

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри
_____ Гаврилюк В. І.
(підпис)
2020 р. _____ «____»

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на здобуття ОКР «магістр»

Галузь 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Спеціалізація «Автоматика та автоматизація на транспорті»

Тема: «Підвищення функціональної надійності станційної системи контролю рейкових кіл»

Theme: «Improvement of the functional reliability of the station system of a rail circuits control»

Керівник дипломного проекту доцент _____ Лагута В.В.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Студент групи АТ-1926 _____ Буряк Т.О.
(підпис) (ПІБ)

Student _____ Buriak Tetiana Oleksiivna
(family name)

Дніпро
2020

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Спеціалізація «Автоматика та автоматизація на транспорті»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри

Гаврилюк В.І.

«___» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

до дипломної роботи на здобуття освітнього ступеню «магістр»

Буряк Тетяна Олексіївна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема роботи Підвищення функціональної надійності станційної системи контролю рейкових кіл

Затверджена наказом по університету № 798ст від « 18 » жовтень 2019 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи 17 грудень 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічні характеристики ППЗС (ППЧС)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу	Обсяг %	Кількість креслень
1. Вступ. Огляд літературних джерел з станційних систем керування поїздів	15%	
2. Аналіз роботи пристроїв систем електричної централізації	20%	11
3. Контроль рейкового кола тональної частоти	20%	7
4. Розрахунок показників надійності вдосконаленої станційної системи контролю рейкових кіл	20%	2
5. Охорона праці при обслуговуванні пристроїв залізничної автоматики	15%	
6. Висновки. Додатки	5%	2
7. Список використаної літератури	5%	

Студент

Буряк Т.О

Науковий керівник Лагута В.В

РЕФЕРАТ

Зведення про об'єм пояснювальної записки: 105 сторінок, 10 таблиць, 15 слайдів, 22 рисунків, 15 джерел літератури.

Темою даної дипломної роботи є підвищення функціональної надійності станційної системи контролю рейкових кіл.

Пояснювальна записка до дипломного проекту складається з п'яти розділів.

Першим розділом є огляд літературних джерел, що містить історію виникнення мікропроцесорної централізації та описані проблеми використання цієї системи в умовах швидкісного руху.

В другому розділі приведено статистичний аналіз відмов роботи станційних пристроїв систем електричної централізації.

Третій розділ є розробка станційної системи контролю тональних рейкових кіл для використання в умовах швидкісного руху. У даному розділі розглянув існуючі станційні системи контролю тональних рейкових кіл та запропонував свій варіант системи, яка усуває недолік розглянутих систем.

Обґрунтування підвищення надійності запропонованої станційної системи контролю тональних рейкових кіл приведено в четвертому розділі.

В п'ятому розділі розглянуто охорону праці це є досить важливий розділ для залізниці, приведено, які повинні бути заходи безпеки.

Ключові слова: електрична централізація, мікропроцесорна централізація, рейкові кола, тональні рейкова кола, інтенсивність потоку відмов, охорона праці та надійність.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Огляд літературних джерел з станційних систем керування поїздів.....	8
Висновки.....	10
2. Аналіз роботи пристроїв систем електричної централізації.....	12
2.1 Особливості функціонування пристроїв систем централізації	13
2.2 Статистичний аналіз роботи пристроїв систем електричної централізації	14
2.3 Оцінка впливу періоду експлуатації на функціонування пристроїв.....	17
2.4 Оцінка впливу статичних і динамічних навантажень	20
2.5 Оцінка кількості пристроїв в системах централізації з урахуванням частоти відмов.....	27
2.6 Оцінка впливу кліматичних умов.....	29
Висновки.....	34
3. Контроль рейкового кола тональної частоти.....	37
3.1 Тональні рейкові кола.....	37
3.2 Станційні системи контролю тональних рейкових кіл.....	44
3.2.1 Система МПЦ-2.....	45
3.2.2 Система МПЦ-І.....	48
3.2.3 Система МПЦ Ebilock-950.....	52
3.3 Запропонована система контролю тональних рейкових кіл та її алгоритм роботи.....	56
Висновки.....	59
4. Розрахунок показників надійності вдосконаленої станційної системи контролю рейкових кіл.....	61
4.1 Кількісні показники надійності невідновлюваних об'єктів.....	61
4.2 Розрахунок надійності невідновлювальних нерезервованих систем.....	63

4.3 Розрахунок надійності невідновлювальних резервованих систем.....	65
4.4 Види резервування.....	71
4.5 Загальне резервування заміщенням з цілою кратністю.....	71
4.6 Роздільне резервування заміщенням з цілою кратністю.	73
4.7 Розрахунок показників надійності приймача без та з використанням резервування.....	76
4.8 Розрахунок показників надійності блоку апаратури тонального рейкового кола станційної системи контролю рейкових кіл та її вдосконаленої моделі.....	77
Висновки.....	79
5. Охорона праці при обслуговуванні пристроїв залізничної автоматики.....	81
5.1 Організація роботи з охорони праці.....	82
5.2 Забезпечення безпеки руху поїздів при технічному обслуговуванні й ремонті пристроїв на переїзді.....	84
5.3 Обслуговування рейкових кіл.....	86
5.4 Обслуговування високовольтних ліній автоблокування.....	87
5.5 Роботи з обслуговування пристроїв сортувальних гірок.....	89
5.6 Заходи безпеки при монтажі устаткування і конструкцій у приміщеннях.....	91
5.7 Заходи безпеки при перевірці дії змонтованого устаткування під напругою.....	94
5.8 Особливості охорони праці під час виконання робіт у зимовий період.....	97
Висновки.....	99
Список використаної літератури.....	102
Додаток А Структурна схема вдосконаленої станційної системи контролю рейкових кіл.....	104
Додаток Б Структурна схема приймача ППЗС.....	105

ВСТУП

Актуальність теми. Згідно Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження технічного регламенту безпеки інфраструктури залізничного транспорту» від 11.07.2013 р. №494 підвищення безпеки усіх функціональних складових залізничного транспорту є пріоритетним та головним напрямком в організації перевезень пасажирів та вантажу. Одну з важливих ролей у забезпеченні технологічного процесу відіграють системи залізничної автоматики та телемеханіки, зокрема, їх надійність, що має складний комплексний характер і для забезпечення якої передбачається застосування ряду рішень та заходів.

У зв'язку з впровадженням швидкісного руху питання підвищення експлуатаційної надійності існуючих систем сигналізації, централізації, блокування та рейкових кіл на багатьох ділянках залізниць залишаються невирішеними. Вони потребують розробки нових пристроїв залізничної автоматики, до яких висувуються додаткові вимоги, які полягають у підвищенні продуктивності праці, зниженні експлуатаційних витрат і т.д. Для виконання всіх цих вимог необхідно застосовувати нові конструктивні рішення, матеріали та технології.

Таким чином підвищення надійності роботи систем залізничної автоматики в умовах швидкісного руху є важливою науково-практичною задачею, вирішення якої дозволить організувати технологічний процес перевезень з максимальною ефективністю, надійністю та безпекою руху поїздів.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження даної роботи є підвищення експлуатаційної надійності станційної системи контролю тональних рейкових кіл в умовах швидкісного руху.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз роботи станційних пристроїв автоматики;
- провести аналіз існуючих станційних систем контролю тональних рейкових кіл;
- розробити модель станційної системи контролю тональних рейкових кіл для використання в умовах швидкісного руху;
- розробити алгоритм роботи запропонованої системи;
- провести оцінку підвищення надійності роботи вдосконаленої станційної системи контролю тональних рейкових кіл.

Об'єкт дослідження – процес роботи станційної системи контролю тональних рейкових кіл в умовах швидкісного руху.

Предмет дослідження – методи та засоби підвищення експлуатаційної надійності роботи станційних систем контролю тональних рейкових кіл.

Методи дослідження. Результати дипломної роботи отримані за допомогою

статистичного аналізу, теорії лінійних кіл та випадкових процесів.

Практичне значення одержаних результатів. Здобуті в даній роботі результати дозволяють вдосконалити існуючі станційні системи контролю тональних рейкових кіл, які можуть використовуватися в системах електричної централізації.

РОЗДІЛ 1

1.ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З СТАНЦІЙНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПОЇЗДІВ

Основний принцип організації руху поїздів на станції – централізоване керування, при якому ефективність роботи чергового досягається за рахунок концентрації управляючих функцій. Саме термін “централізація” вказує на те, що управління стрілками й сигналами здійснюється однією особою з одного місця, яке має назву “пост централізації”. Вживаючи термін “централізовані пересування”, мають на увазі, що поїзна та маневрова робота на станції здійснюється за показаннями світлофорів, якими керує черговий у напівавтоматичному режимі.

Технічним засобом, призначеним для забезпечення умов роботи персоналу господарства перевезень на станції, є система централізації. При її використанні забезпечується необхідний рівень автоматизації процесів управління засобами СЦБ, організовується ефективний контроль стану пристроїв, виконуються умови безпеки руху поїздів.

Еволюція систем централізації пройшла складний шлях розвитку від механічних, створених наприкінці дев'ятнадцятого сторіччя, до сучасних мікропроцесорних, але найдовший період їх розвитку пов'язаний з розробкою та подальшим удосконаленням релейних систем електричної централізації (ЕЦ). При цьому простежувались два основних напрямки: по-перше, це синтез логічних умов забезпечення безпеки руху, по-друге, – розробка відповідної елементної бази та схемних рішень. Такі процеси привели до створення блокової системи централізації (БМРЦ), яку справедливо назвати вершиною еволюційного розвитку релейних систем. БМРЦ влучно поєднала гнучкі проектні рішення, відпрацьовані методи впровадження та технологію обслуговування. До дев'яностих років минулого сторіччя ця система повністю відповідала експлуатаційним вимогам, але сьогодні вона висуває умови, які вона не в змозі задовольнити.

Так, використання релейних систем виявило їх недостатню швидкодію в умовах значного зменшення міжпоїзного інтервалу, і цей факт став основним поштовхом впровадження мікропроцесорних систем централізації (МПЦ) у вітчизняних метрополітенах. Але основною причиною відмови від застосування

релейних систем у сучасних умовах є значне подорожчання енергоносіїв та кольорових металів, необхідних для виготовлення елементів та пристроїв. З іншого боку, світова тенденція зменшення вартості мікропроцесорних складових значною мірою стимулює розробку МПЦ і в дійсний час відбувається пошук ефективних технічних та програмних засобів їх створення.

Таким чином, досвід впровадження мікропроцесорних систем централізації виявив суттєві недоліки й наразі постає проблема їх вирішення на основі застосування сучасних засобів автоматизації з урахуванням існуючої технології впровадження та експлуатації засобів сигналізації, централізації та блокування.

Значний вклад в розвиток станційних систем, теорії та розробку систем контролю рейкових кіл тональної частоти внесли такі вчені: В.С. Аркатов, М.П. Бадьор, А.Б. Бойнік, А.М. Брилеєв, В.І. Гаврилюк, В.С. Дмитрієв, Н.Ф. Котляренко, Ю.А. Кравцов, П.Д. Кулік, А.С. Переборов, Ю.І. Полевой, А.П. Разгонов, В.В. Сапожніков, Вл.В. Сапожніков та ін.

Відмови систем централізації призводять до значних затримок рухомого складу залізниці, особливо при швидкісному русі. Для підвищення надійності роботи цих систем на залізничному транспорті досить широко використовуються системи діагностування та контролю. Для ефективного функціонування таких систем необхідно раціонально вибрати об'єкти системи ЕЦ, які необхідно контролювати в першу чергу. Звичайно безперервний контроль та діагностування всіх об'єктів системи ЕЦ дозволить значно підвищити безвідмовність системи, але в зв'язку з тим, що ЕЦ є складною територіально розосередженою системою, створення діагностичного комплексу, який контролюватиме всі елементи системи, є технічно складною та економічно необґрунтованою задачею.

