритмів функціонування для абонентів технологічного зв'язку [5].

Цифрові системи комутації (ЦСК) такі можливості забезпечують, за рахунок:

- можливості організації програмними засобами закритих та відкритих груп спільних інтересів (розподіл абонентів ОТЗ та ЗТЗ);
- використання широкого кола додаткових послуг (скорочений набір номерів, прямий зв'язок, повідомлення про надходження додаткового виклику, встановлення системи пріоритетів та ін.).

В цифровій мережі ОТЗ на кожній проміжній залізничній станції встановлюється цифрова АТС зі спеціальним програмним забезпеченням, до якої підключаються абоненти ОТЗ і ЗТЗ. Цифрові АТС з'єднані між собою цифровими каналами зв'язку.

Як переговорно-викличні пристрої (пульти керівників) використовуються системні цифрові телефонні апарати з додатковими функціями, які підключаються до комутаційної станції по цифрових каналах. Передача сигналів управління і виклику в цифровій мережі здійснюється за допомогою спільного каналу сигналізації.

Для роботи в цифро-аналогових мережах в перехідний період в складі цифрової апаратури ОТЗ використовують спеціалізовані інтерфейси, які забезпечують з'єднання цифрових каналів з аналоговими відгалуженнями.

Цифрова система комутації при організації ОТЗ повинна виконувати специфічні функції та алгоритми функціонування комутатора ОТЗ, а саме:

- можливість участі усіх абонентів диспетчерського кола у переговорах;
- забезпечення посилки від диспетчера індивідуального, групового та циркулярного викликів;
- приймання виклику від абонента ОТЗ з індикацією на абонентському обладнанні станції, яка викликає;

- надходження виклику до абонента, який зайнятий переговорами;
- неможливість відмови у зв'язку через недоступність ресурсів;
- можливості екстреного оповіщення диспетчера з боку абонента незважаючи на зайнятість диспетчера іншою розмовою;
- закритості визначених груп абонентів ОТЗ;
- можливості проведення переговорів абонентів ОТЗ у режимі гучномовного приймання та передачі.

Цифрові системи комутації на залізничних станціях повинні також забезпечувати виконання вимог до станційного ОТЗ, а саме:

- абоненти станційного ОТЗ повинні включатися до визначених закритих груп за технологічною ознакою, в яких зв'язок організується за принципом жорстких парних з'єднань керівника (ДСП, ДСЦ тощо) з виконавцем (стрілочний пост, оператор техконтори тощо), а також керівників між собою;

- між керівниками повинен забезпечуватися зв'язок за принципом "кожний з кожним";

- виклик виконавців технологічних процесів роботи станцій з боку керівників повинен виконуватися натисканням клавіш прямого зв'язку;

- виклик керівника повинен виконуватися натисканням клавіші прямого зв'язку або зняттям трубки;

Диспетчерський зв'язок здійснюється шляхом організації відповідних диспетчерських кіл. Диспетчерське коло являє собою спільний розмовний тракт визначеної групи абонентів – диспетчера і виконавців. На ділянках цифрової мережі з комутацією каналів диспетчерське коло повинно бути організовано шляхом виділення одного основного цифрового каналу (ОЦК) зі швидкістю 64 кбіт/с з первинного цифрового потоку 2048 кбіт/с ($64 \times 32 = 2048$ кбіт/с).

Пульт керування чергового по станції допускає роботу в п'яти диспетчерських мережах (ПДЗ, ЕДЗ, СДЗ, ЛКЗ, ПЗ). Чергові, а також інші абоненти ОТЗ повинні включатися до необхідного диспетчерського кола за власною ініціативою і викликати диспетчера голосом.

Диспетчер повинен викликати необхідного абонента ОТЗ із застосуванням вибіркового виклику.

В лабораторії змонтовано фрагмент цифрової інтегральної мережі ОТЗ на основі станцій SI 2000-ОТЗ з необхідним комплектом периферійного обладнання, яке дозволяє реалізувати всі можливі варіанти організації мереж (див. рисунок 3.1).

До складу диспетчерського пульта входить: персональний комп'ютер з інтегрованим сенсорним рідиннокристалічним екраном, додаткова клавіатура, модуль гучномовного зв'язку з педаллю управління та мікротелефонна трубка. Зовнішній вигляд пульта диспетчера показано на рисунку 3.1.

В центрі керування і на проміжних станціях встановлюються цифрові комутаційні станції SI 2000-ОТЗ. У чергових по станціях та інших лінійних абонентів встановлюються ІР-телефонні апарати з додатковими функціями та клавіатурою управління. Зовнішній вигляд пульта чергових по станціях подано на рисунку 3.1.

Спрощена структурна схема, яка пояснює принципи побудови інтегральної цифрової мережі технологічного зв'язку, відповідно до розглянутої концепції, подана на рисунку 3.2.

В пультах керування диспетчерів та телефонних апаратах чергових голосові і викличні сигнали перетворюються при передачі в цифрові, з яких формуються окремі кодові групи – пакети. Кожен пакет містить необхідну службову інформацію, відповідно до протоколів ІР-телефонії. Ця система мережевих протоколів забезпечує передачу і маршрутизацію при передачі пакетної інформації. Це дозволяє передавати незалежно по спільному тракту і ідентифікувати інформацію для кожного абонента при прийманні. При прийманні інформації в пультах керування забезпечується зворотне перетворення інформації ІР-пакетів в аналоговий голосовий сигнал.

Пульти керування різних керівників та ІР-телефонні апарати підключаються до ЦСК через комутатор езернет, який забезпечує комутацію пакетів ІР. На вході до ЦСК ІР-пакет необхідно перетворити у відповідні ОЦК, комутація яких здійснюється в цифрових комутаційних системах.

Аналогове відгалуження підключено до ЦСК 3 через плату аналогових з'єднувальних ліній .

Три АТС Si2000iCS

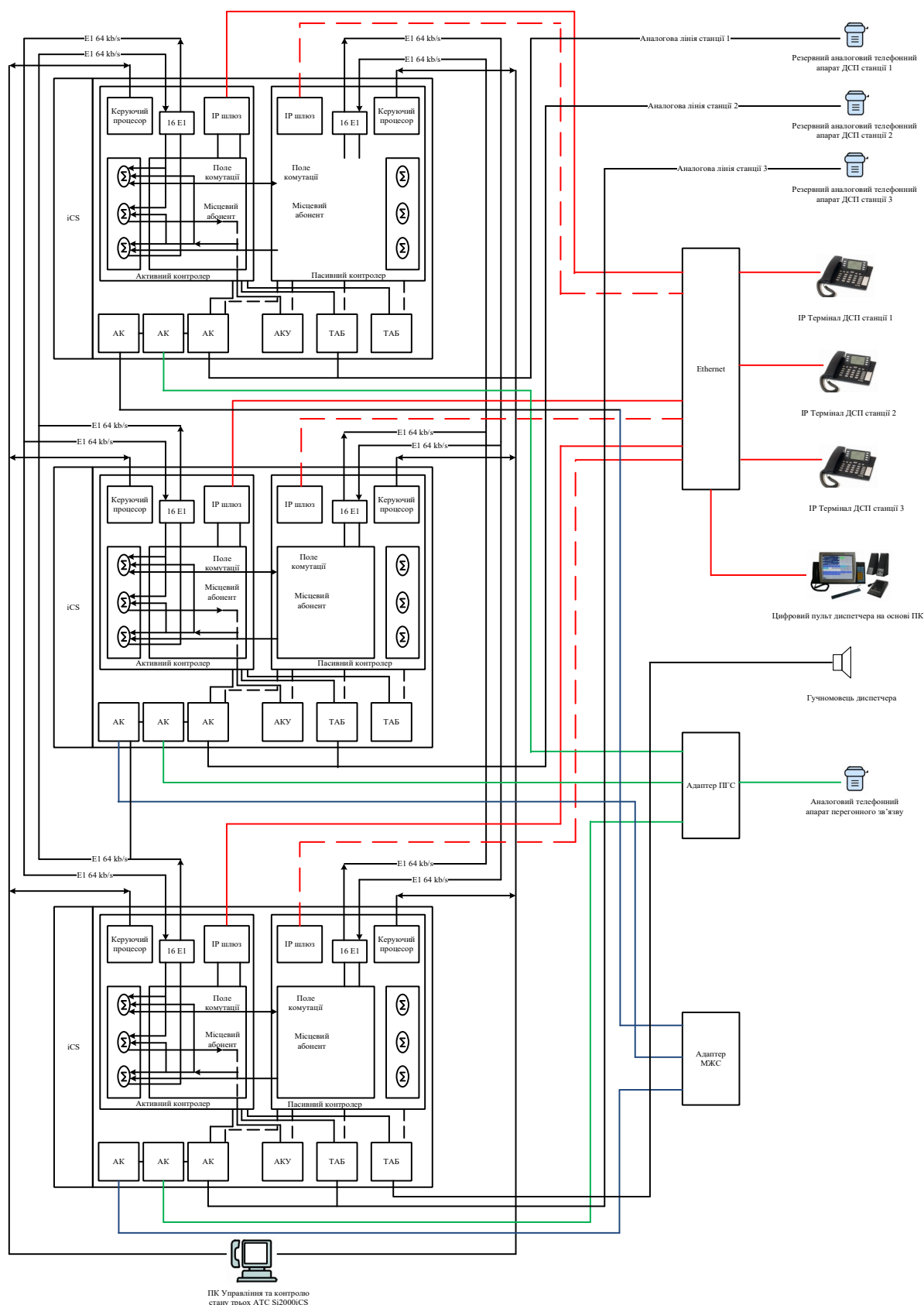


Рисунок 3.1 – Схема лабораторного макета цифрової мережі оперативно-технологічного зв'язку

