

**ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА
ЗВ'ЯЗКУ**

Кафедра «Транспортний зв'язок»

**ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи**

Харків 2011

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри „Транспортний зв'язок” 28 квітня 2011 року, протокол № 9.

Наведено програмний зміст дисципліни „Оперативно - технологічний зв'язок на залізничному транспорті” та короткі теоретичні відомості і рекомендації з вивчення основних тем курсу. Подано детальні посилання на літературу за кожною темою та розгорнутий перелік контрольних запитань.

Наведено варіанти завдань на виконання розрахунково-графічних робіт з організації і проектування мереж залізничного оперативно-технологічного зв'язку. Стисло викладені рекомендації з організації мереж, розрахунку і побудови діаграм рівнів передачі, частотних характеристик залишкового згасання та розрахунку стійкості каналів ОТЗ з дуплексними підсилювачами.

Призначено для студентів факультету АТЗ, які навчаються за спеціальністю „Телекомунікаційні системи та мережі” та за спеціалізацією „Автоматизовані системи технологічного зв'язку” спеціальності „Автоматика та автоматизація на залізничному транспорті”.

Укладачі:

старш. викл. А.О. Єлізаренко,

проф. О.В. Єлізаренко

Рецензент

проф. О.П.Батаєв

ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи

Відповідальний за випуск Єлізаренко А.О.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 06.06.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту
61050, Харків - 50, майдан Фейербаха, 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

НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу

Харків 2011

УДК 656.254.15

Слізаренко А.О., Слізаренко О.В. Оперативно-технологічний зв'язок на залізничному транспорті: Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу. –Харків: УкрДАЗТ, 2011. – с.

Наведено програмний зміст дисципліни „Оперативно-технологічний зв'язок на залізничному транспорті” та короткі теоретичні відомості і рекомендації з вивчення основних тем курсу. Подані детальні посилання на літературу за кожною темою та розгорнутий перелік контрольних запитань.

Наведено варіанти завдань на виконання розрахунково-графічних робіт з організації і проектування мереж залізничного оперативно-технологічного зв'язку. Стисло викладені рекомендації з організації мереж, розрахунку і побудови діаграм рівнів передачі, частотних характеристик залишкового згасання та розрахунку стійкості каналів ОТЗ з дуплексними підсилювачами.

Призначені для студентів факультету АТЗ, які навчаються за спеціальністю „Телекомунікаційні системи та мережі” та за спеціалізацією „Автоматизовані системи технологічного зв'язку” спеціальності „Автоматика та автоматизація на залізничному транспорті”.

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри „Транспортний зв'язок” 28 квітня 2011 року, протокол № 9.

Рецензент

проф. О.П.Батаєв

Зміст

Вступ	4
1 Сучасний стан та перспективи розвитку оперативно-технологічного зв'язку на залізницях	5
2 Програма дисципліни та рекомендації з вивчення	12
2.1 Мета і задачі вивчення курсу	12
2.2 Зміст курсу	13
2.2.1 Основи побудови систем оперативно-технологічного зв'язку	13
2.2.2 Відділковий оперативно-технологічний зв'язок	14
2.2.3 Використання каналів НЧ і ТЧ для організації оперативно-технологічного зв'язку	15
2.2.4 Проектування і розрахунок каналів ОТЗ	16
2.2.5 Спеціальні види ОТЗ	18
2.2.6 Станційний оперативно-технологічний зв'язок	19
2.2.7 Удосконалення і розвиток систем оперативно-технологічного зв'язку	20
2.3 Практичні і лабораторні заняття та індивідуальні завдання	21
2.3.1 Теми практичних занять	21
2.3.2 Теми лабораторних занять	22
2.3.3 Теми розрахунково-графічних робіт	22
3 Розроблення технічних пропозицій з організації мереж оперативно-технологічного зв'язку	23
3.1 Організація мереж поїзного диспетчерського зв'язку на ділянці залізниці	23
3.2 Організація мереж ОТЗ на диспетчерській ділянці	29
3.3 Організація станційного оперативно-технологічного зв'язку	32
4 Розрахунок каналів оперативно-технологічного зв'язку	40
4.1 Розрахунок діаграми рівнів передачі	40
4.2 Розрахунок частотної характеристики залишкового згасання каналу	43
4.3 Розрахунок стійкості каналу ОТЗ	46
Список літератури	52

ВСТУП

Оперативно-технологічний телефонний зв'язок є основною складовою відомчих систем телекомунікацій і відіграє важливу роль в управлінні роботою залізничного транспорту. Вивченню цієї дисципліни завжди приділялась значна увага і створене її необхідне навчально-методичне забезпечення. Підготовлено базовий підручник [1], а ряд видань можуть стати в нагоді як навчальні посібники [2,3], лабораторні і практичні заняття забезпечені необхідними методичними вказівками, перелік яких наведено в розділі 2.3.

Підготовка цих методичних вказівок має на меті поліпшити організацію самостійної роботи з дисципліни, насамперед для студентів, які навчаються заочно, і забезпечити виконання розрахунково-графічних робіт.

В першому розділі вказівок розглянуто загальні відомості зі структури оперативно-технологічного зв'язку на залізничному транспорті, особливості реалізації технічних засобів та побудови мереж, подана коротка історична довідка і розглянуто перспективні напрями розвитку.

Другий розділ містить виклад змісту програми дисципліни. До кожного розділу програми подані детальні посилання на основну літературу та наведено широке коло контрольних запитань. Це дозволяє здійснити ефективний самоконтроль при вивченні відповідних розділів дисципліни та складає основу тестів модульного контролю.

Третій та четвертий розділи методичних вказівок містять завдання, вихідні дані та методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт.

В розділі 3 розглянуто питання організації мереж відділкового та станційного оперативно-технологічного зв'язку. В розділі 4 наведено рекомендації з розрахунків основних параметрів каналів ОТЗ: згасання підсилювальних ділянок та підсилення проміжних дуплексних підсилювачів, побудови діаграми рівнів передачі і частотної характеристики залишкового згасання, визначення стійкості групового каналу з дуплексними підсилювачами.

Роботу з вивчення дисципліни доцільно проводити в такій послідовності.

Попередньо необхідно ознайомитись з загальними відомостями з дисципліни, які наведено в розділі 1. Наступним кроком є ознайомлення з програмним змістом відповідних розділів дисципліни та з матеріалами, які містяться в рекомендованій літературі. Вивчивши матеріал, необхідно продумати відповіді на контрольні запитання.

Завдання розрахунково-графічних робіт необхідно виконувати паралельно з вивченням відповідних розділів дисципліни, керуючись методичними вказівками, наведеними у розділах 3, 4.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ

Оперативно-технологічний зв'язок (ОТЗ) на залізницях призначений для оперативного керівництва технологічними процесами на станціях і перегонах. 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.

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

При цьому 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, а в необхідних випадках – спеціальним тональним сигналом.

В 1923 році на ділянці Москва-Олександрів Північної залізниці був вперше застосований поїзний диспетчерський зв'язок для керівництва рухом поїздів. Враховуючи високу ефективність його застосування, вже до 1941 року системами

оперативно-технологічного зв'язку була обладнана майже вся мережа залізниць колишнього СРСР.

Відповідно до вимог „Правил технічної експлуатації залізниць України” [5] встановлено перелік та умови організації мереж оперативно-технологічного зв'язку на всіх ділянках залізниць.

За районом дії мережі оперативно-технологічного зв'язку поділяють на магістральні, дорожні, відділкові і станційні.

Магістральний зв'язок організується в межах всієї мережі залізниць України. На кожній залізниці організуються мережі дорожнього зв'язку.

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

Мережі станційного оперативно-технологічного зв'язку організують на залізничних станціях для управління експлуатаційною роботою.

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 у 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.

Як додаткові види оперативно-технологічного зв'язку організують:

- маневровий диспетчерський зв'язок (МДЗ) для переговорів маневрового диспетчера ділянки з диспетчерською

централізацією з оперативними керівниками станцій з питань проведення маневрових робіт;

- вагонорозподільчий диспетчерський зв'язок (ВДЗ), призначений для переговорів диспетчера-вагонорозподільника з маневровими диспетчерами, черговими по станціях та під'їзних коліях;

- білетно-диспетчерський зв'язок (БДЗ), з касирами проміжних станцій з питань продажу білетів.

Як системи прямого зв'язку створюють:

- поїзний міжстанційний зв'язок (МЖЗ), для переговорів чергових сусідніх станцій з питань організації руху поїздів;

- перегінний зв'язок (ПГЗ), призначений для переговорів працівників, які знаходяться на перегоні з черговими по станціях, що обмежують перегін, а також із диспетчерами ПДЗ, ЕДЗ, СДЗ, ЛПЗ та телефоністкою;

- зв'язок чергового переїзду, що охороняється, (ОПЗ) для переговорів з черговим найближчої станції.

Як окремі особливі види зв'язку організують:

- зв'язок нарад (ЗН) – для проведення оперативних нарад працівників залізниць, який здійснюється шляхом підключення апаратури спеціальних приміщень для нарад – студій до каналів зв'язку, які надаються на час проведення нарад;

- дорожній розпорядчий зв'язок (ДРЗ) – для переговорів керівництва служб перевезень з черговими дирекцій перевезень (колишніх відділків залізниць) та черговими і маневровими диспетчерами великих станцій.

На окремих ділянках залізниць за завданням замовника можуть створюватись окремі мережі:

- зв'язку транспортної міліції (ЗТМ);

- зв'язку воєнізованої охорони (ЗВО).

На кожній залізничній станції організують окремі мережі станційного оперативно-технологічного зв'язку, які включають [5]:

- стрілочний телефонний зв'язок (СТЗ), призначений для зв'язку чергового по станції із стрілочними постами в процесі керування поїзною та маневровою роботами;

- станційний розпорядчий телефонний зв'язок (СРТЗ) для забезпечення прямого зв'язку керівників технологічних процесів на станціях із широким колом оперативних працівників.

Мережі станційного оперативно-технологічного зв'язку будуються на принципах прямого зв'язку за радіальною схемою із встановленням у керівників комутаторів технологічного зв'язку, до яких підключаються лінії прямих абонентів з апаратами ЦБ без номеронабирачів та лінії інших встановлених абонентів. Комутатори окремих керівників на станції з'єднуються між собою за принципом „кожний з кожним”.

При створенні мереж ОТЗ визначальними були такі вимоги:

- забезпечення закритості груп абонентів і неможливість підключення до них інших непередбачуваних абонентів;
- можливість індивідуального, групового і загального (циркулярного) виклику абонентів;
- мінімальний час встановлення з'єднання і висока оперативність зв'язку;
- наявність контролю прийому виклику;
- надходження виклику до абонента, зайнятого розмовою;
- можливість „перебою” керівником підлеглого абонента.

На певному етапі розвитку телекомунікацій такі вимоги можна було задовольнити тільки на основі створення автономних локальних мереж ОТЗ зі спеціальними структурами і алгоритмічними принципами.

В період з 1923 до 1960 рр. в мережах оперативно-технологічного зв'язку на залізницях використовувалась система селекторного (від англійського Select – вибирати) вибіркового виклику. Прийом сигналів вибіркового виклику здійснював спеціальний електромеханічний пристрій – селектор. Кодова група, на яку настроювався кожний селектор, являла собою комбінацію імпульсів постійного струму з напругою до 160 В.

Система селекторного виклику мала суттєві недоліки:

- значні взаємні впливи між колами зв'язку і низьку якість передачі;
- необхідність складних регулювань електромеханічних селекторів;

- неможливість безпосередньої передачі сигналів вибіркового виклику по каналах тональної частоти.

Починаючи з 1960 року системи з селекторним вибіркоким викликом були поступово замінені на більш досконалу систему тонального вибіркового виклику. Залишився лише термін „селекторна нарада” як вид групового зв’язку керівника з виконавцями, які знаходяться на значних відстанях один від одного.

В системі вибіркового зв’язку з тональним вибіркоким викликом викличні сигнали передаються комбінацією тональних частот від 316 до 2000 Гц. Це забезпечує можливість роботи апаратури як по каналах тональної частоти в смузі частот 0,3-3,4 кГц, так і по каналах низької частоти повітряних ліній зв’язку в смузі до 2,0 кГц.

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 [8].

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 пульти керування.

З появою цифрових систем комутації, які забезпечують функції цифрових мереж інтегрального обслуговування ISDN, з’явилась можливість реалізації основних принципів організації ОТЗ, що склалися в процесі багаторічної експлуатації, на новій технічній основі.

В Україні прийнята концепція створення інтегральних мереж оперативно-технологічного та загальнотехнологічного зв’язку (ІМТЗ) з використанням стандартного комутаційного

обладнання цифрових АТС, але зі збереженням специфічних функцій та алгоритмів функціонування для абонентів ОТЗ [9].

Цифрові системи комутації такі можливості забезпечують за рахунок:

- наявності багатоканального базового або первинного доступів;
- використання широкого кола додаткових послуг (скорочений набір номерів, прямий зв'язок, повідомлення про надходження додаткового виклику, встановлення системи пріоритетів та ін.);
- можливості організації закритих та відкритих груп спільних інтересів (розподіл абонентів ОТЗ та ЗТЗ);
- застосування переваг спільноканальної системи сигналізації.

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 і з розпорядчою станцією цифровими каналами зв'язку.

В ролі переговорно-викличних пристроїв (пультів керівників) використовуються системні цифрові телефонні апарати з додатковими функціями, які підключаються до комутаційної станції по цифрових каналах 2В+D. 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.

Таким чином, цифрова мережа ІМТЗ є територіально-розподіленою цифровою комутованою системою зі специфічними алгоритмами роботи, які реалізуються програмними засобами.

