

**ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА  
ЗВ'ЯЗКУ  
Кафедра «Транспортний зв'язок»**

**А.О. Єлізаренко,  
О.В. Єлізаренко**

**МЕРЕЖІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**Конспект лекцій з дисципліни  
"АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА ТА ЗВ'ЯЗОК  
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ"**

**Харків 2007**

Слізаренко А.О., Слізаренко О.В. Мережі технологічного радіозв'язку на залізничному транспорті: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. –47с.

Розглянуті принципи класифікації та склад мереж технологічного радіозв'язку на залізничному транспорті. Наведена інформація про схеми організації, функціональні можливості та особливості роботи станційного, поїзного і ремонтно-оперативного радіозв'язку в системі "Транспорт". Розглянуті основні напрямки розвитку технологічного радіозв'язку.

Рекомендується для студентів факультету УПП, які вивчають системи технологічного радіозв'язку в складі дисципліни "Автоматика, телемеханіка та зв'язок на залізничному транспорті".

Іл. 15, табл.. 7, бібліогр.: 13 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Транспортний зв'язок" 15 грудня 2005р., протокол № 4.

**Рецензент**

К.т.н., доцент М.О.Мороко

## ЗМІСТ

	Вступ .....	4
1	Призначення та склад мереж залізничного технологічного радіозв'язку .....	7
2	Організація мереж станційного радіозв'язку .....	13
2.1	Маневровий і гірковий радіозв'язок .....	13
2.2	Мережі технологічних абонентів .....	18
2.3	Мережі СРЗ для великих залізничних станцій і вузлів .....	22
3	Організація мереж поїзного радіозв'язку .....	28
3.1	Симплексні лінійні радіомережі .....	29
3.2	Дуплексні лінійні мережі ПРС-Л(д) .....	32
3.3	Зонні мережі поїзного радіозв'язку .....	37
3.4	Мережі службового пасажирського радіозв'язку .....	43
4	Організація мереж ремонтно-оперативного радіозв'язку .....	47
4.1	Лінійні мережі РОРЗ-Л .....	47
4.2	Мережі радіозв'язку керівників ремонтних робіт на перегонах РОРЗ-В .....	50
4.3	Мережі службового оперативного радіозв'язку РОРЗ-Т .....	53
5	Основні напрямки розвитку технологічного радіозв'язку на залізницях .....	56
	Список літератури .....	59

## ВСТУП

Система керування технологічними процесами займає особливе місце в складному і різноманітному комплексі пристроїв залізничного транспорту, де основними об'єктами керування є рухомі об'єкти. Ефективність системи керування багато в чому залежить від роботи її основної ланки – засобів зв'язку з рухомими об'єктами, де найбільший розвиток одержав технологічний радіозв'язок.

Технологічний зв'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 використовується для обміну дискретною інформацією в автоматизованих системах керування і регулювання.

Впровадження технологічного радіозв'язку на залізницях СРСР розпочалося в 1947 році, коли спеціалісти ВНДІЗТ і заводу ім. Козацького у м. Омську розробили залізничну радіостанцію ЖР-1. Радіостанція могла працювати в гектометровому діапазоні на частотах 2,080-2,631 МГц і була розрахована на організацію мереж станційного радіозв'язку для переговорів диспетчерів і чергових по станції з машиністами маневрових локомотивів. З 1952 року було розпочато впровадження поїзного радіозв'язку з використанням для передачі сигналів вздовж перегонів так званих спрямовуючих ліній. Їх застосування дозволяє забезпечити необхідну дальність радіозв'язку за рахунок концентрації енергії радіохвиль безпосередньо в зоні проходження поїздів.

В наступні роки проводились роботи з подальшого удосконалення технічних засобів радіозв'язку та розширення сфер їх застосування.

В 1972 році було розпочате впровадження уніфікованих радіостанцій поїзного та станційного радіозв'язку ЖР-У, які розраховані на роботу в двох діапазонах радіохвиль - гектометровому і метровому.

Наступним важливим кроком стало розроблення комплексної уніфікованої системи залізничного технологічного радіозв'язку "Транспорт", яке здійснювалось відповідно до постанови Ради Міністрів СРСР № 0182 від 12.07.1978 року. Її задачею було максимальне забезпечення всіх працівників залізниць засобами радіозв'язку, які б відповідали світовим стандартам якості.

Система "Транспорт" розрахована на організацію мереж радіозв'язку в трьох діапазонах радіохвиль: в гектометровому, метровому та дециметровому і включає поїзний (ПРЗ), станційний (СРЗ) і ремонтно-оперативний радіозв'язок (РОРЗ).

Поїзний радіозв'язок – це комплекс мереж технологічного радіозв'язку, які організуються уздовж ділянок залізниць, для зв'язку різних категорій абонентів з машиністами поїзних локомотивів.

Станційний радіозв'язок являє комплекс мереж рухомого телефонного радіозв'язку, які організуються на території залізничних станцій і вузлів.

Ремонтно-оперативний радіозв'язок – комплекс мереж технологічного радіозв'язку з рухомими об'єктами, які організуються при проведенні технічного обслуговування і ремонту пристроїв, аварійно-відбудовних робіт на станціях і перегонах.

В даний час на залізничному транспорті України продовжується впровадження комплексу мереж технологічного радіозв'язку системи «Транспорт», але цей процес не виправдано затягся.

Існуючі мережі технологічного радіозв'язку в основному обладнані радіостанціями комплексу ЖР-У. Ці радіостанції відрізняються від радіостанцій "Транспорт" за електричними параметрами, елементною базою і конструкцією. Але основні функціональні можливості радіозасобів комплексу ЖР-У і системи "Транспорт" в частині організації більшості радіомереж аналогічні.

Можлива спільна робота радіостанцій "Транспорт" і ЖР-У, але різниця в розносі частот сусідніх каналів (25 кГц – в "Транспорт" і 50 кГц в ЖР-У) і пов'язана з цим різниця параметрів випромінюваних сигналів і смуги пропускання радіоприймачів може привести до зниження якості передачі.

В розділі 1 конспекту лекцій розглянуті призначення та класифікація мереж радіозв'язку на залізничному транспорті в системі "Транспорт". В розділах 2-4 розглянуті схеми організації та особливості роботи кожного з різновидів мереж станційного, поїзного і ремонтно-оперативного радіозв'язку.

Недоліками існуючих традиційних, або, як ще називають, конвенціональних мереж технологічного радіозв'язку на закріплених каналах є локалізація радіомереж і їхня взаємна роз'єднаність, неефективне використання спектра частот, складність забезпечення електромагнітної сумісності при великій кількості радіозасобів.

Більш перспективним напрямком в галузі розвитку радіозв'язку є створення для багатьох категорій абонентів залізничного транспорту єдиної оперативно-технологічної системи радіозв'язку на базі транкінгової або стільникової мережі, що дозволяє надати абонентам весь комплекс послуг, характерних для сучасних систем телекомунікацій, а також забезпечує найбільш раціональне використання радіочастотного спектра і високу якість зв'язку.

В заключному розділі 5 викладені основні напрямки розвитку технологічного радіозв'язку на залізничному транспорті.

Цей конспект насамперед призначений для студентів факультету УПП, які вивчають системи технологічного радіозв'язку в складі дисципліни "Автоматика, телемеханіка та зв'язок на залізничному транспорті".

Конспект буде корисним і для студентів факультету АТЗ при вивченні відповідних розділів, а також для широкого кола осіб, які цікавляться застосуванням радіозв'язку на залізницях.

# 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА СКЛАД МЕРЕЖ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Правила технічної експлуатації залізниць України [1] передбачають застосування засобів радіозв'язку у всіх технологічних ланках роботи: для керівництва станційною і поїзною роботою, технічного обслуговування і ремонту споруджень і пристроїв, проведення аварійно-відбудовних робіт.

З урахуванням технологічних особливостей радіомереж комплексна система залізничного технологічного радіозв'язку "Транспорт" включає: станційний радіозв'язок (СРЗ), поїзний радіозв'язок (ПРЗ) і ремонтно-оперативний радіозв'язок (РОРЗ). На рисунку 1 наведена класифікація радіомереж.

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, які возять (РВ), які встановлюють на локомотивах і інших рухомих об'єктах; радіостанції, які носять (РН), які дають працівникам залізничного транспорту.

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 [2-4].

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 та ін.

Особливу групу абонентів станційного радіозв'язку складають диспетчери лінійних підрозділів і рухомі ремонтні бригади на території великих залізничних станцій і вузлів. Для цих абонентів доцільна організація радіомережі СРЗ-У з використанням групи рівнодоступних каналів. За сформованою зараз термінологією такі радіомережі називають транкінговими [10]. Використання спільної групи каналів всіма абонентами дозволяє істотно підвищити оперативність зв'язку й ефективність використання радіочастот.

Саме на залізничних станціях зосереджена значна кількість радіомереж різного призначення. В таблиці 1 в якості прикладу наведено склад радіомереж СРЗ для великої сортувальної станції.

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, стрільці воєнізованої охорони в поїздах і на об'єктах, що охороняються<sup>4</sup>

- 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 по розподілу місць, лінійними медичними



пунктами, підрозділами міліції та ін.

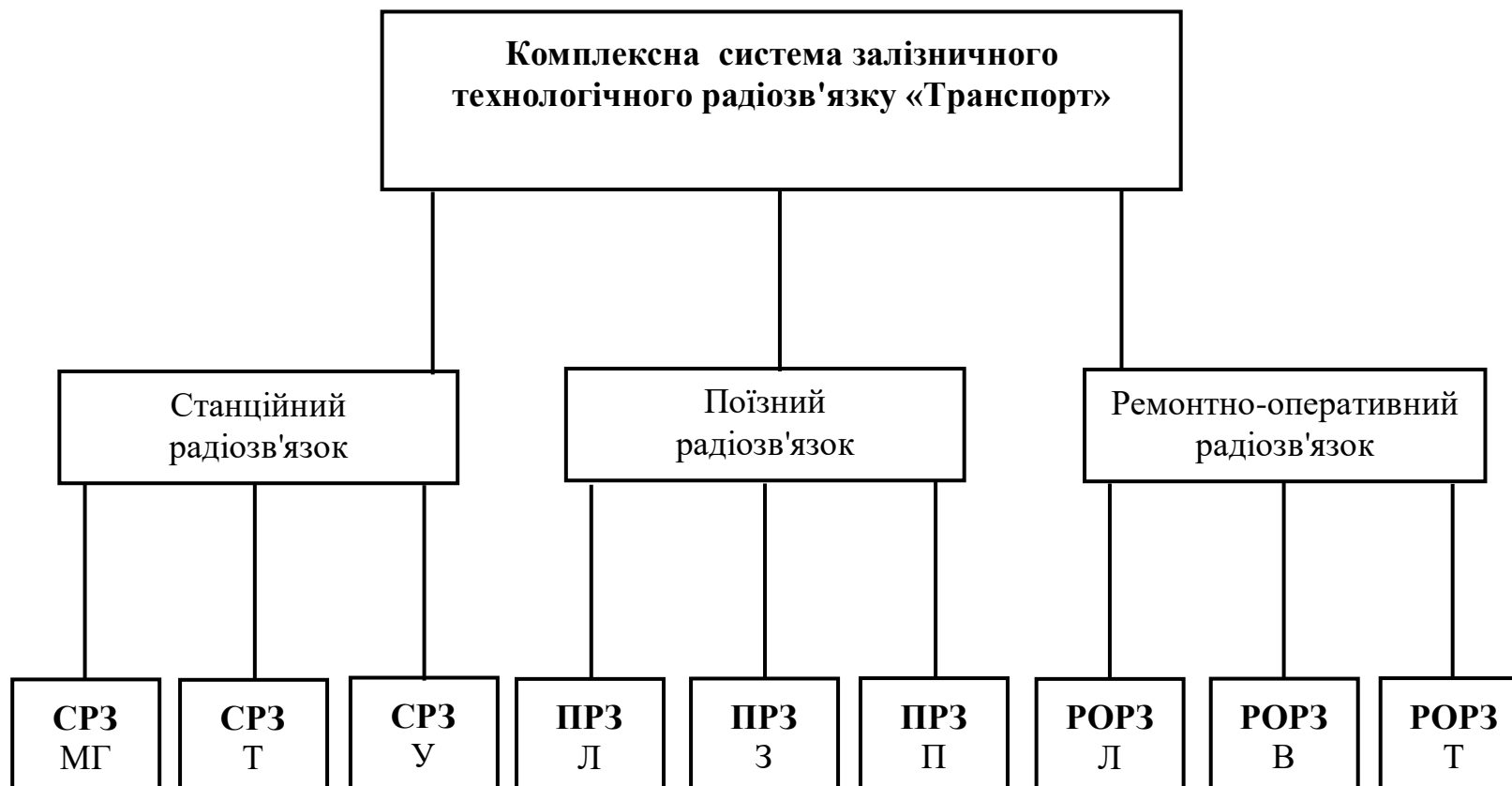


Рисунок 1 – Класифікація мереж залізничного технологічного радіозв'язку

Рис.1

Для підвищення оперативності проведення ремонтних робіт на залізницях організують три різновиди радіомереж ремонтно-оперативного зв'язку: лінійну диспетчерську мережу РОРЗ-Л, внутрішню радіомережу в зоні провадження робіт на перегоні РОРЗ-В, службовий оперативний радіозв'язок з виходом на абонентів відомчої телефонної мережі РОРЗ-Т [7].

Мережі РОРЗ-Л призначені для переговорів керівників ремонтних робіт на перегонах з поїзним і енергодиспетчерами, з диспетчерами дистанцій колії та сигналізації і зв'язку.

Мережі РОРЗ-В забезпечують радіозв'язок керівників ремонтних робіт на перегонах з виконавцями і сигналістами, що обгороджують зону робіт.

Абоненти оперативного радіотелефонного зв'язку РОРЗ-Т повинні мати вихід на мережі службового телефонного зв'язку, що забезпечує більш високі можливості координації дій усіх керівників технологічних процесів, у першу чергу, на великих залізничних станціях і вузлах. Така радіомережа організується з використанням групи рівнодоступних каналів.

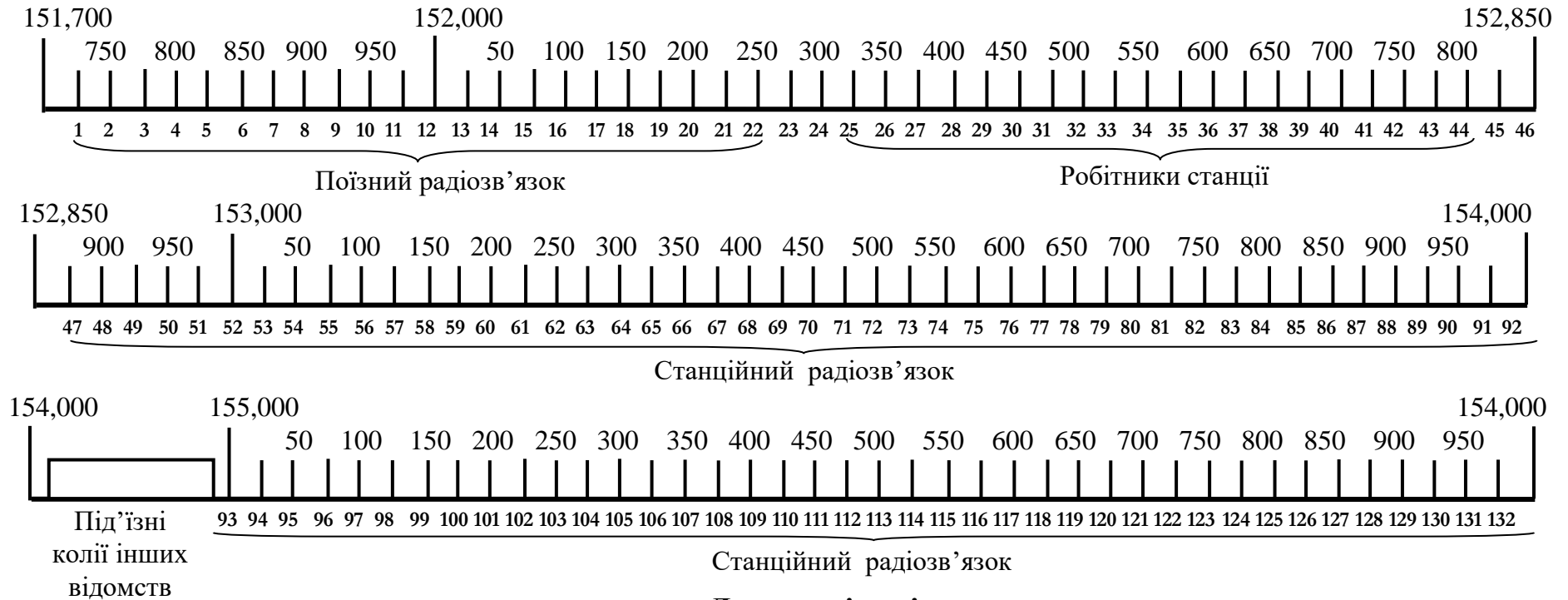
Для організації мереж технологічного радіозв'язку в системі «Транспорт» на залізницях використовують канали в трьох діапазонах радіочастот: гектометровому, метровому і дециметровому. Сітка частот системи «Транспорт» у метровому і дециметровому діапазонах наведена на рисунку 2. У сітці частот показані умовні номери радіоканалів і їхня частота з кроком 25 кГц. Конкретний розподіл каналів для радіомереж різного призначення наведено в таблицях 2-8 у відповідних розділах конспекту лекцій.