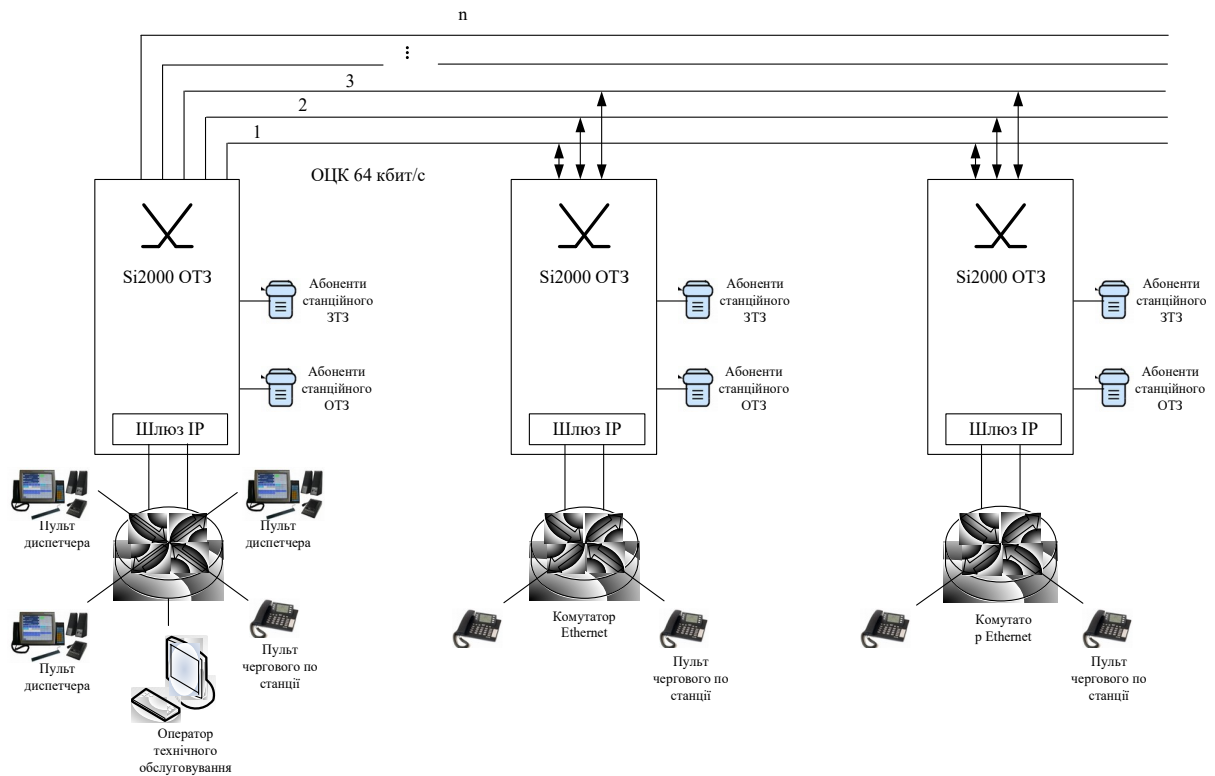


Рисунок 3.2 – Спрощена структурна схема інтегральної цифрової мережі ОТЗ

Додаткові відомості з тематики лабораторної роботи наведені в підручнику [2].

4 Програма і методика досліджень

4.1 В лабораторії ознайомтесь з конструкцією та складом обладнання цифрової комутаційної станції ОТЗ, пультом диспетчера та телефонними апаратами чергових по станції.

4.2 Вивчіть схему лабораторного фрагменту цифрової мережі оперативно-технологічного зв'язку.

4.3 Перевірка функціонування цифрової мережі ОТЗ, побудованої за диспетчерським принципом.

4.3.1 Перевірка можливості встановлення з'єднання з IP терміналу ОТЗ чергового по станції до IP терміналу ОТЗ диспетчера та навпаки виконується шляхом встановлення контрольних з'єднань. Для кожного контрольного виклику перевіряються алгоритм встановлення з'єднання, оптичний та акустичний сигнали виклику, гучність й розбірливість акустичних сигналів і мови партнера.

4.3.2 Перевірка можливості встановлення з'єднання з аналогового терміналу ОТЗ чергового по станції до ІР терміналу ОТЗ диспетчера та навпаки виконується шляхом встановлення контрольних з'єднань. Для кожного контрольного виклику перевіряються алгоритм встановлення з'єднання, оптичний та акустичний сигнали виклику, гучність й розбірливість акустичних сигналів і мови партнера.

4.3.3 Перевірка можливості встановлення циркулярного виклику здійснюється встановленням контрольного з'єднання до чергових по станціях з цифровими та аналоговими терміналами ОТЗ. Контролюється алгоритм встановлення з'єднання, можливість участі абонентів у груповій розмові і якість телефонного зв'язку.

4.3.4 Перевірка функціонування групового каналу здійснюється контрольним підключенням чергового по станції до групового каналу, де вже ведуться переговори між диспетчером та іншими черговими.

4.3.5 Перевірка можливості реалізації пріоритету диспетчера в груповому каналі перевіряється шляхом натискання педалі або тангенти терміналу ОТЗ та контролем переведення терміналів ОТЗ чергових в режим прослуховування групового каналу.

4.3.6 Перевірка можливості одержання черговим по станції вхідних викликів при пошкодженні основного ІР терміналу ОТЗ виконується шляхом відключення ІР терміналу ОТЗ від вузла комутації і контролем одержання викликів на резервний аналоговий телефонний апарат.

4.3.7 Перевірка функціонування міжстанційного зв'язку складається з таких кроків:

- встановлення контрольного з'єднання між ІР терміналами ОТЗ чергових по станціях А та В з перевіркою алгоритму встановлення з'єднання, оптичних та акустичних сигналів виклику, гучності й розбірливості акустичних сигналів і мови партнера;

- не руйнуючи з'єднання між ІР терміналами ОТЗ чергових по станціях А та В перевіряється можливість приймання викликів від чергового по станції С та поїзного диспетчера до чергових по станціях А та В.

4.3.8 Перевірка функціонування перегонного зв'язку складається з таких кроків:

– посилки контрольного виклику від абонента з перегону одночасно двом черговим по станціях, що обмежують перегін з перевіркою алгоритму встановлення з'єднання, оптичних та акустичних сигналів виклику, гучності й розбірливості акустичних сигналів і мови партнера;

– передачею виклику від абонента з перегону через чергового по станції на іншого абонента ОТЗ з перевіркою алгоритму встановлення з'єднання.

4.3.9 Перевірка функціонування станційного зв'язку складається з таких кроків:

– посилки контрольного виклику від чергового по станції до станційного абонента і навпаки з перевіркою алгоритму встановлення з'єднання, оптичних та акустичних сигналів виклику, гучності й розбірливості акустичних сигналів і мови партнера;

- встановленням групового розмовного з'єднання між черговим по станції та двома абонентами станційного ОТЗ з перевіркою алгоритму встановлення з'єднання.

5 Зміст звіту

5.1 Мета роботи.

5.2 Структурна схема організації цифрової мережі оперативно-технологічного зв'язку.

5.3 Перелік та результати перевірки функціональних можливостей фрагмента цифрової мережі.

Контрольні питання

1 Які сигнали називають цифровими ?

2 Переваги цифрових методів.

3 Що таке основний цифровий канал?

4 Що таке первинний цифровий потік?

5 Що таке пакетна передача інформації?

6 Принцип побудови інтегральних цифрових мереж технологічного зв'язку.

7 Склад обладнання лабораторного фрагменту цифрової мережі ОТЗ.

8 Чому можлива інтеграція мереж загальнотехнологічного та оперативно-технологічного зв'язку ?

9 Чому можлива одночасна робота цифрового і аналогового обладнання в спільній мережі ОТЗ?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

Дослідження мереж станційного радіозв'язку

1 Мета роботи

1.1 Вивчення призначення та складу мереж станційного радіозв'язку на залізницях.

1.2 Дослідження схем організації та принципів роботи мереж станційного радіозв'язку.

2 Домашнє завдання

2.1 Ознайомтесь з теоретичним матеріалом, наведеним в методичних вказівках, та продумайте відповіді на контрольні питання.

2.2 Вивчіть програму і методику досліджень.

3 Короткі теоретичні відомості

Станційний радіозв'язок призначений для забезпечення радіопереговорів абонентів при виконанні різних технологічних процесів на території залізничних станцій і вузлів. Всіх абонентів радіомереж СРЗ можна розділити на три групи. Для кожної категорії абонентів, пов'язаних з виконанням спільного технологічного процесу, організують окремі радіомережі.