При створенні систем контролю ЕЦ, які використовуються як складові частини систем диспетчерської централізації, переважно користувались набором параметрів контролю отриманими за допомогою експертних оцінок. До таких параметрів відносяться в основному рівні напруги та час спрацювання окремих елементів, які фіксуються на посту ЕЦ. Але такий вибір параметрів контролю не дозволяє контролювати та діагностувати ряд колійних пристроїв ЕЦ, на які припадає основна частина відмов. Внаслідок проведеного статистичного аналізу можна виявити що найбільшому впливу піддаються рейкові кола, на які припадає майже 63 % відмов. Така велика кількість відмов визначається умовами їх експлуатації, так як

вони більше ніж інші пристрої схильні до впливу кліматичних умов, динамічних і статичних навантажень від рухомих поїздів.

Пристворенні сучасних систем контролю як на перегоні так і на станції в першу чергу контролюють стан апаратури рейкових кіл (РК). РК є основним колійним датчиком систем залізничної автоматики на станціях і перегонах, від правильності роботи яких залежить безпека руху поїздів (БРП). У зв'язку з тим, що постійно підвищуються вимоги до БРП зростає важливість технологічного обслуговування РК, зокрема тональних рейкових кіл (ТРК), які застосовуються на ділянках із прискореним, а в майбутньому і швидкісним рухом поїздів.

Таким чином, при впровадженні швидкісного руху, для удосконалення станційних систем централізації, необхідно розробити нову станційну систему контролю ТРК на якісно новому рівні з використанням автоматизованих методів контролю для покращення показників надійності та безпечної роботи.

Висновки

Одними із вимог при розробленні систем керування на залізничному транспорті є створення таких систем, які реєструють дії людини-оператора, а при некоректних діях система повинна підказати про їх недопустимість. Такий підхід дозволить не тільки навчати, а й мінімізувати можливі помилки людини-оператора в умовах нормальної роботи і при збоях системи. При аваріях чи катастрофах з'явиться можливість виявляти звідки виникла помилка. Оскільки сучасні системи керування розробляються та впроваджуються колективами розробників з різними ступенями професійності та компетентності, то постає питання: у якому обсязі та на яких етапах розроблення і для яких рівнів ієрархічної структури береться до уваги і використовується такими колективами та чи інша сукупність стандартів. Таким чином, актуальним є розроблення такої множини сукупності існуючих стандартів, яка б стала основою для створення узгодженої сукупності нормативних документів для підвищення ефективності та якості процесу розроблення та впровадження сучасних систем керування. Сучасний підхід у розробленні систем здійснюється в основному з дотриманням існуючих стандартів: міжнародних, державних, галузевих та керуючих документів. Будь-яка система керування рухом поїздів на залізничному транспорті є

ієрархічно упорядкованою системою. На кожному рівні ієрархії знаходяться певні функціональні вузли системи, які виконують задані функції. Профіль стандартів на всю систему керування складається зі структури профілів стандартів станційної системи керування. Методологія розроблення мікропроцесорних систем керування на залізничному транспорті повинна базуватися на застосуванні системи стандартизованих рішень і фіксації цих рішень у вигляді профілю стандартів на систему керування і профілю складових компонентів.

РОЗДІЛ 2

2. АНАЛІЗ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

При підвищенні швидкості руху необхідно підвищити функціональну надійність станційних систем керування рухом поїздів.

Розвиток проектів на залізницях України щодо підвищення швидкості руху пасажирських поїздів потребує проведення наукових досліджень щодо аналізу та ефективності функціональних і структурних змін у транспортній мережі країни для визначення раціональної стратегії розвитку залізничної системи швидкісних перевезень. Існуючі підходи до пошуку раціональної топології залізничної мережі дозволяють знаходити лише розподіл пасажиропотоків на мережі без урахування попиту на перевезення пасажирів з різним рівнем доходів. Закладення в моделях припущення централізованого розвитку транспортної мережі не відповідає реальним процесам децентралізованого розвитку міст, що формують потужність сполучень у мережі. При цьому дослідження проводились окремо для мережі швидкісних залізничних пасажирських перевезень без урахування існування і розвитку залізничної мережі звичайних пасажирських сполучень, що завжди впливає на ефективність існування швидкісних поїздів. Для вирішення завдання формалізації процесу розвитку залізничної системи швидкісних перевезень у дослідженні запропоновано застосувати ентропійну модель, що заснована на мультиагентних методах і відтворює особливість функціонування залізничної системи пасажирських перевезень. У термінах системного підходу максимізація ентропії системи дозволяє знайти такий стан системи, що характеризується просторовим розподілом на мережі поїздопотоків швидкісного і звичайного руху, який близький за ймовірністю до того, що може скластися в реальній залізничній транспортній системі при обліку закономірностей колективної поведінки. Для вирішення поставленого завдання запропоновано використати метод оптимізації на основі моделювання переміщення бактерій (Bacterial Foraging Optimization, BFO). В основі методу використані дослідження біологічних основ життя бактерії *E. Coli* та їх властивість групування в колонії, що відтворює принцип функціонування мультиагентної системи, в якій може

проявлятися самоорганізаційна та складна поведінка в умовах, коли стратегія поведінки кожного агента досить проста. Запропонована розрахункова модель визначення напрямків прямування та кількості пасажирських поїздів різних категорій в умовах впровадження залізничного швидкісного пасажирського сполучення на основі колективного інтелекту дозволяє проводити більш точні розрахунки щодо економічної доцільності реалізації інноваційних проектів підвищення швидкості руху на залізничному транспорті.

2.1. Особливості функціонування пристроїв систем централізації.

Система електричної централізації (ЕЦ) є технічною системою, що складається з безлічі типів, кількості пристроїв і елементів, що мають певну залежність у їх роботі. Вони відносяться до об'єктів тривалого використання. В процесі експлуатації даних технічних засобів має місце не одноразова поява відмов, які характеризуються зміною технічного стану. Процес зміни технічного стану елементів і пристроїв систем ЕЦ є багатовимірним, основні визначальні його особливості експлуатаційних умов і характеристики перевізного процесу:

- Безперервний в часі характер роботи (і вдень і в ночі);
- Тривалий термін служби (десятки років);
- Кліматичний вплив (опаді, вологість, перепад температур і ін.);
- Динамічний і статичний вплив (вплив з боку рухомого потягу).

Процеси виникнення відмов характеризуються періодичністю зміни вищевказаних визначень, в залежності від якої вони діляться на короткочасні, середні та повільні процеси. Короткочасні процеси характеризуються зміною впливів, які відбуваються за долі секунд. Дані процеси виникають при русі рухомих одиниць і залежать від швидкості руху, маси поїзда і їх кількості (пар поїздів); ударів блискавки.

Середні процеси пов'язані з періодом безперервної роботи пристроїв, їх тривалість вимірюється зазвичай в хвилинах або годинах. Вони призводять, зазвичай, до монотонної зміни параметрів елементів, і виникають внаслідок зміни температури самого елемента і навколишнього середовища, зміни вологості, випадання опадів.

Повільні процеси протікають під час роботи пристроїв між профілактичними оглядами або ремонтами. До таких процесів відносяться: сезонна зміна температури, процес старіння - фізичне зношення основних деталей і механізмів в елементах і

пристроях, перерозподіл внутрішніх напружень, повзучість металів, забруднення поверхонь, корозія.

Зазначені процеси, які відбуваються при певних умовах експлуатації і характеристиках перевізного процесу, є основними ознаками появи відмов у функціонуванні пристроїв і елементів систем ЕЦ.

2.2 Статистичний аналіз роботи пристроїв систем електричної централізації.

Для виявлення закономірності взаємозв'язку явищ, до яких відносяться умови експлуатації, характеристики перевізного процесу та технічний стан виробів, а також якісних відмінностей між даними явищами виконаний попередній якісний аналіз порушень безвідмовної роботи систем і пристроїв. Аналіз проводився за інформацією про відмови, зафіксованої в документах дистанції сигналізації та зв'язку на одній з доріг України.

Для аналізу були використані статистичні дані про відмови в пристроях з двохсот однієї станції, обладнаних системами електричної централізації, з них 61% систем перебувають в експлуатації понад 30 років, 30% в межах 30 років. Якщо врахувати, що для більшості систем термін служби складає 20 - 25, то виникає питання про можливість їх подальшого використання і, що можна зробити, щоб забезпечити безпеку руху поїздів за допомогою систем управління, у яких апаратура і пристрої фізично зношені і практично немає запасних частин.

Обробці піддавалися дані про експлуатацію 21268 пристроїв, 9 типів систем електричної централізації, за якими проводилося складання складних угруповань, в основу яких були покладені ознаки: тип системи; пристрої; кількість пристроїв; умови експлуатації; обсяг перевезень; тривалість відновлень.

Виходячи з того, що в системах ЕЦ застосовуються пристрої, що відновлюються і потік відмов цих виробів завжди є ординарним, так як друга відмова може мати місце тільки після заміни пристрою що відмовив, оцінка експлуатаційних показників проводилася по параметру статистичної середньої інтенсивності потоку відмов. Даний параметр є критерієм схильності відмов виробів, залежить від тривалості режиму їх роботи, обчислюється за формулою:

$$\omega(t, \Delta t) = n(t, \Delta t) / N(t, \Delta t), \Delta t \quad (3.1)$$

де $n(t, \Delta t)$ - кількість відмов в інтервалі часу $[t, \Delta t]$, шт.;

N - загальна кількість систем (пристроїв), за якими встановлено спостереження, шт.

$(t, \Delta t)$ - період спостереження, один рік - 8760 годин.

Найбільш типові результати угруповання по системам зведені в таблицю 3.1

Таблиця 3.1

Характеристика експлуатаційних показників в системах централізації.

Тип системи	Кількість стрілок, шт.	Кількість систем, шт.	Інтенсивність потоку відмов, $\omega(t)$, ч^{-1}
УРЦ	88	3	$0,194 * 10^{-6}$
БМРЦ	3807	51	$0,263 * 10^{-6}$
МКУ	212	10	$0,269 * 10^{-6}$
РЦЦ	14	3	$0,326 * 10^{-6}$
ЕЦМ	532	36	$0,556 * 10^{-6}$
МКУ ЕЦ	42	3	$0,76 * 10^{-6}$
МРЦ	125	2	$0,868 * 10^{-6}$
ЕЦ	189	5	$0,936 * 10^{-6}$
УМРЦ	158	4	$1,22 * 10^{-6}$

З даних таблиці 3.1 випливає, що потік відмов в пристроях системи УМРЦ має найбільшу величину в порівнянні з іншими системами. Очевидно, це пов'язано з тим, що дані системи мають значний період експлуатації більше 30 років і експлуатуються на ділянках залізниці з інтенсивним рухом поїздів. Елементна база систем виконана на реле типу РЕЛ, які мають недосконалу систему кріплення в роз'ємах.

До основних пристроїв систем централізації відносяться рейкові кола, централізовані стрілки, сигнали і апаратура управління. Формалізація технічного стану даних пристроїв виконана на підставі результатів угруповання статистичних даних про відмови за видами пристроїв. За отриманими даними визначено процентне співвідношення кількості відмов у пристроях і показано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Розподіл кількості відмов по пристроях

Пристрій	Кількість відмов, шт.	Відсоток відмов, %
Централізована стрілка	173	8,41
Сигнал	259	12,59
Апаратура	330	16,04
Рейкове коло	1295	62,96
Всього	2057	100

З отриманих кількісних і процентних характеристик відмов в пристроях видно, що рейкові кола мають найбільше відмов, на частку яких припадає - 62,96%. Така велика кількість відмов визначається умовами їх експлуатації, так як вони більше ніж інші пристрої схильні до впливу кліматичних умов, динамічних і статичних навантажень від рухомих поїздів.