Лінійні мережі симплексного поїзного радіозв'язку ПРЗ-Л(с) організують у гектометровому діапазоні радіохвиль на частотах 2,13 і 2,15 МГц. При цьому для передачі сигналів радіочастот широко використовують різні напрямні лінії, що проходять уздовж ділянок залізниць [6]. На ділянках з інтенсивним рухом потягів передбачається організація дуплексних мереж поїзного радіозв'язку ПРЗ-Л(д) у діапазоні дециметрових радіохвиль на каналах в області частот 307; 343 МГц.

Таблиця 1 – Основні характеристики мереж технологічного радіозв'язку на станціях і вузлах

Найменування радіомереж	Склад абонентів радіомереж	Кількість радіостанцій при автономній організації радіомереж			Допустимий час чекання зв'язку, $t_{ож}$ , с
		стаціонарні РС	такі, що возять РВ	такі, що носять РН	
Гірковий радіозв'язок	Черговий по гірці (оператор), машиністи гіркових локомотивів, гіркові складачі, регулювальники швидкості відчепів	1-2	2-4	2-7	1-2
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 гальмівних засобів, оглядачі вагонів, оглядачі автогальм	1-2	-	4-12	10-20
Радіозв'язок працівників ПКО	Оператор ПКО, комерційні оглядачі, робітники по усуненню 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, ЕЧ, ТЧ, ВЧД та ін.	3-9	20-90	5-10	30-40

### Симплексні канали



### Дуплексні радіоканали

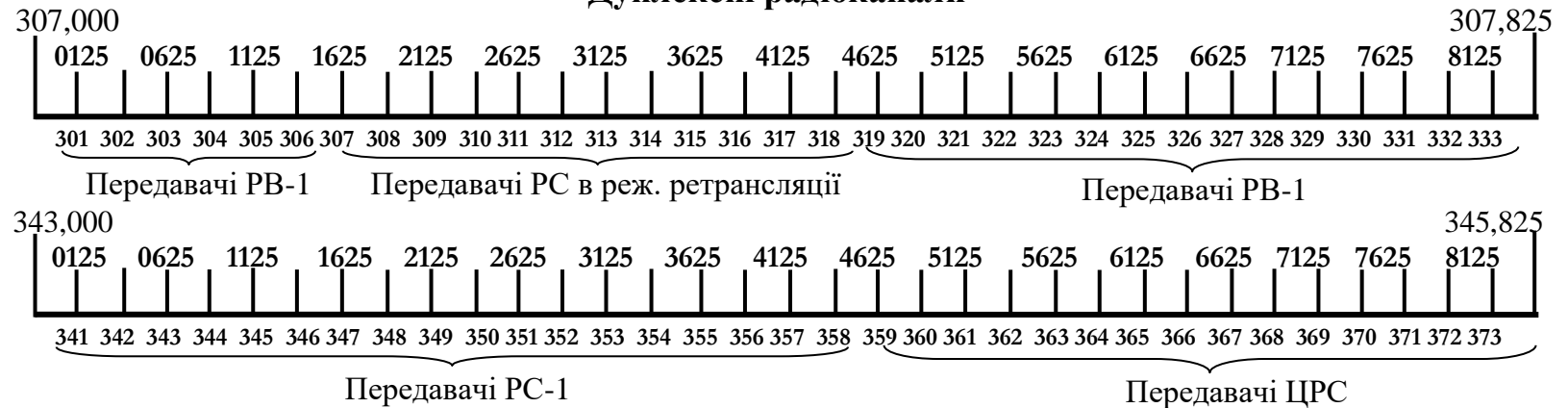


Рисунок 2 – Сітка частот системи «Транспорт»

Зонні мережі ПРЗ-З організують у діапазоні метрових радіохвиль відповідно до таблиці 5 розподілу каналів. При цьому виклик необхідного абонента і радіопереговори здійснюються на закріпленій за ним частоті. Усі мережі станційного радіозв'язку і мережі РОРЗ-Л і РОРЗ-В ремонтно-оперативного радіозв'язку організуються на відповідних частотах метрового діапазону.

Мережі оперативного технологічного радіозв'язку РОРЗ-Т є дуплексними й організуються в діапазоні дециметрових радіохвиль на частотах, виділених для передавачів центральної стаціонарної радіостанції ЦРС і мобільних радіостанцій.

Докладні відомості з організації радіомереж різного призначення та вибору їх робочих частот наведені в розділах 2-4 конспекту лекцій.

## **2 ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖ СТАНЦІЙНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

### **2.1 Маневровий і гірковий радіозв'язок**

Радіомережі маневрового зв'язку організують для переговорів маневрового і станційного диспетчерів, старшого помічника начальника станції і чергових по парках приймання, формування і відправлення зі складачами поїздів і машиністами маневрових, господарських і вивізних локомотивів, а також машиністів зі складачами поїздів.

Радіомережі маневрового зв'язку організують на проміжних, дільничних, вантажних, сортувальних і технічних станціях.

Радіомережі гіркового зв'язку організують на сортувальних станціях у межах парку приймання і підгіркових колій для зв'язку чергового по гірці ДСПГ і оператора гірки з машиністами гіркових локомотивів, складачами, сигналістами, регулювальниками швидкості руху відчепів.

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

Радіостанції у режимі «ПРИЙОМ» знаходяться при знятті

мікротелефонної трубки з пульта керування або при переведенні спеціального тумблера на пульті керування в режим «ПРИЙОМ». Переключення радіостанції з режиму «ПРИЙОМ» 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 «ПРИЙОМ», а абоненти прослуховують усі переговори, що ведуться в мережі.

Прослуховування всіх переговорів створює дискомфорт. Щоб позбутися примусового прослуховування переговорів, які не відносяться до даної категорії абонентів, у радіостанціях СРЗ передбачено включення пристроїв індивідуального і групового викликів. У цьому випадку радіостанції знаходяться в режимі «ЧЕРГОВИЙ ПРИЙОМ» і переговори, що ведуться в радіомережі, не прослуховуються. Для виклику потрібного абонента необхідно послати спеціальний викличний сигнал.

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 наведена на рисунку 3.

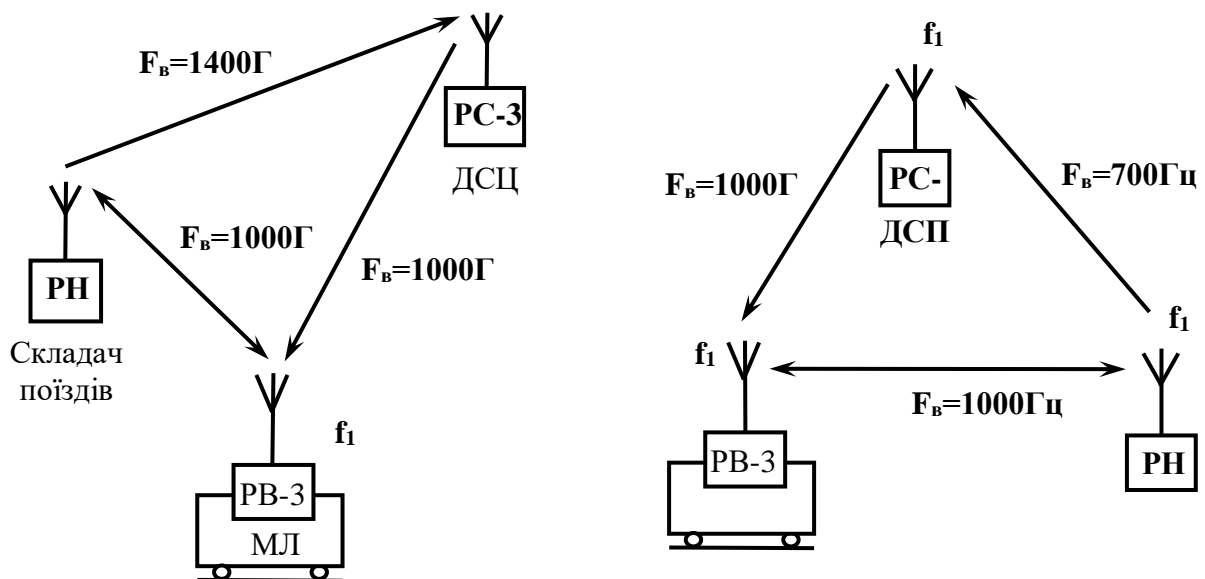


Рисунок 3 – Схема організації мережі маневрового радіозв'язку

Для організації маневрового радіозв'язку застосовують стаціонарні радіостанції РС-3. Маневрові локомотиви обладнують радіостанціями, що возять, - РВ-3. Складачам і сигналістам надають радіостанції, що носять, - РН-12.

У радіомережі маневрового зв'язку на рисунку 3 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 пристроїв вибірного виклику.

Стаціонарна радіостанція РС-3 і радіостанції, що носять, - РВ-3 у вихідному стані знаходяться в режимі „Черговий прийом”. 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 посилок сигналу виклику тональною частотою 1000 Гц тривалістю 0,5-1 с. На пульті керування загоряється лампочка „Включення 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 „Прийом”. На пульті радіостанції РВ-3 приймання виклику супроводжується звуковою і світловою індикаціями (загоряється лампочка „Прийом 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 з моменту прийняття виклику автоматично переключаються в режим „Черговий прийом” і абоненти не прослуховують не стосовні до них переговори.

По закінченні переговорів радіостанції РС-3 і РВ-3 абоненти переводять у режим „Черговий прийом” установленням мікротелефонних трубок у пульта, 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. Дійсно, ДСПФ використовує радіозв'язок тільки для передачі завдання на маневрову роботу й одержання відомостей про закінчення маневрових операцій. 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.

На рисунку 4 наведена схема організації гіркового зв'язку. У чергового по гірці встановлюють стаціонарну радіостанцію РС-3. Гіркові локомотиви обладнують радіостанціями, що возять, РВ-3, а сигналістам і складачам надають радіостанції, що носять, РН-12.

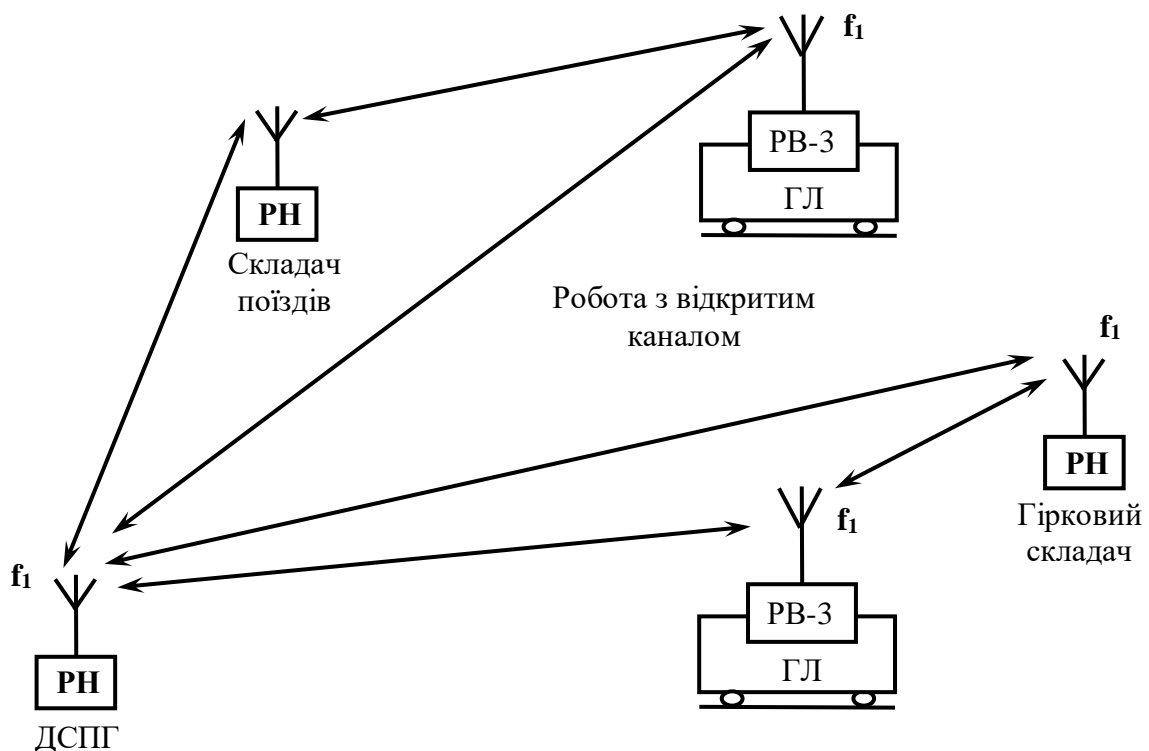


Рисунок 4 – Схема організації гіркового радіозв'язку

Радіомережу гіркового зв'язку будують з використанням однієї робочої частоти ( $f_1$ ) при роботі з відкритим каналом в симплексному режимі без посилки викличних сигналів. У вихідному стані усі радіостанції мережі знаходяться в режимі „Прийом” з вимкненими викличними пристроями. Переговори, що ведуться в мережі, прослуховуються всіма абонентами, що входять у дану мережу, однак в умовах розпуску составів на гірках посилка викличних сигналів і приймання сигналів контролю виклику вносили би неприпустиму затримку у виконання команд.

На великій сортувальній станції може бути організовано до шести мереж маневрового і гіркового радіозв'язку, що працюють на різних робочих частотах ( $f_1$ - $f_6$ ).

У радіостанціях РС-3, РВ-3 передбачена можливість оперативного переключення шести робочих частот безпосередньо з пульта керування. І при переході маневрового локомотива з одного маневрового району для роботи в іншому машиніст повинний переключити радіостанцію РВ-3 на відповідну робочу частоту даного району. Така ж можливість є й в складача з шестиканальною радіостанцією РН-12, яку носять.

Забезпечується і можливість зв'язку маневрового диспетчера ДСЦ через свою стаціонарну радіостанцію РС-3 з будь-яким машиністом локомотива, що знаходиться на території станції або на під'їзних коліях.

Робочі частоти радіомереж вибираються відповідно до частотного плану залізничного технологічного радіозв'язку системи «ТРАНСПОРТ» [8], що встановлює розподіл частот між різними службами залізниць і видами радіомереж. У таблиці 2 наведені номери каналів, призначених для організації мереж СРЗ маневрового і гіркового радіозв'язку, а відповідні їм робочі частоти можна визначити за сіткою частот на рисунку 1.

Кожна група в таблиці 2 містить набір із шести робочих частот, рекомендованих до застосування на одній станції. Частоти підбрані таким чином, щоб виключити інтермодуляційні завади між радіостанціями і полегшити забезпечення умов їх одночасної спільної роботи без недопустимих взаємних завад.