Радіомережею називають групу радіостанцій, що працюють на одній або групі загальних частот та забезпечують можливість ведення переговорів абонентів. На залізничному транспорті радіомережу часто називають колом радіозв'язку. Радіомережі різного призначення відрізняються складом абонентів та технічними засобами, що використовуються.

Розрізняють радіостанції стаціонарні (РС), які встановлюються в службових приміщеннях технічного персоналу, радіостанції, що возять, (РВ), які встановлюють на локомотивах і інших рухомих об'єктах, радіостанції, що носять (РН), які надають працівникам залізничного транспорту.

Всі мережі станційного радіозв'язку можна умовно розділити на три групи:

- мережі маневрового та гіркового зв'язку (СРЗ-МГ);
- мережі абонентів, які виконують інші технологічні процеси на станціях (СРЗ-Т);

- мережі для радіозв'язку диспетчерів лінійних підрозділів ШЧ, ПЧ, ЕЧ, ТЧ та ін. на великих залізничних станціях і вузлах з рухомими об'єктами (СРЗ-В).

До першої групи відносять працівників, що беруть безпосередню участь у виконанні маневрової і гіркової роботи. Це – маневровий диспетчер (ДСЦ), станційний диспетчер (ДСЦС), черговий по станції (ДСП), чергові по парках приймання (ДСПП), формування (ДСПФ) і відправлення (ДСПО), чергові (ДСПГ) і оператори гіркових постів, складачі поїздів, машиністи маневрових і гіркових локомотивів. Для цієї групи абонентів організують радіомережі СРЗ-МГ.

Радіомережі технічного персоналу СРЗ-Т організують для працівників, що забезпечують огляд і ремонт рухомого складу, контроль і охорону вантажів, технічне обслуговування і ремонт станційних пристроїв. Цю групу абонентів складають працівники станційного технологічного центру (СТЦ), пунктів технічного обслуговування вагонів (ПТО) і комерційного огляду вантажів (ПКО), воєнізованої охорони (ВОХР), електромеханіки СЦБ і ін.

Особливу групу абонентів станційного радіозв'язку складають диспетчери лінійних підрозділів і рухомі ремонтні бригади на території великих залізничних станцій і вузлів.

Основні експлуатаційно-технічні характеристики радіомереж СРЗ наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні характеристики мереж технологічного радіозв'язку на станціях

Назва радіомереж	Склад абонентів радіомереж	Кількість радіостанцій при автономній організації радіомереж			Допустимий час очікування зв'язку, $t_{оч}$, с
		стаціо-нарних РС	таких, що возять РВ	таких, що носять РН	
1	2	3	4	5	6
Гірковий радіозв'язок	Черговий по гірці (оператор), машиністи гіркових локомотивів, гіркові складачі, регулювальники швидкості відчеплень	1-2	2-4	2-7	1-2

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
Маневровий радіозв'язок	Маневровий диспетчер, чергові по парках, складачі поїздів, машиністи маневрових локомотивів	1-3	2-5	2-5	3-5
Радіозв'язок працівників ПТО	Оператор ПТО, оператор гальмових засобів, оглядачі вагонів, оглядачі автогальм	1-2	-	4-12	10-20
Радіозв'язок працівників ПКО	Оператор ПКО, комерційні оглядачі, робочі з усунення браку	1-2	-	2-14	10-20
Радіозв'язок працівників СТЦ	Оператор СТЦ, переписувачі вагонів	1	-	1-3	10-20
Радіозв'язок працівників ВОХР	Начальник варти, стрільці-вартові	1	-	3-5	10-20
Радіозв'язок електро-механіків СЦБ і зв'язку	Старший електромеханік, електромеханіки СЦБ і зв'язку	1-2	-	2-7	10-20
Радіомережі на великих залізничних станціях і вузлах	Диспетчери: ШЧ, ПЧ, ЭЧ, ТЧ, ВЧД й ін.	3-9	20-90	5-10	30-40

Саме на великих сортувальних залізничних станціях зосереджена значна кількість радіомереж різного призначення. В таблиці 4.1 як приклад наведено склад радіомереж СРЗ для великої сортувальної станції.

На рисунку 4.1 наведена схема односторонньої сортувальної станції А з послідовним розташуванням парків приймання ПП, сортувального СП і відправлення ПВ. На схемі показані станційні парки, гірка Г, горловина формування поїздів ГФ і розташування

основних службово-технічних споруд різних служб та розташування радіостанцій.

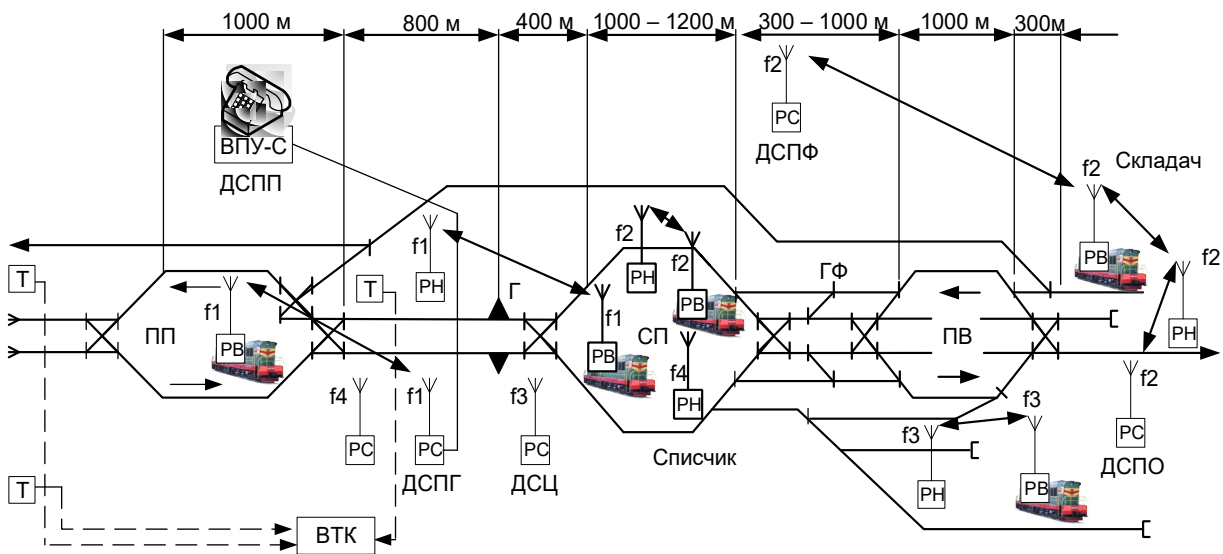


Рисунок 4.1 – Схема організації радіомереж на сортувальній станції

Мережі СРЗ будують з використанням одночастотного симплексного режиму роботи, при якому передача і приймання здійснюються по черзі на одній і тій же робочій частоті.

Радіостанції у режимі «ПРИЙМАННЯ» знаходяться при знятті мікротелефонної трубки з пульта керування або при переведенні спеціального тумблера на пульта керування в режим «ПРИЙМАННЯ». Переключення радіостанції з режиму «ПРИЙМАННЯ» у режим «ПЕРЕДАЧА» здійснюється при натисканні тангенти (спеціальної клавіші на мікротелефонній трубці) або ножної педалі керування.

Радіостанції в мережі можуть працювати в режимі «ВІДКРИТОГО КАНАЛУ», при якому викличні пристрої відключені. При цьому радіостанції знаходяться в режимі «ПРИЙМАННЯ», а абоненти прослуховують усі переговори, що ведуться в мережі. Цей режим забезпечує найбільш високу оперативність передачі інформації.

Прослуховування всіх переговорів створює дискомфорт. Щоб позбутися примусового прослуховування переговорів, які не відносяться до даної категорії абонентів, у радіостанціях СРЗ передбачено ввімкнення пристроїв індивідуального і групового викликів. У цьому випадку радіостанції знаходяться в режимі

«ЧЕРГОВЕ ПРИЙМАННЯ» і переговори, що ведуться в радіомережі, не прослуховуються. Для виклику потрібного абонента необхідно послати спеціальний викличний сигнал. При прийманні групового виклику усі радіостанції певної категорії абонентів переходять в режим приймання і необхідний абонент викликається голосом.

Всі мережі станційного радіозв'язку працюють в метровому діапазоні радіохвиль у смугах частот 151,725-154,000 МГц і 155.000-156,000 МГц [7].

На сітці частот (рисунок 4.2) подано умовні номери каналів та відповідні їм робочі частоти з кроком 25 кГц. Зараз актуальним є перехід до використання радіостанцій з кроком сітки частот 12,5 кГц, що дозволить більш ефективно використовувати виділений спектр радіочастот. При роботі на закріплених каналах радіомережі називають конвенціональними.

При значній кількості абонентів в мережах СРЗ-В доцільно використання систем радіозв'язку з рівнодоступними каналами, в яких абоненту для передачі інформації надається будь-який вільний в даний час канал. В таких системах всі абоненти використовують спільну групу каналів. За сформованою зараз термінологією такі радіомережі називають транкінговими [6]. Використання спільної групи каналів всіма абонентами дозволяє істотно підвищити ефективність використання радіочастот.