В апаратурі, на частку яких припадає 16,04%, прояв відмов обумовлюється тривалістю її періоду застосування, так як переважна більшість відмов припадає на порушення контакту в роз'ємах реле і монтажі, а також неякісної перевірки апаратури в контрольно вимірювальних пунктах.

Відсоток відмов в сигналах трохи менше ніж в апаратурі. Основна кількість відмов у сигналах пов'язано з втратою контакту в лампотримачі та перегоранням ниток ламп.

На централізовані стрілки доводиться в середньому п'ята частина відмов в системах.

2.3 Оцінка впливу періоду експлуатації на функціонування пристроїв

Як відомо, тривалий час експлуатації металевих виробів, з яких виготовлені

Назва пристрою	Значення інтенсивності потоку відмов, $\omega(t), \text{ч}^{-1}$				
	Необхідне	Тривалість експлуатації, років			
		10	20	30	35
Централізована стрілка	$1,57 \div 1,79 * 10^{-6}$	$3,2 * 10^{-5}$	$3,5 * 10^{-6}$	$1,9 * 10^{-6}$	$2,7 * 10^{-6}$

технічні пристрої, викликає втом

у конструкцій пристроїв і призводить до фізичного зносу.Період експлуатації технічних пристроїв, згідно з класичною кривою зміни інтенсивності відмов ділиться на три ділянки, що відповідають періодам припрацювання, нормальній роботі і деградації.

Визначення періодів експлуатації для технічних пристроїв, проводилося відповідно до інформації про відмови згрупованої за ознакою тривалості їх використання. Розподіл потоку відмов в пристроях систем централізації в залежності від тривалості періоду експлуатації відображено в таблиці 3.3.

Розподіл потоку відмов в пристроях поперіодам експлуатації

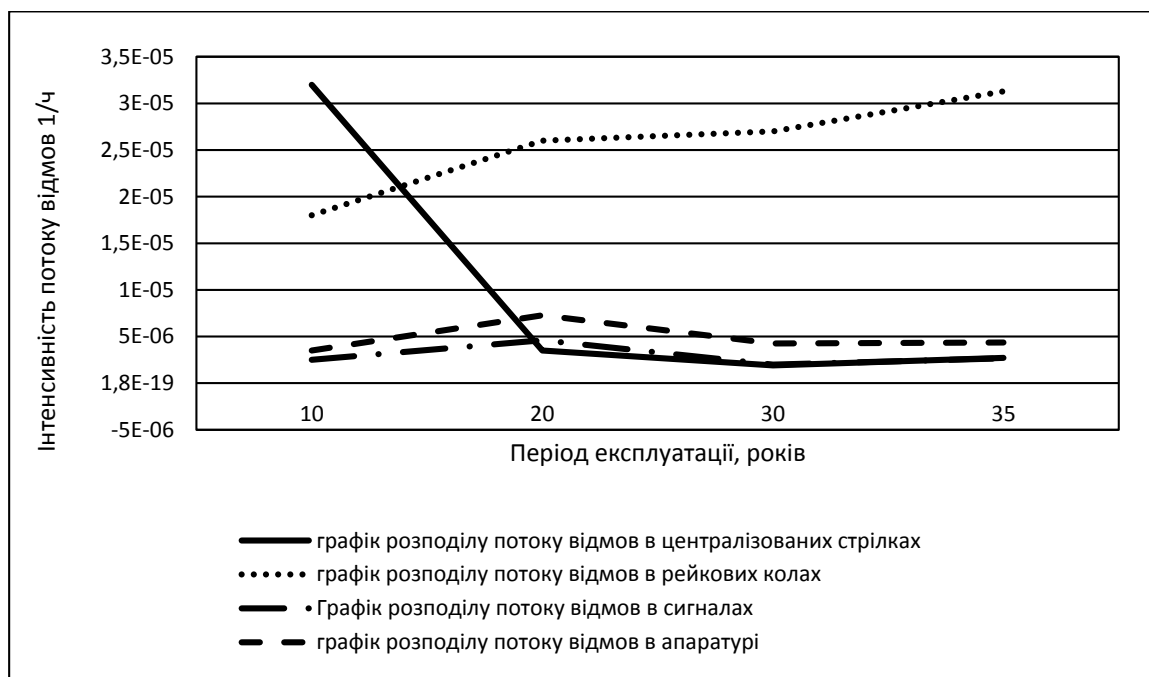


Рис.3.1 Графік розподілу інтенсивності потоку відмов в пристроях систем централізації в залежності від періоду експлуатації

З графіка видно, що період нормальної роботи існуючих конструкцій централізованої стрілки починається з двадцяти років, явного переходу в третій період в пристроях з тривалістю експлуатації 35 років не спостерігається. Діапазон зміни інтенсивності потоку відмов в залежності від типу пристрою і умов експлуатації коливається від $4,25 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$ до $40 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.

Безперервне збільшення інтенсивності відмов в рейкових ланцюгах можна пояснити наявністю в її складі ізолюючих стиків, що мають низьку міцність, а також дії навантаження, викликаного умовами експлуатації, що становить нестационарний процес впливів. У період від двадцяти до тридцяти років експлуатації спостерігається стабільна інтенсивність потоку відмов, очевидно, цей період відповідає періоду нормальної роботи, потім потік відмов починає безперервно збільшуватися, що характерно періоду деградації.

У сигналах і апаратурі розподіл потоку відмов аналогічні, з невеликою різницею у величині параметру.

З проведеного аналізу статистичних даних про відмови в пристроях систем ЕЦ по тривалості їх експлуатації видно, що дані пристрої в даний час переходять в третій період експлуатації, період деградації. В цьому періоді характерна поява в пристроях поступових відмов, які з'являються в результаті зносу, старіння і розрегулювання.

У порівнянні з необхідними значеннями потоку відмов тільки централізовані стрілки мають значення потоку відмов в період від 20 років до 30 відповідні встановленим параметрам. В інших пристроях існуючі значення інтенсивності потоку відмов перевищують необхідні.

Знизити інтенсивність потоку відмов в період припрацювання можна при дотриманні технологій установки пристроїв, їх збирання, монтажних робіт, на які необхідно залучати висококваліфікованих робітників.

Період нормальної роботи пристроїв характеризується виникненням раптових відмов, поява яких пов'язана з підвищенням навантажень. Отже, на даний час експлуатації пристроїв зниження інтенсивності потоку відмов можна досягти при прийнятті заходів щодо запобігання підвищенню навантажень.

Стабілізувати і навіть знизити рівень інтенсивності потоку відмов в період деградації можна досягти за допомогою правильно організованого технічного обслуговування, спрямованого на відновлення властивостей та робочих характеристик пристроїв систем.

Технічне обслуговування пристроїв на етапах припрацювання і нормальної роботи не завжди позитивно впливає на зниження інтенсивності потоку відмов, часто навіть шкодить, так як втручання в роботу пристрою не тільки не знижує інтенсивність раптових відмов, але при поганій якості робіт призводить до сплеску відмов.

2.4 Оцінка впливу статичних і динамічних навантажень

Рух рухомих одиниць можна розглядати як джерело статичних і динамічних, періодично повторюваних навантажень. Залежно від інтенсивності руху статичні і динамічні навантаження, які проявляються у вигляді ударно-вібраційних впливів, можуть змінюватися в значних межах по величині прискорення (швидкість руху), за частотою (кількість вагонів у складі) і амплітудою (маса вагонів).

Прискорення, що виникає при вібрації, збільшує масу виробу, тобто виникає перевантаження, при якому прискорюється процес старіння, з'являються мікротріщини. В умовах тривалих вібрацій з'являються ефекти втоми матеріалів, що викликають руйнування конструкцій (стикових з'єднувачів, ізолюючих стиків і самих рейок).

Удари збуджують коливання, які можуть викликати на резонансних частотах переміщення рейок.

Вертикальні нерівності при перекочування коліс по стиках і стрілочним хрестовинам викликають великі динамічні сили, в результаті чого швидко відбувається зношування даних пристроїв. Напруги, що виникають в металевих деталях пристроїв залежать від силового впливу коліс.

Для визначення ступеня впливу статичних і динамічних навантажень на технічний стан пристроїв систем ЕЦ були виконані угруповання даних про відмови по конкретним пристроям, в залежності від інтенсивності руху поїздів на ділянках, на яких вони експлуатуються. За ділянки з високою інтенсивністю руху поїздів були прийняті ділянки з інтенсивністю руху понад 60 пар поїздів, ділянки з середньою інтенсивністю - 35 - 60 пар поїздів, ділянки з малою інтенсивністю - нижче 35 пар поїздів. Результати обробки статистичних даних зведені в таблицю 3.4.

Розподіл потоку відмов в пристроях в залежності від інтенсивності руху поїздів на ділянках експлуатації.

Назва пристрою	Значення інтенсивності потоку відмов, ω (t), ч ⁻¹			
	Необхідне	Ділянка з інтенсивністю руху поїздів		
		Високою	Середньою	Малою
Централізована стрілка	$1,57 \div 1,79 * 10^{-6}$	$0,27 * 10^{-6}$	$0,23 * 10^{-6}$	$0,26 * 10^{-6}$
Рейкове коло	$0,67 \div 0,99 * 10^{-6}$	$0,25 * 10^{-5}$	0,0000015	0,0000020
Сигнал	$0,61 \div 0,83 * 10^{-6}$	$0,156 * 10^{-6}$	$0,032 * 10^{-6}$	$0,0466 * 10^{-6}$
Апаратура	$0,4 \div 0,62 * 10^{-6}$	$0,33 * 10^{-6}$	$0,415 * 10^{-6}$	$0,422 * 10^{-6}$

Графічне відображення даних таблиці 3.4 з відмов в централізованих стрілках, рейкових колах, сигналах та апаратурі у вигляді графіка показано на рис.3.2.

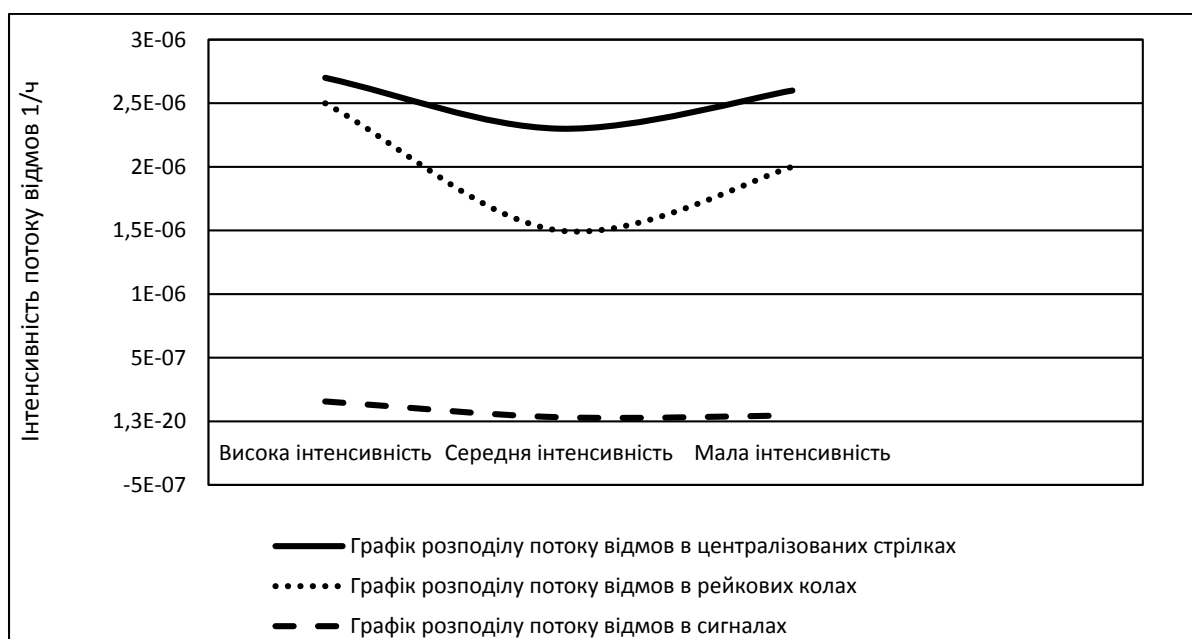


Рис.3.2 Розподіл інтенсивності потоку відмов в пристроях в залежності від інтенсивності руху поїздів

Напільні пристрої стрілки, світлофори і особливо рейкові кола, мають безпосередній вплив від потяга. З отриманих результатів випливає, що на ділянках з середньою інтенсивністю руху поїздів, робочі навантаження, що виникає при русі поїзда надають рівномірний вплив на напільні пристрої, в результаті чого інтенсивність потоку відмов в пристроях розташованих на таких ділянках залізниці мінімальна в порівнянні з ділянками з високою і малою інтенсивністю.