Фрагменти цифрових мереж ОТЗ, які побудовані таким чином, проходять випробування на дослідних ділянках Гребінка-Ромодан Південної залізниці з 1996 року та Ківерці-Луцьк Львівської залізниці з 2002 року. Мережа на ділянці Гребінка-Ромодан організована на кабелі з мідними жилами з

використанням цифрових АТС “Мередіан 1” фірми Капш (Австрія) та мультиплексорів PDH. На ділянці Ківерці-Луцьк, цифрова мережа ОТЗ організована на ВОЛЗ при використанні обладнання SDH і комутаційних станцій Фарлеп Ф-1500 вітчизняного виробництва.

Доцільність такої організації мереж ОТЗ підтверджує досвід Російської Федерації, де вже експлуатується понад 30 тис. км цифрових мереж на ділянках з ВОЛЗ [3].

В той же час зараз стала зрозумілою необхідність певного переосмислення принципів побудови цифрових мереж ОТЗ і базових технічних рішень на основі використання найбільш перспективних телекомунікаційних технологій.

Виходячи із сучасних тенденцій розвитку телекомунікаційних технологій і мультисервісних мереж зв'язку стає очевидним, що реалізація цифрової ОТЗ в перспективі буде значною мірою базуватися на принципах побудови мереж наступного покоління NGN і технологіях передачі мовної інформації з маршрутизацією пакетів IP [10-12].

На залізницях України вже створено дослідний район мереж ОТЗ-IP на ділянці Київ-Фастів. Транспортна мережа на ділянці організована по існуючому симетричному мідному кабелю за допомогою SDSL-модемів Watson, які мають закінчення Ethernet. До виходів модемів підключаються маршрутизатори, які встановлюються на кожній станції, і за їх допомогою реалізуються необхідні IP додатки [12]. Компанія ТТС «Марконі» розробила пропозиції з організації мереж ОТЗ на ділянці Київ – Миронівка виключно в IP-середовищі.

У першому випадку реалізується рішення NGN поверх PDH, а для підключення обладнання ОТЗ використовують традиційні TDM-інтерфейси мультиплексорів. В такій мережі необхідна перевірка чутливості обладнання ОТЗ до затримок, характерних для роботи TDM over IP-шлюзів.

В мережах, де є тільки IP-транспорт, необхідна заміна специфічних кінцевих пристроїв ОТЗ на принципово нові, засновані на IP-технологіях. Комплекс необхідного обладнання зараз ще не випускається, до того ж для реалізації такого проекту необхідні великі інвестиції, що робить його рентабельність в сучасних умовах сумнівною.

Наявність певних застережень щодо впровадження принципово нових технологій ОТЗ-IP вимагає всебічної перевірки і аналізу їх роботи в умовах дослідних районів. Цікавою є дослідна дільниця цифрової ОТЗ Харків–Лозова Південної залізниці, яка побудована з використанням комутаційних станцій Si 2000 iCS. Ця станція є об'єднаною інтегрованою комутаційною системою, яка на єдиній платформі забезпечує можливості як комутації каналів у мережах з TDM, так і комутацію пакетів в IP-мережах. Станція Si 2000 iCS є ідеальним засобом для еволюції традиційних мереж TDM з метою їх трансформації в NGN [13].

Фірма MONIS обладнала на кафедрі «Транспортний зв'язок» УкрДАЗТ дослідний комплекс ОТЗ на основі трьох станцій Si 2000 iCS з необхідним комплектом периферійного обладнання, яке дозволяє моделювати всі можливі варіанти організації мереж. Цей комплекс не тільки дозволяє ознайомитись з новітніми технологіями телекомунікацій, але й дає можливість проводити певну дослідницьку роботу.

Концепції мереж нового покоління надають широкі можливості для розвитку засобів зв'язку, в тому числі і в оперативно-технологічному сегменті залізничних телекомунікацій. Реалізація такої складної задачі можлива лише на основі поетапного еволюційного підходу. Достатньо довгий період мережі оперативно-технологічного зв'язку залізниць будуть гетерогенними з точки зору принципів організації, технологій, що використовуються, та технічних засобів. Лише на наступних етапах інфраструктура мереж зможе поступово нарощуватись до рівня, відповідного NGN ідеології.

2 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ

2.1 Мета і задачі вивчення курсу

Метою навчального процесу є підготовка спеціалістів для експлуатаційно-технічної та проектної діяльності в галузі провідного оперативно-технологічного зв'язку на залізницях з урахуванням їх сучасного стану та перспектив розвитку.

Курс базується на знаннях, отриманих при вивченні фізики, теорії електричних і магнітних кіл, електроніки і мікросхемотехніки, каналоутворюючих пристроїв телекомунікацій, теорії електричного зв'язку.

Дисципліна є спеціальною.

Вивчення в лекційному курсі теоретичних основ і сучасних технічних засобів оперативно-технологічного зв'язку доповнюється лабораторними та практичними заняттями, де розглядаються і досліджуються функціональні можливості і параметри окремих видів ОТЗ.

Питання організації та проектування мереж ОТЗ різного призначення засвоюються студентами при виконанні розрахунково-графічних робіт.

Ряд розділів і питань курсу виносяться на самостійне вивчення під керівництвом і контролем викладача.

Вивчивши курс, студент повинен:

знати призначення, способи організації та апаратуру для реалізації різних видів оперативно-технологічного зв'язку на залізничному транспорті;

вміти проектувати мережі оперативно-технологічного зв'язку усіх рівнів, здійснюючи вибір необхідного обладнання зв'язку, розрахунок каналів, організацію технічного обслуговування;

мати уявлення про технологічні процеси управління перевезеннями, перспективи розвитку мереж ОТЗ, методи впровадження цифрових систем.

2.2 Зміст курсу

2.2.1 Основи побудови систем оперативно-технологічного зв'язку

Принципи організації групових каналів оперативно-технологічного зв'язку. Системи вибіркового виклику. Функціональні схеми пристроїв вибіркового виклику. Принципи побудови апаратури розпорядчих станцій та проміжних пунктів зв'язку. Особливості включення розмовних пристроїв.

Матеріали з основ побудови систем оперативно-технологічного зв'язку наведені в підручниках [1, с. 42-46, 51-92], [2. с. 114-125].

Контрольні запитання

- 1 Призначення і склад систем оперативно-технологічного зв'язку на залізничному транспорті.
- 2 Принципи класифікації мереж ОТЗ.
- 3 Основні специфічні вимоги до мереж ОТЗ на залізницях.
- 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 різниця і схожість сигналів індивідуального і групового викликів?
- 9 Що таке груповий і циркулярний виклики? Як вони реалізуються?
- 10 Принципи побудови пристроїв передачі і прийому вибіркового виклику.
- 11 Які заходи застосовують для захисту приймачів тонального вибіркового виклику від дії розмовних струмів?
- 12 Принципи побудови розпорядчих станцій ОТЗ.
- 13 Принципи побудови проміжних пунктів зв'язку в мережах ОТЗ.
- 14 Особливості підключення переговорних пристроїв у розпорядчих станціях і проміжних пунктах зв'язку.
- 15 З яких міркувань вибирають вхідний опір в апаратурі ОТЗ?
- 16 Які системи контролю прийому виклику використовують в апаратурі ОТЗ?
- 17 Чому в апаратурі ОТЗ використовують електродинамічні, а не вугільні мікрофони?

2.2.2 Відділковий оперативно-технологічний зв'язок

Організація диспетчерських видів зв'язку: ПДЗ, ЕДЗ, СДЗ. Склад абонентів, конфігураційні та структурні схеми, апаратура.

Організація каналів зв'язку постанційного типу. Конфігураційні та структурні схеми, апаратура. Схеми організації мереж оперативно-технологічного зв'язку комбінованого типу.

Питання організації мереж відділкового оперативно-технологічного зв'язку розглянуті в підручниках [1, с. 160-209], [2, с. 131-138].

Контрольні запитання

- 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 різниця між мережами, організованими за диспетчерським і постанційним принципами?
- 6 Поїзний диспетчерський зв'язок (ПДЗ) – призначення, 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.

2.2.3 Використання каналів НЧ і ТЧ для організації оперативно-технологічного зв'язку

Використання підсилювачів у каналах ОТЗ. Дуплексні підсилювачі. Стійкість каналів ОТЗ з дуплексними підсилювачами. Використання симплексних підсилювачів у двосторонніх каналах зв'язку. Пряме і зворотне управління підсилювачами.

Особливості організації ОТЗ по каналах тональної частоти. Пристрої розподілу напрямків. Підключення двопровідних закінчень до чотирипровідних трактів. Перехідні пристрої та їх використання при організації мереж ОТЗ.

Організація групових каналів тональної частоти в аналогових і цифрових системах передачі.

Матеріали цього розділу більш повно розглянуто в підручнику [1, с. 92-131], фрагментарно в підручнику [2, с.126-131].

Контрольні запитання

- 1 Принципи побудови дуплексних підсилювачів.
- 2 Чому обмежують робоче підсилення дуплексних підсилювачів?
- 3 Що таке стійкість дуплексних підсилювачів?
- 4 Як досягається стійкість каналів ОТЗ з дуплексними підсилювачами?
- 5 Навіщо потрібна третя диференціальна система в підсилювачах ПТДУ-М?
- 6 Чому обмежена кількість дуплексних підсилювачів в каналах ОТЗ?
- 7 Як забезпечується управління симплексними підсилювачами в двосторонніх каналах ОТЗ?
- 8 Що таке „пряме і зворотне управління”
- 9 Що таке „пристрої управління голосом”? З якою метою їх використовують в мережах ОТЗ?
- 10 Як досягається необхідна дальність зв'язку в каналах ОТЗ?
- 11 З якою метою використовують розподільчі пристрої?
- 12 Принципи побудови і особливості використання перехідних пристроїв.

2.2.4 Проектування і розрахунок каналів ОТЗ

Експлуатаційні основи організації і проектування мереж оперативно-технологічного зв'язку. Визначення складу мереж та основних вимог до їх побудови, застосування каналів тональної частоти систем передачі. Розроблення схем організації мереж ОТЗ.

Особливості нормування параметрів каналів оперативно-технологічного зв'язку. Розрахунок робочого згасання підсилювальних ділянок та підсилення проміжних дуплексних підсилювачів. Побудова діаграми рівнів передачі.

Розрахунок частотної характеристики залишкового згасання каналів ОТЗ. Методика розрахунку стійкості групового каналу ОТЗ з дуплексними підсилювачами.

Принципи розрахунку рівня завад в каналах ОТЗ. Псофометричні методи виміру завад.

Організація та особливості проектування цифрових мереж технологічного зв'язку. Цифрові комутаційні системи SI 2000 і CS та SI 3000.

Матеріали цього складного розділу курсу не зовсім вдало викладені в [1, с. 249-266], але в посібнику [4] на с. 86-142 вони подані в розгорнутому вигляді з прикладами розрахунків. Стисло, в систематизованому вигляді, ці матеріали викладені в розділах 3, 4 цих методичних вказівок.

Цифрові системи ОТЗ більш докладно розглянуті в [3, с. 93-241].

Контрольні запитання

- 1 Які нормативні документи визначають основні вимоги до організації мереж ОТЗ на залізницях?
- 2 Які вимоги встановлюють «Правила технічної експлуатації залізниць» до складу мереж ОТЗ на ділянках залізниць?
- 3 Як забезпечуються необхідна дальність зв'язку в каналах ОТЗ?
- 4 Особливості організації складених каналів ОТЗ.
- 5 Чому обмежена кількість дуплексних підсилювачів у каналах ОТЗ низької частоти?
- 6 Методи оцінки якості передачі в каналах ОТЗ.
- 7 Як визначають робоче згасання підсилювальних ділянок каналів ОТЗ?
- 8 Як враховують додаткове згасання, яке вносять в груповий канал відгалуження та апаратура, яка підключається?
- 9 Навіщо в кінці кола ОТЗ вмикають навантаження, яке рівне хвильовому опору лінії зв'язку?
- 10 Як визначають підсилення проміжних підсилювачів та їх необхідні регулювальні характеристики?
- 11 Норми рівнів передачі в каналах низької частоти ОТЗ.

- 12 Норми рівнів завад в каналах ОТЗ.
- 13 Як будується діаграма рівнів передачі для каналів ОТЗ?
- 14 Як визначається частотна характеристика залишкового згасання в каналах ОТЗ?
- 15 Як можна оцінити величину спотворень зворотного зв'язку в каналах ОТЗ?
- 16 Як визначається стійкість групових каналів ОТЗ з дуплексними підсилювачами?
- 17 Особливості організації ОТЗ на цифрових мережах

2.2.5 Спеціальні види ОТЗ

Поїзний міжстанційний та перегінний зв'язок. Призначення та принципи організації ПГЗ по двопровідних та чотирипровідних лініях. Обхідний перегінний зв'язок. Призначення та структурна схема міжстанційного зв'язку. Організація зв'язку при проведенні аварійно-відновлювальних робіт на перегоні.

Магістральний та дорожній розпорядчий оперативно-технологічний зв'язок. Призначення, склад абонентів, конфігураційні та структурні схеми організації розпорядчого зв'язку. Використовувана апаратура.

Принципи організації зв'язку нарад – конференцзв'язку. Організація зв'язку нарад на цифрових мережах.

Питання організації поїзного міжстанційного і перегінного зв'язку розглянуті в [1, с. 209-223]. Особливості організації розпорядчого зв'язку і зв'язку нарад розглянуті в [1, с. 132-159] і в [2, с. 138-141]. Організація зв'язку нарад на цифрових мережах ОТЗ - [3, с. 230-241].

Контрольні запитання

- 1 Призначення і особливості організації міжстанційного поїзного зв'язку.
- 2 Чим відрізняються міжстанційний і постанційний зв'язок?
- 3 Призначення і особливості організації перегінного зв'язку.