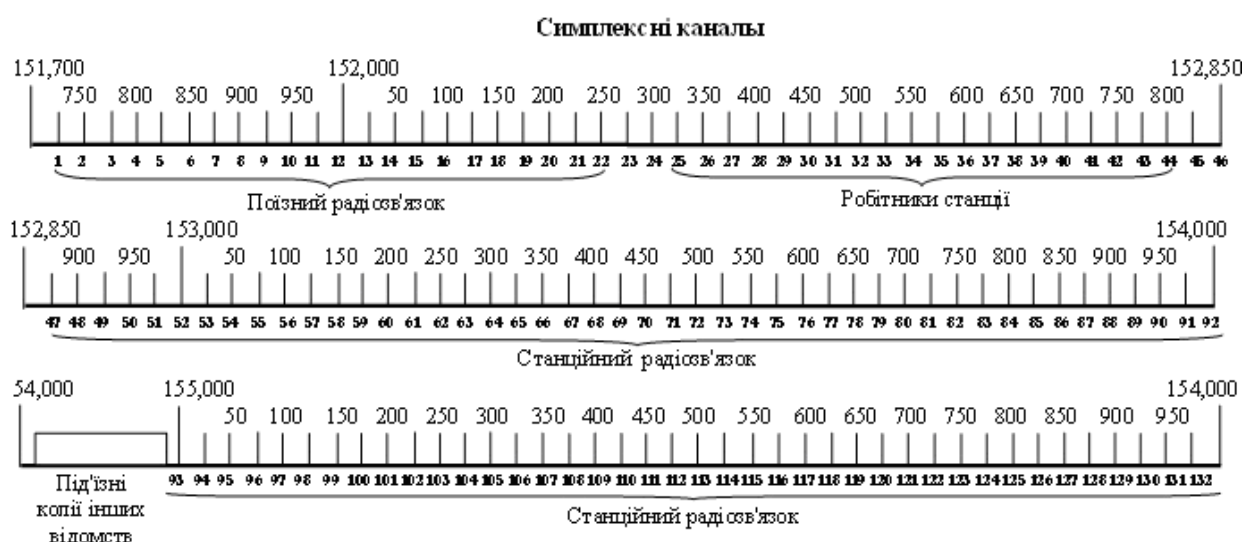


Рисунок 4.2 – Сітка частот залізничного технологічного радіозв'язку

Схеми організації радіомереж повинні відбивати склад абонентів, взаємні зв'язки між ними, режим ведення переговорів, використання викличних пристроїв, типи та робочі частоти радіостанцій.

Схема організації маневрового радіозв'язку подана на рисунку 4.3.

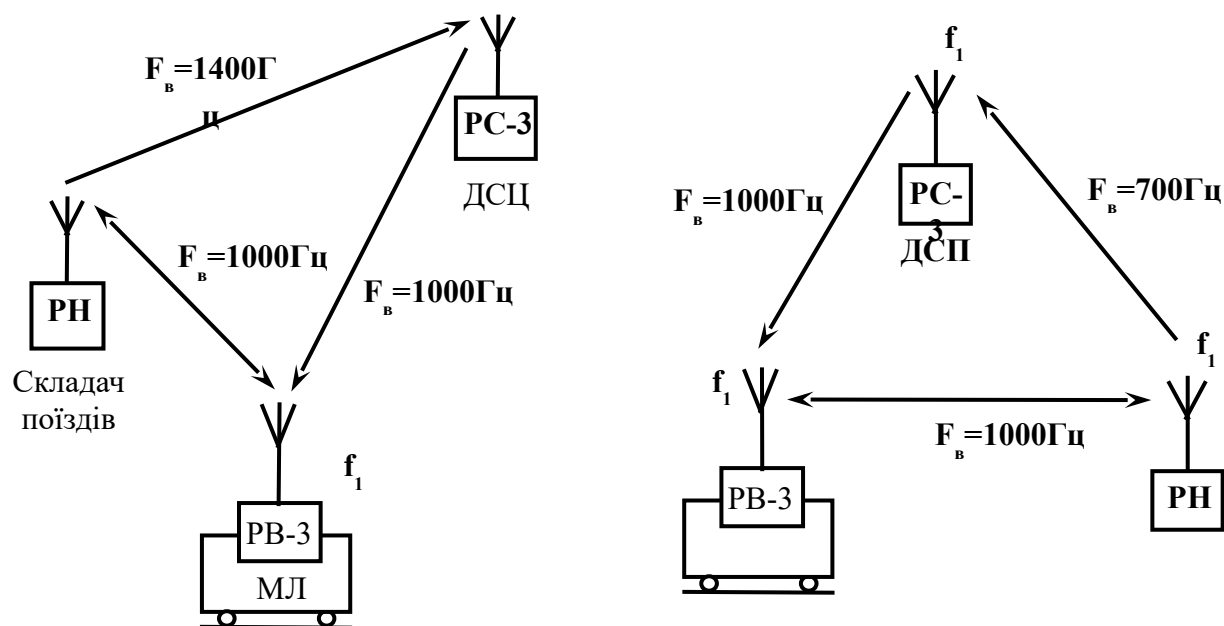


Рисунок 4.3 – Схема організації мережі маневрового радіозв'язку

Зараз для організації мереж СРЗ найбільш часто застосовують радіостанції Тернопільського радіозаводу „Оріон”.

Для організації маневрового радіозв'язку застосовують стаціонарні радіостанції „Оріон РС-4”. Маневрові локомотиви обладнують радіостанціями „Оріон РВ-4”, що возять. Складачам і сигналістам надають радіостанції „Оріон РН-2.5”, що носять.

У радіомережі маневрового зв'язку на рисунку 4.1 передбачений груповий виклик машиністів локомотивів, складачів і сигналістів з боку чергового по станції, а також машиністів маневрових локомотивів, складачів і сигналістів між собою. З боку машиністів локомотивів можливий індивідуальний виклик двох станційних командирів.

Розглянемо організацію переговорів у мережі при використанні викличних пристроїв.

Стаціонарна радіостанція РС-3 і радіостанції РВ-3, що возять, у вихідному стані знаходяться в режимі *Чергове приймання*. Для виклику машиніста локомотива або складача командир знімає мікротелефонну трубку з пульта радіостанції РС-3, переводить її в режим приймання, переконується у вільності каналу і натискає кнопку послілки сигналу виклику тональною частотою 1000 Гц тривалістю 0,5-1 с. На пульті керування загоряється лампочка *Увімкнення передавача*, а в гучномовці і телефоні прослуховується сигнал викличної частоти.

При прийманні виклику усі радіостанції РВ-3 і РН-12 на короткий час 10 с автоматично переводяться в режим *Приймання*. На пульті радіостанції РВ-3 приймання виклику супроводжується звуковою і світловою індикаціями (загоряється лампочка *Приймання виклику*).

У цей час командир називає потрібного машиніста локомотива. Він знімає мікротелефонну трубку, натискає тангенту, переводячи радіостанцію в режим *Передача*, відповідає командирові і вступає з ним у переговори.

Радіостанції, що возять, інших локомотивів після закінчення 10 с із моменту приймання виклику автоматично переключаються в режим *Чергове приймання* і абоненти не прослуховують не стосовні до них переговори.

По закінченні переговорів радіостанції РС-3 і РВ-3 абоненти переводять у режим *Чергове приймання* установленим мікротелефонних трубок у пульти, а радіостанцію РН-12 – шляхом натискання відповідної кнопки.

У мережі маневрового радіозв'язку все ж доцільніше використовувати тільки вибірний виклик кожного з двох стаціонарних абонентів, що дозволить виключити у них примусове прослуховування не стосовних до них переговорів. Основний обсяг переговорів у мережі ведуть складачі з машиністами маневрових локомотивів, а при роботі радіостанцій з відкритим каналом підвищується оперативність зв'язку при керівництві пересуванням локомотивів.

Станційний радіозв'язок поліпшує технологію багатьох операцій з обробки вагонів на станції, у результаті чого скорочується час простою вагонів і роботи маневрових локомотивів, зменшується чисельність локомотивних і складальних бригад (робота в «одну особу»), вивільняється робочий час працівників пунктів технічного обслуговування (ПТО) і комерційного огляду (ПКО) вагонів, операторів станційних технологічних центрів та інших груп працівників.

При застосуванні СЗР поліпшуються умови праці, підвищується безпека праці, зменшуються фізичні навантаження працівників експлуатаційного штату станцій.

Додаткові відомості з тематики лабораторної роботи наведені насамперед в [4,5].

4 Програма досліджень

4.1 В лабораторії ознайомтесь з конструкцією та складом обладнання стаціонарних, таких, що возять і носять, радіостанцій.

4.2 Установіть спільну робочу частоту радіостанцій та, ввімкнувши їх електроживлення, організуйте радіомережу.

4.3 Перевірте роботу радіомережі, провівши контрольні переговори в режимі з відкритим каналом.

4.4 Перевірте функціонування при ввімкнених викличних пристроях при передачі групового виклику локомотивних радіостанцій при передачі від стаціонарної та радіостанції, що носять.

4.5 Перевірте функціонування стаціонарної радіостанції при прийманні сигналів індивідуального виклику від локомотивних та радіостанцій, що носять.

5 Зміст звіту

5.1 Мета роботи.

5.2 Схема організації мережі маневрового радіозв'язку.