На ділянках з високою і малою інтенсивністю руху поїздів навантаження являє нестационарний процес впливу, а інтенсивність потоку відмов цих пристроїв має від неї пропорційну залежність.

Апаратура систем централізації розташовується в основному на постах ЕЦ, на графічному відображенні даних таблиці 3.4 з інтенсивності потоку відмов в апаратурі можна простежити, що в роботі апаратури немає залежності з інтенсивністю руху поїздів як у напільних пристроїв.

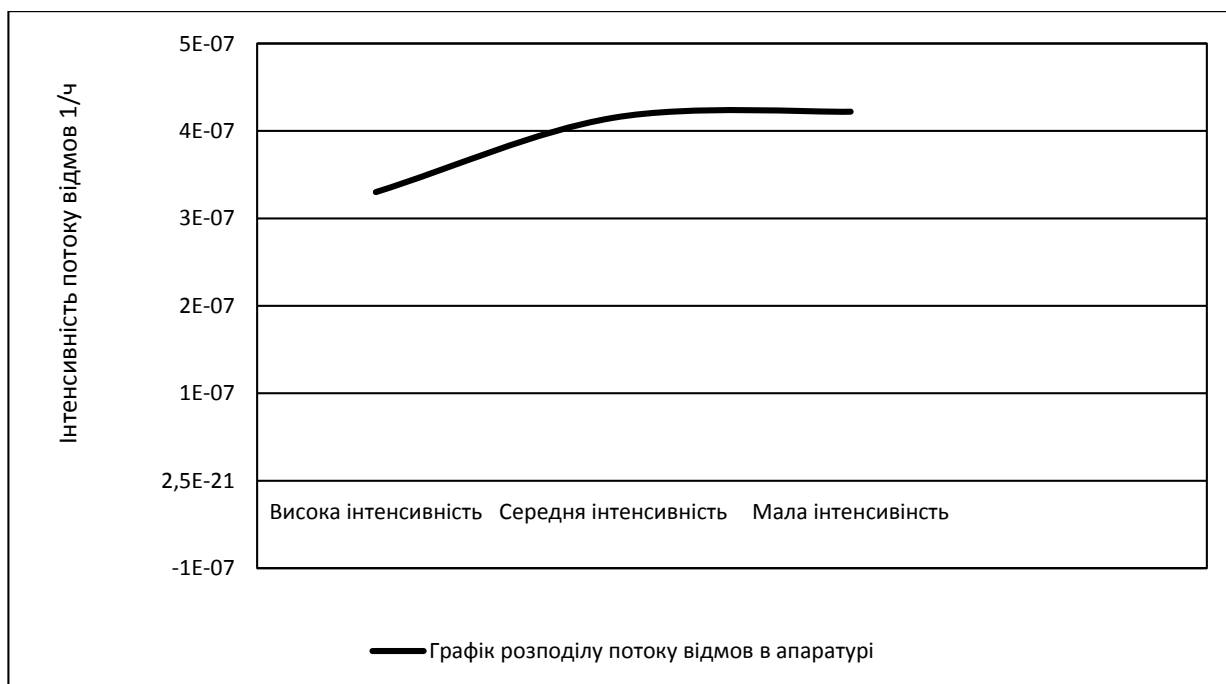


Рис.3.3 Розподіл інтенсивності потоку відмов апаратури в залежності від інтенсивності руху поїздів

З графіка видно, що для апаратури характерно те, що чим частіше вона перемикається, тим менше потік відмов

Як відображається динамічний і статичний вплив на роботу пристроїв з різною тривалістю періоду експлуатації? Для з'ясування цієї залежності було виконане угруповання параметра інтенсивності потоку відмов одночасно за періодами експлуатації та інтенсивності руху поїздів. Відображення даних угруповання для централізованих стрілок показано в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Розподіл інтенсивності потоку відмов в стрілках в залежності від періоду експлуатації і інтенсивності руху поїздів.

Період експлуатації, років	Параметр інтенсивності потоку відмов, 1/ч		
	Ділянка з інтенсивністю руху поїздів		
	Високою	Середньою	Малою
5	0,0000049		
10	0,0000063	0,00000095	0,000012
15	0,000012	0,00000036	0,000014
20	0,000010	0,0000061	0,000013
25	0,000016	0,0000012	0,0000083
30	0,0000039	0,00000045	
35	0,000016	0,00000035	

Узагальнююче відображення досліджуваних явищ показано на рис.3.4

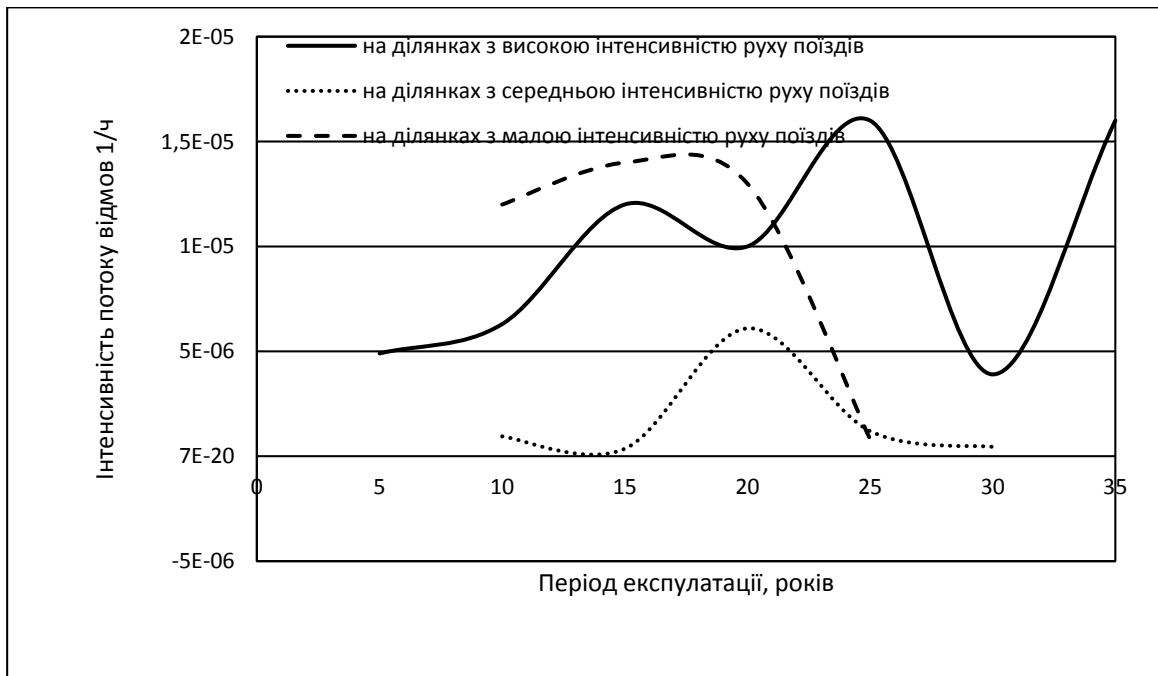


Рис. 3.4 Графік розподілу параметру потоку відмов в централізованих стрілках за періодами експлуатації та інтенсивності руху поїздів

Результати аналізу свідчать про те, що на ділянках з середньою інтенсивністю руху поїздів параметр потоку відмов в централізованих стрілках мінімальний в порівнянні з іншими ділянками, і максимальний в період експлуатації від 20 до 25 років.

У пристроях, розташованих на ділянках з малою інтенсивністю руху поїздів, зменшення параметра потоку відмов настає після 15 років експлуатації.

На ділянках з високою інтенсивністю руху поїздів параметр потоку відмов має відхилення в обидві сторони з тенденцією збільшення величини, причому, чим більше період експлуатації, тим більше і розкид параметра інтенсивності потоку відмов.

Залежність зміни параметра потоку відмов для рейкових кіл, сигналів та апаратури зведено в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6

Розподіл інтенсивності потоку відмов в пристроях в залежності від періоду експлуатації і інтенсивності руху поїздів.

Період експлуатації, ї, років	Параметр інтенсивності потоку відмов, 1/ч		
	Ділянка з інтенсивністю руху поїздів		
	Високою	Середньою	Малою
Рейкове коло			
5	$2,2 * 10^{-5}$	$8,3 * 10^{-6}$	$5,4 * 10^{-5}$
10	$1,9 * 10^{-5}$	$1,7 * 10^{-5}$	$9,3 * 10^{-6}$
15	$1,8 * 10^{-5}$	$4,1 * 10^{-5}$	$2,4 * 10^{-5}$
20	$7,8 * 10^{-5}$	$5,2 * 10^{-5}$	$1,9 * 10^{-5}$
25	$7,3 * 10^{-5}$	$1,2 * 10^{-6}$	$1,5 * 10^{-5}$
30	$1,8 * 10^{-5}$	$2,4 * 10^{-5}$	$1,9 * 10^{-5}$
35	$2,2 * 10^{-5}$	$8,3 * 10^{-6}$	$5,4 * 10^{-5}$
Сигнал			
5	$2,2 * 10^{-5}$	$8,3 * 10^{-6}$	$5,4 * 10^{-5}$
10	$1,9 * 10^{-5}$	$1,7 * 10^{-5}$	$9,3 * 10^{-6}$
15	$1,8 * 10^{-5}$	$4,1 * 10^{-5}$	$2,4 * 10^{-5}$
20	$7,8 * 10^{-5}$	$5,2 * 10^{-5}$	$1,9 * 10^{-5}$
25	$7,3 * 10^{-5}$	$1,2 * 10^{-6}$	$1,5 * 10^{-5}$
35	$1,8 * 10^{-5}$	$2,4 * 10^{-5}$	$1,9 * 10^{-5}$
Аппаратура			
10	$1,23668 * 10^{-5}$	$9,51294 * 10^{-6}$	$8,15395 * 10^{-6}$
20	$7,21743 * 10^{-6}$	$2,78558 * 10^{-6}$	$1,35677 * 10^{-5}$
30	$1,62743 * 10^{-5}$	$8,24728 * 10^{-6}$	$4,29789 * 10^{-6}$
35	$1,07305 * 10^{-5}$	$1,68177 * 10^{-5}$	$7,32208 * 10^{-6}$