Таблиця 2 – Номери каналів станційного радіозв'язку

Серія	А		Б		В		Г		Д		Е		Ж	
Номери групи Канали в групі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
СПП, ДСПГ ДСПФ, ДСПО ДСЦ, ДСЦС	45	47	50	65	67	70	54	73	93	95	98	113	115	118
	46	48	52	66	68	72	53	74	94	96	100	114	116	120
	49	51	56	69	71	76	85	86	97	99	104	117	119	124
	55	57	58	75	77	78	87	88	103	105	106	123	125	126
	60	59	61	80	79	81	90	89	108	107	109	128	127	129
	62	64	63	82	84	83	92	91	110	112	111	130	132	131

## 2.2 Мережі технологічних абонентів

Радіомережі технологічних абонентів СРЗ-Т організують для працівників, що забезпечують технологічні процеси обробки составів поїздів на станціях, але не беруть участь безпосередньо в маневровій і гірковій роботі. Такі радіомережі складають:

- радіомережу пунктів технічного обслуговування вагонів для зв'язку технічних оглядачів вагонів із оператором ПТО, а також оператора гальмівних засобів з оглядачами автогальм у парку відправлення;
- радіомережу станційного технологічного центру СТЦ для зв'язку з операторами в парках;
- радіомережу комерційного огляду поїздів і вагонів для зв'язку приймальників поїздів зі старшим прийомоздавачем, з оператором СТЦ і з бригадиром ПКО;
- радіомережу контейнерних майданчиків для зв'язку диспетчера по вантажній і комерційній роботі, майстра ділянки механізованої дистанції зі старшими прийомоздавачами, прийомоздавачами, а також для зв'язку між іншими працівниками;
- радіомережу працівників ВОХР для зв'язку начальника варти з охоронцями на території станції;
- радіомережі електромеханіків СЦБ і зв'язку для переговорів зі старшим електромеханіком поста електричної

централізації ЕЦ.

Усі перераховані вище радіомережі є найпростішими радіальними мережами симплексного зв'язку. Вони забезпечують ведення двосторонніх переговорів між командирами станцій, у яких встановлюють стаціонарні радіостанції РС-3 або РН-3, і технічними працівниками, що знаходяться в межах станції й оснащені радіостанціями РН, що носять. У цьому випадку і на стаціонарному пункті доцільно використовувати портативну радіостанцію з передавачем такої ж потужності, доповнену мережним блоком живлення і стаціонарною антеною. Цей варіант радіостанції, що носять, називають РН-3.

У загальному випадку схема організації будь-якої радіомережі СРЗ-Т може бути зображена у вигляді рисунка 5. Різні конкретні мережі відрізняються складом абонентів і процедурами встановлення зв'язку.

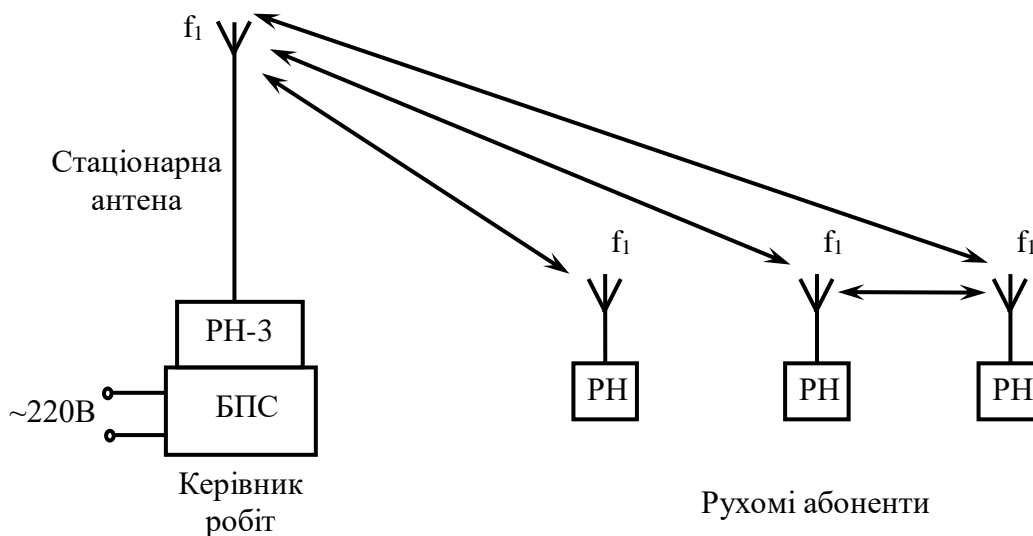


Рисунок 5 – Загальна схема організації радіомереж СРЗ-Т

Звичайно при встановленні зв'язку між рухомими абонентами викличні сигнали не використовують. У деяких випадках використовують вибірний виклик одного з двох керівників з боку рухомого абонента.

Більш детально розглянемо роботу мереж СРЗ-Т на прикладі радіомережі пунктів технічного обслуговування і ремонту

вантажних вагонів, організовану на дільничних, сортувальних, вантажних і технічних станціях для зв'язку оглядачів вагонів з операторами, черговими по станціях і парках і оглядачів між собою, а також для зв'язку оглядачів вагонів по обслуговуванню гальм з операторами гальмівних засобів і машиністами поїзних локомотивів (див. рисунок 6).

У чергового по парку відправлення й в оператора ПТО встановлюються радіостанції РН-3, а старших оглядачів, оглядачів, бригадирів по ремонту вагонів на спеціалізованих коліях, слюсарів-ремонтників оснащують радіостанціями, що носять, РН-12. Звичайно на ПТО в парку відправлення вагони обслуговують дві-три бригади, що складаються з двох-трьох груп, у кожному з яких входить від чотирьох до шести оглядачів. Радіомережу організують за радіальною схемою з використанням однієї несучої частоти  $f_1$ . Для виклику оператора ПТО і чергового по парку відправлення використовують вибірний виклик частотою 1400 Гц, а виклик оглядачів, бригадирів, слюсарів-ремонтників між собою і з боку командирів здійснюється в основному без посилки викличних сигналів, а щоб привернути увагу, використовують тональний виклик частотою 1000 Гц.

У парках відправлення організують також зв'язок оператора гальмівних засобів з оглядачами вагонів по обслуговуванню гальм, що, у свою чергу, мають радіозв'язок з машиністами поїзних локомотивів. Радіостанції РН-3 встановлюють в оператора гальмівних засобів, а радіостанції РН-12, що носять, надають оглядачам. Зв'язок організується на частоті  $f_2$  з використанням вибірного виклику оператора сигналом частотою 1400 Гц, а машиніст поїзного локомотива викликається оператором гальмівних засобів на частоті поїзного радіозв'язку  $f_d$  посилкою тонального виклику частотою 1000 Гц. Організація радіомереж ПТО дозволяє підвищити продуктивність праці, якість технічного обслуговування і ремонту вагонів.

Використання радіозв'язку ПТО виключає необхідність у проходах до переговорних колонок гучномовного зв'язку і скорочує час виконання операцій при технологічному обслуговуванні кожного поїзда в середньому на 2 хв.

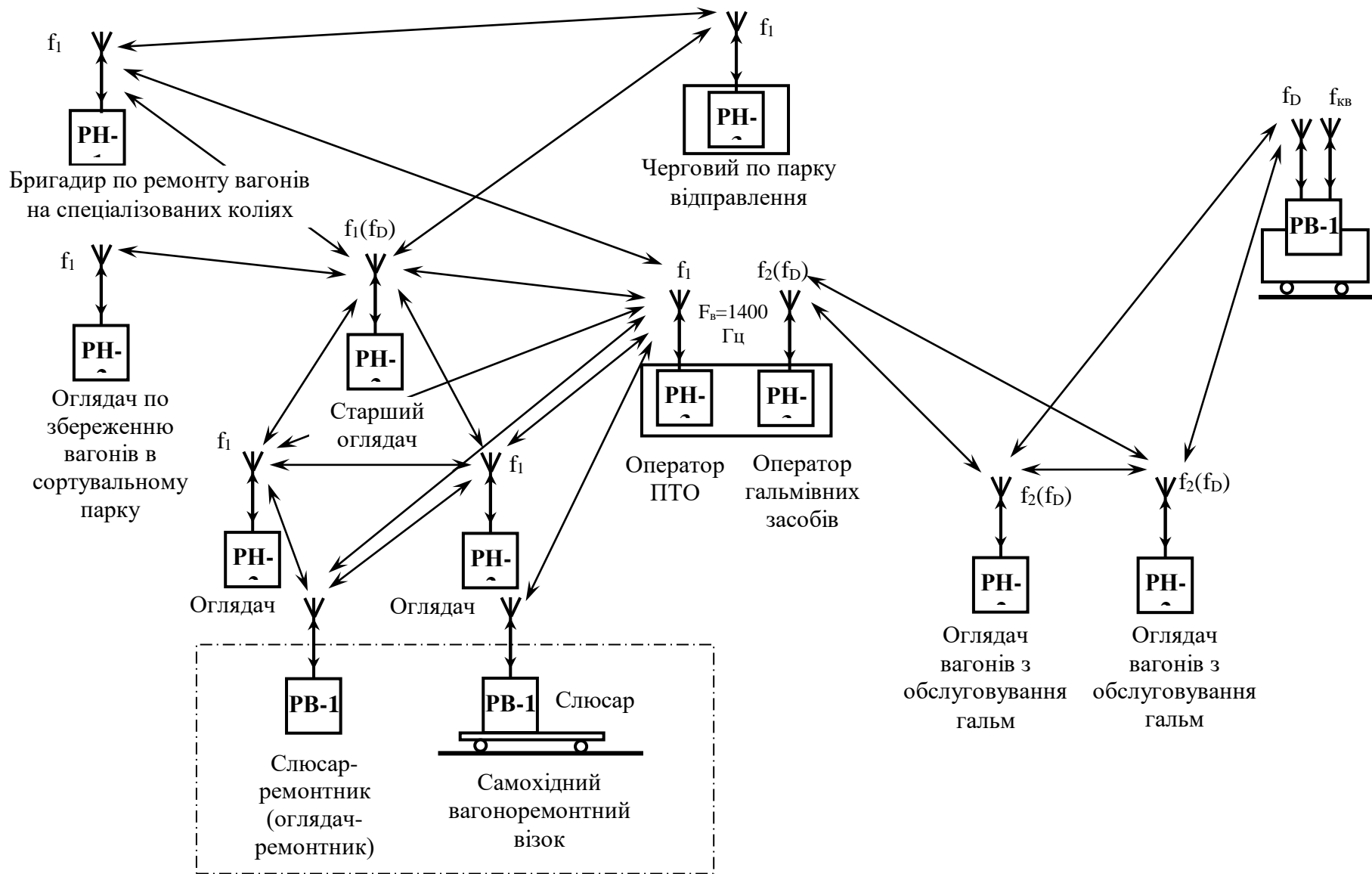


Рисунок 6 – Схема радіомережі працівників ПТО в парку відправлення

Робочі частоти для організації різних радіомереж СРЗ-Т вибирають для кожного району станції відповідно до загальної сітки частот системи «Транспорт» з таблиці 3.

Таблиця 3 – Номери каналів для радіозв'язку працівників станцій

Номери групи Канали в групі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПТО	10	27	45	47	50	65	67	70	54	73	93	95	98	113	115	118
СТЦ	13	28	46	48	52	66	68	72	53	74	94	96	100	114	116	120
Охорона	17	44	49	51	56	69	71	76	85	86	97	99	104	117	119	124
ПКО	19	31	55	57	58	75	77	78	87	88	103	105	106	123	125	126
Зв'язок і СЦБ	32	39	60	59	61	80	79	81	90	89	108	107	109	128	127	129
Вантажний двір	40	37	62	64	63	82	84	83	92	91	110	112	111	130	132	131

### 2.3 Мережі СРЗ для великих залізничних станцій і вузлів

Для організації зв'язку диспетчерів лінійних підрозділів ШЧ, ПЧ, ЕЧ, ТЧ, ВЧ та ін. з рухомими ремонтними бригадами на території великих залізничних станцій і вузлів можлива організація автономних радіомереж з використанням стаціонарних радіостанцій РС-3 і РВ-5, що возять. Однак, якщо число стаціонарних абонентів більш чотирьох-п'яти, а мобільних – більш 50, у цьому випадку доцільне створення радіомережі колективного користування, у якій всі абоненти спільно використовують загальну групу каналів. При цьому абонентів надається будь-який з вільних у даний момент часу каналів.

Такі системи радіозв'язку називали системами з рівнодоступними каналами. Однією з перших у світі була радянська система з рівнодоступними каналами «Алтай», створена ще в 58-63 рр. У 90-ті роки за такими системами закріпилася назва транкінгові. Назва походить від англійського «trunk», яке можна перекладати не тільки як «канал», але і як «стовбур каналів», тобто групу каналів, використовуваних спільно [10].

За рахунок використання рівнодоступних каналів

досягається:

- збільшення навантажувальної здатності системи і, відповідно, збільшення числа абонентів у розрахунку на один канал;
- підвищення ефективності використання виділеного частотного ресурсу в цілому;
- спрощення процедури організації зв'язку між різними категоріями абонентів, що використовують загальну групу каналів, і підвищення оперативності зв'язку.

Наочне уявлення про ефективність застосування рівнодоступних каналів дають графіки, наведені на рисунку 7. Навантаження, що обслуговується,  $A$ , Ерл і кількість абонентів у системі  $n$  залежать від кількості використовуваних радіоканалів  $N$ . Крива 1 відповідає випадкові автономного використання  $N$  закріплених за абонентами радіоканалів, крива 2 побудована для умов використання в системі  $N$  рівнодоступних каналів.

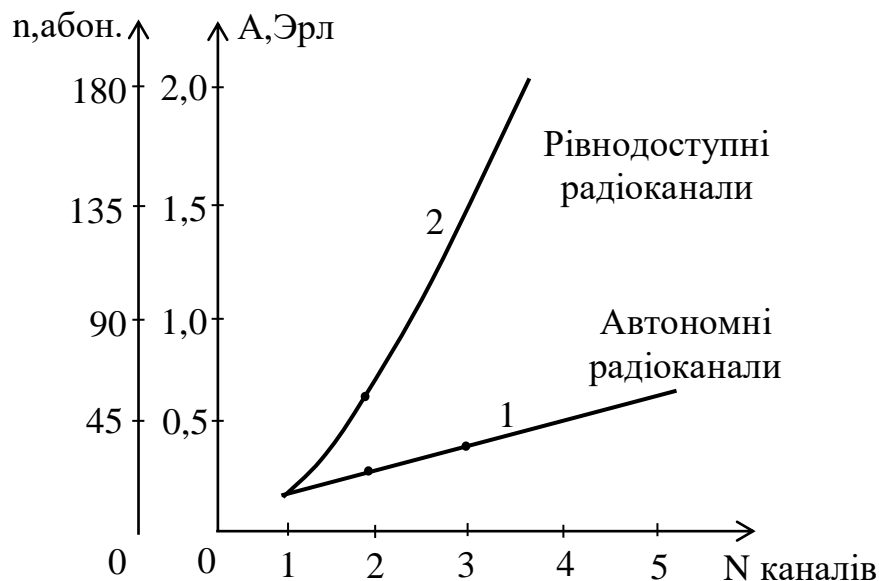


Рисунок 7 – Ефективність використання автономних і рівнодоступних каналів

Навантаження  $A$  в системі визначають як загальне число години-занять каналів за одну годину і виражають у Ерлангах, названих на честь першого вченого в галузі теорії телетрафіка А.К. Ерланга (1878-1929 рр.).



Специфіка роботи абонентів станційного радіозв'язку визначила принципово нові вимоги до апаратури зв'язку з рівнодоступними каналами. Радіостанції, що возять, повинні забезпечувати можливість роботи не тільки в мережі з рівнодоступними каналами, але й у радіальній або лінійній симплексній мережах поїзного і ремонтно-оперативного зв'язку, а також із радіостанціями, що носять. У зв'язку з цим виникла необхідність уніфікації радіозасобів і забезпечення роботи системи радіозв'язку з рівнодоступними каналами в симплексному режимі з індивідуальним та груповим викликами.