5.3 Призначення та склад комплексу мереж станційного радіозв'язку для великої сортувальної станції.

Контрольні питання

- 1 Принципи класифікації мереж станційного технологічного радіозв'язку.
- 2 Які смуги частот виділені для організації мереж станційного технологічного радіозв'язку?
- 3 Призначення та склад абонентів мереж маневрового радіозв'язку.
- 4 Призначення та склад абонентів мереж гіркового радіозв'язку.
- 5 Призначення та склад абонентів мереж СРЗ-Т.
- 6 Що таке симплексний режим роботи?
- 7 Що таке "чергове приймання", "відкритий канал"?
- 8 Склад обладнання радіостанцій.
- 9 Техніко-економічна ефективність використання станційного радіозв'язку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

Дослідження мереж поїзного технологічного радіозв'язку

1 Мета роботи

- 1.1 Вивчення призначення та складу мереж поїзного радіозв'язку на залізницях.
- 1.2 Дослідження схем організації та принципів роботи мереж поїзного радіозв'язку.

2 Домашнє завдання

- 2.1 Ознайомтесь з теоретичним матеріалом, наведеним в методичних вказівках, та продумайте відповіді на контрольні питання.
- 2.2 Вивчіть програму і методику досліджень.

3 Короткі теоретичні відомості

Мережі поїзного радіозв'язку призначені для оперативного керування перевізним процесом і підвищення безпеки руху поїздів. Поїзним радіозв'язком користуються працівники, що беруть участь в організації перевізного процесу і знаходяться на стаціонарних пунктах, у поїздах і на перегонах уздовж шляху проходження поїздів.

Система поїзного радіозв'язку включає [6]:

- лінійні мережі (ПРЗ-Л) для радіозв'язку поїзного диспетчера з машиністами поїзних локомотивів у межах усієї диспетчерської дільниці;

- зонні радіальні мережі (ПРЗ-З) для радіозв'язку машиністів поїзних локомотивів з особами, що зв'язані з поїзною роботою і розосереджені в межах диспетчерської дільниці. Основними абонентами зонних мереж ПРЗ-З є: чергові по станціях, машиністи зустрічних і поїздів, що йдуть вслід, сигналісти ремонтних підрозділів на перегоні, стрілки воєнізованої охорони в поїздах і на об'єктах, що охороняються;

- мережі службового пасажирського радіозв'язку начальника поїзда (ПРЗ-П) призначені для переговорів начальника поїзда з машиністом локомотива й абонентами станцій, що зв'язані з обслуговуванням пасажирів: черговими по відправленню поїздів, диспетчерами бюро з розподілу місць, лінійними медичними пунктами, підрозділами міліції й ін.

Відповідно до ПТЕ всі ділянки залізниць України повинні бути обладнані поїзним радіозв'язком. Диспетчерські дільниці залежно від технічного оснащення та інтенсивності руху обладнуються системами ПРЗ, які організуються в гектометровому і метровому діапазонах радіохвиль і працюють у симплексному режимі. Дуплексні мережі на залізницях України в теперішній час не використовуються.

При оснащенні диспетчерських дільниць радіостанціями двох діапазонів гектометровий діапазон хвиль використовується для організації лінійних радіомереж. Метровий діапазон використовують для організації зонних мереж радіозв'язку.

Мережі ПРЗ гектометрового діапазона працюють на частотах 2,13; 2,15МГц. В метровому діапазоні радіохвиль для організації мереж ПРЗ використовують канали в смузі частот 151,725-154,000МГц. Сітка частот каналів ПРЗ в метровому діапазоні подана на рисунку 4.2.

Симплексна лінійна радіомережа ПРЗ-Л(с) призначена для організації радіозв'язку між машиністами поїзних локомотивів (ТЧМ), що знаходяться на диспетчерській дільниці, і поїзним диспетчером (ДНЦ), локомотивним (ТНЦ) і енергодиспетчером (ЭЧЦ) (з дозволу і під контролем ДНЦ), а також між ТЧМ і

черговими по станціях (ДСП) у межах прилеглих до станції перегонів. Радіомережа (див. рисунок 5.1) організується в гектометровому діапазоні хвиль (2,13 МГц).

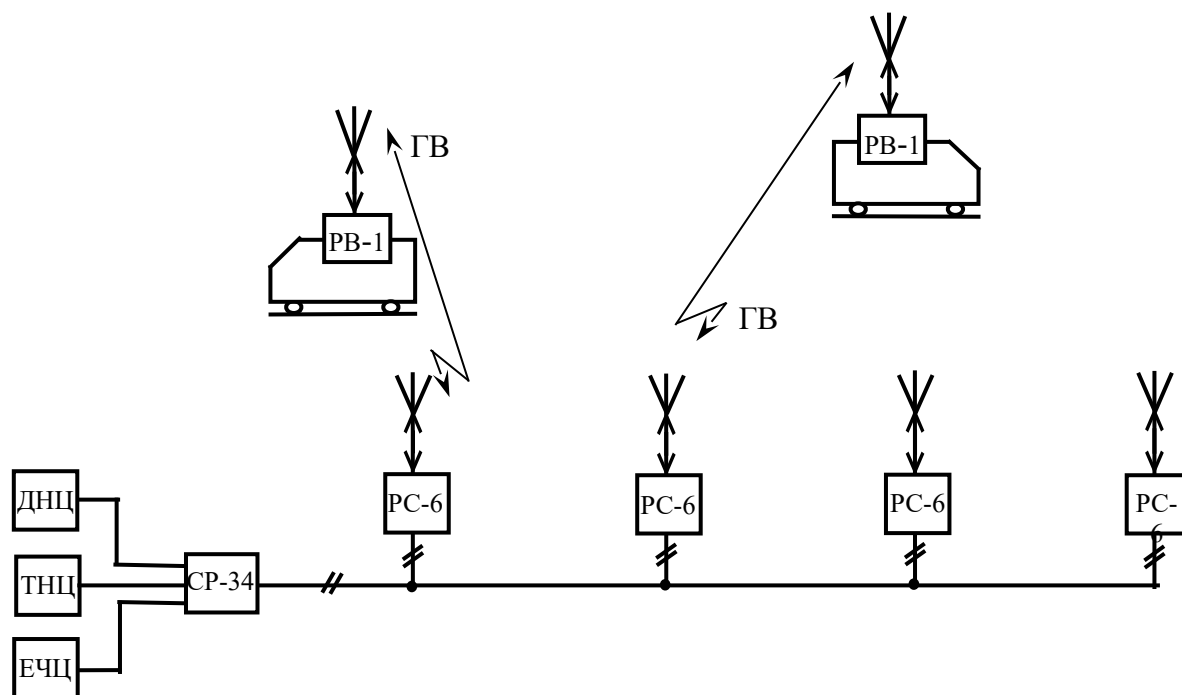


Рисунок 5.1 – Схема організації симплексної лінійної радіомережі ПРЗ-Л(с)

На стаціонарних пунктах уздовж диспетчерської ділянки встановлюють стаціонарні радіостанції „Оріон РС-6”, з'єднані провідним каналом зв'язку між собою і з розпорядницькою станцією „Оріон УСР” диспетчера. До розпорядницької станції СР-34 підключають три пульти керування: один основний (ПУ-О) і два додаткових (ПУ-Д). У поїзного диспетчера встановлюють ПУ-О, у локомотивного й енергодиспетчера – ПУ-Д. До стаціонарних радіостанцій РС-6 двопровідною лінією підключаються пульти керування ПУС, встановлені на робочих місцях ДСП. Пульти можуть бути віднесені від шафи радіоустаткування на відстань до 15 км.

Зв'язок ДНЦ і ТЧМ здійснюється по складеному комбінованому радіопровідному каналу. При цьому безпосередньо по радіо зв'язок здійснюється тільки на ділянці між РС-6 і радіостанцією РВ-1, що возять, у межах їхніх зон дії, а по лінійному провідному – між РС-6 і СР-34.

Для цього в радімережі ПРЗ-Л(с) використовують дистанційне підключення до лінії зв'язку стаціонарних радіостанцій РС-6 і керування режимами їхньої роботи *Приймання/Передача*.

На радіостанції РС-6 встановлюють умовний номер радіостанції, по якому вона дистанційно підключається до каналу зв'язку. Поїзний диспетчер, знаючи приблизно місцезнаходження поїзда на ділянці в даний момент часу, підключає до лінії найближчу до поїзда радіостанцію РС-6 натисканням на пульті ПУ-О відповідної кнопки. При цьому в лінію зв'язку надходить двочастотний послідовний код F_n, F_m . Радіостанція, яка настроєна на цю кодову комбінацію, підключається до провідного каналу зв'язку і передає про це підтвердження. Одночасно з передачею підтвердження радіостанція РС-6 передає в ефір сигнал виклику машиніста частотою 1000 Гц. Викличний сигнал на 10 с переводить у режим приймання радіостанції всіх локомотивів, що знаходяться в зоні дії радіостанції РС-6.

Приймання підтвердження від РС-6 індиціюється на пульті ПУ-О. Потім диспетчер натискає педаль або тангенту мікротелефонної трубки і голосом викликає потрібного машиніста, який починає переговори з диспетчером.