- 4 В яких випадках можлива організація спільного каналу МЖЗ-ПГЗ?
- 5 Призначення і особливості організації обхідного перегінного зв'язку.
- 6 Як організується зв'язок з місцем проведення робіт на перегоні?
- 7 Як здійснюється підключення абонентів перегінного зв'язку до каналів відділкового оперативно-технологічного зв'язку?
- 8 Призначення і особливості організації мереж розпорядчого зв'язку.
- 9 Склад абонентів мереж дорожнього розпорядчого зв'язку.
- 10 Як здійснюється виклик місцевих і віддалених абонентів у мережах ДРЗ?
- 11 Як передаються сигнали прямого і зворотного управління в каналах дорожнього розпорядчого зв'язку?
- 12 Призначення і особливості організації зв'язку нарад.
- 13 Як класифікують мережі зв'язку нарад за районом дії?
- 14 Як здійснюється управління в каналах зв'язку нарад?
- 15 Особливості організації зв'язку нарад на цифрових мережах ОТЗ.

2.2.6 Станційний оперативно-технологічний зв'язок

Різновиди станційного оперативно-технологічного зв'язку та їх роль в управлінні технологічними процесами на станціях. Взаємодія мереж станційного зв'язку. Використовувана апаратура. Цифрові комутатори технологічного зв'язку, комутаційні системи SI 2000 і CS.

Питання організації станційного оперативно-технологічного зв'язку розглянуті в [1, с. 224-247] і в [2, с. 146-151].

Контрольні запитання

- 1 Структура оперативного управління роботою залізничних станцій.
- 2 Призначення і особливості організації мереж станційного оперативно-технологічного зв'язку.

- 3 Чим відрізняються мережі станційного оперативно-технологічного і місцевого зв'язку?
- 4 Які мережі оперативно-технологічного зв'язку організовують на невеликій залізничній станції?
- 5 Наведіть можливий перелік мереж оперативно-технологічного зв'язку для великої сортувальної станції.
- 6 Яка апаратура застосовується для організації мереж станційного оперативно-технологічного зв'язку?
- 7 Призначення комутаторів станційного оперативно-технологічного зв'язку.
- 8 Наведіть типовий склад комплектів комутатора оперативно-технологічного зв'язку.
- 9 Поясніть різницю в складі абонентів мереж оперативно-технологічного зв'язку чергового по станції ДСП і маневрового диспетчера ДСЦ.

2.2.7 Удосконалення і розвиток систем оперативно-технологічного зв'язку

Основні напрями удосконалення технічних засобів і мереж оперативно-технологічного зв'язку на залізничному транспорті. Нове покоління аналогового обладнання ОТЗ з цифровою обробкою сигналів: розпорядчі станції РСДТ-Ц, проміжні пункти зв'язку ППЗ-Ц, цифрові комутатори технологічного зв'язку.

Принципи побудови оперативно-технологічного зв'язку на цифрових мережах. Інтегральні мережі оперативно-технологічного і загальнотехнологічного зв'язку. Застосування технологій NGN.

Матеріали з сучасних технічних засобів оперативно-технологічного зв'язку знайшли певне відображення в новому підручнику [3]. При ознайомленні з цими питаннями необхідно користуватись конспектом лекцій з дисципліни. В нагоді можуть стати публікації, які наведені в списку літератури [13].

Контрольні запитання

- 1 Особливості побудови аналогового обладнання ОТЗ з цифровою обробкою сигналів.
- 2 Які переваги забезпечує застосування цифрових методів обробки сигналів в апаратурі ОТЗ?
- 3 Принципи побудови цифрової інтегральної мережі оперативно-технологічного і загальнотехнологічного зв'язку на залізницях України.
- 4 Загальні вимоги до цифрової інтегральної мережі оперативно-технологічного зв'язку.
- 5 Технічна реалізація побудови цифрових інтегральних мереж оперативно-технологічного зв'язку.
- 6 Організація відділкового оперативно-технологічного зв'язку у цифровій мережі.
- 7 Система нумерації абонентів оперативно-технологічного зв'язку.
- 8 Система пріоритетів абонентів цифрової інтегральної мережі оперативно-технологічного зв'язку.
- 9 Використання технологій NGN в технологічних мережах.
- 10 Принципи побудови мереж ОТЗ-IP.

2.3 Практичні і лабораторні заняття та індивідуальні завдання

2.3.1 Теми практичних занять

- 1 Розрахунок згасання групового каналу.
- 2 Організація каналу поїзного диспетчерського зв'язку.
- 3 Побудова діаграми рівнів передачі каналу ПДЗ.
- 4 Організація мереж оперативно-технологічного зв'язку на дільниці залізниці.
- 5 Розрахунок частотної характеристики каналів зв'язку.
- 6 Розрахунок стійкості групового каналу з дуплексними підсилювачами.
- 7 Організація цифрових мереж станційного технологічного зв'язку.
- 8 Організація цифрових мереж ОТЗ на базі обладнання Si 2000 iCS.

На практичних заняттях необхідно користуватись цими методичними вказівками з організації самостійної роботи та попередньо ознайомлюватись з відповідними розділами в підручниках, на які зроблені посилання в розділі 2.2.

2.3.2 Теми лабораторних занять

- 1 Дослідження пристроїв тонального вибіркового виклику.
- 2 Дослідження принципів організації та апаратури поїзного диспетчерського зв'язку.
- 3 Дослідження принципів організації та апаратури зв'язку постанційного типу.
- 4 Дослідження дуплексного підсилювача.
- 5 Дослідження перехідних пристроїв ПУ-4Д та УС-2/4.
- 6 Дослідження психофотометричних методів впливу завад.
- 7 Дослідження організації та обладнання дорожнього розпорядчого зв'язку та зв'язку нарад.
- 8 Дослідження цифрової системи ОТЗ на базі обладнання Si 2000 iCS.

Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт 751, 151, 6, 643, 840, 3348.

2.3.3 Теми розрахунково-графічних робіт

РГР 1 Розроблення технічних пропозицій з організації мереж оперативно-технологічного зв'язку :

- розроблення схем організації поїзного диспетчерського зв'язку на ділянці залізниці;
- організація мереж ОТЗ на диспетчерській дільниці;
- організація станційного оперативно-технологічного зв'язку.

РГР 2 Розрахунок каналу оперативно-технологічного зв'язку:

- розрахунок діаграми рівнів передачі;
- розрахунок частотної характеристики каналу;
- розрахунок стійкості каналу ОТЗ.

При виконанні розрахунково-графічних робіт необхідно користуватись цими методичними вказівками.

3 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ З ОРГАНІЗАЦІЇ МЕРЕЖ ОПЕРАТИВНО- ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

3.1 Організація мереж поїзного диспетчерського зв'язку на ділянці залізниці

Поїзний диспетчерський зв'язок (ПДЗ) призначений для оперативного керування рухом поїздів у межах диспетчерської ділянки і служить для переговорів поїзного диспетчера (ДНЦ) з питань приймання та відправлення поїздів.

Керівники руху – чергові поїзні диспетчери (ДНЦ) знаходяться в центрах управління, які розташовані у дирекціях перевезень (колишніх відділках залізниць) або в єдиних дорожніх центрах ЄДЦУ в управліннях залізниць.

Правила технічної експлуатації залізниць [5] визначають обмежене коло оперативних працівників, телефонні апарати яких допускається підключати до мереж ПДЗ.

У мережі поїзного диспетчерського зв'язку допускається увімкнення тільки телефонів чергових по станціях, маневрових диспетчерів, операторів, чергових локомотивних депо, підмінних пунктів, енергодиспетчерів і локомотивних диспетчерів, чергових інженерів дистанції сигналізації і зв'язку. На ділянках з диспетчерською централізацією у поїзний диспетчерський зв'язок допускається з дозволу начальника дирекції залізничних перевезень (начальника залізниці) увімкнення телефонів чергових на переїздах.

На станціях, де немає штату чергових працівників служби перевезень або вони передбачені штатом, але не передбачено їх цілодобове чергування, дозволяється увімкнення до поїзного диспетчерського зв'язку телефонів, встановлених у квартирах начальників станцій, електромеханіків і електромонтерів СЦБ.

Допускається тимчасово підключати до проводів поїзного диспетчерського зв'язку на перегонах переносні телефони водіїв

дрезин (під час вимушених зупинок), начальників відбудовних і пожежних поїздів, електромеханіків СЦБ і керівників колійних робіт і робіт по забезпеченню електропостачання.

Для організації мереж ПДЗ використовують групові лінійні канали, до складу яких входять всі абоненти. Довжина окремих диспетчерських ділянок обмежена, тому в межах дирекції перевезень організують декілька окремих кіл ПДЗ.

Канали ПДЗ, які прилягають до центрів управління, організують безпосередньо по двопровідних фізичних колах кабельних ліній зв'язку. Для підвищення дальності зв'язку в канали включають проміжні дуплексні підсилювачі ПТДУ-М, кількість яких обмежена двома-трьома (див. рисунок 3.1, а). При більшій кількості підсилювачів знижується стійкість каналу та погіршується якість зв'язку.

Підсилювачі ПТДУ-М спеціально розраховані для використання на мережах ОТЗ залізниць і мають додаткову (третю) диференціальну систему для підключення проміжних пунктів зв'язку в місцях розташування підсилювачів.

Для зв'язку з колами ПДЗ, які віддалені від центрів управління, використовують чотирипровідні канали підтягування тональної частоти (ТЧ) багатоканальних систем передачі (рисунок 3.1, б). Для узгодженого з'єднання чотирипровідних каналів і двопровідних кіл ПДЗ застосовують перехідні пристрої ПП типів: ПУ-4Д або УС-2/4.

В деяких випадках, при наявності технічних можливостей, диспетчерські кола ділять на окремі ділянки з меншою кількістю дуплексних підсилювачів, або взагалі без підсилювачів (див. рисунок 3.1, б, в).

Щоб не допустити появи в каналі відбитих хвиль, на кінці фізичного кола вмикають узгоджене навантаження Z_k з опором, який дорівнює хвильовому опору лінії зв'язку $Z_{хв}$. На кабельних лініях зв'язку приймають $Z_k=600$ Ом.

У поїзних диспетчерів встановлюють розпорядчі станції РС, які забезпечують можливість посилки індивідуального, групового або циркулярного виклику абонентів. У лінійних абонентів встановлюють проміжні пункти зв'язку ППЗ, до складу яких входять переговорні пристрої та приймачі тонального вибіркового виклику ПТВВ, які настроюють на відповідну

кодову комбінацію. В ППЗ передбачена передача сигналів контролю прийому виклику. В мережі ПДЗ забезпечується симплексний режим ведення переговорів.

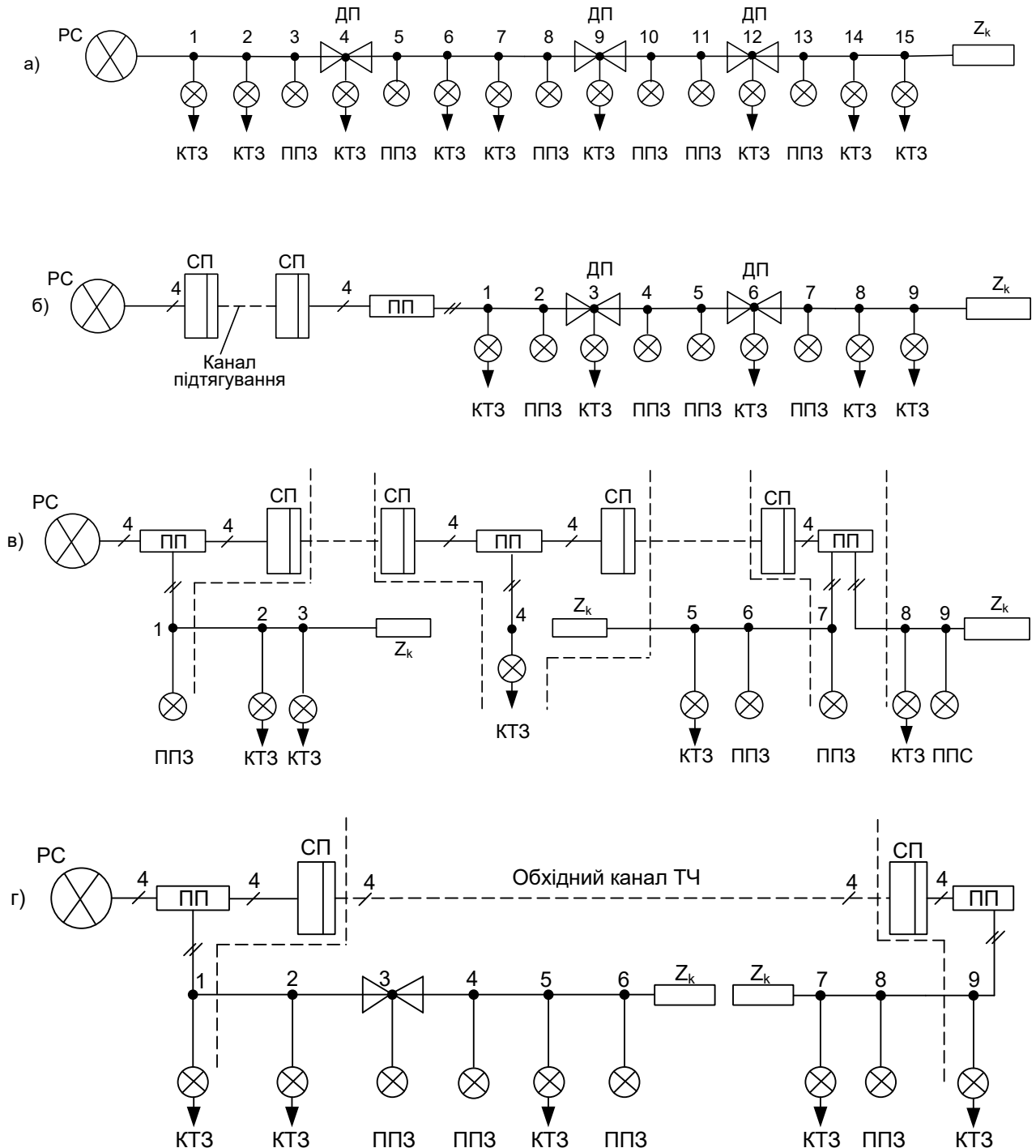


Рисунок 3.1 – Варіанти схем організації мереж ПДЗ

На схемах на рисунку 3.1 показані умовні позначки розпорядчих станцій РС та ППЗ. Якщо на станції у ДСП встановлюється комутатор технологічного зв'язку КТЗ, то ПТВВ входить до його складу, що позначається на умовній позначці стрілкою.