Структурна схема побудови мережі радіозв'язку з рівнодоступними каналами (СРЗ-У) наведена на рисунку 8.

До складу устаткування радіомережі входять стаціонарна радіостанція РС-5, (автомобільні і локомотивні) радіостанції РВ-4, що возять, і радіостанції РН-12, що носять. Зв'язок між стаціонарними абонентами і радіостанціями, що возять, здійснюється на трьох частотах  $f_1, f_2, f_3$ , що утворює групу з трьох рівнодоступних каналів. Така кількість рівнодоступних каналів забезпечує допустимі значення імовірності відмови (відсутності вільних каналів) при числі мобільних абонентів до 100, а стаціонарних – до дев'яти. У системі передбачений двочастотний вибірний виклик мобільних абонентів і одночастотний індивідуальний виклик дев'яти стаціонарних.

Стаціонарна радіостанція РС-5 містить три каналних комплекти уніфікованого радіоустаткування, доповнених блоком комутаційного обладнання, що забезпечує режим роботи з рівнодоступними каналами. Дев'ять пультів керування ПУ-СУ-Д забезпечують керування радіостанцією по двоприводній фізичній лінії телефонного кабелю довжиною до 10 км.

Радіостанція РВ-4, крім уніфікованих блоків, містить пристрій автоматичного пошуку викличного або вільного каналу (АПВВК), що забезпечує циклічну комутацію (сканування) каналу приймання на чотирьох робочих частотах. На частотах  $f_1, f_2, f_3$  можливе надходження сигналу вибірного виклику, а частота четвертого каналу  $f_4$  встановлюється такою, щоб забезпечити приймання групового виклику частотою 1000 Гц від абонентів із радіостанціями, що носять, або інших абонентів радіостанцій, що возять.

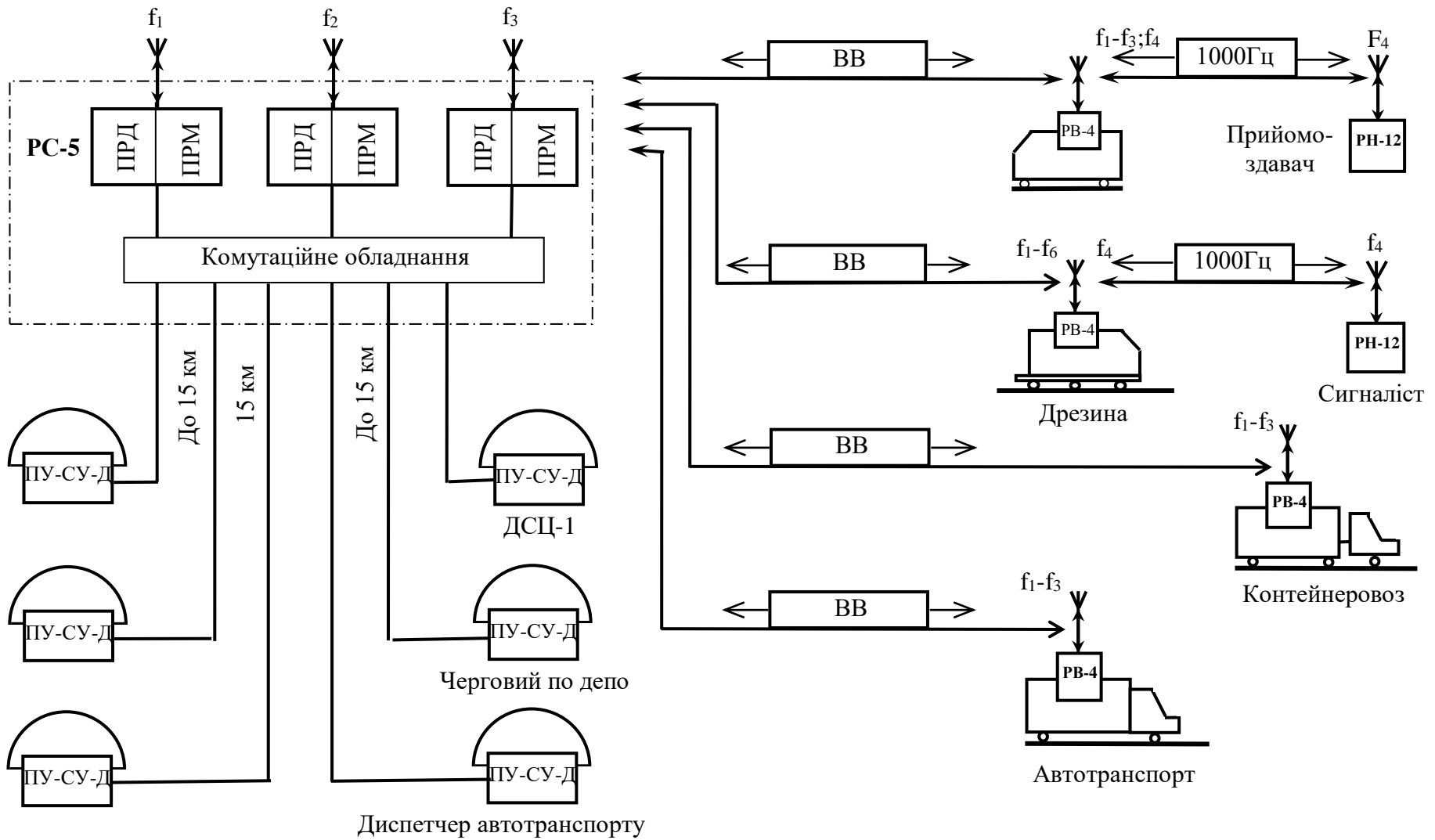


Рисунок 8 – Схема організації мережі СРЗ-У

Розглянемо загальні принципи встановлення зв'язку в системі з рівнодоступними каналами. При встановленні зв'язку від стаціонарного абонента займається будь-який вільний радіоканал і по ньому передається сигнал вибірного виклику мобільного абонента. Радіостанція РВ-4 завдяки роботі пристрою АПВВК фіксується на частоті каналу, по якому надійшов сигнал вибірного виклику. При цьому включається звукова і світлова сигналізація виклику. Після зняття абонентом мікротелефонної трубки ведуться переговори в симплексному режимі.

При виклику стаціонарного абонента з боку мобільного після зняття мікротелефонної трубки з пульта керування радіостанція РВ-4 фіксується на будь-якому вільному каналі, в якому передаються сигнали вільності каналу (СВК). Мобільний абонент посилає сигнал вибірного виклику і після відповіді стаціонарного абонента веде переговори.

Зі сказаного видно, яка складна задача постає перед стаціонарною радіостанцією РС-5. З одного боку, вона повинна по кожному вільному каналу передавати сигнали СВК, тобто працювати в режимі передачі, а з іншого боку – бути готовою до прийняття виклику по будь-якому вільному каналу, тобто знаходитися в режимі приймання. Ця задача легко вирішується при дуплексному режимі роботи стаціонарної радіостанції, наприклад, у системі «Алтай», де передавачі вільних каналів передають сигнали СВК, а приймачі готові до приймання виклику.

У симплексній системі з рівнодоступними каналами СРЗ-У забезпечується ефект квазидуплексної роботи каналних комплектів радіоустаткування за рахунок періодичної комутації режимів передачі-прийняття. Сигнал СВК частотою 3086 Гц передається тривалістю 0,64 с із інтервалами 0,64 с, протягом яких радіоустаткування каналного комплексу знаходиться в режимі прийняття. Цей процес припиняється при занятті каналу з боку стаціонарного абонента або при прийнятті виклику мобільного абонента. У випадку відсутності вільних каналів у мобільних і стаціонарних абонентів включається світлова індикація зайнятості, а при знятті мікротелефонної трубки прослуховується акустичний сигнал зайнятості каналу.

Особливістю радіостанції РВ-4 є можливість зв'язку не тільки з абонентами радіомережі з рівнодоступними каналами, але і з

абонентами системи станційного, поїзного і ремонтно-оперативного зв'язку на одному із шести радіоканалів, що оперативно переключаються, із груповим викликом. Для цього радіостанція РВ-4 у режимі автоматичного пошуку може працювати на додатковому, умовно четвертому, довільно обраному каналі зв'язку. Так, при виклику радіостанції РВ-4 з боку абонента радіостанції, що носять, (див. рисунок 8) посилається сигнал виклику частотою 1000 Гц на четвертому каналі (тривалість послідовності сигналів виклику повинна бути не менш 2 с). При прийнятті цього сигналу радіостанція РВ-4 фіксується на цьому каналі, включається миготлива індикація номера каналу, по якому відбувся виклик, у гучномовці радіостанції чується викличний сигнал, після чого абоненти можуть вести радіопереговори. Якщо через 15 с після прийняття сигналу виклику радіостанція РВ-4 не буде переведена в режим прийняття, то вона автоматично перейде в режим „*Черговий прийом*”.

Для виклику абонента з радіостанцією, що носять, необхідно радіостанцію РВ-4 перевести в режим „*Прийом*”, знявши мікротелефонну трубку, і натисканням відповідної кнопки передати сигнал виклику частотою 1000 Гц. При цьому радіостанція фіксується на четвертому каналі і включається в режим передачі сигналу виклику тривалістю 1 с. Після цього радіостанція переходить у стан, готовий до переговорів.

При наявності великої кількості абонентів у системі радіозв'язку СРЗ-У можливі затримки у встановленні з'єднання абонентів. Тому в мережу можуть включатися тільки ті працівники, що не зв'язані безпосередньо з керуванням рухом поїздів і маневровою роботою, а, отже, допускають чекання при організації каналу зв'язку.

З метою підвищення оперативності зв'язку в системі СРЗ-У встановлені обмеження тривалості всіх операцій по встановленню зв'язку, а також загальної тривалості одного радіопереговора.

Для роботи радіомережі СРЗ-У передбачене виділення каналів у смузі частот 155,000-156,000 МГц, на каналах 93-132 у сітці частот на рисунку 1. Три робочі канали радіомережі СРЗ-У необхідно вибирати у відповідних шестиканальних групах таблиці 2 таким чином, щоб рознос їхніх частот був максимальним.

Застосування апаратури з рівнодоступними каналами дозволяє поліпшити експлуатаційні властивості мережі зв'язку завдяки застосуванню пристроїв вибірного виклику і наданню можливості встановлення зв'язку з кожним з абонентів комплексної радіомережі. Забезпечується зменшення капітальних вкладень у стаціонарне устаткування й антенні спорудження, а також зниження експлуатаційних витрат унаслідок централізації пристроїв і зменшення кількості каналних комплектів радіоустаткування в порівнянні з організацією автономних радіомереж.

### **3 ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖ ПОЇЗНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

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.

Диспетчерські дільниці в залежності від технічної оснащеності і розмірів руху можуть бути обладнані поїзним радіозв'язком, організованим в гектометровому (короткохвильовому – КВ), метровому і дециметровому (ультракороткохвильових – УКВ) діапазонах.

Радіомережі, організовані в гектометровому і метровому діапазонах хвиль, працюють у симплексному режимі, у дециметровому – в дуплексному режимі.

Гектометровий і дециметровий діапазони використовують для організації лінійних радіомереж, метровий діапазон призначений для організації зонних радіомереж.

В даний час близько 15000 км залізниць України (з 22000 км) оснащені дводіпазонними радіостанціями, що забезпечують роботу лінійних мереж у гектометровому діапазоні і зонних мереж у метровому діапазоні. На диспетчерських дільницях, обладнаних тільки радіостанціями гектометрового діапазону, всі абоненти лінійних і зонних мереж працюють у цьому діапазоні, утворюючи об'єднані лінійно-зонні радіомережі.

Ділянки з інтенсивним рухом поїздів, а так само ділянки з диспетчерською централізацією надалі повинні обладнуватися лінійними дуплексними мережами поїзного радіозв'язку.

В даний час у мережах поїзного радіозв'язку здійснюється поетапна заміна радіостанцій комплексу ЖР-У радіостанціями РС, РВ системи «Транспорт» різних модифікацій. Нижче у відповідних розділах розглянута організація мереж на основі радіозасобів системи «Транспорт».

### 3.1 Симплексні лінійні радіомережі

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 (ЕЧЦ) (з дозволу і під контролем ДНЦ), а також між ТЧМ, між ТЧМ і черговими по станціях (ДСП) у межах прилягаючих до станції перегонів. Радіомережа (рисунок 9) організується в гектометровому діапазоні хвиль (2,13 МГц).

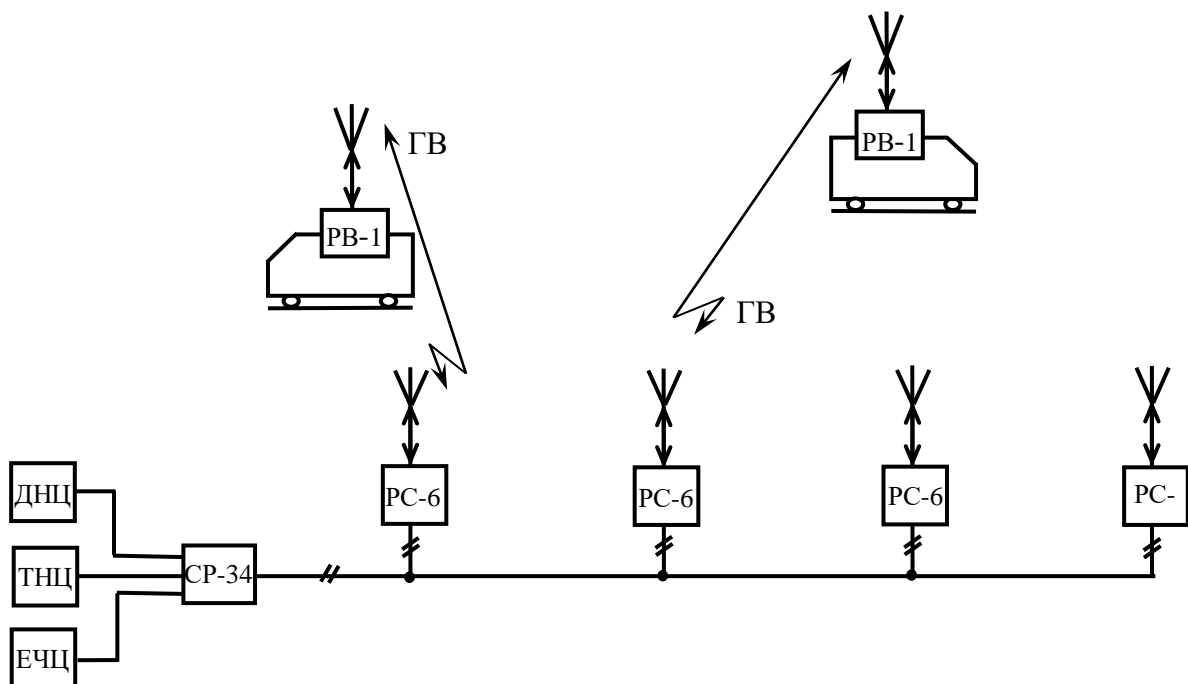


Рисунок 9 – Схема організації симплексної лінійної радіомережі ПРЗ-Л(с)

У системі «Транспорт» на стаціонарних пунктах уздовж диспетчерської дільниці встановлюють стаціонарні радіостанції РС-6, з'єднані провідним каналом зв'язку між собою і з розпорядницькою станцією СР-34 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 „Прийм/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 у вигляді кодової послілки, ідентичної прийнятій. 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.

Прийняття підтвердження від РС-6 індицирується 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, що 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.

В радіостанціях РС-6 забезпечується ручна й автоматична діагностична перевірка за допомогою системи КЗС-АСС з періодом 1 год (при вільності каналу зв'язку). Радіостанції РС-6



переводяться в режим контролю спеціальними сигналами, переданими з розпорядницької станції СР-34.

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

У контрольно-ремонтних пунктах радіозв'язку локомотивних депо встановлюють апаратуру автоматизованого контролю локомотивних радіостанцій КИС-АСВ, що забезпечує перевірку основних параметрів радіостанцій РВ-1 і документовану реєстрацію дати і часу проведення перевірки. Режим контролю встановлюється на пульті керування радіостанції РВ-1 тестовими кнопками Т1 і Т2.