Для дистанційного керування радіостанцією РС-6, яка підключена до лінійного провідного каналу, використовують постійний струм або кодове управління. При натисканні педалі (тангенти) у лінію надходить постійний струм від спеціального блоку (БУП) або двочастотний послідовний код F_a, F_b , що переводить радіостанцію РС-6 у режим передачі. При відпусканні педалі (тангенти) припиняється надходження в канал зв'язку постійного струму від блоку БУП або передається кодова комбінація F_b, F_a і радіостанція РС-6 переводиться в режим приймання.

По закінченні переговорів диспетчер натисканням кнопки *Відбій* передає команду (двочастотний послідовний код F_k, F_l) на відключення радіостанції РС-6 від каналу зв'язку. Якщо команда *Відбій* не прийнята, то радіостанція РС-6 після закінчення 60 с з моменту останньої команди керування автоматично відключиться від лінії.

При виклику диспетчера машиністом усі стаціонарні радіостанції РС-6, що прийняли викличний сигнал частотою 700 Гц, аналізують якість каналу радіозв'язку. У результаті роботи пристрою автоматичного вибору радіостанції до каналу зв'язку підключиться тільки одна радіостанція РС-6, через яку забезпечується краща якість радіозв'язку машиніст-диспетчер.

Підключившись до провідного каналу зв'язку, радіостанція РС-6 передає у бік розпорядницької станції СР-34 код її умовного номера (F_n , F_m) і одночасно випромінює в ефір протягом 0,5 с сигнал контролю підключення частотою 900 Гц. Кодова комбінація приймається розпорядницькою станцією СР-34. При цьому станція переводиться з режиму чергового приймання в режим приймання і висвітлюється світлодіод, що відповідає номеру радіостанції РС-6, яка підключилася. Машиніст, прийнявши контрольний сигнал, голосом викликає диспетчера.

У радіомережі ПРЗ-Л(с) можлива організація зв'язку між машиністами зустрічних поїздів або поїздів, що йдуть вслід, посилкою сигналу групового виклику частотою 1000 Гц. Виклик чергових по станції здійснюється частотою 1400 Гц.

У радіомережах ПРЗ-Л(с) передбачають реєстрацію всіх переговорів, що ведуться, з фіксацією поточного часу.

Зонні мережі в поїзному радіозв'язку організують для переговорів машиністів поїзних локомотивів з абонентами, розосередженими по ділянці (черговими по станції, черговими по переїздах, ремонтними бригадами на перегонах, машиністами локомотивів зустрічних поїздів і поїздів, що йдуть слідом, працівниками воєнізованої охорони, черговими по депо) і абонентами, які знаходяться в поїзді (начальниками пасажирських поїздів, роз'їзними стрільцями ВОХР).

Ці радіомережі організуються безпосередньо в межах зон дії радіостанцій на спеціально виділених частотах метрового діапазону, закріплених за кожною категорією абонентів. Відповідно до таблиці 5.1 в мережах ПРЗ-3 використовують шість груп робочих частот для виключення взаємних впливів від радіостанцій радіомереж, організованих на сусідніх ділянках залізниць, що особливо важливо на підходах до великих залізничних вузлів. Групи робочих частот міняються на стиках диспетчерських кіл автоматично, або – машиністом вручну.

Основні абоненти поїзного радіозв'язку: чергові по станціях, чергові по переїздах і машиністи поїзних локомотивів використовують загальну робочу частоту f_d , єдину в межах усієї диспетчерської дільниці. За іншими категоріями абонентів частоти закріплені відповідно до таблиці 5.1. Частоти f_E , f_H , f_K і f_T є загальними для цих категорій абонентів на всій мережі залізниць, що пояснюється значним віддаленням абонентів один від одного, яке дозволяє виключити взаємні впливи.

Таблиця 5.1 – Номери каналів поїзного симплексного радіозв'язку

Номери групи		1	2	3	4	5	6
Канали в групі							
Основний канал ПРЗ	f_d	26	25	22	16	14	9
Бригадир і ЛБК	f_E	34	34	34	34	34	34
Стрілок	f_H	12	12	12	12	12	12
Черговий по депо	f_K	11	11	11	11	11	11
Керівник ремонтних робіт	f_L	8	3	15	7	1	2
Чергові по перону і по вокзалу	f_M	3	21	6	3	6	29
Міліція	f_N	4	4	4	4	4	4
Допоміжний канал ПРЗ	f_T	36	36	36	36	36	36

Мережі ПРЗ-3 працюють у симплексному режимі з груповим викликом абонентів. Поїзні локомотиви обладнують радіостанціями РВ-4, що возять, які можуть працювати у двох діапазонах частот: у гектометровому – у мережах ПРЗ-Л(с) і в метровому діапазоні – у зонних мережах ПРЗ-3.

На рисунку 5.2 подано фрагмент пульта керування локомотивної радіостанції і умовно показані радіостанції інших абонентів мережі ПРЗ-3.

У вихідному стані усі радіостанції знаходяться в режимі *Чергове приймання* на основному каналі, що відповідає робочій частоті, закріпленій за даною категорією абонентів (при цьому мікротелефонні трубки знаходяться у пультах керування).

(продуктивність локомотивів, оборот вагонів та ін.) і економічні показники (собівартість перевезень, продуктивність праці тощо).

Використання технологічного радіозв'язку дозволяє покращити умови праці багатьох працівників залізничного транспорту.

Додаткові відомості з тематики лабораторної роботи наведені в [4, 5].

4 Програма і методика досліджень

4.1 В лабораторії ознайомтесь з конструкцією та складом обладнання стаціонарних та радіостанцій, що возять, поїзного радіозв'язку.

4.2 Установіть спільну робочу частоту радіостанцій та, ввімкнувши їх електроживлення, організуйте радіомережу.

4.3 Перевірте роботу радіомережі, провівши виклик абонентів та контрольні переговори в таких режимах:

- поїзний диспетчер викликає машиніста поїзного локомотива;
- машиніст локомотива викликає поїзного диспетчера;
- черговий по станції викликає машиніста поїзного локомотива;
- машиніст локомотива викликає чергового по станції;
- машиніст локомотива викликає іншого машиніста локомотива.

5 Зміст звіту

5.1 Назва та мета роботи.

5.2 Схема організації лінійної мережі поїзного радіозв'язку.

5.3 Алгоритм встановлення з'єднання при виклику машиніста локомотива поїзним диспетчером.

5.4 Алгоритм встановлення з'єднання при виклику поїзного диспетчера машиністом локомотива.

5.5 Алгоритм встановлення з'єднання при переговорах машиністів локомотивів.

Контрольні питання

1 Класифікації мереж поїзного технологічного радіозв'язку.

2 Які смуги частот виділені для організації мереж поїзного технологічного радіозв'язку?

3 Призначення, склад абонентів, організація мереж лінійного поїзного радіозв'язку .

4 Призначення, склад абонентів і організація зонних мереж поїзного радіозв'язку.

5 Порядок встановлення зв'язку ДНЦ-машиніст, машиніст-ДНЦ в симплексних мережах ПРЗ-Л(С).

6 Порядок встановлення зв'язку в зонних мережах ПРЗ.

7 Техніко-економічна ефективність використання поїзного радіозв'язку.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

Дослідження стільникових мереж технологічного радіозв'язку стандарту GSM-R

1 Мета роботи

1.1 Дослідження принципів побудови та структурних схем мереж стільникового технологічного зв'язку стандарту GSM-R.

1.2 Дослідження функціональних можливостей мереж стільникового технологічного радіозв'язку стандарту GSM-R.

2 Домашнє завдання

2.1 Ознайомтесь з теоретичним матеріалом, наведеним в методичних вказівках, та продумайте відповіді на контрольні питання.

2.2 Вивчіть програму і методику досліджень.

3 Короткі теоретичні відомості

Стільникові системи рухомого радіозв'язку належать до категорії систем з малими зонами обслуговування з багаторазовим повторним використанням робочих частот. Система будується у вигляді сукупності окремих чарунок, які покривають певну територію. Зазвичай чарунки на схемах частотно-територіального планування зображують у вигляді

правильних шестикутників, які нагадують бджолині соти (стільники). Це дало відповідну назву мережі.

В кожній чарунці знаходиться базова станція, яка обслуговує всі рухомі станції в межах чарунки. Усі базові станції з'єднані з центром комутації і управління мережею по проведених або радіорелейних каналах зв'язку. Зв'язок між абонентами одного стільника здійснюється за рахунок ретрансляції (переприймання) сигналів базовою станцією цієї зони. Радіозв'язок між абонентами різних стільників здійснюється з використанням з'єднувальних ліній між базовими станціями цих стільників через центр комутації та управління. При переміщенні абонента із одного стільника в інший здійснюється передача його обслуговування від однієї базової станції до іншої без перерви зв'язку. Така процедура, що забезпечує безперервність зв'язку під час переміщення, називається передаванням управління за викликом або естафетним передаванням (handover). Надання послуг зв'язку з використанням ресурсів іншої мережі називають роумінг (roaming).

За рахунок обмеження потужності передавачів базових станцій і розмірів окремих робочих зон забезпечується можливість повторного використання частот. Це дозволяє ефективно використовувати радіочастотний ресурс для організації радіозв'язку на значних територіях при обмеженому числі робочих частот.