Зараз на мережах ПДЗ використовують технічні засоби різних поколінь. Розпорядчі станції диспетчерські з тональним викликом РСДТ, які випускає завод «Трансзв'язок» у м. Харкові, розпорядчі станції з цифровою обробкою сигналів РСДТ-1Ц і більш сучасні – РСДТ-11Ц. Основні технічні характеристики цих станцій наведені в таблиці 3.1.

Основні технічні характеристики проміжних пунктів зв'язку ППЗ, які використовують на мережах ОТЗ, наведено в таблиці 3.2.

Обладнання усіх типів має однакові основні електричні параметри і допускає спільну експлуатацію у мережі зв'язку. Більш сучасні розпорядчі станції і проміжні пункти мають поліпшені техніко-експлуатаційні та ергономічні характеристики та деякі додаткові функціональні можливості.

Індивідуальне завдання 1

Відповідно до умов завдання, наведених в таблицях 3.3-3.5, необхідно розробити технічні пропозиції з організації мереж ПДЗ в межах відділку залізниці.

В реальних умовах довжина диспетчерських кіл залежить від кількості станцій на ділянці, обсягів руху поїздів, виду тяги, використовуваних засобів сигналізації і блокування.

В розрахунково-графічній роботі довжину і кількість диспетчерських кіл необхідно визначити за формальними даними, які наведені відповідно до варіантів завдання в таблицях 3.3-3.5. Як шифр для обрання варіанта завдання використовують останні цифри номера залікової книжки.

Приймаємо, що проміжні станції вздовж ділянки залізниці розташовані рівномірно на відстанях відповідно до вимог таблиці 3.4. На кожній станції встановлюють промпункти або комутатори технологічного зв'язку. Проміжні підсилювачі розташовують на станціях з інтервалом кратним середній відстані

між станціями таким чином, щоб довжина підсилювальної дільниці знаходилась в межах 15-25 км.

Загальна довжина диспетчерського кола визначається за умови використання 2-3 підсилювачів, тобто в межах 60-100 км. Бажано схему першого кола ПДЗ організувати з використанням трьох дуплексних підсилювачів. Виходячи з цього визначається кількість диспетчерських кіл, які необхідно організувати в межах відділку залізниці.

Виходячи з викладеного вище, необхідно розробити схеми організації мереж ПДЗ відділка залізниці, пояснити призначення мереж ПДЗ, склад абонентів та обґрунтувати запропоновані схеми організації.

Визначте тип обладнання розпорядчих станцій і ППЗ, дуплексних підсилювачів і перехідних пристроїв та поясніть їх призначення в схемах ПДЗ.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики розпорядчих станцій

Технічні характеристики і параметри	Тип апаратури		
	РСДТ-1БК	РСДТ-1Ц	РСДТ-11Ц
Габаритні розміри, мм	500*325*240	280*255*145	370*250*90
Маса, кг	12,0	4,0	4,2
Напруга джерела постійного струму, В	24±2,4	24 +1,5% -10%	12-30
Наявність викличних сигнальних кодів	так ні	так так	так так
2/7 2/11			
Нестабільність викличних частот	не більше 1%	не більше 0,5%	не більше 0,5%
Рівень вихідних сигналів у лінії зв'язку	від+5 до -13дБ	від+5 до -13дБ	від+5 до -13дБ
Модуль вхідного опору	не менше 10 кОм	не менше 10 кОм	не менше 10 кОм
Додаткові функціональні можливості:			
• реєстрація та відображення за запитом інформації про виклики (час виклику, номери викличних частот, прийом сигналу контролю виклику);	ні	ні	так
• автоматичне регулювання рівнів прийому і передачі	ні	так	так
• підключення до комп'ютера (інтерфейс)	ні	ні	так (RS-232)

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики проміжних пунктів зв'язку

Технічні характеристики і параметри	Тип обладнання		
	ППТ-66	ППС-М	ППС-Ц
Габаритні розміри, мм	295*195*185	280*210*98	170*220*110
Маса, кг	7,6	2,1	1,2
Приєм сигналів індивідуального, групового і циркулярного виклику в кодів 2/7 2/11	так ні	так ні	так так
Передача сигналу контролю прийому виклику	так	так	так
Модуль вхідного опору	не менше 15 кОм	не менше 10 кОм	не менше 30 кОм
Електроживлення від джерела: постійного струму 24В постійного струму 7,5В змінного струму 220В	так так –	так так так	так так так

Таблиця 3.3

Остання цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Довжина ділянки залізниці в межах відділка, км	190	220	250	270	130	145	280	215	240	120

Таблиця 3.4

Різниця між двома останніми цифрами	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Відстань між станціями, км	5,4	6,3	4,5	6,9	5,2	7,5	8,4	4,7	5,8	5,0

Таблиця 3.5

Остання цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип кабелю зв'язку	МКПАБ	МКБАБ	МКПАБ	МКБАБ	МКПАБ	МКБАБ	МКПАБ	МКБАБ	МКПАБ	МКБАБ
Вид тяги	тягаелектрична	тягатеппловозна	тягаелектрична	тягатеппловозна	тягаелектрична	тягатеппловозна	тягаелектрична	тягатеппловозна	тягаелектрична	тягатеппловозна

Система блокування	автоблокування
	блокування напівавтоматичне
	автоблокування
	блокування напівавтоматичне
	централізація диспетчерська
	автоблокування
	централізація диспетчерська
	блокування напівавтоматичне
	автоблокування
	блокування напівавтоматичне

3.2 Організація мереж ОТЗ на диспетчерській дільниці

Відділковий оперативно–технологічний зв'язок призначений для диспетчерського керування експлуатаційною роботою залізничного транспорту у межах відділення залізниці. Він забезпечує встановлення з'єднань та проведення переговорів диспетчерів усіх служб з абонентами відповідних диспетчерських ділянок, які знаходяться на станціях, перегонах та інших об'єктах.

Відповідно до вимог ПТЕ [5] на всіх ділянках залізниць має бути поїзний диспетчерський, поїзний міжстанційний, постанційний та лінійно-колійний зв'язок.

На ділянках, обладнаних автоблокуванням, диспетчерською централізацією, та на всіх електрифікованих ділянках має бути енергодиспетчерський і перегінний зв'язок.

Ділянки з кабельними лініями зв'язку повинні мати службовий зв'язок електромеханіків СЦБ і зв'язку.

На всіх ділянках залізниць організуються мережі поїзного радіозв'язку.

Організація перелічених видів мереж зв'язку є обов'язковою.

Особливості організації мереж ПДЗ розглянуто в розділі 3.1 методичних вказівок, вимоги до організації інших видів відділкового оперативно-технологічного зв'язку розглядаються нижче.

Поїзний міжстанційний зв'язок (МЖЗ) призначений для службових переговорів між черговими суміжних роздільних пунктів з руху поїздів.

МЖЗ організується між суміжними станціями, роз'їздами, обгінними пунктами. У мережу МЖЗ включаються телефонні апарати або комутатори технологічного зв'язку чергових по станціях, роз'їздах, обгінних пунктах; на ділянках з автоблокуванням та повітряною лінією дальнього зв'язку – апарати перегінного зв'язку. На ділянках залізниць з кабельними лініями зв'язку для можливості організації зв'язку з місцями виконання відбудовних робіт міжстанційний зв'язок заводиться (без встановлення телефонів) у приміщення зупиночних пунктів, об'єктів, які охороняються, та переїздів (не розташованих у межах станції з автономним керуванням) та у релейні шафи автоблокування .

Лінійно-колійний зв'язок (ЛКЗ) призначений для переговорів працівників дистанції колії з питань обслуговування колійного господарства. ЛКЗ організується у межах дистанції колії. Апаратуру ЛКЗ встановлюють у начальника та у конторі дистанції колії, на квартирах майстрів та бригадирів колії, у табельних та пунктах обігріву, у чергових по переїздах, а також у чергових по станції, які знаходяться біля ділянок, що потребують особливого нагляду. Схемою організації ЛКЗ передбачається можливість проведення виробничих нарад.

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 ВДЗ, у караульних приміщеннях штучних споруд, які охороняються, у квиткових касах зупиночних пунктів.

Енергодиспетчерський зв'язок (ЕДЗ) організується у межах дистанції електропостачання. На ділянках з електротягою до каналу ЕДЗ включаються промпункти або комутатори технологічного зв'язку, що встановлені у приміщеннях:

- начальника ділянки електропостачання та його заступника;
- чергових по станціях;

- чергових по тягових підстанціях;
- чергових по дистанціях контактної мережі;
- чергових районів електромереж;
- чергових по електродепо;
- постів секціонування.

На тягових підстанціях із чергуванням вдома до каналу ЕДЗ включаються через пристрої підключення телефони, що встановлені на квартирах начальника тягової підстанції та електромеханіка.

Для зв'язку між енергодиспетчерами сусідніх відділень залізниці передбачаються пристрої автоматичного з'єднання. Окрім того, енергодиспетчер має зв'язок:

- з поїзним диспетчером – по каналу ПДЗ;
 - з електромеханіком СЦБ – по каналу СДЗ;
 - з керівниками робіт на перегоні – по каналу ПГЗ,
- який підключається до каналу ЕДЗ на час переговорів.

Службовий диспетчерський зв'язок (СДЗ) призначений для службових переговорів працівників дистанцій сигналізації та зв'язку з лінійними електромеханіками. СДЗ організується у межах дистанції сигналізації та зв'язку. До каналу СДЗ включаються промпункти, що встановлені у приміщеннях:

- начальника та чергового інженера дистанції сигналізації та зв'язку;
- чергових по станції;
- релейних СЦБ;
- квартир електромеханіків СЦБ та зв'язку;
- перегінного обладнання ПОНАБ (ДИСК);
- підсилювальних пунктів, які обслуговуються.

Для зв'язку з електромеханіками, що працюють на перегоні, канал СДЗ може бути включений до релейних шаф автоблокування (замість МЖЗ). Схемою організації СДЗ передбачається проведення виробничих нарад.

Перегінний зв'язок (ПГЗ) призначений для переговорів працівників, які знаходяться на перегоні, з черговими роздільних пунктів, що обмежують перегін, поїзним та енергодиспетчером, черговими інженерами дистанцій колій та сигналізації і зв'язку. До мережі ПГЗ включаються телефонні апарати: чергових по станціях, зупиночних пунктах, об'єктах, що охороняється, та

переїздах (що не розташовані у межах станції з автономним керуванням); а також ті, що встановлені на релейних шафах вхідних та прохідних світлофорів, переїздах, які не охороняються, у переговорних колонках. Крім того, ПГЗ заходить (без встановлення телефонних апаратів) у колійні приміщення.

Поїзний радіозв'язок (ПРЗ) організується уздовж диспетчерських ділянок залізниць для переговорів машиністів поїзних локомотивів з поїзним диспетчером у межах всієї диспетчерської ділянки та іншими категоріями абонентів, які беруть участь у перевізному процесі: черговими по станціях, які обмежують перегін, машиністами зустрічних та тих, що йдуть позаду, локомотивів, що знаходяться на одному перегоні, з ремонтними бригадами на перегоні.

В мережі ПРЗ стаціонарні радіостанції РС встановлюються у чергових всіх роздільних пунктів (умовно показані стрілками на рисунку 3.2) та підключаються до проводового лінійного каналу, який з'єднаний з розпорядчою станцією СР у ДНЦ.

По проводовому каналу передаються розмовні, контрольні та викличний сигнали та сигнали управління стаціонарними радіостанціями. Для передачі сигналів управління стаціонарними радіостанціями постійним струмом в обхід підсилювачів ПТДУ вмикають спеціальні обхідні пристрої ОУ-ДУ.

Індивідуальне завдання 2

Відповідно до умов обраного варіанта завдань визначте обов'язкові види мереж ОТЗ, які необхідно організувати на ділянці залізниці.

Коротко поясніть призначення мереж ОТЗ, склад абонентів та наведіть схему організації мереж, аналогічну наведеній на рисунку 3.2.

При виконанні завдання необхідно попередньо ознайомитись з програмним змістом розділів 2.2.2 та 2.2.4 методичних вказівок та з матеріалами, які наведені в рекомендованій літературі.

3.3 Організація станційного оперативно-технологічного зв'язку

Для керівництва технологічними процесами роботи залізничних станцій створюються мережі станційного оперативно-технологічного зв'язку, до складу яких входить станційний розпорядчий телефонний зв'язок (СРТЗ) і стрілочний зв'язок (СЗ).