### 3.2 Дуплексні лінійні мережі ПРС-Л(д)

Ділянки з інтенсивним рухом поїздів, а так само ділянки з диспетчерською централізацією повинні обладнуватися поїзним дуплексним радіозв'язком.

Дуплексні лінійні радіомережі ПРЗ-Л(д) організують з використанням провідних і радіоканалів в межах диспетчерської дільниці. В мережах забезпечується взаємний виклик і ведення переговорів між машиністами поїзних локомотивів (ТЧМ) і поїзним (ДНЦ), локомотивним (ТНЦ) і енергодиспетчером (ЕЧЦ) із застосуванням індивідуального, групового і циркулярного викликів. Як індивідуальний виклик використовується номер поїзда або номер локомотива.

Схема організації радіомережі ПРС-Л(д) наведена на рисунку 10. До складу стаціонарного устаткування входять розпорядницька станція СР-1, дуплексні стаціонарні радіостанції РС-1, з'єднані між собою і з розпорядницькою станцією чотирипровідним стандартним телефонним каналом зв'язку, яким може бути канал тональної частоти або фізичне коло кабельної лінії зв'язку. Стаціонарні радіостанції включаються в чотирипровідний канал шлейфом.

У поїзного диспетчера встановлюється пульт керування ПУ-ДНЦ, а в локомотивного й енергодиспетчера – відповідно ПУ-ТНЦ і ПУ-ЕЧЦ, що відрізняються один від одного викличними частотами. Поїзні локомотиви оснащують радіостанціями РВ-1, що  
везять.

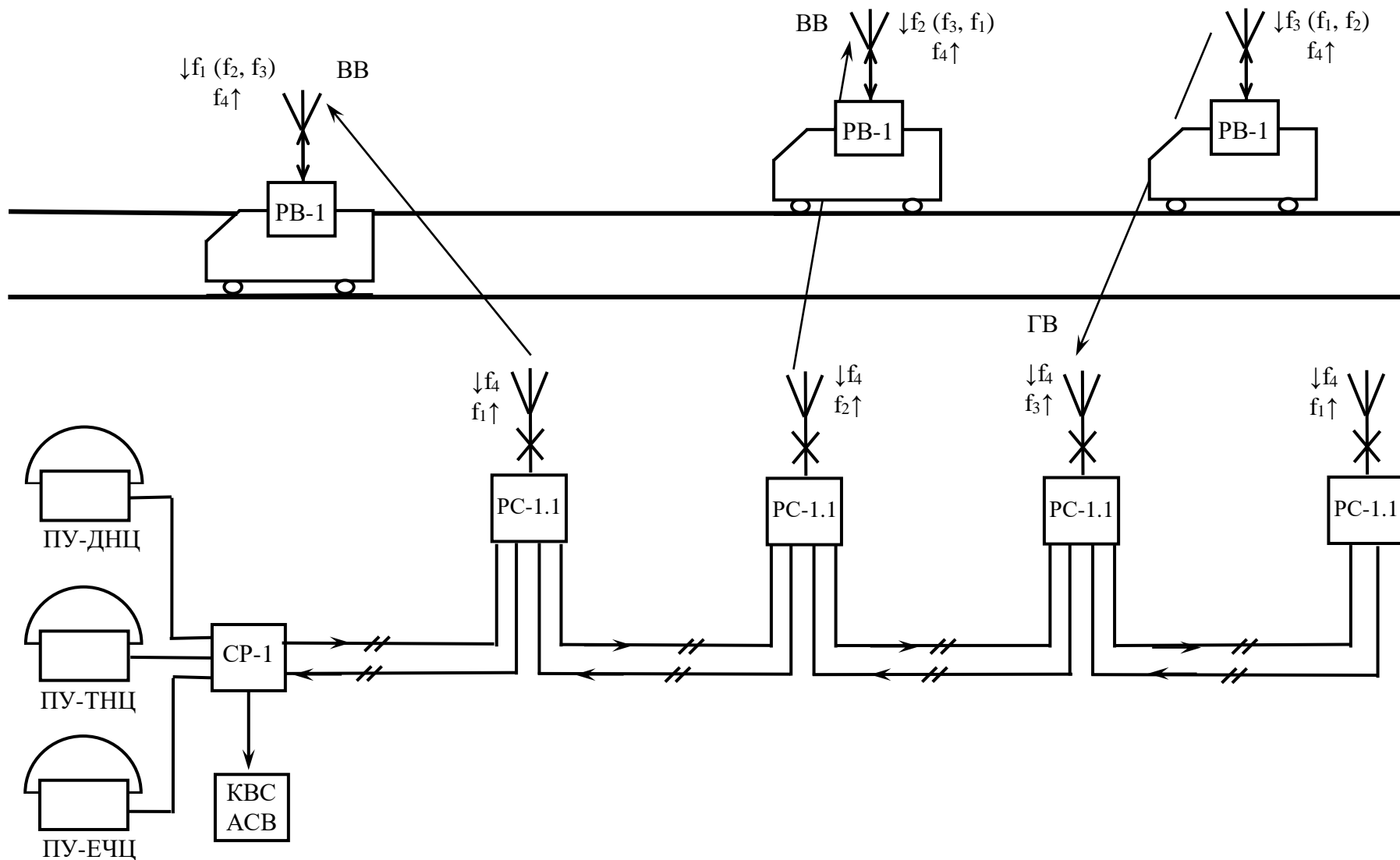


Рисунок 10 – Схема організації дуплексної мережі ПРЗ-Л(д)

В мережах ПРЗ-Л(д) забезпечуються додаткові функціональні можливості:

- передача машиністам локомотивів з відображенням на індикаторних табло радіостанції РВ-1 дев'яти команд (збільшити або зменшити швидкість, „зелена вулиця”, відставання від графіка, попередження про обгін, гальмування, запит про місце розташування і швидкість, попередження про недотримання часу ходу і про необхідність підвищити пильність) і передача п'яти повідомлень поїзному диспетчеру (запит на рух, готовність поїзда до руху, попередження про закінчення робочого часу бригади і про необхідність медичної допомоги або допомоги міліції). Команди передаються диспетчером, повідомлення – машиністами;

- автоматична або ручна передача поїзному диспетчеру номера поїзда або локомотива при вступі потяга в межі диспетчерської дільниці:

- автоматична передача даних (режим АПД) між диспетчерським пунктом керування і локомотивами;

- передача в екстрених випадках поїзним диспетчером команди на екстрену зупинку поїзда або аварійного виклику машиністом диспетчера при зайнятості каналу радіозв'язку;

- передача аварійного виклику при зайнятості каналу зв'язку;

- автоматичний і ручний діагностичний контроль стаціонарної і такої, що возять, апаратури, з відображенням результатів контролю:

- документована реєстрація на СР-1 усіх переговорів, що ведуться, і переданої дискретної інформації.

Радіомережі ПРЗ-Л(д) організуються в дециметровому діапазоні хвиль 330 МГц. Стаціонарні радіостанції РС-1 працюють у режимі безперервного випромінювання сигналу на частотах, що чергуються,  $f_1, f_2, f_3$  у смузі 343,...343,400 МГц. Радіостанції РВ- 1, що возять, приймають сигнал на одній із трьох частот ( $f_1, f_2, f_3$ ) і передають сигнал на одній частоті  $f_4$ . Радіостанції працюють у дуплексному режимі з дуплексним розносом частот 36 МГц. Частоти приймання і передачі

утворюють чотиричастотні групи каналів. Для виключення впливу радіомереж сусідніх диспетчерських дільниць використовується шість груп робочих частот відповідно до таблиці 4.

Таблиця 4 – Номери каналів поїзного дуплексного радіозв'язку

Номери групи		1	2	3	4	5	6
Передавачі РС	$f_1$	341	342	343	344	345	355
	$f_2$	347	346	349	348	350	357
	$f_3$	351	352	353	354	356	358
Передавачі РВ1	$f_4$	301	302	303	304	305	315

Для реалізації індивідуального виклику машиніст повинний набрати на пульті керування номер поїзда або номер локомотива. Тому при включенні радіостанції РВ-1 на табло ПУ-ЛП для нагадування з'явиться напис «НАБЕРІТЬ НОМЕР». Номер поїзда або локомотива встановлюється тастатурним набором і контролюється на табло. При натисканні машиністом кнопки «№п» або «№л» набраний номер передається в оперативну пам'ять радіостанції, де зберігається протягом усього часу роботи радіостанції (до її вимикання). Потім машиніст встановлює номер групи робочих частот відповідним числом натискань кнопки «ГЧ». Кількість натискань дорівнює номерів групи. Номер групи постійно індицирується на індикаторному табло.

При вільності каналу радіомережі в лінію зв'язку від СР-1 подається сигнал вільності каналу СВК ( $F_{\text{СВК}}=2273$  Гц), яким модулюються сигнали несучої частоти передавачів усіх стаціонарних радіостанцій РС-1. Останні працюють у режимі пониженої потужності  $12_{-4}^{+3}$  Вт і переключаються в режим повної потужності (30-50 Вт) при занятті каналу, тобто при відсутності СЗК. Приймачі радіостанцій РВ-1, що возять, у залежності від їхнього місця розташування відносно РС-1 працюють на тій частоті, на якій забезпечується якість радіозв'язку вище заданої. Якість аналізується за низькою частотою контролем рівня шумів у смузі, що лежить за межами смуги телефонного каналу. При

віддаленні РВ-1 від РС-1 і зниженні якості радіозв'язку нижче заданої ведеться пошук каналу, що забезпечує якість вище заданої переключенням робочих частот  $f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow f_3$ . Завдяки цьому забезпечується безперервність зв'язку при переході локомотивної радіостанції з зони дії однієї стаціонарної радіостанції в іншу.

Якщо на жодній із трьох частот не буде забезпечена задана якість радіозв'язку, на табло пульта локомотивної радіостанції ПУ-ЛП індицирується напис «НЕМАЄ КАНАЛУ». Наступний цикл пошуку каналу буде здійснений автоматично на рівні, близькому до порога чутливості приймача 1,2-2,4 мкВ. Пошук каналу ведеться безупинно, поки не буде знайдено канал з якістю вище заданої.

Наявність каналу радіозв'язку з якістю вище заданої індицирується на табло ПУ-ЛП написом «ВІЛЬНО» і машиніст може передати інформацію диспетчеру натисканням відповідної кнопки. При цьому сигнал частотою  $f_4$  від радіостанції РВ-1, що возять, буде прийнятий однією або декількома РС-1. Сигнал передавача РВ-1 модулюється контрольним сигналом (КС) ( $F_{кс}=2777$  Гц), що з девіацією 0,5-1 кГц передається одночасно з телефонним сигналом. Контрольний сигнал служить для забезпечення контролю заняття каналу абонентами, оснащеними РВ-1, і роботи пристрою автоматичного вибору однієї стаціонарної радіостанції, через яку буде забезпечена якість радіозв'язку вище заданої. На СР-1 режекторним фільтром КС буде заглушений і диспетчерами не прослуховується.

Для забезпечення впровадження дуплексних мереж ПРЗ-Л(д) системи «Транспорт» без порушення роботи існуючої ПРЗ передбачене створення локомотивної радіостанції РВ-1, що дозволяє організувати радіозв'язок у всіх трьох діапазонах частот. Тому радіостанції РВ-1 комплектуються набором уніфікованих прийомо-передавачів і антенно-фідерних трактів відповідних діапазонів. Це дозволяє забезпечити радіозв'язок при русі локомотива по ділянках, обладнаних новими і старими системами ПРЗ, що особливо важливо в умовах великих тягових пліч, які обслуговуються локомотивами.

У дециметровому діапазоні хвиль радіостанція РВ-1 працює в дуплексних лінійних мережах поїзного радіозв'язку ПРЗ-Л(д).

Радіостанція РВ-1 у гектометровому діапазоні хвиль працює в симплексних лінійних мережах ПРЗ-Л(с) у режимі з груповими викликами. Вона приймає викличний сигнал частотою 1000 Гц, передає виклик у вигляді тональних посилок частотами 700, 1000, 1400, 2100 Гц в залежності від категорії викликуваного абонента (див. розділ 3.1).

У метровому діапазоні хвиль радіостанція РВ-1 працює в симплексному режимі з груповими викликами на одному з восьми робочих каналів у зонних мережах ПРЗ-З (див. розділ 3.3).

На ділянках залізниць з невеликими розмірами руху допускається об'єднання абонентів лінійних і зонних радіомереж у так називані лінійно-зонні мережі. У системі «Транспорт» радіостанції РВ-1 також розраховані на використання в лінійно-зонних мережах, що працюють у гектометровому (2,13 МГц) або метровому (151,7-154 МГц) діапазонах.

### **3.3 Зонні мережі поїзного радіозв'язку**

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 в мережах ПРЗ-З 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 змінюються на стиках диспетчерських кіл автоматично, по командах від спеціального передавача ПРД-С, 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. 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 – 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-1, що возять, що можуть працювати в трьох діапазонах частот: у дециметровому діапазоні – у дуплексних лінійних мережах ПРЗ-Л(д), у гектометровому – у мережах ПРЗ-Л(с) і в метровому діапазоні - у зонних мережах ПРЗ-3. Стационарні абоненти оснащуються радіостанціями РС-3 або РН-3, а рухомі – радіостанціями РН, що носять.

На рисунку 11 наведений фрагмент пульта керування локомотивної радіостанції РВ-1 і умовно показані радіостанції інших абонентів мережі ПРЗ-3. У вихідному стані усі радіостанції знаходяться в режимі „*Черговий прийом*” на основному каналі, що відповідає робочій частоті, закріпленій за

даною категорією абонентів (при цьому мікротелефонні трубки знаходяться у пультах керування). Виклик необхідного абонента в мережі ПРС-3 здійснюється на закріпленій за ним робочій частоті. Для цього радіостанція переключасться на необхідний канал і переводиться в режим „Прийому”. Після прослуховування каналу, і при його вільності, радіостанція переводиться в режим передачі сигналу групового виклику. Викликуваний абонент, прослухавши викличний сигнал і голос абонента, що викликає, знімає мікротелефонну трубку і починає переговори. Робота радіостанції на неосновному каналі індицирується миготінням контрольної лампи. Після устанавлення мікротелефонної трубки у пульт керування радіостанція автоматично переходить на основний канал приймання.

У радіостанції РВ-1 передбачений спрощений режим встановлення зв'язку з абонентами мережі ПРС-3 шляхом подвійного короткочасного натискання відповідної кнопки на пульті керування. Після першого натискання на кнопку, що відповідає категорії викликуваного абонента, радіостанція переходить на відповідний радіоканал і переводиться з режиму чергового приймання до режиму приймання. Другим натисканням кнопки передавач радіостанції переводиться в режим передачі сигналу виклику протягом 0,5 с. Несуча частота модулюється частотою  $F$  відповідно до категорії викликуваного абонента. Наприклад, ДСП викликається на частоті  $f_d$  посилкою сигналу  $F=1400$  Гц. Якщо після натискання на кнопку, що відповідає категорії викликуваного абонента, не піде друге натискання протягом 90 с, то радіостанція автоматично перейде назад у режим чергового приймання на основному каналі.

Машиністи зустрічного поїзда або поїзда, що йде вслід, викликаються подвійним натисканням кнопки "ТЧМ". При цьому також після другого натискання протягом 0,5 с на частоті  $f_d$  передається викличний сигнал  $F=1000$  Гц.

При натисканні названих кнопок на індикаторному табло пульта керування радіостанції РВ-1 протягом усього часу переговорів висвітлюються шифри викликуваних абонентів.