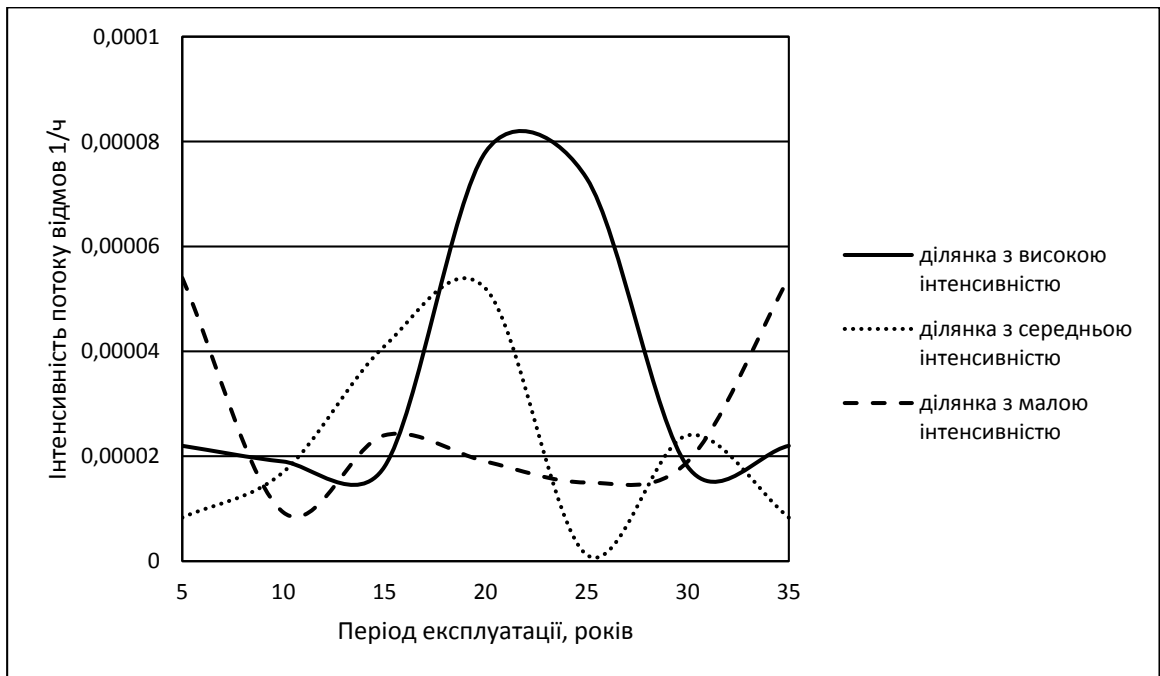


Рис. 3.5 Графік розподілу параметру відмов в рейкових колах за періодами експлуатації та інтенсивності руху поїздів

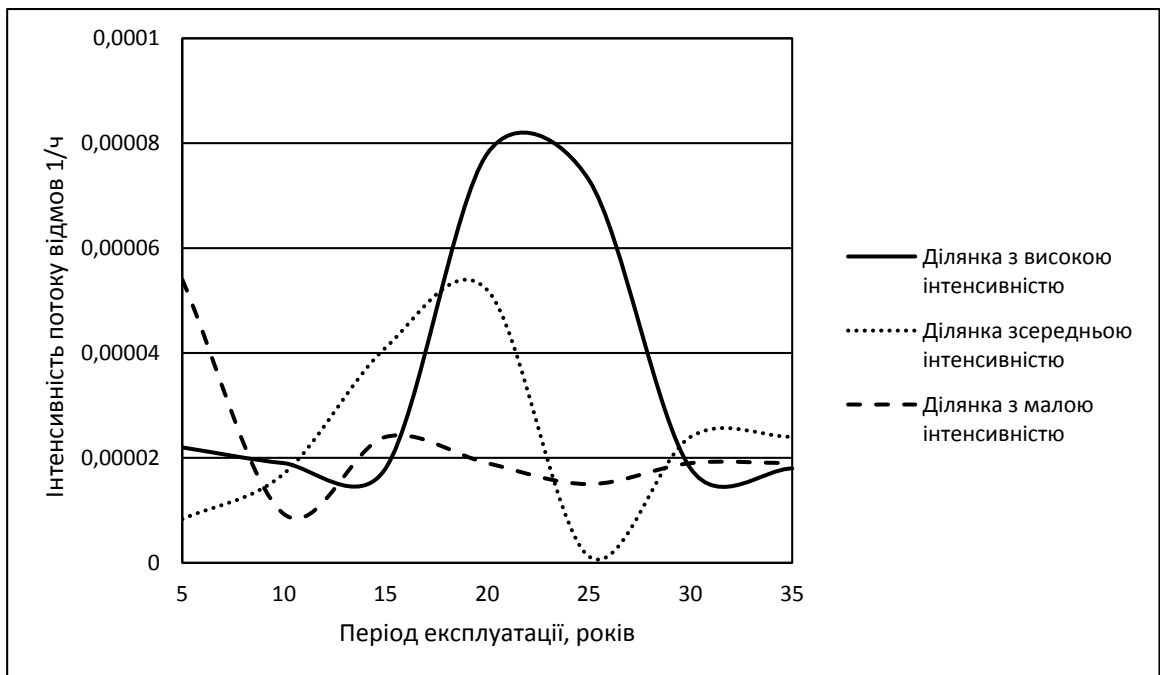


Рис. 3.6 Графіки розподілу параметру відмов в сигналах за періодами експлуатації та інтенсивності руху поїздів

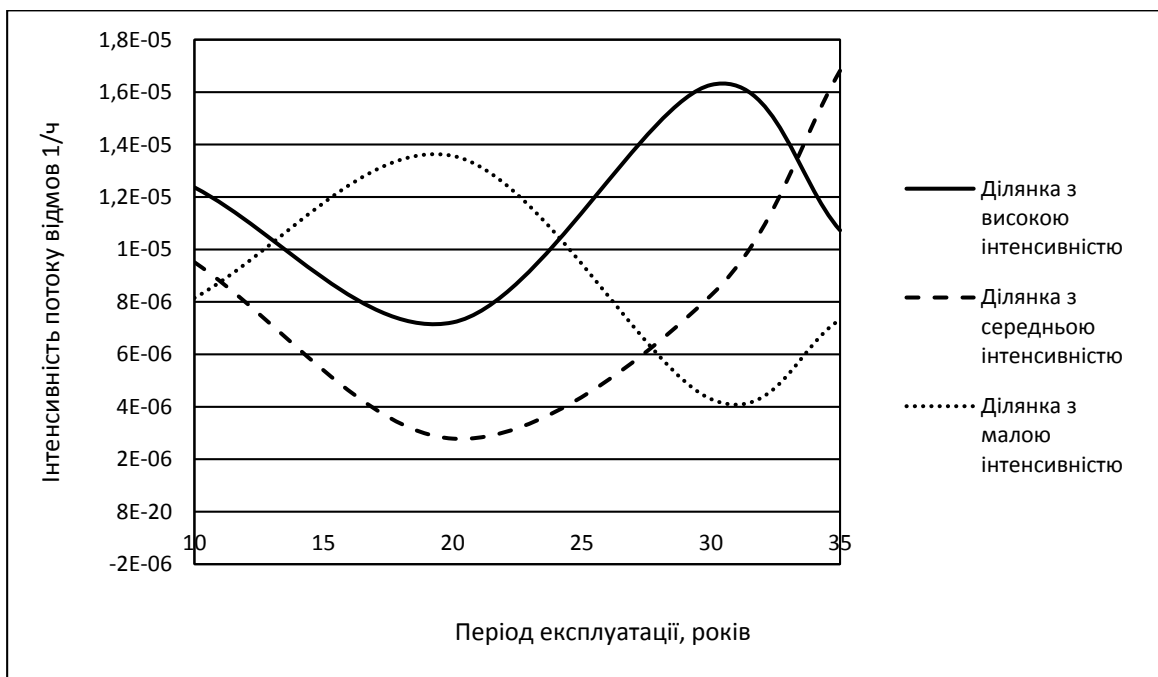


Рис. 3.7 Графік розподілу параметру відмов в апаратурі за періодами експлуатації та інтенсивності руху поїздів

На наведених графіках видно, що в пристроях, які мають великі навантаження (експлуатовані на ділянках з інтенсивним рухом поїздів) період деградації настає раніше, ніж при рівномірних навантаженнях (на ділянках з середньою інтенсивністю руху поїздів). Слід зазначити, що при невеликих навантаженнях (на ділянках з малою інтенсивністю рухом поїздів) має місце прискорення початку періоду деградації, однак не так швидко як при великих навантаженнях.

2.5 Оцінка кількості пристроїв в системах централізації з урахуванням частоти відмов

Для оцінки параметрів частоти відмов в пристроях, в залежності від застосування їх кількості в системі, використовувалися статистичні дані, згруповані за кількісною ознакою. Для систем електричної централізації, які застосовуються на проміжних станціях залізниці, результати угруповання зведені в таблицю 3.7.

З даних таблиці випливає, що в системі БМРЦ з ростом кількості пристроїв до 45 частота відмов (кількість відмов на одну стрілку) змінюється в часі, а з кількістю понад 45 має місце стабільне зниження, пов'язане з рівномірним розподілом навантажень при роботі пристроїв, це і забезпечує стабільність функціонування системи.

З даних таблиці випливає, що в системі БМРЦ з ростом кількості пристроїв до 45 частота відмов (кількість відмов на одну стрілку) змінюється в часі, а з кількістю понад 45 має місце стабільне зниження, пов'язане з рівномірним розподілом навантажень при роботі пристроїв, це і забезпечує стабільність функціонування системи.

Таблиця 3.7

Розподіл параметрів частоти відмов пристроїв з урахуванням їх кількості в системах електричної централізації.

Кількість пристроїв	Тип системи			
	БМРЦ	МКУ	МРЦ	УМРЦ
10		2,75		
15		0,5		0,824
20	0,684			0,18
25	0,8974359	0,8		
30	0,9	0,19		
35	0,65		0,1	
40	0,3			1,1
45	0,57			
55			0,56	
60				0,89
70			1	1,22
155	0,49			
375	0,32			

З даних таблиці випливає, що в системі БМРЦ з ростом кількості пристроїв до 45 частота відмов (кількість відмов на одну стрілку) змінюється в часі, а з кількістю понад 45 має місце стабільне зниження, пов'язане з рівномірним розподілом

навантажень при роботі пристроїв, це і забезпечує стабільність функціонування системи.

Для систем МКУ, результати порівняння вказують на наявність високої частоти відмов в системах з малою кількістю пристроїв, в даному випадку до десяти, і її зниження при збільшенні кількості пристроїв.

Для систем МРЦ, частота відмов мінімальна з кількістю пристроїв до п'ятдесяти п'яти, а при більшій кількості коливається щодо середньої величини в обидві сторони.

Для систем УМРЦ збільшення частоти відмов в системі прямо пропорційно збільшення кількості пристроїв в ній.

2.6 Оцінка впливу кліматичних умов

Вплив кліматичних умов на пристрої проявляються у вигляді теплових впливів, опадів, вологості, вітру. Джерелом теплових впливів є сонячна радіація. Особливо шкідливий нагрів вузлів пристроїв в умовах підвищеної вологості.

При періодичному - тепловій дії відбуваються багаторазові деформації складових частин пристроїв, в результаті чого виникають відмови. При підвищенні температури напруги в рейкових ланцюгах можуть породжувати значні сили опору переміщенню рейок по накладок уздовж шляху: від 5 до 300 Н на 1см рейкової лінії.

При різких коливаннях температури підвищується вологості всередині пристроїв (електроприводів, реле), що створює умови освіти електричних пробоїв.

При негативних температурах навколишнього середовища відбувається заіндевеніє контактів реле, автоперемикача стрілочного електроприводу; замерзання, усадка заливальних матеріалів (масло в дросель трансформаторах, редукторах); руйнування ізоляційних матеріалів (ізолюючих стиків).

Випадання опадів сильно впливає на електричну провідність баласту і шпал в рейкових ланцюгах, вони супроводжуються зазвичай виносом і подальшим осіданням солей на їх поверхні; викликає гниття стрілочних брусів.

Однією з основних причин виникнення відмов в металевих пристроях є корозія, окислення металів, які проявляються з підвищенням вологості. При підвищеній вологості в металах розвивається і ерозія - відбувається зміна перехідного опору і руйнування контактів реле, зниження опору ізоляції та електричної міцності матеріалів, прискорюються процеси втоми і старіння матеріалів.