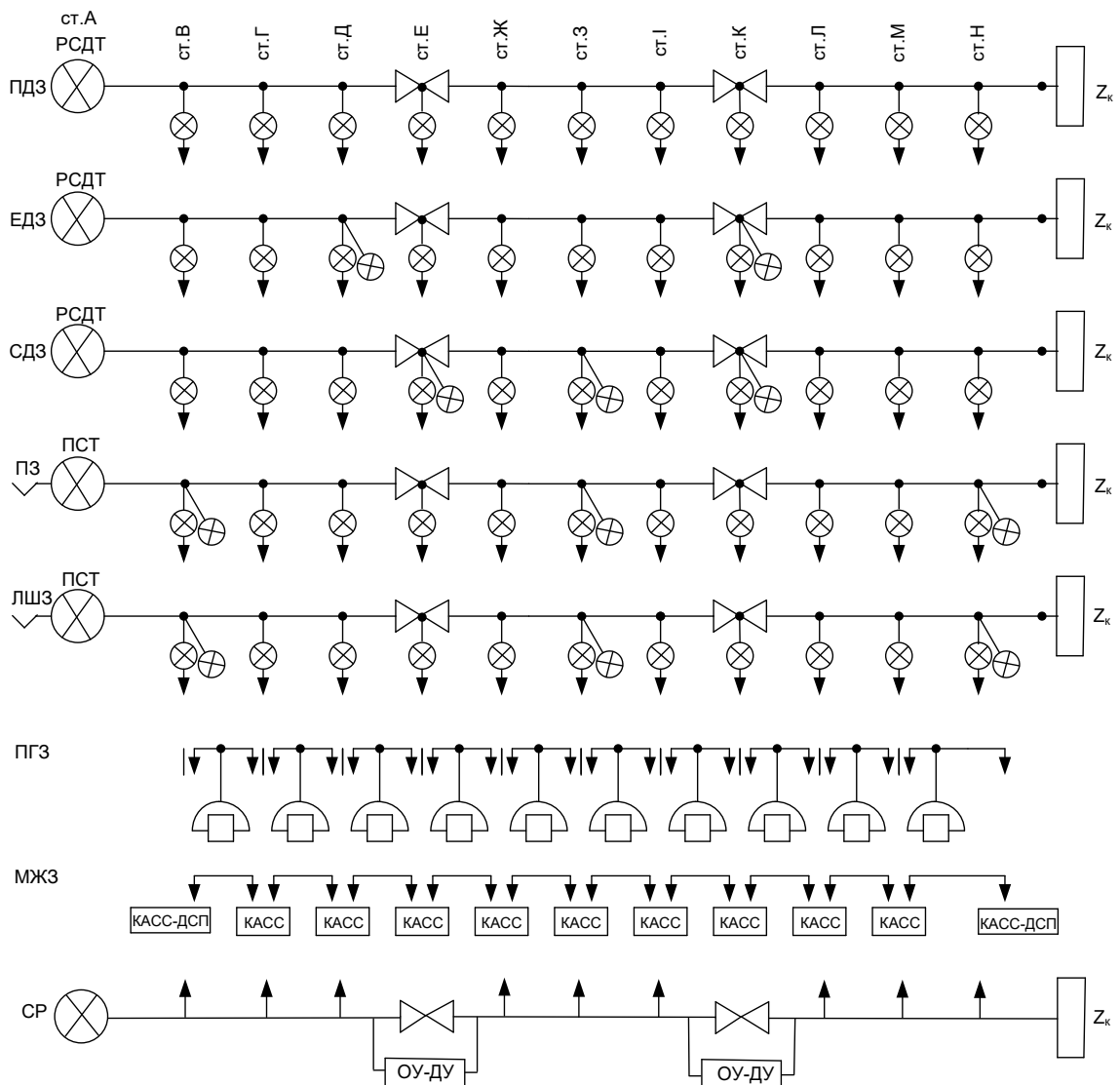


Рисунок 3.2 – Організація мереж ОТЗ на диспетчерській дільниці

До комплексу СРТЗ входять мережі зв'язку окремих керівників технологічних процесів станцій: чергового по станції ДСП, станційного диспетчера ДСЦС, маневрового диспетчера ДСЦ, чергових по парках станцій ДСПП, операторів пунктів технічного обслуговування вагонів ПТО, операторів станційних технологічних центрів СТЦ та інших керівників. Мережі станційного оперативно-технологічного зв'язку організуються за допомогою спеціальних комутаторів, які встановлюються у кожного з керівників станцій, до яких підключаються прямі лінії певного кола внутрішньостанційних абонентів і канали відділкового зв'язку: ПДЗ, ЕДЗ, ЛКЗ, СДЗ, ПЗ, МЖЗ та ПГЗ. Комутатори керівників з'єднуються за принципом «кожен з кожним» без установлення додаткових телефонних апаратів.

Мережі стрілочного зв'язку організуються окремо від інших видів СРТЗ. Телефонні апарати абонентів встановлюють в приміщеннях стрілочних постів та підключають до комутаторів станційного зв'язку чергового по станції. При цьому необхідно виключити можливість з'єднання стрілочного зв'язку з іншими видами.

Принципи організації мереж станційного оперативно-технологічного зв'язку пояснює схема на рисунку 3.3. Рекомендований склад абонентів у мережах СРТЗ різних керівників станцій наведено нижче.

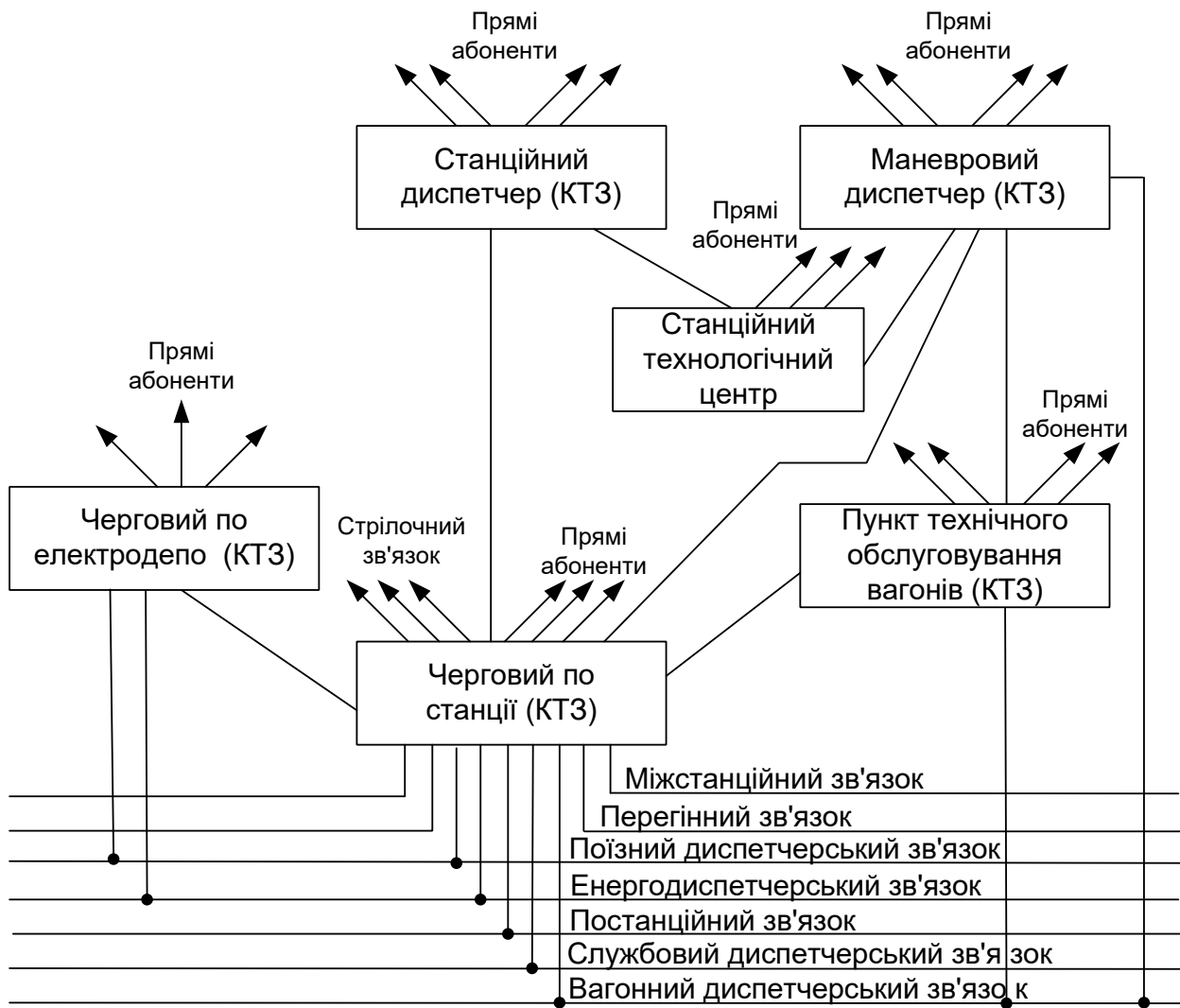


Рисунок 3.3 – Структурна схема організації мереж оперативно-технологічного зв'язку на станції

Зв'язок чергового по станції (ДСП). У комутатор ДСП включаються такі абоненти станційного розпорядчого зв'язку: начальник станції (ДС), станційний диспетчер (ДСЦС), маневровий диспетчер (ДСЦ), черговий по сортувальній гірці (ДСПГ), оператор технічної контори (ОТК), оператор маневрового району (ОМР), пункт технічного огляду вагонів (ПТО), черговий основного або оборотного локомотивного депо (ДЛД), черговий вагонного депо (ДВД), черговий контрольного поста видачі локомотивів, нарядники кондукторних або локомотивних бригад, оператор товарної контори, робоче місце електромеханіка СЦБ, черговий радіовузла, черговий переїзду, що охороняється, в межах станції і суміжних перегонів, компресорна, маневрові колонки, маневрові пости, пункти живлення автоблокування.

Окрім цього, в комутатор ДСП включаються відділкові зв'язки ПДЗ, ЕДЗ, СДЗ, ПЗ, МЖЗ, ПГЗ, а також мережі стрілочного зв'язку і обслуговування електроприводів.

В мережу стрілочного зв'язку включаються телефонні апарати, що встановлюються в приміщеннях стрілочних постів, у сигнальних маневрових колонок, на постах місцевого управління стрілками і будках переїздів, що охороняються, які знаходяться в межах станції або безпосередньо примикають до неї. Включення інших абонентів у мережу стрілочного зв'язку забороняється, і в схемі має бути передбачена неможливість з'єднання кіл стрілочного зв'язку з колами інших видів зв'язку. Паралельне включення декількох апаратів стрілочного зв'язку в одну лінію допускається тільки для стрілочного поста або маневрової будки з розташованою поблизу маневровою колонкою місцевого управління, якщо вони обслуговуються стрілочником, сигналістом або складачем одного маневрового району. Виклик по колах стрілочного зв'язку дублюється роботою дзвінків гучного бою, встановлюваних зовні приміщень стрілочних постів.

Зв'язок маневрового диспетчера (ДСЦ) організовується на сортувальній, дільничній, вантажній або пасажирській станціях (на сортувальній станції може бути два диспетчери ДСЦ – окремо для парного і непарного напрямів). У мережу ДСЦ включаються апарати: ДС, заступника ДС, головного інженера станції, ДСП, ДСЦС, чергового по гірці сортувальної станції (ДСПГ), маневрового диспетчера по місцевій вантажній роботі вантажної станції (ДСЦГ), ОТК, ОМР, ПТО, ДЛД, ДВД, чергового маневрового району, чергового контрольного поста видачі локомотивів, нарядника кондукторних і локомотивних бригад, оператора товарної контори, пунктів вивантаження і навантаження, стрілочних постів, маневрових постів (будки, вишки). У комутатор ДСЦ заводяться кола ПДЗ, ЕДЗ, СДЗ, можуть бути включені і інші види відділкового технологічного зв'язку залежно від класу станції.

У зв'язок станційного диспетчера сортувальної станції (ДСЦС) включають телефонні апарати, які встановлюються у чергового по станції, його заступників і головного інженера, чергових по парках (сортувальному, прийому або відправлення – ДСПП), ДСПГ, ДСЦГ, чергового горловини формування сортувальної станції (ДСПФ), ОТК, ОМР, ПТО, ДЛД, ДВД,

ВОХР, чергових маневрового району і контрольного поста видачі локомотивів, нарядників кондукторних і локомотивних бригад, оператора товарної контори, пунктів вивантаження і навантаження. На відділкових станціях встановлюють апарати у чергового відділення з експлуатаційної роботи (ДНЦО) і вузлового диспетчера (ДНЦУ). Комутатор станційного диспетчера може бути включений в коло ПДЗ, ЕДЗ, ВДЗ та ін.

Зв'язок чергового по парку або коліях (ДСПП). На сортувальних станціях в кожному парку (прибуття, відправлення, транзиту, формування) є зв'язок чергового по парку. У цей зв'язок включаються телефони ДСЦС, ДСПГ, ОТК, ПТО, ДЛД, ДВД, ВОХР, складачів, нарядників кондукторних і локомотивних бригад, стрілочних постів, переговорних колонок.

Зв'язок чергового по гірці сортувальної станції (ДСПГ) організовується на кожній сортувальній гірці. У мережу включаються телефонні апарати ДСП, ДСЦ, ДСЦС, ДСПП, ДСПФ, ОТК, ПТО, складачів, операторів виконавчих постів, механіка і начальника гірки, компресорної.

Зв'язок чергового по горловині формування сортувальної станції (ДСПФ) організовується на великих сортувальних станціях. До нього включаються апарати: ДСЦ, ДСЦС, ДСПГ, ОТК, приміщення складачів поїздів.

Зв'язок маневрового диспетчера з місцевої вантажної роботи вантажної станції (ДСЦГ) організовується на станціях з великим обсягом вантаження і вивантаження. У цей зв'язок включаються: ДСЦ, ДСЦС, ОТК, ПТО, ДНЦУ, оператор товарної контори, пункти зважування вагонів, сортувальні платформи, пункти навантаження і вивантаження, транспортно-експедиційна контора, транспортні диспетчери промислових підприємств, заступник ДС з вантажної роботи.

Для оператора пункту технічного огляду вагонів (ПТО) встановлюється зв'язок з ДСП, ДСЦ, ДСЦС, ДСПП, ДСПГ, ДСЦГ, ОТК, пунктами обігріву оглядачів вагонів. У його комутатор може бути включено коло ВДЗ.

Оператор технічної контори ОТК (станційного технологічного центру СТЦ) має зв'язок з ДСП, ДСЦ, ДСЦС, ДСЦГ, ДСПФ, ДСПП, ДСПГ, ПТО, списувачами вагонів,

технічним конторником з приймання і відправлення, пунктами приймання і передачі вантажних документів.