Використання стільникових систем для організації мереж рухомого радіозв'язку загального користування розпочалося з 1983 року.

Системи стільникового рухомого радіозв'язку пройшли певні етапи розвитку. До першого покоління (1-st Generation, 1G) відносять системи стільникового рухомого зв'язку, які базуються на застосуванні аналогових сигналів. Друге покоління (2G) систем стільникового зв'язку застосовують цифрові методи формування, приймання та оброблення сигналів. Найпоширенішим стандартом для систем загального користування став цифровий стандарт GSM-900 (Global System for Mobile communication) – глобальна система мобільного зв'язку.

Перспективні системи рухомого залізничного технологічного радіозв'язку доцільно будувати на основі стільникових технологій. Такі системи повинні відповідати наступним вимогам:

- бути загальноєвропейським міжнародним цифровим стандартом, що передбачає мінімальну ступінь модифікації для застосування на залізницях;
- забезпечувати надійність в роботі, яка перевірена в мережах рухомого зв'язку загального користування;
- забезпечувати інтеграцію всіх служб і послуг зв'язку залізничного призначення в одній мережі;
- забезпечувати високу надійність і безперервність зв'язку, високу якість передачі при швидкості руху поїзда до 350 км/год;
- підтримувати спеціалізовані послуги зв'язку для залізниць, які існують на сьогоднішній день;
- передбачати можливість плавного введення нових служб і послуг, організованих в майбутньому;
- бути економічно ефективним при впровадженні і експлуатації.

В червні 1997 року залізничні адміністрації 32 країн Європи зробили остаточний вибір перспективної технології технологічного радіозв'язку на користь стандарту GSM-R (GSM for Railway), створеного на основі найбільш випробуваного і поширеного у світі стандарту стільникового мобільного зв'язку GSM.

Зараз в більшості країн Європи системи GSM-R знаходяться в стадії впровадження, що дозволить суттєво розширити функціональні можливості радіомереж, підвищити надійність та якість зв'язку. На залізницях Російської Федерації створені дослідні ділянки мереж GSM-R. Україна теж приєдналась до рішення про впровадження систем GSM-R на залізничному транспорті і в найближчій перспективі постане питання організації і проектування таких радіомереж.

З точки зору реалізації апаратної частини система GSM-R потребує мінімального доопрацювання і розрахована на роботу в спільній смузі частот 900 МГц, що забезпечить експлуатаційну сумісність транс'європейської мережі залізничного радіозв'язку. Програмними засобами реалізуються специфічні вимоги

залізниць щодо функціональної адресації абонентів, групового виклику, запровадження системи пріоритетів, термінового виклику та ін.

Впровадження систем GSM-R є безумовно виправданим насамперед для залізничних ліній зі швидкісним рухом поїздів (орієнтовно понад 2,5 тис. км) та ліній I категорії, які призначені для концентрації основних обсягів міжнародних і внутрішніх перевезень. Такі лінії складають понад 6 тис. км з 22 тис. км загальної експлуатаційної довжини залізниць України.

В мережах стільникового технологічного радіозв'язку на залізницях передбачається використання смуг частот для каналів угору, 876-880 МГц і 921-925 МГц (для ліній вниз) (рисунок 6.1). Таким чином передбачається використання спільних смуг частот для мереж технологічного радіозв'язку на залізницях Європи.

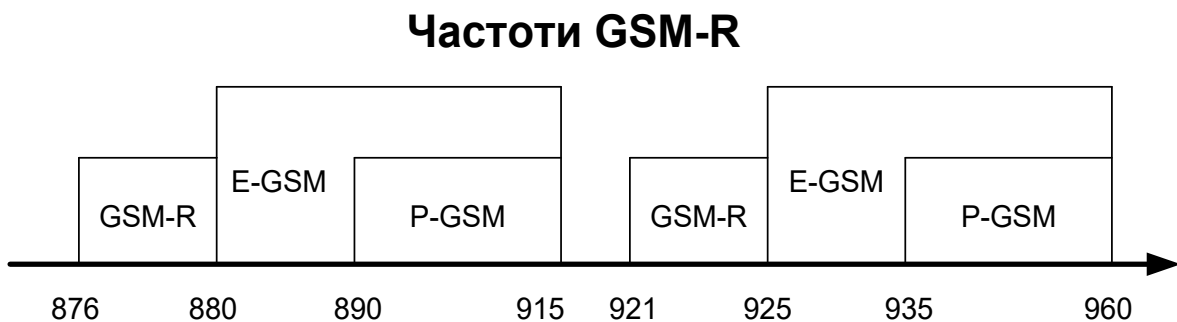


Рисунок 6.1 – Смуги частот GSM-R

На рисунку 6.2 подана структурна схема мережі стільникового зв'язку GSM-R. Мережу GSM-R складають:

- підсистема базових станцій;
- підсистема мобільних абонентських радіостанцій;
- мережева та комутаційна підсистема.

Обладнання підсистеми базових станцій BSS (Base Station Sub-system) включає один контролер базових станцій BSC (Base Station Controller) і декілька базових прийомопередавальних станцій BTS (Base Transceiver Station). До складу базових станцій входять радіопередавальні, радіоприймальні пристрої і дві рознесені антени. Наявність в базовій станції декількох прийомопередавачів дозволяє вести одночасну передачу інформації по створених на різних частотах каналах. Контролер базових станцій здійснює керування і контроль працездатності

усіх блоків базових станцій. Контролери базових станцій з'єднуються з центром комутації мобільного зв'язку за допомогою первинного цифрового потоку зі швидкістю 2048 кбіт/с.

Доступ рухомих абонентів до ресурсів мережі GSM-R здійснюється через підсистему мобільних станцій MS (Mobile Station). Мобільна станція містить приймально-передавальний блок з малогабаритною антеною та модуль ідентифікації абонента-SIM картку (Subscriber Identity Module). Передбачено виробництво абонентських станцій у вигляді мікротелефонної трубки та у вигляді мобільних радіостанцій які встановлюються на рухомі об'єкти. При передачі повідомлень здійснюється автоматичне регулювання потужності передавача для забезпечення необхідної якості зв'язку. З огляду апаратної частини відмінності від GSM-900 є мінімальні. Вони полягають у застосуванні відповідного термінального устаткування мобільних станцій, розроблених з урахуванням потреб залізничників. Ці пристрої розміщені в протиударному корпусі, оснащені кнопкою екстреного виклику й підтримують всі частотні діапазони GSM.

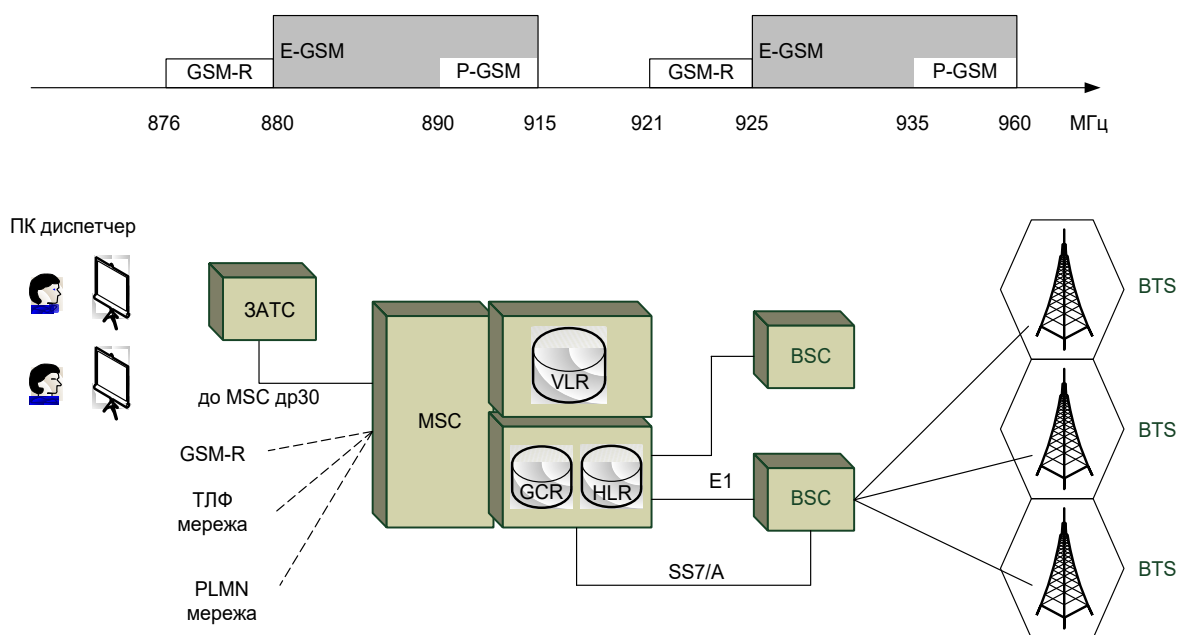


Рисунок 6.2 – Структурна схема мережі стільникового зв'язку GSM-R

Центр комутації мобільного зв'язку MSC (Mobile Switching Center) забезпечує маршрутизацію викликів і функції управління

викликами. Крім того, центр комутації MSC забезпечує постійне стеження за рухомими об'єктами, використовуючи реєстри місцезнаходження HLR (Home Location Register) і переміщення VLR (Visited Location Register). У реєстрі HLR зберігається та частина інформації про місцезнаходження будь-якої мобільної станції, яка дозволяє центру комутації доставити виклик, тобто реєстр місцезнаходження фактично являє собою довідкову базу абонентів, які зареєстровані в даній мережі.