Порівняння параметру відмов в пристроях в залежності від кліматичних умов виконувалося за статистичними даними, згрупованих за часовою ознакою протягом одного року і даних про кліматичні впливи, наданих метеостанцією залізниці. Види кліматичних впливів представляють X_1 - середньомісячна температура, $T_{cp}.$ °; X_2 - абсолютний максимум температури, $T_{макс.}$ °; X_3 - абсолютний мінімум температури, $T_{мін.}$ °; X_4 - різниця температур, $T_r.$ °; X_5 - дні з температурою більше -20° , днів; X_6 - дні з туманом, дні; X_7 - дні з опадами, днів; X_8 - сума опадів, мм; X_9 - вологість.

Так як параметри кліматичних впливів мають різну розмірність, то для визначення їх спільного впливу протягом року була визначена нормована відносна величина кліматичних впливів по формулі

$$\alpha = X - X_{cp}/\sigma \quad (3.2)$$

де X – значення параметру кліматичних впливів;

X_{cp} - середнє значення параметру кліматичних впливів;

σ - середньоквадратичне відхилення, $\sigma = \sqrt{X^2 - (X)^2}$.

Для оцінки впливу кліматичних умов на роботу пристроїв складена таблиця 3.8, де вказані значення параметру потоку відмов для певного виду пристроїв.

Таблиця 3.8

Розподіл параметру потоку відмов в пристроїв протягом року.

Місяць	Відносна величина кліматичних впливів	Частота потоку відмов			
		Тип пристрою			
		Централізована стрілка	Рейкове коло	Сигнал	Аппаратура
1	-1,029	0,0037	0,0224	0,00162	0,00512
2	-0,299	0,0045	0,0236	0,00219	0,0063
3	1,8692	0,0018	0,020	0,0675	0,0024
4	0,1596	0,002165	0,0149	0,00516	0,0061
5	0,5049	0,00098	0,0142	0,0022	0,0049
6	-0,146	0,0012	0,0181	0,002	0,0018
7	-0,45	0,0028	0,0161	0,00236	0,0034
8	0,077	0,00118	0,0159	0,00394	0,00295
9	-2,308	0,000984	0,0129	0,0014	0,00216
10	0,0424	0,00137	0,0153	0,0022	0,00216
11	-0,5302	0,00137	0,0126	0,002	0,00354
12	0,6735	0,00236	0,0256	0,0019	0,0037

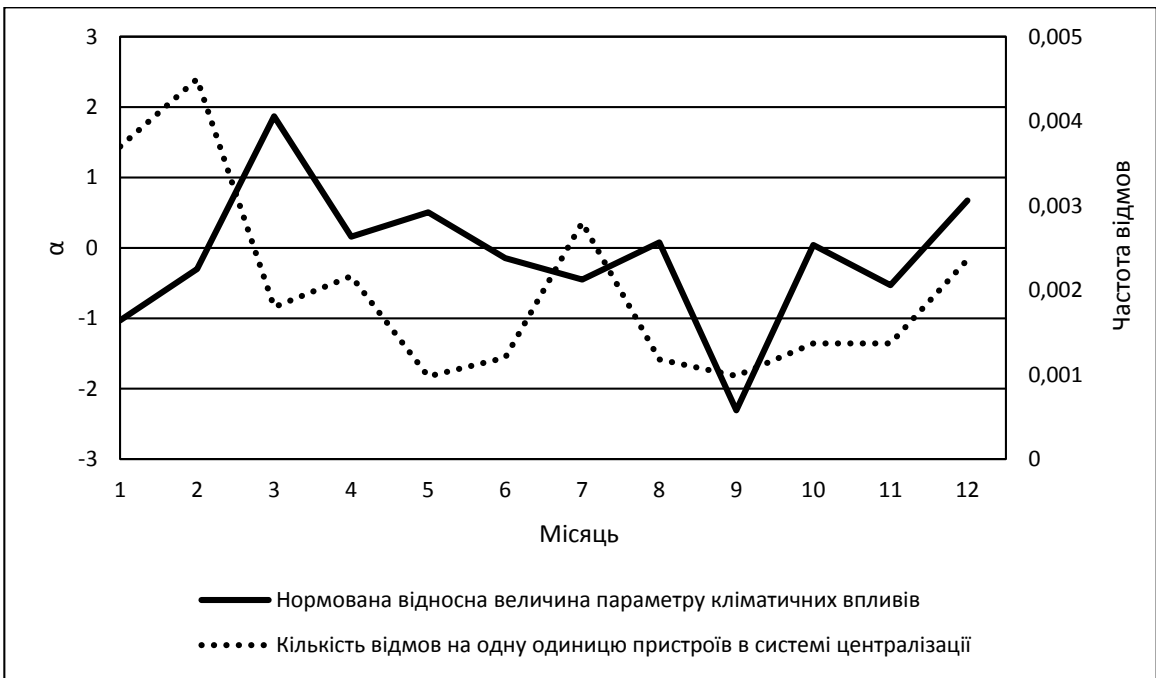


Рисунок. 3.8 Розподіл зміни параметрів кліматичних впливів і частоти відмов в стрілках

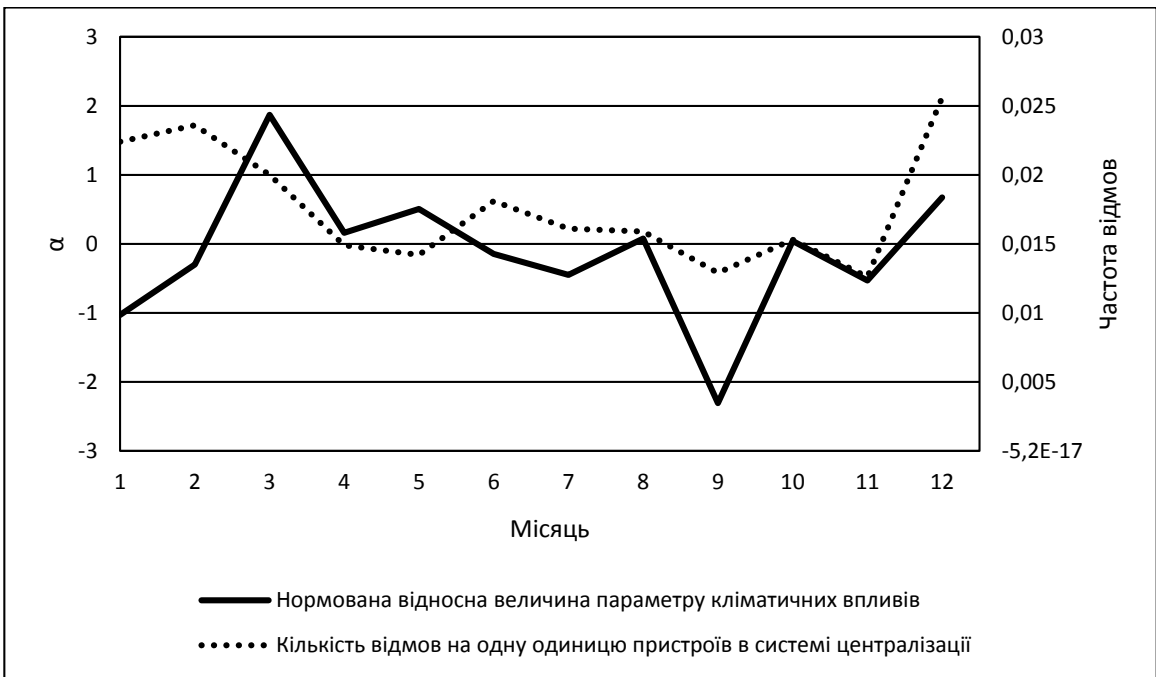


Рис. 3.9 Розподіл зміни параметрів кліматичних впливів і частоти відмов в рейкових колах

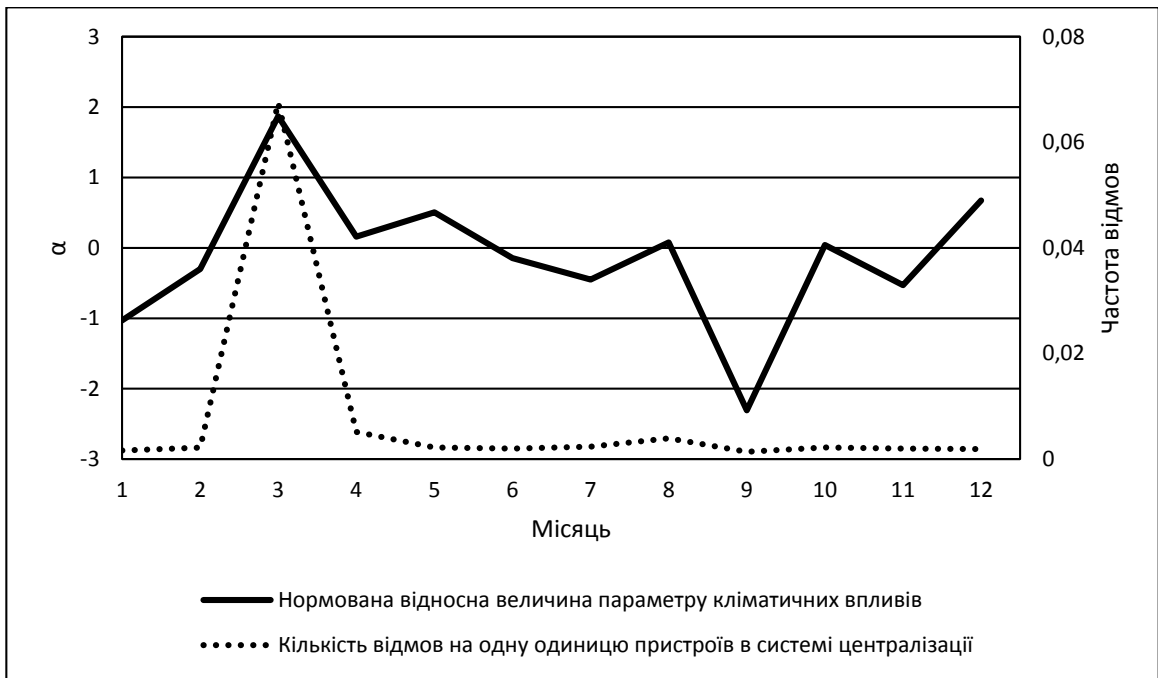


Рис. 3.10 Розподіл зміни параметрів кліматичних впливів і частоти відмов в сигналах



Рис. 3.11 Розподіл зміни параметрів кліматичних впливів і частоти відмов в апаратурі

З графіків видно, що зміна кліматичних впливів відбивається на роботі всіх пристроїв і апаратури. Залежність частоти відмов апаратури від кліматичних умов незначна (рис. 3.11), а напільного обладнання, навпаки, при збільшенні параметра кліматичних впливів різко збільшується частота відмов у пристроях систем централізації. Зменшення ж параметрів також впливає на частоту відмов, але в

незначній мірі. Найбільше реагують на зміну параметру кліматичних впливів рейкові кола, що наочно спостерігається на рис. 3.9.

Згідно характерним критеріям кліматичного району, в якому експлуатуються дані пристрої систем електричної централізації, в літній час, коли мінімальна вологість, незначна кількість опадів і перепадів температури пристрою систем мають мінімальну частоту відмов. Найгірші кліматичні умови експлуатації пристроїв настають в зимовий і особливо весняний періоди, коли має місце підвищення параметрів кліматичних впливів.

Висновки

Аналіз вихідної статистики дозволив виявити загальні тенденції та закономірності зміни параметрів пристроїв (технічного стану) систем централізації, що знаходяться в експлуатації. Всі розрахунки здійснювалися в припущенні, що помилка вимірів допустима в межах ± 5 .