У зв'язок чергового основного або оборотного локомотивного депо (ДЛД) включають телефонні апарати ДСП, ДСЦ, ДСЦС, ДСПП, контрольного і стрілочних постів, пунктів екіпіровки локомотивів і складів палива, пунктів піскопостачання, насосних станцій водопостачання і дизельного палива, пунктів обмивання, поворотного круга, контрольних пунктів огляду локомотивних радіостанцій і автостопів, нарядників локомотивних бригад, начальника депо і його заступників з ремонту і експлуатації, головного інженера депо, будинку відпочинку локомотивних бригад, пункту технічного огляду локомотивів.

Виробництво перших комутаторів станційного оперативно-технологічного зв'язку було розпочато в 1931 році. В 1974 році була проведена уніфікація комплектів апаратури станційного зв'язку і створено три типи комутаторів: КАСС-ДСП, КАСС-ДЦ, КАСС-ДСЦ. В кінці 80-х років на залізницях України з'явилися комутатори станційного технологічного зв'язку типу КТС, створені із застосуванням аналогових і цифрових інтегральних мікросхем в схемах управління і герконових комутаційних елементів у розмовних трактах.

В чотирнадцяти модифікаціях апаратури КТС передбачалась реалізація дуже широких функціональних можливостей. Застосування комутаторів КТС дозволяло зняти з експлуатації комутатори усіх інших типів, дуплексні підсилювачі, перехідні пристрої з чотирипровідного каналу на двопровідний, пристрої чотирипровідного перегінного зв'язку та інше обладнання.

Але комутатори КТС не набули широкого розповсюдження на залізницях України, бо в ці роки вже розпочалося впровадження цифрових комутаційних станцій.

На залізницях Російської Федерації на основі цифрових технологій створено широке коло технічних засобів ОТЗ-Ц різних виробників [3]. Основними з них є апаратура:

- ОТС-ДСС – ТОВ «Інтелсет ТСС» (м. Санкт-Петербург);
- ДХ-500.Ж.Т – ЗАТ «Інформтехніка і зв'язок» (м. Москва);
- КСМ-400 – ВАТ «Моріон» (м. Перм);

- Обь-128Ц – компанія «Абител» (м. Москва);
- KS-2000R – ТОВ «КАПШ-Н І І ЖА тел.» (м. Москва спільно з інститутом ВНІАЗ та Лосиноостровським електромеханічним заводом).

На залізницях України деяке застосування знайшла апаратура станційного зв'язку з цифровою комутацією АСС-Ц науково-виробничого підприємства «Стальэнерго» (м. Белгород).

Апаратура АСС-Ц забезпечує можливість організації всіх видів оперативно-технологічного зв'язку, які необхідні ДСП. Забезпечується підключення до 12 каналів відділкового ОТЗ, до 4 ліній ПГЗ і МЖЗ і до 32 ліній прямих абонентів СРТЗ і стрілочного зв'язку.

В Укрзалізниці є дослідні ділянки оперативно-технологічного зв'язку з цифровими комутаційними станціями SI2000-ОТЗ [13]. При цьому типова комутаційна станція SI2000 доповнюється спеціальним програмним забезпеченням і лінійними комплектами, які забезпечують можливість роботи у мережах відділкового і станційного оперативно-технологічного зв'язку.

Індивідуальне завдання 3

Розробіть технічні пропозиції з організації мереж станційного оперативно-технологічного зв'язку для керівників технологічних процесів відповідно до варіантів завдань у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Остання цифра шифру	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Проектовані види станційного зв'язку	ДСП, ПТО	ДСЦ, ДСП Ф	ДСЦС, ДСПГ	ДСП, ДСПП	ДСЦ, ДСПГ	ДСЦС, СТЦ	ДСПП, ДСПФ	ДСП, ДСЦГ	ДСЦ, ДСПП	ДСП, СТЦ

Поясніть призначення мереж та склад абонентів. Наведіть умовну схему організації мереж станційного ОТЗ аналогічно рисунку 3.4 та вкажіть тип використовуваних комутаторів технологічного зв'язку.

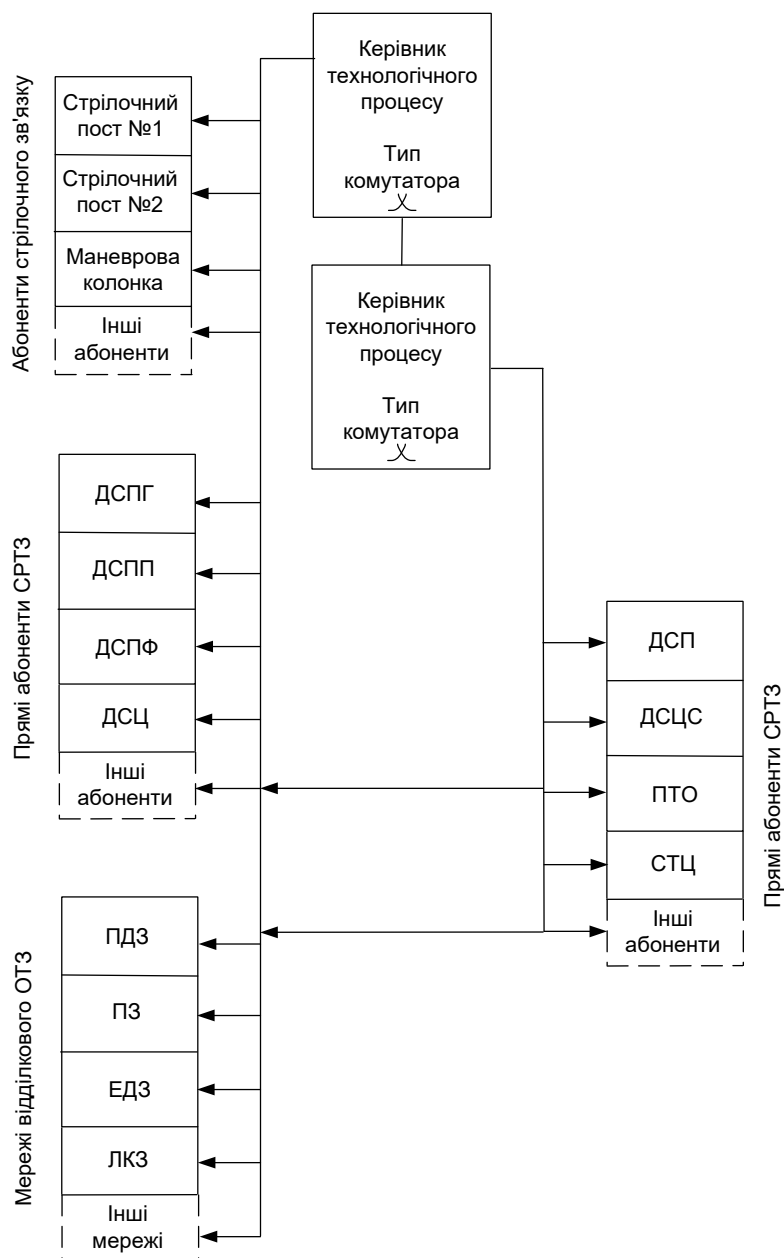


Рисунок 3.4 – Схема організації мереж станційного ОТЗ

4 РОЗРАХУНОК КАНАЛІВ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ

4.1 Розрахунок діаграм рівнів передачі

Першим етапом електричних розрахунків каналів ОТЗ є визначення згасання підсилювальних ділянок, підсилення проміжних підсилювачів і побудова діаграм рівнів передачі. Розрахунки цих параметрів виконують для частоти 800 Гц із використанням спрощеної інженерної методики [4] для умов

першого кола ПДЗ (яке безпосередньо прилягає до центра управління) в задачі 3.1.

Еквівалентне власне згасання підсилювальних ділянок a визначають за формулою (4.1)

$$a = \alpha \ell + \sum a_{\text{вн}}, \quad (4.1)$$

де α – кілометричний коефіцієнт згасання кабельної лінії на частоті 0,8 кГц, дБ/км, (таблиця 4.1);

ℓ – довжина підсилювальної ділянки, км;

$a_{\text{вн}}$ – згасання, яке вносять підключені проміжні пункти зв'язку або комутатори технологічного зв'язку.

Таблиця 4.1 – Вторинні параметри кабелів МКБАБ 7×4×1,2, МКПАБ 7×4×1,05

f , кГц	α , дБ/км		β , рад/км		$ Z_{\epsilon} $, Ом		$-\varphi_{\epsilon}$, °	
	МКБАБ	МКПАБ	МКБАБ	МКПАБ	МКБАБ	МКПАБ	МКБАБ	МКПАБ
0,3	0,25	0,25	0,029	0,030	787	970	43°38'	43°40'
0,5	0,31	0,32	0,039	0,039	610	760	42°37'	43°
0,8	0,38	0,41	0,053	0,050	465	610	41°13'	42°
1,0	0,43	0,44	0,057	0,056	429	550	40°17'	41°10'
1,5	0,5	0,53	0,073	0,073	365	470	38°4'	39°1'
2,0	0,54	0,6	0,088	0,088	312	420	35°5'	36°40'
2,4	0,58	0,65	0,098	0,099	288	370	34°25'	35°35'
3,4	0,66	0,7	0,112	0,124	230	290	34°	31°20'

Згасання, що вноситься, визначають за формулою (4.2)

$$a_{\text{вн}} = 20 \lg \left(1 + \frac{z_{\text{хв}}}{2z_a} \right), \quad (4.2)$$

де $z_{\text{хв}}$ – хвильовий опір лінії зв'язку, Ом;

z_a – вхідний опір апаратури ППЗ або КТЗ при прийомі, Ом.

При високоомному ввімкненні $z_a = 20\,000$ Ом.

Діаграмою рівнів називають графік, який показує, як змінюються рівні передачі при проходженні сигналу по каналу

зв'язку, з урахуванням згасання в лінії і підсилення в проміжних підсилювачах.

Для зручності розрахунків складають еквівалентну схему першого кола ПДЗ (рисунок 4.1, а) з таблицею результатів.

На рисунку 4.1 подано приклад розрахунку і побудови діаграми рівнів передачі. Рівень передачі розпорядчої станції приймають +5дБ. На першій підсилювальній ділянці рівень сигналу зменшується на величину згасання цієї ділянки a_1 . В підсилювачі рівень сигналу зростає на величину фактичного підсилення S_1 .

Підсилення проміжних підсилювачів має дорівнювати згасанню попередньої підсилювальної ділянки $S_i = a_i$. Фактична величина підсилення визначається з урахуванням дискретних значень підсилення, яке можна встановити на частоті 0,8 кГц: 6, 8, 10, 12 і 14 дБ (дивись регулювальні характеристики підсилювачів ПТДУ-М на рисунку 4.2). При цьому підсилення закруглюється до найближчого цілого значення. Бажано чергувати закруглення в бік більшого і меншого значень підсилення.

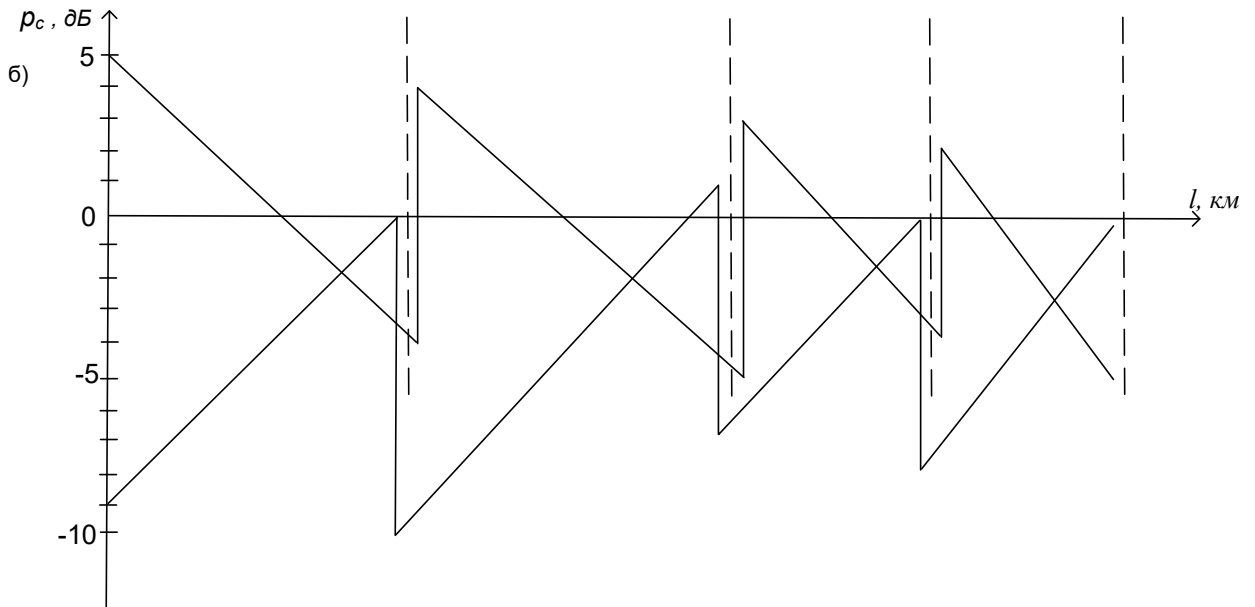
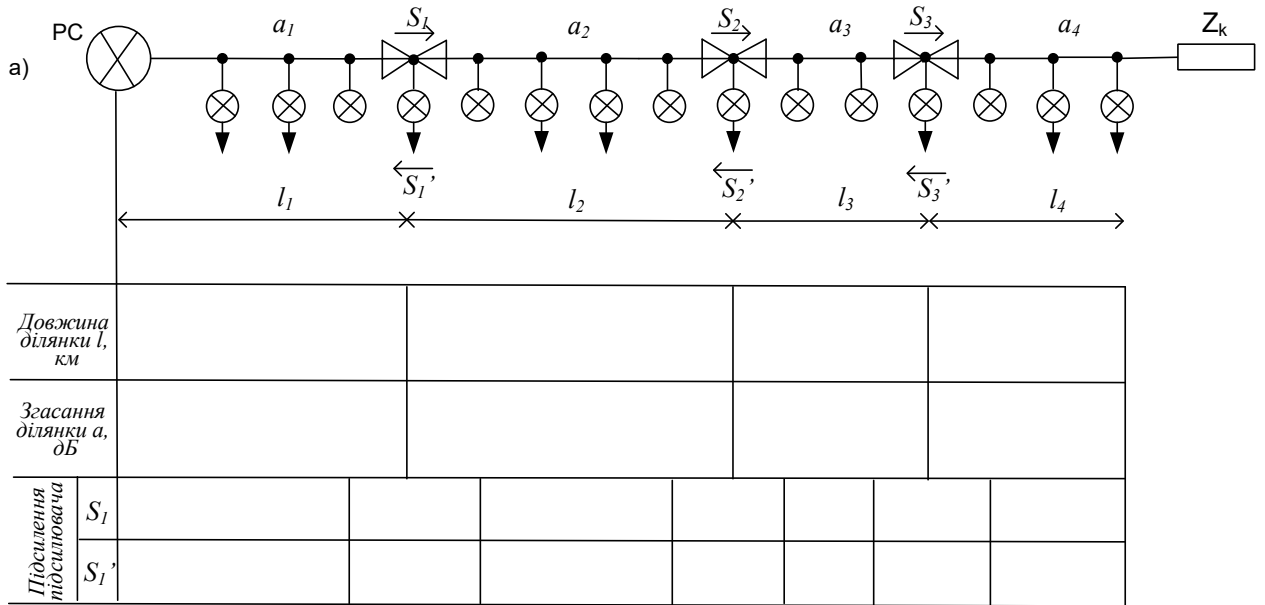