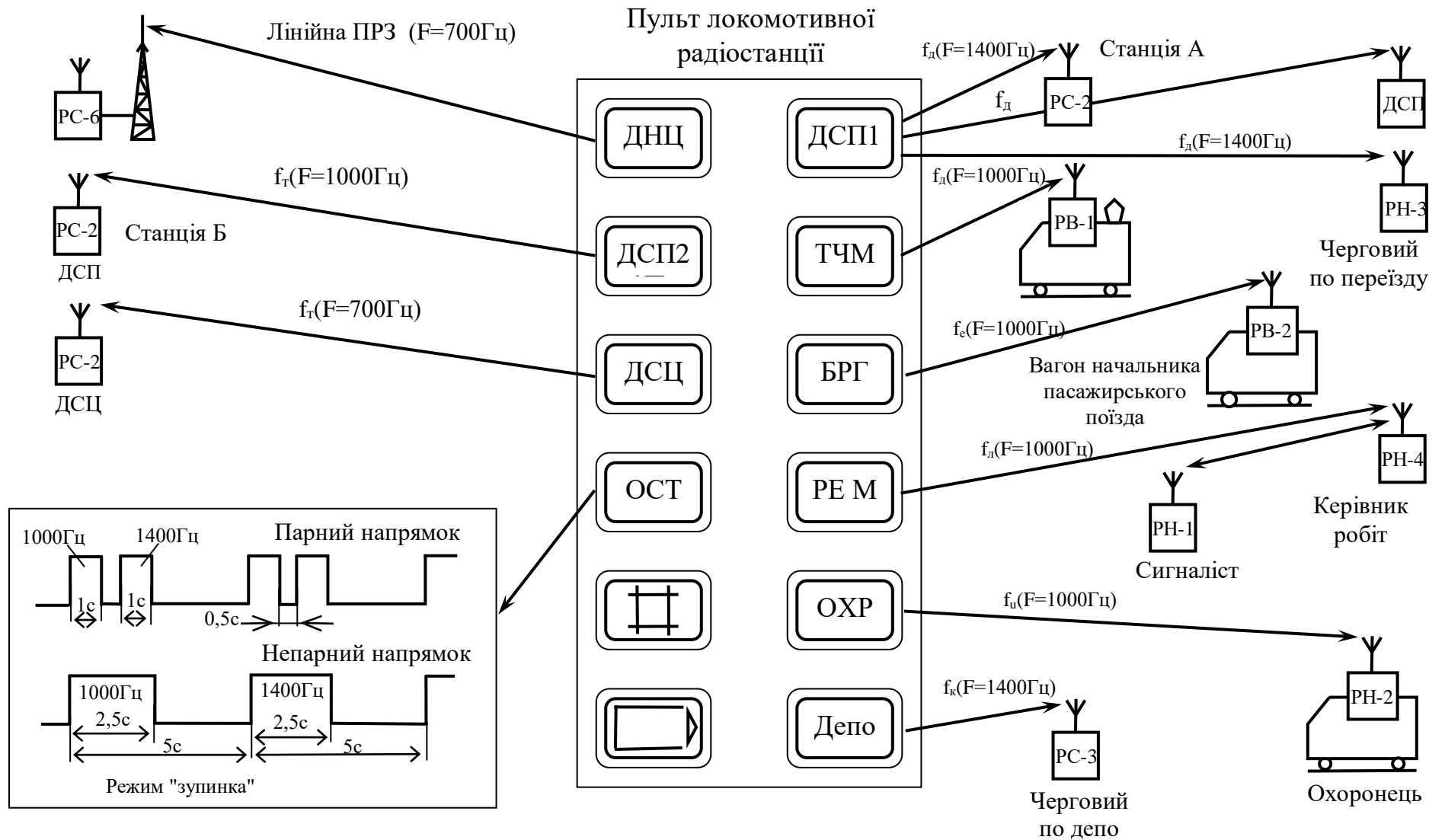


Рисунок 11 – Організація радіозв'язку в зонних мережах ПРЗ-3

Інші абоненти радіомережі ПРС-3 у свою чергу можуть викликати ТЧМ передачею на частоті  $f_d$  викличного сигналу  $F=1000$  Гц. Приймач радіостанції РВ-1 переводиться на 10 с із режиму чергового приймання до режиму приймання, і викликуваний ТЧМ чує викличний сигнал і голос абонента, що його викликає. На табло пульта керування радіостанції висвітлюється напис "Виз". Викликуваний ТЧМ повинний протягом 10 с натиснути на пульті керування кнопку підтвердження, переводячи радіостанцію в режим приймання. У противному випадку, тобто після закінчення 10 с, приймач радіостанції автоматично перейде назад у режим чергового приймання.

Для виключення впливів, що заважають, від сусідніх радіостанцій, особливо на підходах до великих станцій і вузлів, де завантаження каналу поїзного радіозв'язку досить значне, передбачена можливість роботи ДСП на допоміжній частоті  $f_t$ . У цьому випадку машиніст, маючи попередження, що на даній станції черговий викликається подвійним натисканням кнопки "ДСП2", і натискаючи цю кнопку два рази, переключає радіостанцію на частоту  $f_t$  і передає викличний сигнал ( $F = 1400$  Гц). Черговий по станції може натисканням відповідних кнопок на пульті керування своєї радіостанції настроїти її на частоту  $f_d$  і передати сигнал виклику ТЧМ ( $F=1000$  Гц).

У купе начальників пасажирських поїздів установлюються радіостанції РВ-3, що возять, що працюють у режимі чергового приймання на частоті  $f_E$ . На цій частоті передачею викличного сигналу  $F=1000$  Гц машиніст викликає начальника поїзда подвійним натисканням кнопки "БРГ". Начальник поїзда також може викликати машиніста, переводячи радіостанцію РВ-3 на частоту  $f_d$  натисканням відповідних кнопок на пульті керування РВ-3.

При натисканні на пульті керування РВ-1 кнопки "ОХР" радіостанція переводиться на частоту  $f_n$  і передачею викличного сигналу  $F=1000$  Гц можуть бути викликані охоронці, супровідники вантажів у вантажних поїздах (у межах довжини потяга) або абоненти, що охороняють об'єкти першої категорії (на відстані 1-2 км).

При підході поїзда до станцій, де розташовуються локомотивні депо, і особливо до пунктів зміни локомотивних бригад і обороту локомотивів, важливу роль грає радіозв'язок ТЧМ із черговими по депо (ТЧД), у яких встановлюється радіостанція РС-3, що працює на основному каналі на частоті  $f_k$ . На частоті  $f_k$  машиністи викликають ТЧД передачею викличного сигналу частотою  $F=1400$  Гц.

При підході поїзда до місця проведення ремонтних робіт службою колії, СЦБ, енергогосподарства або інших служб машиніст може встановити зв'язок з керівниками ремонтних підрозділів. Радіостанція РВ-1 дозволяє натисканням на пульті керування кнопки "РЕМ" перевести її на частоту  $f_d$  і викликати керівника робіт.

У свою чергу керівник робіт і, що особливо важливо, сигналісти мають можливість переключитися на частоту  $f_d$  і викликати машиніста поїзда. Це дозволить вчасно передати повідомлення машиністові поїзда, що підходить до місця проведення робіт, при виникненні непередбачених ситуацій, зв'язаних з порушенням безпеки руху поїздів.

На великих станціях у ТЧМ є можливість установаження радіозв'язку з маневровим диспетчером (кнопка "ДСЦ"). ДСЦ викликається на каналі  $f_t$  передачею сигналу виклику частотою  $F=700$  Гц. У маневрового диспетчера встановлюється стаціонарна радіостанція РС-3.

Крім того, радіостанцію РВ-1 при зупинці поїзда на перегоні можна перевести в режим „Зупинка” (кнопка "ОСТ" на пульті керування). У цьому режимі автоматично знижується потужність випромінювання до 0,2-0,5 Вт, тобто зменшується зона дії радіостанції до 2-3 км, і передаються сигнали зупинки у вигляді періодичної послідовності тональних частот, різних у залежності від напрямку руху.

Машиніст поїзда, що наближається до зупиненого на перегоні поїзда, чує сигнал зупинки, тому що передавані імпульси з частотою 1000 Гц є викличним сигналом і переводять радіостанції, що прийняли виклик, у режим приймання, і вживає необхідних заходів безпеки незалежно від показань сигналів. Потім машиніст натисканням кнопки "ТЧМ" викликає ТЧМ

зупиненого поїзда, уточнюючи місце і причини його зупинки.

Кнопкою "ДНЦ" машиніст викликає поїзного диспетчера в тих випадках, коли він проїжджає по малодіяльній ділянці, де зонна радіомережа об'єднана з лінійною. У цьому випадку в ДСП замість РС-3 встановлюється радіостанція РС-6, що включається в лінійний канал поїзного диспетчерського радіозв'язку ПРЗ-Л(с), організованого в метровому діапазоні радіохвиль.

Локомотивна бригада забезпечується радіостанцією РН-12, що носять. Ця радіостанція працює на частоті  $f_d$ , що дозволяє помічнику машиніста при профілактичному огляді локомотива або при непередбаченій зупинці поїзда на перегоні або станції мати радіозв'язок з машиністом при виході з кабіни локомотива.

### **3.4 Мережі службового пасажирського радіозв'язку**

Радіомережі пасажирського поїзда призначені для організації радіотелефонного зв'язку начальника пасажирського поїзда з різними категоріями абонентів. За складом абонентів розрізняють:

- радіозв'язок усередині потяга для забезпечення переговорів начальника поїзда з поїзною бригадою і провідником хвостового вагона;
- радіозв'язок з абонентами на станції (начальника поїзда і провідника хвостового вагона з черговим по відправленню, черговим по вокзалу і квитковим касиром);
- радіозв'язок з диспетчером бюро по розподілу місць.

Схема організації радіомереж пасажирських поїздів наведена на рисунку 12. У купе начальника поїзда встановлюють радіостанцію РВ-2, що возять, що працює в діапазоні метрових хвиль (150 МГц) на одній із шести частот відповідно до таблиці 5. Основна робоча частота  $f_E$  служить для організації радіомережі начальника поїзда. На цю частоту і настроєний приймач, що постійно включений і працює в режимі чергового приймання, тобто готовий прийняти виклик від абонентів на частоті  $f_E$  при передачі сигналу, модульованого частотою 1000 Гц.

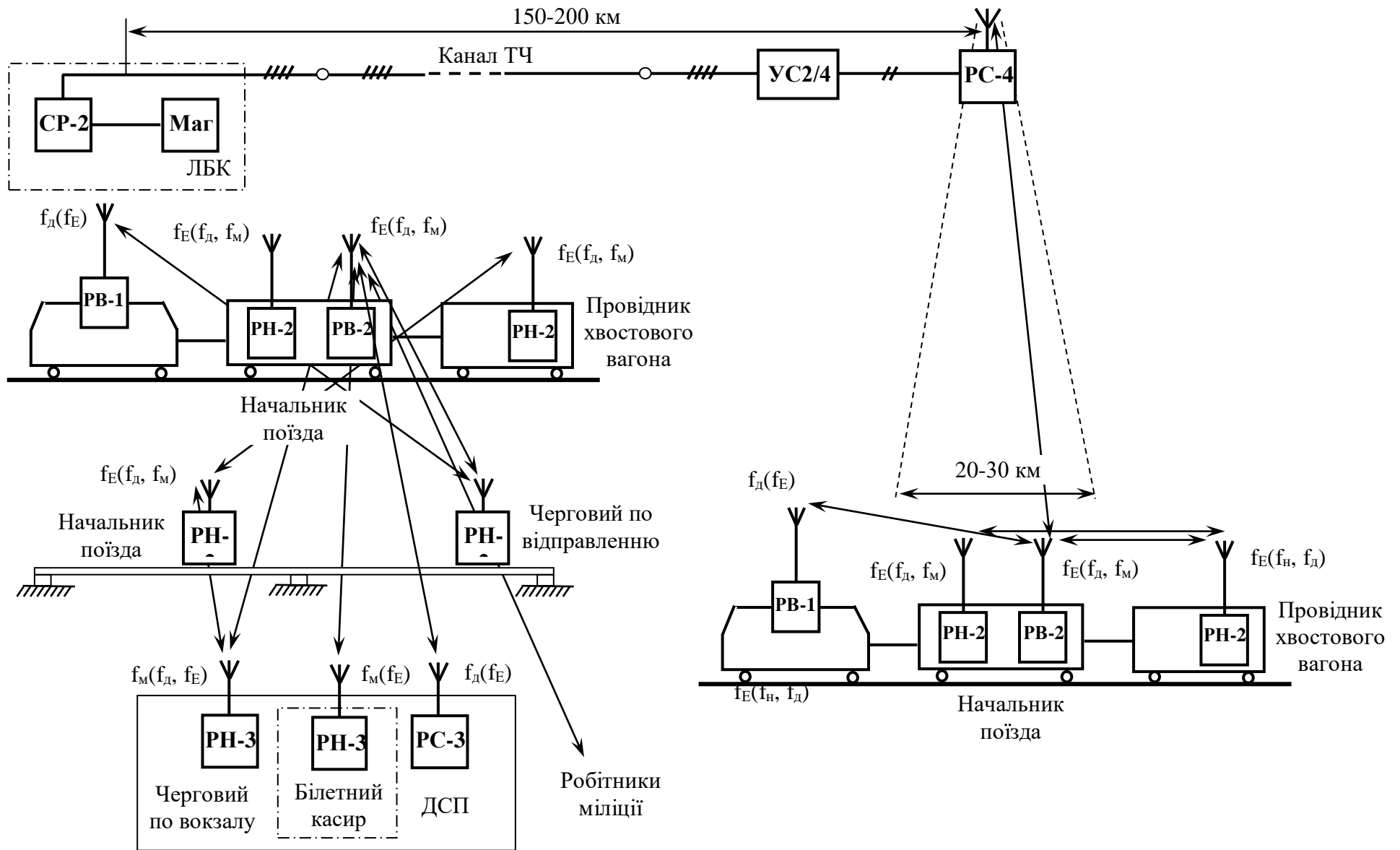


Рисунок 12 - Схема організації службового пасажирського радіозв'язку

Радіостанція РВ-2 дозволяє начальнику поїзда встановити радіозв'язок з поїзною бригадою локомотива, що веде поїзд. Для цього він повинний натисканням відповідної кнопки переключити радіостанцію РВ-2 на частоту поїзного радіозв'язку  $f_d$ , послати викличний сигнал частотою 1000 Гц і після цього починати переговори з машиністом локомотива.

На підходах до станцій начальник поїзда може передати інформацію ДСП на тій же частоті  $f_d$ , але посилкою викличного сигналу частотою 1400 Гц.

У разі потреби машиніст має можливість викликати начальника поїзда, переключивши радіостанцію на частоту  $f_E$ , і передати йому необхідну інформацію, що стосується роботи поїзної бригади, або сповістити пасажирів (у тому числі і при необхідності екстреної зупинки поїзда в аварійній ситуації).

Радіостанція РВ-2 забезпечує також роботу на частоті  $f_M$ , яку використовують для організації радіозв'язку чергових по відправленню з черговими по вокзалу. Начальник поїзда може на підході до станції і при стоянці поїзда на станції оперативно передати інформацію, пов'язану з посадкою і висаджуванням пасажирів.

У випадку стоянки поїзда станції і виникнення яких-небудь неузгодженостей (наприклад, "двійників") начальник поїзда може зв'язатися з квитковим касиром і передати йому інформацію про організацію продажу квитків. Для цього у чергових по вокзалу і квиткових касирів встановлюють радіостанції РН-3, чергових по відправленню оснащують радіостанціями РН-12. Усі перераховані радіозасоби працюють на частоті  $f_M$ , однак чергові по вокзалу можуть переключитися на канал начальника поїзда ( $f_E$ ) або машиніста поїзного локомотива ( $f_d$ ) і передати їм інформацію про посадку пасажирів або іншу, пов'язану з обслуговуванням пасажирів або роботою поїзної бригади.

У період посадки пасажирів начальник поїзда може вийти на перон, узявши із собою радіостанцію РН-12, що носять. Він буде мати практично ті ж можливості, що і при використанні радіостанції РВ-2. Крім начальника поїзда, радіостанцією РН-12, що носять, оснащуються провідники хвостових вагонів, що дозволяє забезпечити постійний радіозв'язок начальника поїзда і

провідника хвостового вагона як на стоянці, так і при русі поїзда. Портативна радіостанція РН-12 може служити також резервом радіостанції, що возять.