Розглядаючи вплив умов експлуатації, обсягу перевезень і кліматичних впливів, можна зробити висновок, що технічний стан і надійність пристроїв систем залізничної автоматики і телемеханіки оцінюються комплексною зміною зазначених впливів. З даного аналізу можна виявити що найбільшому впливу піддаються рейкові кола, на які припадає майже 63 % відмов. Така велика кількість відмов визначається умовами їх експлуатації, так як вони більше ніж інші пристрої схильні до впливу кліматичних умов, динамічних і статичних навантажень від рухомих поїздів.

Весь попередній аналіз виконано для рейкових кіл із ізолюючими стиками, а не до тональних рейкових кіл. Представлені результати для порівняльного аналізу роботи рейкових кіл із ізолюючими стиками і тональними рейковими колами свідчать що по кількості відмов на 1000 рейкових кіл тональної частоти працюють в 3 рази надійніше. Таке збільшення надійності роботи пояснитимуть практично повною відсутністю ізолюючих стиків неможливо, тому вимагає детальних пояснень. По-перше, вплив сторонніх джерел практично виключається, тому що забезпечується придушення будь-якого іншого сигналу. По-друге, зменшується кількість дросель-трансформаторів, які ставляться через кожні 5-6 км. По-третє, виконання апаратури з урахуванням сучасних вимог і на сучасній елементній базі приводить до скорочення кількості відмов.

Аналіз способів контролю відмов у системах централізації стрілок та сигналів показав, що для підвищення ефективності технічного процесу обслуговування пристроїв СЦБ (ЕЦ) необхідна його автоматизація на основі переходу до СТО по фактичному стану. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки математичних моделей, що відображають відмови пристроїв, на основі яких можлива оцінка технічного стану об'єктів і систем ЕЦ.

Сформульована абстрактна задача контролю технічного стану систем ЕЦ на основі принципу співвіднесення внутрішніх станів контрольованого й еталонного об'єктів, що дозволило визначити єдиний методологічний підхід і перейти до вибору відповідного математичного апарата. Прийнятий за основу принцип відносної числової оцінки нагромадження якісних розходжень на основі перевірки правильності функціонування пристроїв, тобто виявлення випадків відмов або збоїв системи (об'єкта) як фактор, у рамках якого може розглядатися такий вид контролю технічного стану, як контроль працездатності.

Зроблено аналіз моделей функціонування об'єктів ЕЦ на основі теорії графів, теорії скінчених автоматів, ланцюгів Маркова, ЛСДС. Показано обмежені можливості застосування даних теорій до визначення відмов у системах електричної централізації. Досліджено часовий параметр t , а також інші параметри роботи пристроїв, за допомогою яких здійснюється перевірка належності комбінації станів об'єкта множині його відмов (збоїв). На цій підставі обґрунтовано вибір математичного апарата теорії нечітких множин.

Розроблено метод контролю відповідності параметрів функціонування об'єктів ЕЦ нормативним значенням, з використанням параметричного підходу до побудови функції належності нечіткої змінної, що дозволяє автоматизувати процеси визначення відмов та передвідмовних станів контрольованих пристроїв у реальному масштабі часу. Розроблено моделі оцінки технічного стану об'єктів ЕЦ на основі їх відображення у вигляді нечітких граф – моделей, які дозволяють оцінити працездатність контрольованих пристроїв у числовому вигляді. Для чого введено таке поняття як коефіцієнт технічного стану k_p (коефіцієнт працездатності). Так, при прийнятті коефіцієнтом технічного стану k_p значень від 0,9 до 1 систему можна вважати цілком працездатною, при k_p від 0,75 до 0,9 система втрачає свою працездатність у результаті наміченої постійної тенденції відмов та збоїв у роботі,

при k_p від 0,75 і нижче технічний стан системи вимагає втручання обслуговуючого персоналу.

Синтезовано моделі визначення позаштатних ситуацій у системах електричної централізації на основі їх опису в часовій псевдофізичній логіці із застосуванням елементів теорії нечітких множин, що дозволяють оперативно ідентифікувати позаштатні ситуації та встановлювати причину їхньої появи.

Розроблена методика аналізу технічного стану системи електричної централізації з використанням опису даного складного об'єкта контролю у вигляді гіперграф – моделі. Складено алгоритми і програмну реалізацію моделей на основі сучасних апаратних засобів і мов програмування високого рівня. Також у розділі розглянуті питання перевірки адекватності розроблених моделей та методів реальному процесу функціонування пристроїв, для чого було перевірено гіпотезу про однорідність дисперсій відтворюваності та адекватності за допомогою критерію Шифера.

РОЗДІЛ 3

КОНТРОЛЬ РЕЙКОВОГО КОЛА ТОНАЛЬНОЇ ЧАСТОТИ

3.1 Тональні рейкові кола.

Перш ніж розглядати основні принципи роботи електронних рейкових кіл, необхідно відзначити, що в різних джерелах вони можуть мати різну назву: електронні рейкові кола; безстикові рейкові кола; рейкові кола тональної частоти. Назва електронні рейкові кола вказує на елементну базу, застосовувану в їх конструкції. Безстикові (БРК) на відміну від рейкових кіл, що використовують сигнальні частоти 25, 50, 75 Гц та ізолюючі стики на кордонах суміжних ділянок колії, можуть застосовуватися без ізолюючих стиків. Надалі ми їх будемо називати просто рейковими колами тональної частоти (ТРК). Як говорить сама назва, для живлення ТРК використовуються сигнальні струми діапазону тональних частот.

Як і в широко поширених типових рейкових колах, для контролю ділянок колії в рейкових колах тональної частоти на одному кінці рейкової лінії підключається джерело живлення, а на іншому - колійний приймач. Суттєвою особливістю ТРК щодо типових кіл є відсутність чіткої межі контрольованої ділянки колії довжиною L . Зважаючи на відсутність ізолюючих стиків початок шунтування ТРК не збігається з моментом вступу поїзда на ділянку колії L у місці підключення джерела живлення (точки 1 і 2 рис. 3.1). Аналогічно закінчення шунтування рейкового кола не збігається з моментом звільнення ділянки L поїздом (точки 3 і 4), до яких підключений приймальний пристрій.

На рисунку 3.1 ми бачимо, що L - фізична довжина ТРК (між точками підключення апаратури живлячого і релейного кінців); L_f - фактична довжина ТРК; $L_{дш}$ - зона додаткового шунтування; $R_{ш}$ - опір шунта; Γ -джерело живлення (генератор тональної частоти); Π - колійний приймач; 1, 2 і 3, 4 - точки підключення апаратури живлячого і релейного кінців.

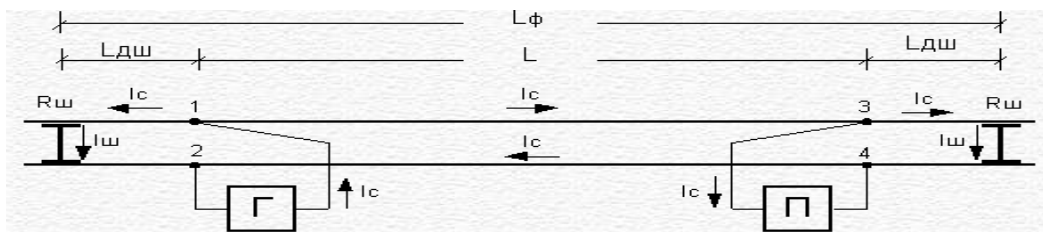


Рис.3.1 Схема контролю ділянки колії рейковим колом тональної частоти

Таким чином, за фактичну довжину L_f ТРК приймається відстань між початком і закінченням шунтування. Ці місця на рейковій лінії умовно можна назвати електричними стиками. Відстані електричних стиків щодо місць підключення джерела живлення і колійного приймача називають зонами додаткового шунтування $L_{дш}$. Зони додаткового шунтування змінюють своє значення при зміні опору ізоляції, напруги джерела живлення ТРК, робочого сигналу на вході приймача, частоти сигнального струму, довжини L ТРК, коефіцієнта повернення колійного приймача, реального опору шунта. Тому фактична довжина ТРК ($L_f = L + 2L_{дш}$) часто не є постійною, однак вона завжди більше фізичної довжини L , тобто $L_f > L$.

У ТРК при підвищенні частоти сигнального струму, напруги на вході приймача, опору баласту і рейок довжина зони додаткового шунтування зменшується, а при зниженні зазначених параметрів її значення зростає. Зона додаткового шунтування може досягати 10% фізичної довжини контрольованої ділянки шляху. Для рейкових кіл на частотах 420, 480, 580, 720, 780 Гц зона додаткового шунтування становить 40...120 м. З метою скорочення зон додаткового шунтування розроблена апаратура рейкових кіл ТРК 4 з сигнальними частотами 4,5; 5; 5,5 кГц, максимальною довжиною L до 300 м і зонами додаткового шунтування не більше 15 м. Ці фактори відіграють важливу роль при виборі сигнальних частот

рейкових кіл, що встановлюються на кордонах блок-дільниць (у АБ з прохідними світлофорами і без ізолюючих стиків).

Для виключення перекриття світлофора перед головою поїзда, що наближається в різних системах автоблокування з прохідними світлофорами і без ізолюючих стиків на кордонах блок-дільниць встановлюються ТРК з частотами 580, 720, 780 Гц або 4,5...5,5 кГц, а місця встановлення світлофорів переносяться відповідно на 40 або 20 м назустріч руху поїзда.

На рисунку 3.2 наведена схема розташування РК тональної частоти, яка пояснює принцип контролю ділянок колії без поділу їх ізолюючими стиками. На кожні два суміжні рейкові кола зазвичай встановлюється один генератор Г1 або Г2, що виробляє свої несучі частоти, модульовані низькочастотними сигналами (на рис. 3.2 це показано відповідно в чисельнику і знаменнику). Рейкові кола 1РК, 2РК, 5РК, 6РК отримують живлення від генераторів Г1 з несучою частотою 480 Гц і частотою модуляції 8 Гц, а рейкові кола 3РК, 4РК - від генераторів Г2 з несучою частотою 420 Гц і частотою модуляції 12 Гц.

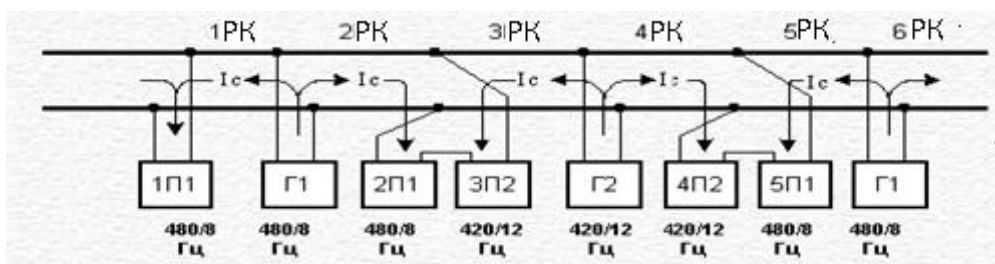


Рис. 3.2 Схема розподілу частот рейкових кіл тональної частоти

Стан ділянок колії контролюється колійними приймачами П. Перша цифра в умовному найменуванні приймача позначає номер ТРК, а друга - номер генератора джерела живлення рейкового кола. Кожен приймач налаштований на прийом сигнальних частот 480/8 або 480/12 Гц. Для контролю блок-дільниці або станційної ділянки колії може використовуватися одне, два і більше рейкових кіл - залежно від їх довжин і стану баласту (опір ізоляції).