Рисунок 4.1 – Розрахунок і побудова діаграми рівнів передачі

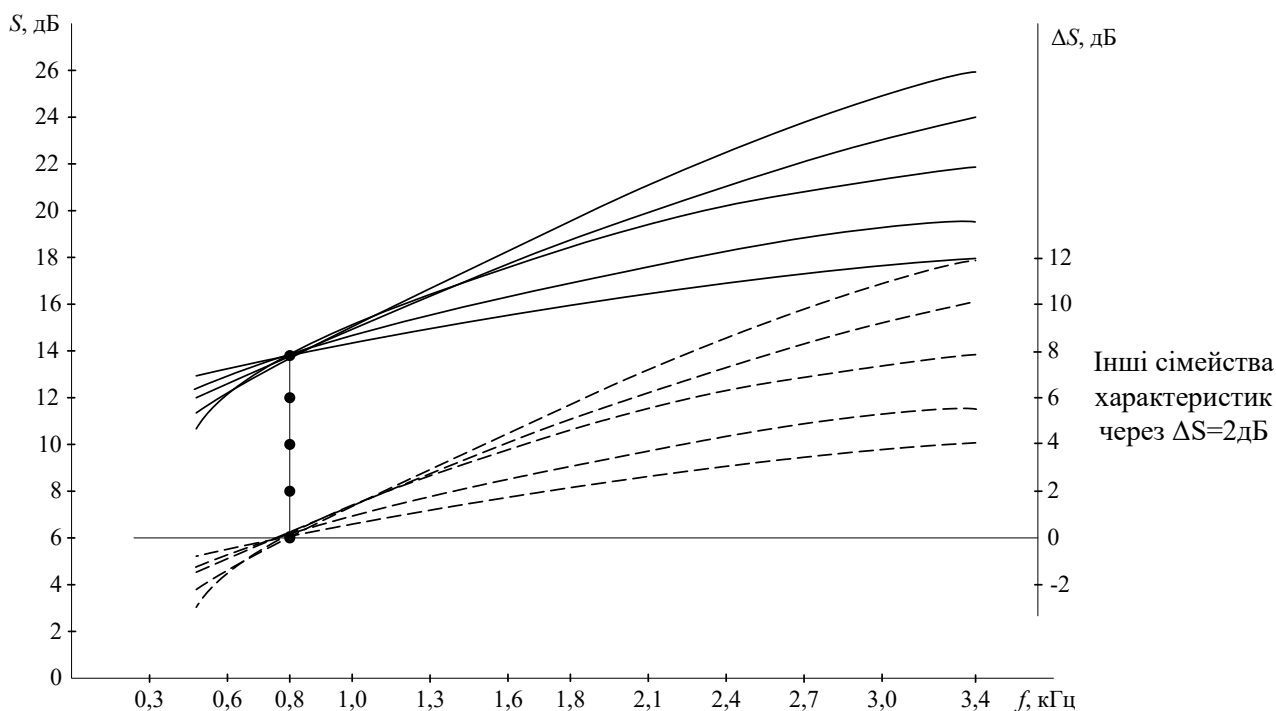


Рисунок 4.2 – Регулювальні характеристики підсилювача ПТДУ-М

Аналогічно будуватиметься діаграма рівнів передачі для наступних підсилювальних ділянок, а також у зворотному напрямку передачі – від останнього ППЗ в бік розпорядчої станції. Рівень передачі від ППЗ приймається рівним 0 дБ.

Необхідно, щоб рівень передачі на діаграмі не піднімався вище максимально допустимого значення $P_{\text{пер}}=5$ дБ і не опускався нижче мінімального рівня прийому $P_{\text{пр}}=-14$ дБ. Це свідчить про правильність розстановки проміжних підсилювачів і визначення їх підсилення.

4.2 Розрахунок частотної характеристики залишкового згасання

Лінії зв'язку на різних частотах в смузі 0,3-3,4 кГц мають різне згасання, що приводить до амплітудно-частотних спотворень сигналів в каналах ОТЗ. Тому проміжні підсилювачі повинні забезпечувати не тільки компенсацію згасання на розрахунковій частоті 0,8 кГц, але й корегувати амплітудно-частотні спотворення лінії на довжині підсилювальної ділянки, що передує.

До складу підсилювачів ПТДУ-М входять необхідні регулятори і коректори, характеристики яких встановлюються шляхом перепайок в схемі. Підсилення на частоті 0,8 кГц встановлюється відповідно до діаграми рівнів передачі на рисунку 4.1 і підбирається необхідний нахил амплітудно-частотної характеристики підсилювача відповідно до рисунка 4.2. Необхідно, щоб підсилення підсилювача $S(\Delta f)$ в усій смузі частот 0,3-3,4 кГц дорівнювало згасанню підсилювальної ділянки $a_n(\Delta f)$ на цих же частотах

$$S(\Delta f) \approx a_n(\Delta f). \quad (4.3)$$

В цьому випадку рівні передачі сигналів усіх частот на виході підсилювача були б однакові, а амплітудно-частотні спотворення сигналів були б відсутні. Але в реальних умовах організації каналів ОТЗ виникають похибки корекції амплітудно-частотної характеристики каналу, що приводить до амплітудно-частотних спотворень сигналів.

В каналах проводового зв'язку відповідність амплітудно-частотних спотворень діючим нормам перевіряється за допомогою спеціального шаблону. Відхилення залишкового згасання каналу в смузі частот 0,3-3,4 кГц $a_{зал}(\Delta f)$ від величини залишкового згасання на частоті 0,8 кГц $a_{зал}(0,8)$ не повинно виходити за межі шаблону на рисунку 4.3.

$$\Delta a_{зал}(\Delta f) = a_{зал}(f) - a_{зал}(0,8). \quad (4.4)$$

Перевищення залишкового згасання $\Delta a_{зал}$ порівняно із залишковим згасанням на частоті 0,8 кГц $a_{зал}(0,8)$ не повинно перевищувати значень наведених в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Смуга частот, кГц	0,3 – 0,4	0,4 – 0,6	0,6 – 2,4	2,4 – 3,0	3,0 – 3,4
$\Delta a_{зал}$, дБ	8,7	4,3	2,6	4,3	8,7

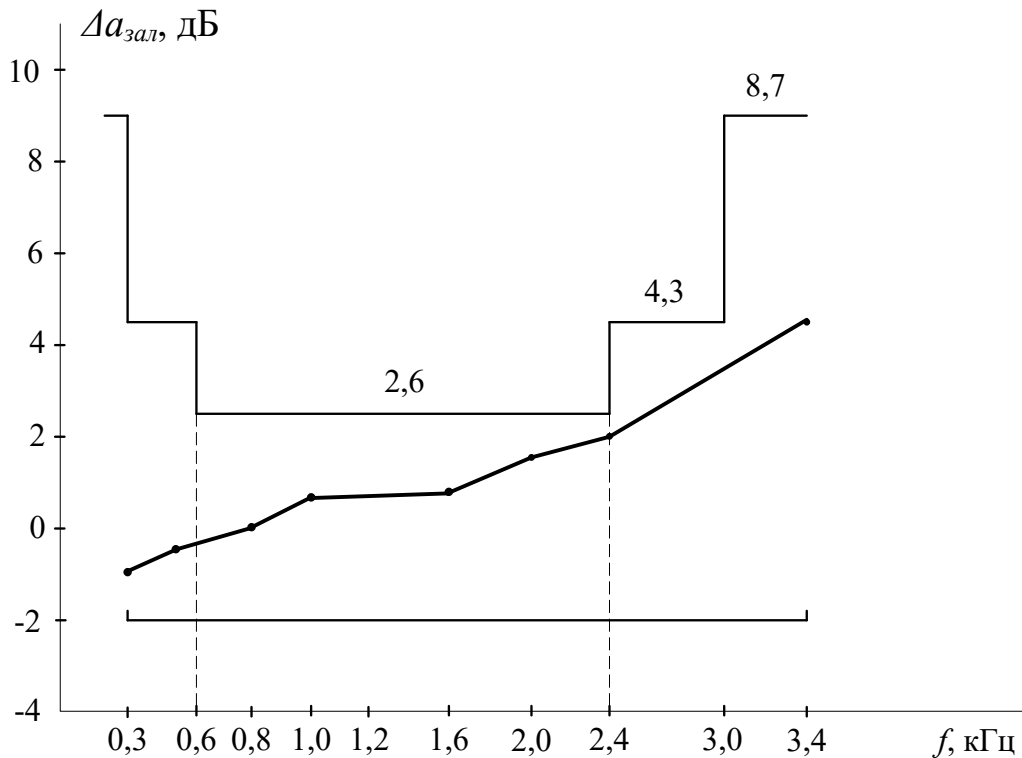


Рисунок 4.3 – Шаблон допустимих відхилень залишкового згасання каналу

Зменшення залишкового згасання в усій смузі частот 0,3-3,4 кГц порівняно з його значенням на частоті 0,8 кГц не повинно бути більше 2дБ.

Залишкове згасання каналу на різних частотах $a_{зал}(f)$ визначають як різницю між сумою всіх згасань підсилювальних ділянок $\sum a_{л}(f)$ і сумою підсилень всіх підсилювачів на цих частотах $\sum S(f)$:

$$a_{зал}(f) = \sum a_{л}(f) - \sum S(f). \quad (4.5)$$

Розрахунки частотної характеристики залишкового згасання виконують для кола ПДЗ, для якого вже побудована діаграма рівнів передачі, в напрямку від розпорядчої станції.

Згасання підсилювальних ділянок на різних частотах визначають за формулою (4.1), використовуючи значення параметрів кабелів з таблиці 4.1. Нахил частотних характеристик

підсилювачів визначають для умови (4.3). Залишкове згасання $a_{зал}$ і відхилення $\Delta a_{зал}$ розраховують за формулами (4.4) і (4.5).

Результати розрахунків подають у вигляді таблиці 4.3. В таблиці 4.3 наводять значення згасання підсилювальних ділянок на різних частотах та вказується підсилення підсилювачів на цих же частотах відповідно до зворотної похилої характеристики в межах $(a - e)$. На підставі цих даних розраховуються значення $a_{зал}$ і $\Delta a_{зал}$. За результатами розрахунків необхідно побудувати частотну характеристику відхилення залишкового згасання $\Delta a_{зал}$ відповідно до рисунку 4.3 і зробити висновки щодо амплітудно-частотних спотворень сигналів у каналі зв'язку.

Таблиця 4.3 – Розрахунок частотної характеристики залишкового згасання

Частота f , кГц	Згасання підсилювальних ділянок, дБ					Підсилення підсилювачів, дБ				Залишкове згасання, дБ	
	a_1	a_2	a_3	a_4	$\sum a$	$S_{1(a-e)}$	$S_{2(a-e)}$	$S_{3(a-e)}$	$\sum S$	$a_{зал}$	$\Delta a_{зал}$
0,3											
0,5											
0,8											
1,0											
1,5											
2,0											
2,4											
3,4											

4.3 Розрахунок стійкості каналу ОТЗ

Дуплексні підсилювачі вмикають в канал зв'язку через дві диференціальні системи ДС₁ і ДС₂ (рисунок 4.4). Диференціальна система вносить мале згасання в напрямках передачі і прийому сигналів і створює значне перехідне згасання $a_{пер}$ між різними напрямками передачі, виконуючи функції розв'язувального пристрою

$$a_{пер} = 20 \lg \left| \frac{Z_{xв} + Z_{БК}}{Z_{xв} - Z_{БК}} \right| + 2a_{\delta c} = a_B + 2a_{\delta c},$$

де $Z_{xв}$ - хвильовий опір лінії зв'язку, Ом;
 $Z_{БК}$ - опір балансного контуру в складі диференціальної системи, Ом;
 a_B - балансне згасання диференціальної системи, дБ;
 a_{dc} - згасання диференціальної системи в напрямках передачі і прийому.