В мережну структуру GSM-R входить диспетчерська підсистема, що складається з відомчої АТС для підключення диспетчерських пультів управління і диспетчерського сервера. Встановлення з'єднань між диспетчером та машиністом локомотива здійснюється набором на пульті диспетчера (при вихідному від нього з'єднанні) чи на пульті машиніста (при вхідному з'єднанні до диспетчера) відповідного відомого номера радіостанції локомотива чи відомого номера диспетчера. Пульти управління диспетчера побудовані на базі персонального комп'ютера PC з сенсорним монітором (виконаним за технологією Touch-Screen) з використанням для кожного виду зв'язку окремої екранної форми (сторінки). Екранні форми відповідних видів зв'язку зображені у вигляді кнопочних інформаційно-керуючих панелей з зазначенням типів абонентів (об'єктів). На кожній сторінці передбачене вікно з постійною для відповідного робочого місця інформацією про всі види зв'язку, що організовуються за допомогою пульта. Зокрема, для пульта диспетчера повинна бути сформована екранна форма організації поїзного радіозв'язку та зв'язку з бригадами пасажирських поїздів. На кожній сторінці повинно бути передбачене вікно зі всіма необхідними для даного виду зв'язку функціональними клавішами (посилка викличного сигналу, постановка абонента на виклик, відбій та ін.).

В MSC мережі GSM-R передбачені спеціалізовані сервіси: групові і циркулярні виклики, система пріоритетів, функціональна адресація та адресація в залежності від місцезнаходження, які необхідні в мережах залізничного технологічного радіозв'язку. Ці функції реалізуються новим функціональним елементом –реєстром групових викликів (GCR), у якому міститься інформація про пріоритетність абонентів, а

також різні параметри групових викликів. Регістр GCR відповідає за обслуговування групових викликів.

За допомогою групових і циркулярних викликів реалізується можливість встановлювати зв'язок одночасно з декількома абонентами в певній зоні, наприклад, з усіма машиністами локомотивів у зоні керування даного диспетчера, і передавати інформацію кожному з них, але у випадку циркулярного виклику абоненти, яких викликають, можуть тільки слухати, але не відповідати, а при груповому – брати участь у переговорах.

Система пріоритетів дозволяє в необхідних умовах навіть при зайнятих мережевих ресурсах здійснити з'єднання, яке має більш високий пріоритет. Різним видам викликів присвоюють різні класи пріоритетів відповідно до рекомендацій Міжнародного союзу залізниць (таблиця 6.1). Виклики з більш високим пріоритетом виконуються першочергово, а при відсутності вільних каналів відмикають виклики з більш низьким пріоритетом.

Таблиця 6.1 – Класи пріоритетів зв'язку

Пріоритет МСЗ	Ко д	Класи пріоритетів
Виклик у випадку аварійної ситуації	0	Найвищий
Управління поїздом та безпекою руху	1	
Виклики у випадку позаштатної ситуації	2	
Виклики з питань експлуатації залізниць	3	
Виклики з інших питань	4	Нижчий

Послуга дозволяє організацію різноманітних рівнів пріоритетності самих абонентів. Кожному абоненту в мережі GSM-R призначається певна група пріоритетності.

В мережах GSM-R нормується оперативність встановлення з'єднань. В 95 % випадків час встановлення з'єднань не повинен перевищувати норм, наведених в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Визначений стандартом час встановлення викликів

Тип виклику	Час встановлення виклику
-------------	--------------------------

Аварійний залізничний виклик	<2 с
Групові виклики між машиністами однієї зони	<5 с
Всі оперативні виклики з мобільного телефону на стаціонарний, які не відносяться до вищевказаних	<5 с
Всі оперативні виклики зі стаціонарного телефону на мобільний, що не відносяться до вищевказаних	<7 с
Всі оперативні виклики з мобільного телефону на мобільний, що не відносяться до вищевказаних	<10 с
Всі виклики з низьким пріоритетом	<10 с

До числа інших важливих властивостей мереж GSM-R відносяться послуги функціональної адресації FA і адресація в залежності від місця знаходження абонента LDA, який викликає.

За допомогою функціональної адресації машиніст або абоненти в поїзді, відповідальні за певні функції, можуть бути викликані за рахунок введення змінного номера поїзда й функціонального номера FN, а не фізичного абонентського номера. Окрім звичайного абонентського номера, кожному абоненту мережі GSM-R надається один або декілька функціональних номерів – FN.

Завдяки тому, що функціональний номер надається за відповідною посадою та функціями в роботі, відпадає необхідність знати конкретні абонентські номери.

Особливо корисною функцією для машиністів локомотивів є адресація в залежності від місця знаходження LDA. Завдяки функції LDA машиністу не потрібно дізнаватися, в якій зоні обслуговування диспетчера він знаходиться в даний час, і який номер йому потрібно набирати, щоб встановити зв'язок з потрібним диспетчером. Незалежно від місця чи зони знаходження машиніст може набирати один і той самий

уніфікований скорочений номер, одразу автоматично з'єднуючись з потрібним диспетчером, відповідальним за дану ділянку шляху слідування поїзда.

Відомі пропозиції і певний досвід використання інфраструктури існуючих систем стільникового радіозв'язку стандарту GSM загального користування для створення відомчих віртуальних мереж технологічного радіозв'язку. Це технічно можливо при розташуванні базових станцій в зоні проходження залізничних ліній і технологічно допустимо для організації мереж залізничного технологічного радіозв'язку, не пов'язаних безпосередньо з управлінням рухом поїздів, а таких, що використовуються для переговорів при експлуатації і технічному обслуговуванні технічних засобів залізниць.

Систему GSM-R на другому етапі впровадження передбачається використовувати для створення загальноєвропейської системи автоматичного контролю руху поїздів (ETCS), що дозволяє відмовитися від візуальної сигналізації поїзної ситуації, коли необхідна інформація про стан колій і рекомендовану швидкість буде передаватися через канали GSM-R із центра автоматизованого управління рухом поїздів (RBC) на комп'ютер машиніста.

Впровадження на залізничному транспорті цифрових стільникових мереж стандарту GSM-R суттєво поліпшує техніко-економічний ефект від застосування технологічного радіозв'язку. Організація різних мереж на єдиній апаратній основі дозволяє суттєво спростити експлуатацію. Підвищення якості зв'язку, надійності обладнання та розширення функціональних можливостей радіомереж дозволяє поліпшити управління перевізним процесом.

Додаткові відомості з тематики лабораторної роботи наведені насамперед в [6,8].

4 Програма досліджень

4.1 В лабораторії ознайомтесь з конструкцією та складом обладнання базової станції системи GSM.

4.2 Дослідити принципи побудови стільникових мереж та організацію радіозв'язку.

4.3 Дослідити особливості спеціалізованих сервісів у мережах GSM-R:

- організацію групових і циркулярних викликів;
- функціональну адресацію абонентів;
- систему пріоритетів.

5 Зміст звіту

5.1 Назва та мета роботи.

5.2 Структурна схема мережі GSM-R.

5.3 Опис додаткових послуг в мережах GSM-R.

Контрольні питання

1 Загальні принципи побудови стільникових мереж.

2 Основні елементи стільникової мережі стандарту GSM-R?

3 Основні специфічні вимоги при використанні стільникових систем GSM в мережах залізничного технологічного радіозв'язку ?

4 Що таке функціональна адресація в мережах GSM-R?

5 Які рівні пріоритетів реалізовані в системі GSM-R?

6 Види викликів, які реалізовані в системі GSM-R?

7 Основні технічні характеристики обладнання систем GSM-R?

8 Мета створення і впровадження стільникових систем на залізницях.

9 Техніко-економічні переваги цифрових стільникових систем залізничного технологічного радіозв'язку.

10 Основні експлуатаційно-технічні характеристики мереж стільникового технологічного зв'язку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Правила технічної експлуатації залізниць України. – К.: Транспорт України, 1995.

2 Оперативно-технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. Ю.В. Юркина. – М.: ГОУ УМЦ ЖДТ, 2007.

3 Кудряшов В.А., Моченов А.Д. Транспортная связь: Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. – М.: Маршрут, 2005.

4 Волков В.М., Головин Э.С., Кудряшов В.А. Электрическая связь и радио на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1991.

5 Єлізаренко А.О., Єлізаренко О.В. Мережі технологічного радіозв'язку на залізничному транспорті: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2007.

6 Транкінгові мережі залізничного технологічного радіозв'язку: Навч. посіб. для вузів зал. трансп. / О.В. Єлізаренко, А.О. Єлізаренко, В.П. Поляков, К.А. Трубчанинова; Під ред. О.В. Єлізаренко. – К.: Транспорт України. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – 93 с.

7 Частотный план технологической радиосвязи железнодорожного транспорта. – М.: МПС СССР, 1989.

8 Осмина С.В. Перспективы внедрения GSM-R // Автоматика, телемеханика, информатика. – 2007. – № 8. – С. 22-23.