Важливе місце в обслуговуванні пасажирів займає своєчасна передача відомостей про наявність вільних місць у поїзді. Для цього начальник поїзда зі спеціально виділених зон має можливість установити зв'язок із ЛБК і передати необхідну інформацію. Такі зони організують на відстані 150-200 км від місця розташування ЛБК або ділянки, що обслуговується ним, що дозволяє вчасно (за 1,5-2 год) забезпечити продаж квитків на поїзди. Для організації цієї радіомережі в зоні передачі інформації встановлюють радіостанцію РС-4, а в ЛБК – розпорядницьку станцію СР-2. Між собою вони з'єднуються, як правило, чотирипровідним каналом тональної частоти, але можлива робота і по двопровідному фізичному колу.

Зона проведення переговорів складає приблизно 20-30 км, тобто мінімально 15 хв часу ходу поїзда, це цілком достатньо для передачі відомостей, що займають приблизно 3 хв. Начальник поїзда знає, у який період передавати цю інформацію. Однак, щоб привернути його увагу, у гучномовці радіостанції РВ-2 прослуховуються короткочасні сигнали, і на її пульті загоряється лампочка, яка фіксує в'їзд у *зону обслуговування*. Ці сигнали передаються радіостанцією РС-4. Причому на малодіяльних ділянках, де пасажирські поїзди проходять рідко, ці сигнали можуть бути виключені з розпорядницької станції СР-2, а включаються лише в період входження поїзда в *зону обслуговування*. При інтенсивному русі пасажирських поїздів сигнали *зони обслуговування* передаються радіостанцією РС-4 постійно і розділяються на парний і непарний напрямки за модулюючими частотами 700 і 2100 Гц.

Начальник поїзда, почувши сигнал *зони обслуговування*, натискає викличну кнопку  $F=1400$  Гц. Радіостанція РС-4, прийнявши викличний сигнал, підключається через провідний канал до СР-2 і передає на радіостанцію РВ-2 сигнал підтвердження. Сигнал підтвердження чує начальник поїзда і голосом повідомляє в ЛБК про готовність передати відомості про наявність вільних місць, називаючи при цьому номер поїзда.

Оператор ЛБК вступає в переговори з начальником поїзда і записує передану інформацію про повагонний розподіл вільних місць. Одночасно автоматично ведеться реєстрація переговорів.

Радіостанція РВ-2, крім названих чотирьох частот, має частоту  $f_n$ , яку можна використовувати для створення радіомереж різного призначення, наприклад, для переговорів з працівниками міліції, які чергують у вокзалі.

## **4 ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖ РЕМОНТНО-ОПЕРАТИВНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ**

### **4.1 Лінійні мережі РОРЗ-Л**

Радіомережі лінійного ремонтно-оперативного зв'язку РОРЗ-Л призначені для зв'язку керівників ремонтних робіт, а також машиністів і механіків рухомих одиниць ремонтних служб із поїзним диспетчером ДНЦ, енергодиспетчером ЕЧЦ, а також з диспетчерами дистанцій колій ПЧ, сигналізації і зв'язку ШЧ, контактної мережі ЕЧК. Такі мережі є мережами колективного користування служб електропостачання, колії, руху, сигналізації і зв'язку. Схема організації радіомережі РОРЗ-Л наведена на рисунку 13. Мережа РОРЗ-Л має лінійну структуру побудови, аналогічну структурі мережі ПРЗ-Л(с) (див. розділ 3.1).

Радіозв'язок організують у симплексному режимі з груповим викликом у метровому діапазоні хвиль. При цьому використовують стаціонарні радіостанції РС-6, установлені на проміжних станціях уздовж диспетчерських дільниць і з'єднані лінійним каналом зв'язку між собою і розпорядницькою станцією СР-34, встановлюваною в диспетчерських пунктах.

Станція розпорядницька СР-34 складається з двох напівкомплектів, кожний з яких може підключатися в будь-якому місці до двопровідного лінійного каналу з урахуванням розташування диспетчерських пунктів. Кожний із двох пультів керування може бути підключений до СР-34 по двопровідній лінії на відстанях до 5 км.



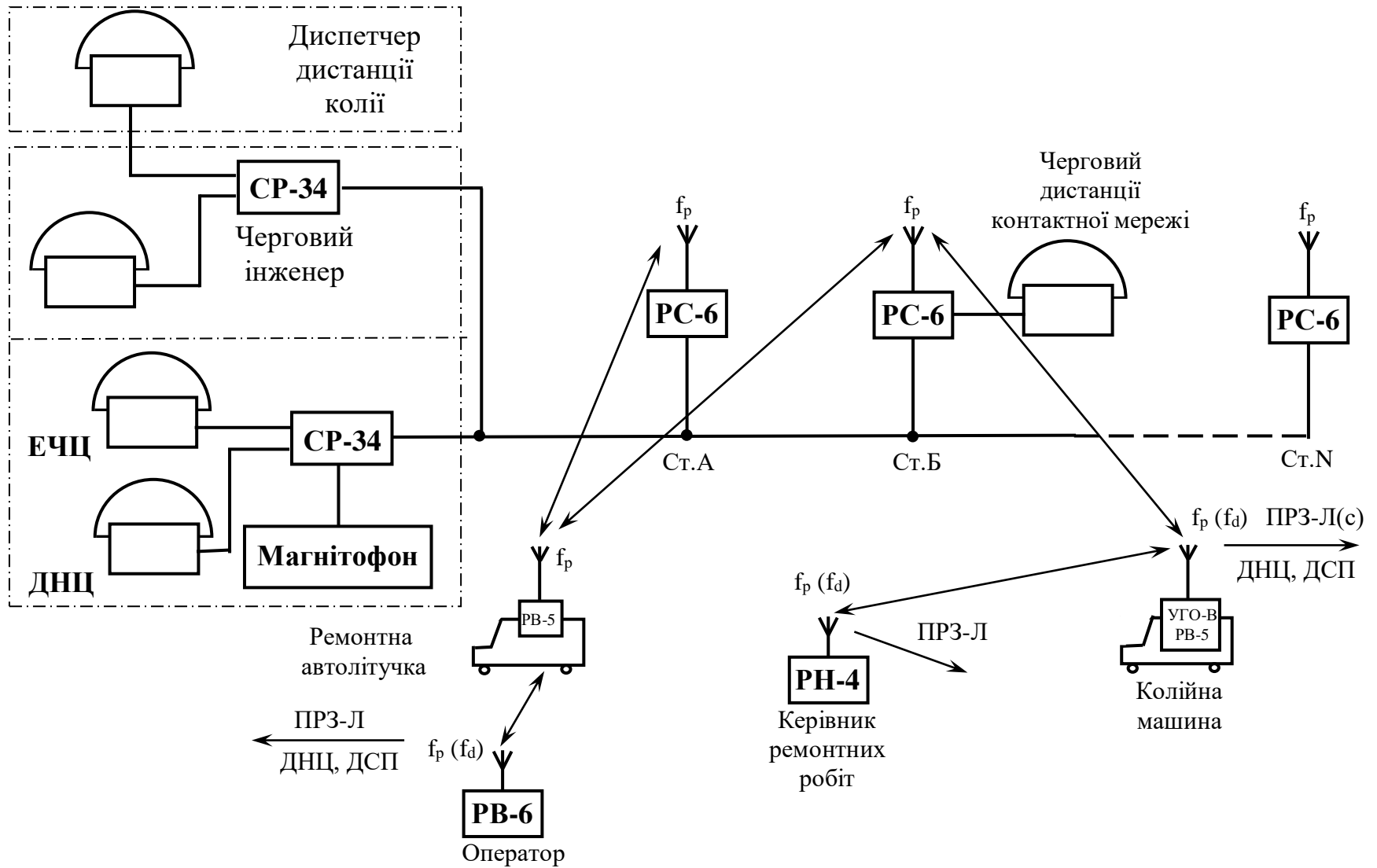


Рисунок 13 – Схема організації лінійної мережі ремонтно-оперативного радіозв'язку РОРЗ-Л

Пульти керування встановлюються в службових приміщеннях поїзного й енергодиспетчера, диспетчерів дистанцій колії, сигналізації і зв'язку, контактної мережі. На рухомих об'єктах ремонтних підрозділів усіх служб встановлюють радіостанції РВ-5, що возять. Рухомі абоненти забезпечуються радіостанціями РН-12, що носять. Зв'язок у радіомережі здійснюється на частотах  $f_{\text{д}}$  відповідно до таблиці 5 розподілу каналів у симплексному поїзному радіозв'язку.

Установлення з'єднань у мережі РОРЗ-Л здійснюється в такий спосіб.

Для виклику ремонтної бригади диспетчер натискає на пульті керування одну з кнопок із указівкою станції, поблизу якої виконуються ремонтні роботи. У лінію посилається сигнал вибраного підключення відповідної стаціонарної радіостанції – двочастотний послідовний код, а підключена радіостанція РС-6 автоматично посилає викличний сигнал групового виклику рухомих абонентів частотою 1000 Гц. Потім диспетчер голосом викликає потрібного абонента.

Усі радіостанції, що возять, рухомих об'єктів, що знаходяться в зоні дії стаціонарної радіостанції (яка підключилася) і які знаходяться в режимі „*Черговий прийом*”, при прийманні виклику частотою 1000 Гц переходять у режим „*Прийом*”; на 10 с відкриваються низькочастотні тракти, і в гучномовцях прослуховується викличний сигнал від диспетчера. Викликуваний абонент переводить свою станцію в режим „*Передача*” і відповідає диспетчерові, а всі інші радіостанції, що возять, знову переходять у режим „*Черговий прийом*”.

Виклик пульта керування радіостанції РС-6 здійснюється посилкою виклику частотою 1400 Гц. Це можуть бути ДСП станцій, що обмежують перегін, на якому проводяться роботи, а також інші абоненти, у яких можуть бути встановлені радіостанції РС-6, наприклад, лінійні пункти дистанцій контактної мережі й ін.

Вибірний виклик кожного комплекту розпорядницької станції СР-34 здійснюється двома різними кодовими сигналами, сформованими в РС-6 при прийнятті від керівника робіт викличних сигналів частотою 700 або 2100 Гц.

У цьому випадку радіостанція РС-6 приймає сигнал виклику, підключається до лінійного каналу і передає сигнал виклику СР-34. Потрібний керівник уточнюється голосом і вступає в переговори.

Якщо в розпорядженні керівника робіт є тільки портативна радіостанція РН, то зв'язок з диспетчерами може бути забезпечений лише поблизу радіостанції РС-6 на відстанях до 3-4 км. Для організації зв'язку з будь-якої точки перегону ремонтна бригада оснащується переносною радіостанцією РВ-6, що розгортається в районі проведення робіт з установленням тимчасової антени на телескопічній щоглі висотою 5 м, або радіостанціями РВ-5, що возять, які встановлюються на рейковому або автомобільному транспорті бригади.

Застосування радіомереж РОРЗ-Л забезпечує істотне зменшення часу закриття перегону ("вікон") за рахунок своєчасної передачі і прийняття вказівок і повідомлень про відкриття або закриття перегону, про підвищення швидкості руху, про час підходу до фронту робіт або про причини затримок колійних машин та ін.

#### **4.2 Мережі радіозв'язку керівників ремонтних робіт на перегонах РОРЗ-В**

Радіомережі внутрішнього ремонтно-оперативного радіозв'язку РОРЗ-В забезпечують зв'язок керівників ремонтних робіт (начальників колон, відбудовних і пожежних поїздів, бригадирів, центральних сигналістів та ін.) з виконавцями (майстрами, монтерами, водіями дрезин, автомотрис та інших рухомих об'єктів) і сигналістами огороження в локальних зонах провадження робіт на перегонах на відстанях 1-3 км.

У зоні провадження робіт повинна так само забезпечуватися сигналізація про наближення поїзда і гучномовне оповіщення ремонтних працівників.

У радіомережі РОРЗ-В повинна бути передбачена можливість зв'язку сигналістів з машиністами поїзних локомотивів на ділянках наближення до зони провадження робіт,

а також зв'язок керівника робіт із ДСП найближчих станцій.

Мережа радіозв'язку РОРЗ-В будується в основному на базі радіостанцій РН-12 і РН-4, що носять, що працюють у симплексному режимі з груповим викликом, а так само пристроїв гучномовного оповіщення працівників – УГО (рисунок 14).

Пристрої УГО виконують у трьох варіантах: у переносному варіанті УГО-П, установлюваному безпосередньо в зоні провадження робіт з живленням від акумуляторів, перевізному варіанті - УГО-В, установлюваному на рухомих об'єктах різних типів з живленням від бортової мережі, і стаціонарному варіанті УГО-С з живленням від мережі змінного струму 220 В.

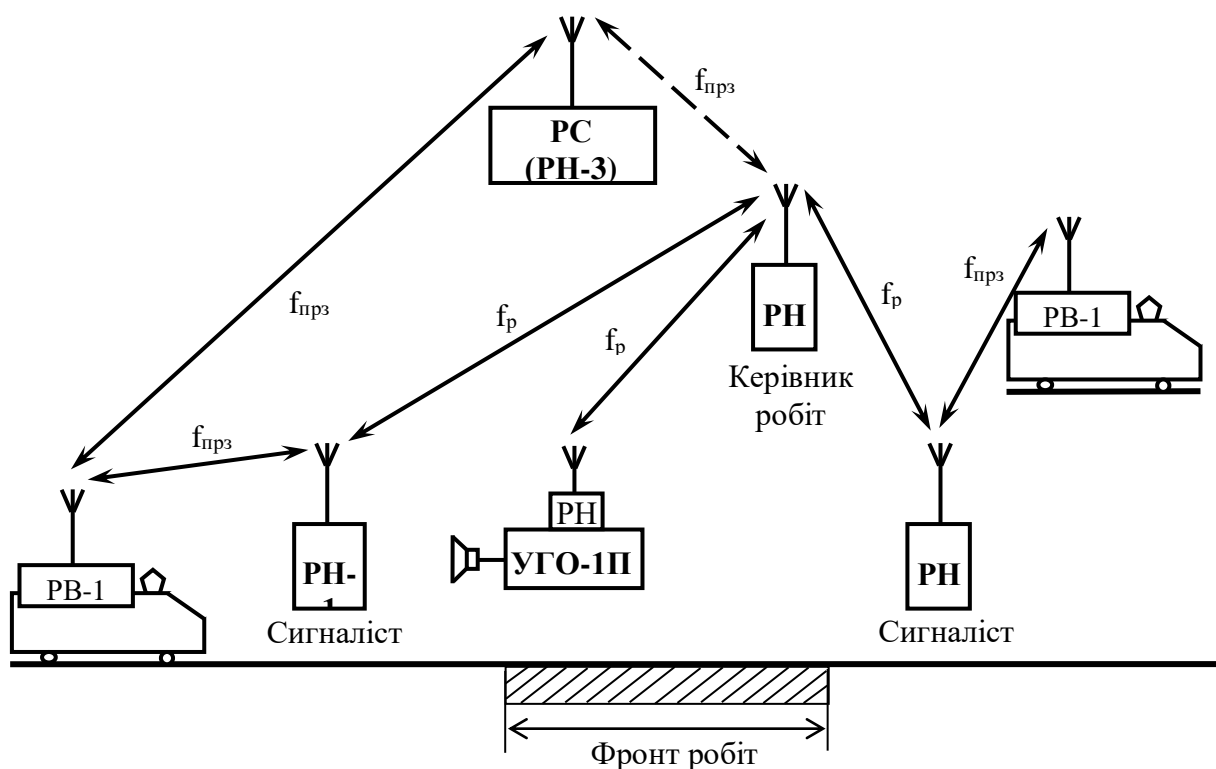


Рисунок 14 – Схема організації мережі радіозв'язку керівника ремонтних робіт на перегоні

До складу УГО всіх типів входить портативна радіостанція РН, через яку забезпечується дистанційне керування пристроями оповіщення. Радіостанція РН-4 побудована на базі РН-12 і відрізняється від останньої наявністю пульта керування ПМ-803,

завдяки якому забезпечується взаємодія з УГО, а саме:

- періодична послілка контрольного сигналу частотою 900 Гц для перевірки працездатності устаткування;
- послілка сигналу частотою 700 Гц для включення сирени, що попереджає про наближення поїзда;
- послілка сигналу частотою 2800 Гц для дистанційного включення підсилувачів звукової частоти і трансляції мовних повідомлень.