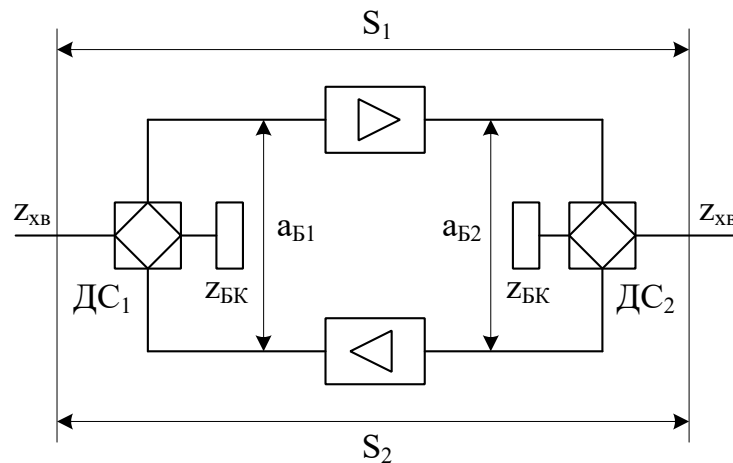


Рисунок 4.4 – Еквівалентна схема дуплексного підсилювача

Рівність опорів $Z_{xв}$ і $Z_{БК}$ складно забезпечити в усій смузі частот, які передаються, тому балансне згасання диференціальної системи має обмежені значення. За результатами досліджень середнє значення балансного згасання дуплексних підсилювачів в каналах ОТЗ складає $a_B=27,8$ дБ [4] на частоті 3,4 кГц.

Внаслідок обмеженого значення балансного згасання в дуплексних підсилювачах виникають струми зворотного зв'язку, які впливають на амплітудно-частотну характеристику підсилювача. Вона набуває хвилеподібного вигляду, бо на деяких частотах зворотний зв'язок позитивний і підсилення зростає, а на інших частотах зворотний зв'язок негативний і підсилення зменшується. Такі амплітудно-частотні спотворення сигналів у дуплексних підсилювачах називають спотвореннями від зворотного зв'язку (рисунок 4.5). Найбільші величини відхилень підсилення ΔS^- і ΔS^+ суттєво залежать від співвідношення величини підсилення підсилювача і балансного згасання диференціальних систем.

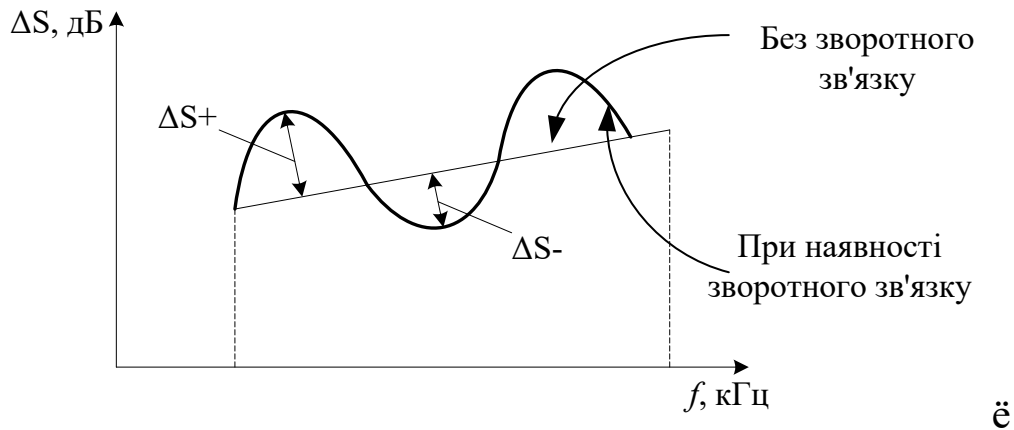


Рисунок 4.5 – Амплітудно-частотні характеристики підсилення дуплексного підсилювача

Різницю між сумою балансних згасань і підсилень дуплексного підсилювача називають запасом стійкості X

$$X = (a_{B1} + a_{B2}) - (S_1 + S_2). \quad (4.6)$$

При рівності

$$S_1 + S_2 = a_{B1} + a_{B2}$$

підсилення підсилювача називають критичним, і в цих умовах підсилювач знаходиться на межі самозбудження.

Значення величин $\Delta S-$ і $\Delta S+$ визначають за формулами (4.7) і (4.8)

$$\Delta S- = 20 \lg(1 + 10^{0,05X}), \quad (4.7)$$

$$\Delta S+ = 20 \lg(1 - 10^{0,05X}). \quad (4.8)$$

На рисунку 4.6 наведені графіки, які побудовані за формулами (4.7) і (4.8).

При наявності в каналі декількох дуплексних підсилювачів необхідно враховувати струми зворотного зв'язку, які створюються в кожній диференціальній системі, і відповідне зниження еквівалентного балансного згасання.

Зменшення запасу стійкості в дуплексних підсилювачах приводить до амплітудно-частотних спотворень сигналів, які можуть вийти за межі шаблону допустимих відхилень залишкового згасання (рисунок 4.3), і навіть до самозбудження підсилювача.

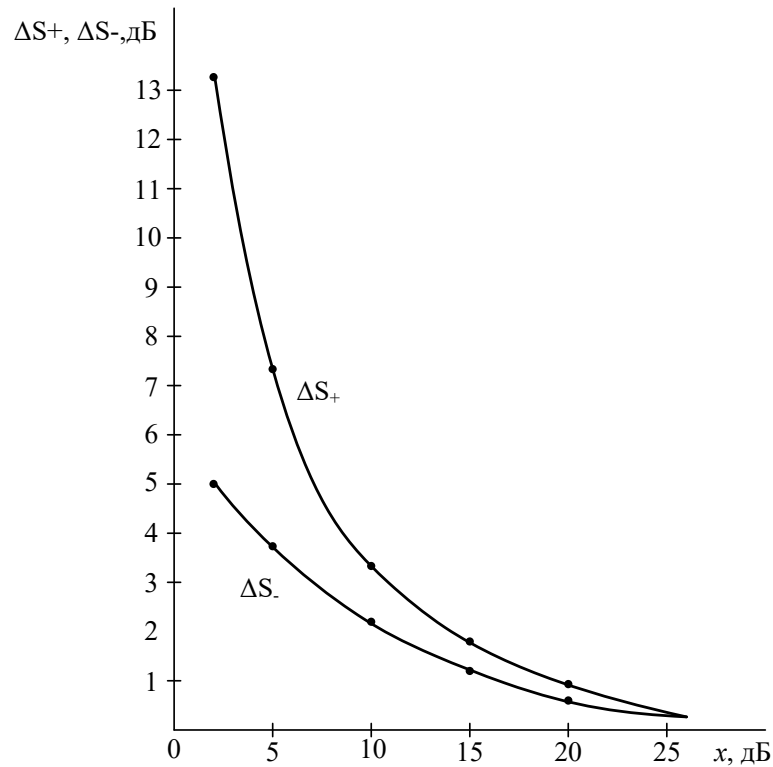


Рисунок 4.6 – Характеристики запасу стійкості

Якщо в каналі ОТЗ використовують три і більше дуплексних підсилювачів, необхідно перевіряти запас стійкості каналу, виконуючи відповідні розрахунки.

Для розрахунків стійкості каналу складається еквівалентна схема першого кола ПДЗ (див. рисунок 4.7), для якого вже виконувались розрахунки в розділах 4.1 і 4.2. Всі розрахунки виконуються для найвищої робочої частоти 3,4 кГц, виходячи з величини балансного згасання диференціальної системи $a_B=27,8$ дБ [4]. Інші необхідні дані беруть з таблиці 4.3. При розрахунках в роботі ми приймаємо підсилення дуплексних

підсилювачів в обох напрямках передачі однаковим, тобто $S'_1 = S_1$; $S'_2 = S_2$; $S'_3 = S_3$ відповідно до таблиці 4.3.

Умови стійкості каналу зв'язку в цілому визначаються стійкістю середнього підсилювача, який знаходиться в найбільш складних умовах. Еквівалентне приведене балансне згасання його правої і лівої диференціальних систем визначають з урахуванням впливу струмів зворотного зв'язку від обох диференціальних систем підсилювачів, розташованих справа і зліва.

На рисунку 4.7 показані шляхи струмів зворотного зв'язку з урахуванням згасання і підсилення в трактах передачі.

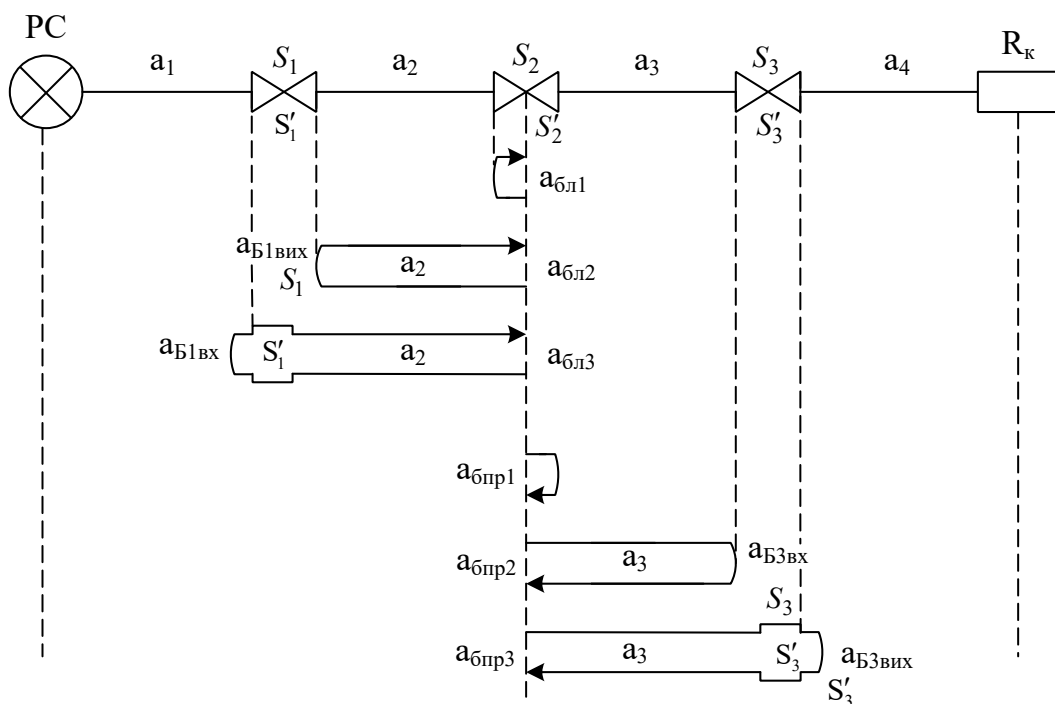


Рисунок 4.7 – Шляхи струмів зворотного зв'язку для середнього підсилювача

У формулах (4.9) $a_{б1вх}$, $a_{б1вих}$, $a_{б3вх}$, $a_{б3вих}$ є балансними згасаннями диференціальних систем на вході і виході першого і третього підсилювачів. Лінія по кінцях навантажена узгоджено, тому відбиті струми відсутні.

$$\begin{aligned}
 a_{бл2} &= 2a_2 + a_{01вих}; & a_{бпр2} &= 2a_3 + a_{03вх}; \\
 a_{бл3} &= 2a_2 - S_1 - S'_1 + a_{01вх}; & & \\
 a_{бпр3} &= 2a_3 - S_3 - S'_3 + a_{03вих}. & &
 \end{aligned}
 \tag{4.9}$$

Приведене еквівалентне балансне згасання лівої диференціальної системи середнього підсилювача $a_{\text{бл}}$ визначають за формулою (4.10)

$$a_{\text{бл}} = -10 \lg \left(10^{-0,1a_{\text{бл}1}} + 10^{-0,1a_{\text{бл}2}} + 10^{-0,1a_{\text{бл}3}} \right). \quad (4.10)$$

Величину $a_{\text{бл}пр}$ для правої диференціальної системи середнього підсилювача визначають аналогічно, а запас стійкості підсилювача X визначають за формулою (4.6).

За результатами розрахунків необхідно зробити висновок про умови роботи каналу ОТЗ і величини амплітудно-частотних спотворень сигналів.

Іноді при аналізі умов роботи каналів ОТЗ з дуплексними підсилювачами використовують поняття «стійкість підсилювача»

$$\sigma = X/2.$$

Вважають, що стійкість середнього підсилювача, який знаходиться в найгірших умовах в режимі холостого ходу каналу, повинна бути не менше двох децибел $\sigma \geq 2$ дБ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Волков В.М., Зорько А.П., Прокофьев В.А. Технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Транспорт, 1990.
- 2 Волков В.М., Прокофьев В.А., Головин Э.С. Электрическая связь и радио на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Транспорт. – 1991.
- 3 Оперативно-технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. Ю.В.Юркина. – М.: ГОУ УМЦ ЖДТ, 2007.
- 4 Косова В.В. Оперативно-технологическая связь отделения железной дороги: Методы расчетов качества передачи. – М.: Транспорт, 1993.
- 5 Правила технічної експлуатації залізниць України / Міністерство транспорту. – К.: Поліграфсервіс, 2002.
- 6 Ведомственные нормы технологического проектирования электросвязи на железнодорожном транспорте. ВНТП/МПС-91. – СПб.: Гипротрансигналсвязь, 1992.
- 7 Концепція побудови та модернізації оперативно-технологічного зв'язку залізничного транспорту України / Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К., 2002.
- 8 Аналоговые устройства избирательной оперативно-технологической связи / И.Д. Блендер, Б.Н. Каменецкий, С.В. Вохминцев// Автоматика, связь, информатика. – 2004. – №5. – С.11-12.
- 9 Варианты организации оперативно-технологической связи железных дорог на цифровой сети/ А.К. Лебединский, И.Д. Блиндер, А.А. Павловский и др.// Автоматика, связь, информатика. – 2000. – №3. – С.15-20.
- 10 Вериго А.М., Блиндер И.Н., Васильев О.К. Развитие технологической связи // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – №2. – С.34-39.
- 11 Мирошников Д.Г. NGN в технологических сетях: MPLS, TDMoIP или MSTP? // Вестник связи. – 2006. – №4. – С.21-25.
- 12 Вимоги до показників якості роботи мереж ОТЗ на базі ІР-технологій / В.І. Басов, Ю.М. Терещенко, Ю.В. Черноштан

та ін.// Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 71. – С. 31-52.

- 13 SI 2000 - ОТЗ – Инструкция по проектированию сетей оперативно-технологической связи / MONIS ISKRATEL Group. – 2009.