До складу УГО входять переговорні пристрої ПУ, що дозволяють посілати сигнали групового виклику абонентів, які мають радіостанції РН-12 і РН-4, що носять.

Зв'язок керівника робіт з виконавцями усередині зони провадження робіт і сигналістами огороження здійснюється на одній з частот ремонтно-оперативного зв'язку  $f_p$  відповідно до таблиці 6. Зв'язок сигналістів з машиністами поїзних локомотивів здійснюється на частотах поїзного радіозв'язку  $f_{прс}$ . Зв'язок керівника робіт із ДСП станцій, що обмежують перегін, здійснюється на частоті  $f_d$ , прийнятій в радімережі РОРЗ-Л, а якщо на ділянці мережа РОРЗ-Л не організована, то ДСП викликають на частоті зонних мереж ПРС-3. Для організації таких зв'язків сигналісти і керівники робіт повинні мати можливість переключення радіостанцій, що носять, на відповідні канали і послілки сигналів виклику відповідних абонентів.

Таблиця 6 – Номери каналів для радіозв'язку в середині фронту ремонтних робіт

Номери групи Канали в групі	1	2	3	4	5	6
Колійні працівники	43	20	23	43	38	23
Енергетики	41	33	30	41	33	30
Зв'язківці	18	42	35	18	42	35

### 4.3 Мережі службового оперативного радіозв'язку РОРЗ-Т

На території великих залізничних вузлів знаходиться значна кількість підприємств і установ, що забезпечують нормальну роботу вузла і які мають у своєму розпорядженні велике число рухомих об'єктів рейкового й автомобільного транспорту. Диспетчери, відповідальні чергові й оператори цих підрозділів, а також працівники, що знаходяться на рухомих об'єктах є основними абонентами радіомереж РОРЗ-Т. Для більш широких можливостей по координації дій всіх абонентів у радіомережі РОРЗ-Т передбачається вихід на залізничні автоматичні телефонні станції (ЗАТС) відомчої мережі телефонного зв'язку.

Для підвищення оперативності зв'язку в системі з великим числом абонентів мережа РОРЗ-Т будується за принципом з рівнодоступними каналами з індивідуальним викликом всіх абонентів. Мережа працює в дуплексному режимі, тобто забезпечується можливість одночасної передачі і прийняття повідомлень без комутації приймально-передавальних пристроїв. Такий режим дозволяє спростити з'єднання і ведення переговорів з абонентами ЗАТС. У дуплексному режимі частоти передачі і прийняття радіостанцій обрані з так називаним дуплексним розносом 36 МГц (див. сітку частот систем "Транспорт" на рисунку 1). Вибір робочих частот радіомереж здійснюється відповідно до таблиці 7.

Структурна схема радіомережі РОРЗ-Т наведена на рисунку 15. Центральна стаціонарна радіостанція ЦРС типу РС-7 містить чотири комплекти уніфікованих прийомо-передавачів УПП-3 дециметрового діапазону, що працюють у смугах частот поблизу 307 і 343 МГц.

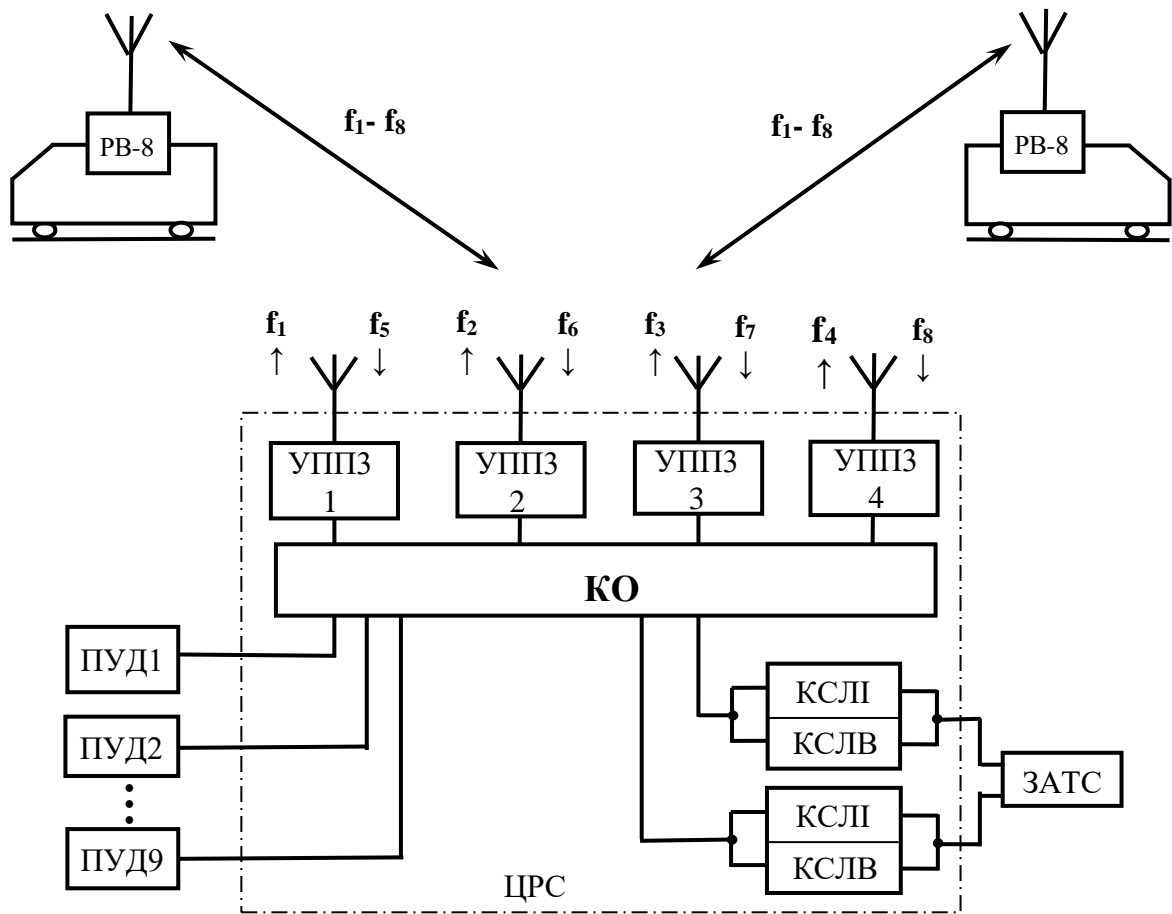


Рисунок 15 – Схема організації мережі оперативного радіотехнічного зв'язку РОРЗ-Т

Таблиця 7 – Номери каналів ремонтно-оперативного дуплексного зв'язку

Канали в групі		Номери групи		
		1	2	3
Передавачі ЦРС	$f_1$	359	364	367
	$f_2$	360	366	368
	$f_3$	363	369	371
	$f_4$	365	370	373
Передавачі РВ-8	$f_5$	319	324	327
	$f_6$	320	326	328
	$f_7$	323	329	331
	$f_8$	325	330	333

До комутаційного устаткування КО ЦРС сполучними лініями підключені пульти керування ПУ-Д дев'яти диспетчерів або чергових операторів різних підрозділів. Рухомі об'єкти оснащуються радіостанціями РВ-8, що возять.

Для обміну інформацією з абонентами ЗАТС ЦРС має дві вхідні і дві вихідні сполучні лінії. Вхідні лінії через комплект сполучних ліній КСЛВ включаються в ЗАТС на правах АТС. Вихідні лінії через комплекти КСЛІ – включаються на правах абонентських ліній.

У радіомережі РОРЗ-Т забезпечуються такі види зв'язку:

- рухомого радіоабонента з диспетчерськими пунктами;
- рухомого радіоабонента з будь-яким абонентом відомчої телефонної мережі;
- будь-якого абонента відомчої телефонної мережі з рухомим радіоабонентом;
- двох рухомих абонентів між собою.

Кожен абонент будь-якої категорії використовує для передачі інформації будь-який з вільних у даний момент радіоканалів. Процеси встановлення зв'язку автоматизовані. При зайнятості всіх каналів черговий виклик, що надходить, блокується, а абонент прослуховує сигнал зайнятості.

Імовірність втрат викликів нормується і служить вихідним параметром для розрахунку мережі на етапі проектування (див. розділ 2.3).

Радіомережа РОРЗ-Т, за сучасною термінологією, є типовою транкінговою, близькою, за протоколами організації зв'язку, до систем Smar Trunk-2.



## **5 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ**

В процесі модернізації і розвитку мереж технологічного радіозв'язку на залізницях України можна виділити декілька етапів.

Безумовно першочерговою задачею є заміна радіостанцій ЖРУ, у яких рознос частот каналів складає 50кГц, а не 25кГц, як в системі «Транспорт», а прийомо–передавачі не відповідають вимогам ГОСТ 12252-86.

Поряд з тим, що основна маса устаткування морально і фізично застаріла, необхідно враховувати, що в даний час система технологічного радіозв'язку на залізницях побудована на радіомережах з використанням закріплених каналів. Розпочаті в 80-х рр. спроби створення радіомереж СРЗ-У і РОРЗ-Т з використанням рівнодоступних каналів не одержали продовження.

В той же час поширення у світовій практиці радіоустаткування з використанням рівнодоступних каналів (транкінговий радіозв'язок), а також досвід роботи із закріпленими каналами з їхньою низькою ефективністю використання смуги частот змусили змінити ставлення до мереж колективного користування.

Практично всі мережі РОРЗ і значна частина мереж СРЗ можуть ввійти в загальну мережу транкінгового радіозв'язку. Це дозволить при існуючому спектральному ресурсі, виділеному для залізничного транспорту, забезпечити економічно ефективно його використання. Треба, однак, відзначити, що на даному етапі не можна виключати застосування і закріплених каналів, у першу чергу, для поїзного радіозв'язку. Також на закріплених каналах мають бути задіяні манєврові і гіркові радіомережі. Але не виключається, що у процесі розвитку транкінгового радіозв'язку з'явиться можливість організації цих радіомереж на основі використання спеціально виділених каналів у межах спільної мережі.

В сучасних умовах перехід ряду мереж технологічного радіозв'язку на рівнодоступні канали стає очевидним і неминучим. Стає також очевидною доцільність відмови від раніше розроблених вітчизняних протоколів (наприклад, в мережах СРЗ-У або РОРЗ-Т) і перехід на міжнародні [9,10].

Таким чином, розроблення і впровадження на мережах радіозв'язку залізниць сучасних транкінгових мереж має стати наступним етапом розвитку.

Транкінгові радіомережі повинні створюватися в інтересах абонентів різних служб залізничного транспорту і забезпечувати радіозв'язок з можливістю виходу їх у ЗАТС. Мережі транкінгового радіозв'язку повинні будуватися у діапазонах частот, виділених для залізничного транспорту. В теперішній час - в діапазонах 160 і 330 МГц, в подальшому – в діапазонах 160 і 460 МГц.

У діапазоні 160 МГц доцільна організація радіальних радіомереж, що відповідають протоколу обміну Смар Транк 2,а у діапазоні 460 МГц - радіомереж за протоколом МРТ 1327 для створення регіональних мереж технологічного радіозв'язку.

Абонентів з постійною прив'язкою до одних і тих же пунктів (працівники депо, пунктів технічного і комерційного оглядів, вантажно-розвантажувальних робіт і ін.) необхідно включати в локальні радіомережі Смар Транк 2.

У регіональні радіомережі за протоколом МРТ 1327 доцільно включати керівний склад залізниць, їхніх відділень і служб, а також абонентів, діяльність яких зв'язана з роз'їзним характером (працівники відбудовних і пожежних поїздів, воєнізованої охорони, ПМС, ревізорського апарату й ін.). Бажано також опрацювати питання використання транкінгових радіомереж, що працюють за стандартом МРТ 1327, для створення поїзного радіозв'язку на ділянках з низькою інтенсивністю руху.

В теперішній час країни Європи, що входять у МСЖД, спільно розробляють систему цифрового рухомого радіозв'язку для залізниць GSM for Railway, або скорочено GSM-R (рекомендації МСЖД UIC 751.4). Вона заснована на стандарті GSM цифрового стільникового рухомого радіозв'язку загального користування.

Для організації системи GSM-R в Європі виділені смуги радіочастот 876...880 і 921...925 МГц. У кожній з них розташовується по 24 канали з розносом 200 кГц. У системі використовується часовий поділ каналів, а кожний з 24 каналів ущільнений вісьма телефонними каналами. Передавачі стаціонарних радіостанцій працюють у смузі частот 921...925 МГц, рухомі - у смузі частот 876...880 МГц.

Реалізація системи GSM-R дозволяє докорінно змінити організацію поїзного радіозв'язку. Якщо в існуючих мережах ПРЗ використовується один груповий радіотелефонний канал, до якого послідовно можуть підключатися всі локомотивні радіостанції, що знаходяться на диспетчерській дільниці, то в системі GSM-R є можливість виділити на кожен поїзд декілька високонадійних цифрових каналів. Це, у свою чергу, дозволяє забезпечити передачу відповідальних команд у системі керування рухом поїздів, поїзний диспетчерський радіозв'язок, поїзний технологічний радіозв'язок, включаючи станційний і ремонтно-оперативний, радіозв'язок обслуговування пасажирів з виходом у мережу ЗАТС і ЄНСС. У комплексі з засобами космічної радіонавігації (GPS, Глонасс) використання GSM-R дозволить вирішити задачі ідентифікації і централізованого контролю місця розташування поїздів у центрі диспетчерського керування, забезпечення автоматичної побудови графіка виконаного руху.

Вже розпочато впровадження системи GSM-R на залізницях ряду європейських країн [11]. На залізницях Російської Федерації поряд з організацією дослідних ділянок стільникового радіозв'язку GSM-R визначаються перспективи використання цифрових транкінгових систем TETRA та стільникових мереж з кодовим розподілом каналів – CDMA [12,13].

Безумовно, подальший розвиток технологічного радіозв'язку на залізницях України буде пов'язаний з використанням сучасних цифрових систем стільникового і транкінгового радіозв'язку.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Правила технічної експлуатації залізниць України. – К.: Транспорт України, 1995.
- 2 Радиотехнические системы железнодорожного транспорта: Учеб. для вузов железнодорожного транспорта / Ю.В. Ваванов, А.В. Елизаренко, А.А. Танцюра и др. –М.: Транспорт, 1991.
- 3 Дагаева Н.Х., Клеванский Ю.М. Радиосвязь на железнодорожном транспорте. –М.: Транспорт, 1991.
- 4 Ваванов Ю.В. Технологическая железнодорожная радиосвязь. –М.: Транспорт, 1985.
- 5 Методические указания по расчету системы станционной радиосвязи: Нормативно-производственное издание. –М.: Транспорт, 1991.
- 6 Правила организации и расчета сетей поездной радиосвязи: Нормативно-производственное издание. –М.: Транспорт, 1991.
- 7 Руководящие указания по организации и расчету ремонтно-оперативной радиосвязи: Нормативно-производственное издание. –М.: Транспорт, 1991.
- 8 Частотный план технологической радиосвязи железнодорожного транспорта. Утр. МПС СССР 18.04.1989.
- 9 Ваванов Ю.В., Вериго А.М. Основные направления развития железнодорожной технологической радиосвязи // Автоматика, связь, информатика. –1998. - №6. –С. 7-10.
- 10 Каргулин С.Г., Леднев А.В. Использование систем транкинговой радиотелефонной связи предприятиями МПС РФ // Автоматика, связь, информатика. –2001. - №4. –С. 18-20.
- 11 GSM-R – базовая система для радиосвязи с подвижными объектами // Железные дороги мира. -2003. - №10. –С. 67-70.
- 12 Сипаченко В.А. Цифровая система технологической радиосвязи на Свердловской дороге // Автоматика, связь, информатика. – 2004. - №11. – С. 18-21.
- 13 Бачурин С.А. Результаты испытаний цифровой радиосвязи на базе стандарта ГМТ-МС // Автоматика, связь, информатика. -2003. - № 7. –С. 13-14.