Як видно зі схеми (рис. 3.2), в рейкових нитках відсутні ізолюючі стики. Вплив генератора Г1, що забезпечує живлення рейкових кіл 1РК і 2РК, на приймачі 3П2, 4П2 рейкових кіл 3РК, 4РК виключається застосуванням різних несучих і

модулюючих частот для контролю цих ділянок. Вплив генератора Г1, що забезпечує живлення рейкових кіл 1РК і 2РК, на приймач 5П1 рейкового кола 5РК, котрий налаштований на частоту генератора Г1, виключається в результаті загасання сигналу в процесі поширення його по рейковим колам 2РК, 3РК, 4РК. При коротких 2РК, 3РК, 4РК живлення 5РК можна здійснити від генератора з частотою 580 Гц, що виключає взаємний вплив РК, що працюють на однакових частотах. Вибір значень частоти модуляції повинен здійснюватися, виходячи з того, що кожному значенню несучої частоти на сусідніх коліях присвоюються відмінні один від одного значення модулюючих частот. Так, наприклад, ця умова виконується, якщо на одній з колій застосовані частоти 580/8; 480/12; 780/8; 420/12; 720/8 Гц, а на іншій колії - 580/12; 480/8; 780/12; 420/8; 720/12 Гц. Особливо інтенсивний розвиток ТРК отримали в останні два десятиліття. За цей час було створено чотири покоління ТРК.

Розглянемо особливості тональних рейкових кіл, що застосовуються на станціях:

- станційні ТРК розмежовуються одна від одної за допомогою ізолюючих стиків;
- для роботи ТРК використовуються амплітудно-модульовані сигнали несучими частотами 420, 480, 580, 720, 780 Гц і частотами модуляції 8 або 12 Гц;
- ізолюючі стики з'їздів головних колій станції на двоколійних лініях повинні обладнуватися схемою контролю сходу (короткого замикання) ізолюючих стиків - режим КСС. Схема КСС виключає можливість сприйняття "чужого" коду АЛС при паралельному русі поїздів у разі сходу ізолюючих стиків на з'їзді. У ізолюючих стиків з'їзду влаштовується схема КСС для прийомних кінців або схема КСС із загальним живильним кінцем суміжних ТРК. У разі сходу ізолюючих стиків сигнали, що надходять на колійні приймачі з суміжних ТРК з'їзду, повинні знаходитися в протифазі;
- на кодованих стрілочних ділянках при наявності вихідних сигналів на відгалуженнях передбачається контроль черговості заняття відгалужень - режим К30. Даний режим виключає сприйняття дозволяючих сигналів АЛС при несанкціонованому виїзді на стрілочну секцію при заданому маршруті з іншої колії;

- апаратура ТРК (генератори ДП, колійні фільтри ФПМ, колійні приймачі ПП) і АЛС розташовується на посту ЕЦ;
- для зв'язку апаратури ТРК, яка знаходиться на посту ЕЦ, з колійними пристроями використовується симетричний кабель з парним скручуванням жил;
- для забезпечення незалежності вхідних опорів живильних і релейних кінців ТРК від довжини кабельної лінії на зазначених кінцях РК встановлюються регульовані резистори R_k ;
- з метою виключення перевантаження напруги на колійних приймачах ТРК внаслідок значної різниці в довжинах гілок ТРК із загальним живильним кінцем приймально-відправної колії станції або в разі розташування відгалуження стрілочної ділянки поблизу живлячого кінця можливе використання урівнюючого трансформатора УТЗ;
- в режимі АЛС використовується частота сигнального струму 25 або 75Гц;
- захист ТРК паралельних колій станції від взаємного впливу забезпечується застосуванням різних несучих частот або частот модуляції;
- захист приладів ТРК від перенапруг здійснюється за допомогою розрядників типу РВНШ-250;
- захист ТРК від асиметрії тягового струму здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів АВМ-2 і захисних резисторів;
- на електрифікованих коліях станції для пропуску зворотного тягового струму у ізолюючих стиків встановлюються дросель-трансформатори типу ДТ-150 з коефіцієнтом трансформації $n = 3$, для узгодження апаратури живильних і релейних кінців з рейкової лінією встановлюються колійні трансформатори ПТ типу ПОБС-2А з коефіцієнтом трансформації $n = 13,3$;
- при відсутності дросель-трансформаторів ДТ-150 узгодження живильних і прийомних кінців ТРК з рейкової лінією здійснюється за допомогою колійних трансформаторів ПТ типу ПОБС-2А з коефіцієнтом трансформації $n = 38$;
- при наявності ДТ з метою вирівнювання вхідних опорів по кінцях ТРК на

релейних кінцях включені резистори R_3 , на живлячих кінцях резистори R_3 не встановлюються, за відсутності ДТ на живильному і релейному кінцях ТРК резистори R_3 включаються паралельно;

- захист суміжних ТРК від взаємного впливу в разі сходу ізолюючих стиків забезпечується підключенням у ізолюючих стиків живильних і релейних кінців РК з дотриманням вимог;

Приклади ТРК на станції та реалізація схеми КСС:

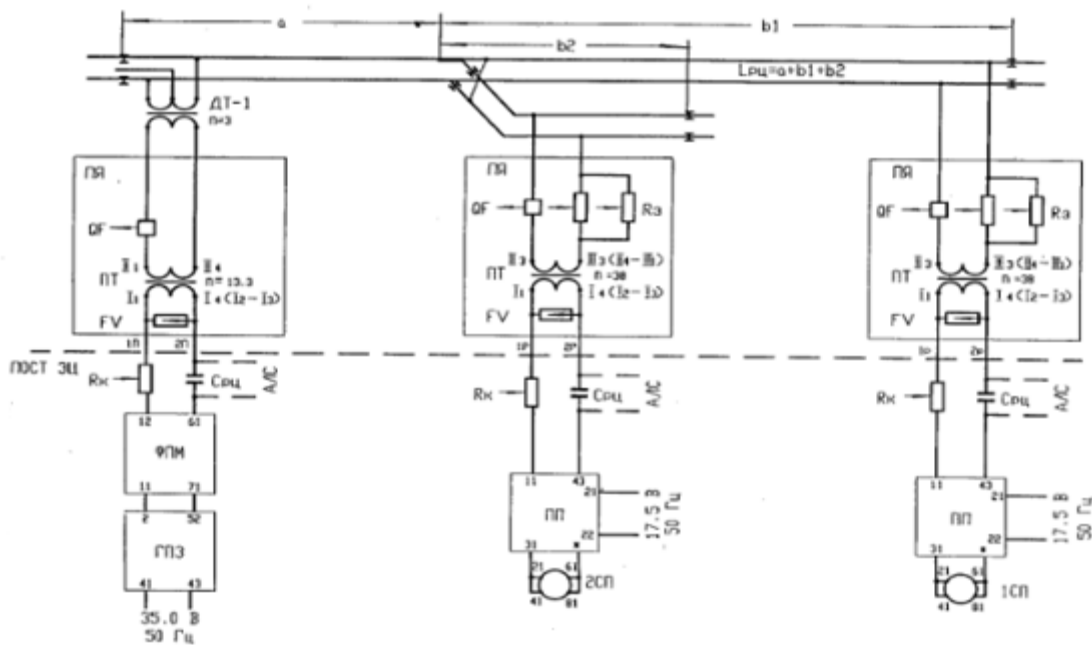


Рис.3.3 Розгалужена ТРК станції

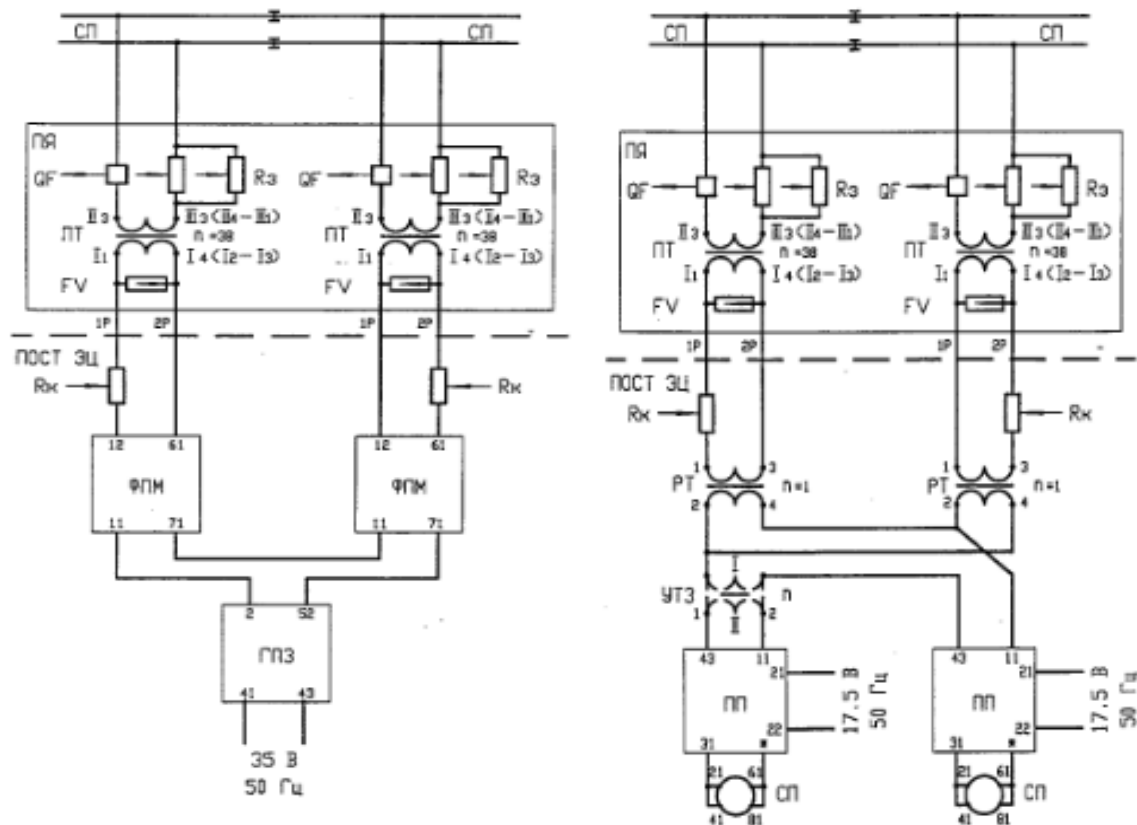


Рис.3.4 Реалізація схеми КСС

ТРК на станціях практично по всіх показниках краще фазочутливих РК. Використання таких РК є одним з основних напрямків розробки нових і вдосконалення експлуатованих пристроїв залізничної автоматики.

Розглянемо найбільш характерні відмінності ТРК від інших РК:

- десять відмінних ознак сигнального струму (п'ять несучих частот і дві модулюючі) та підвищене загасання в обхідних ланцюгах, що включають міжколійні перемички, дозволяє істотно знизити взаємні впливи між ТРК при виникненні в них асиметрії та виникненні обхідних контурів;
- більш висока чутливість до обриву рейкової лінії, що дозволяє надійно забезпечувати виконання контрольного, а також і шунтового режиму роботи навіть у разі об'єднання середніх точок дросель-трансформаторів, підвищення чутливості до обриву рейкової нитки обумовлено більш низьким порівняно з РК 25 Гц і РК 50 Гц критичним опором баласту і збільшенням перехідного опору сигнальному току в місцях його виходів (входів) між рейковими нитками і землею в обхід

- пошкодженої рейкової нитки;
- підвищена захищеність ТРК від впливу безперервних і імпульсних перешкод внаслідок їх зниження в діапазоні використаного сигнального струму, а також в результаті застосування амплітудно-маніпульованого сигналу;
- зменшення споживаної потужності;
- можливість скорочення малонадійних в експлуатації ізолюючих стиків і дросель-трансформаторів;
- нечутливість (за відсутності спеціальної схеми контролю сходу) до сходу стиків.

3.2 Станційні системи контролю тональних рейкових кіл.

Існують станційні системи контролю рейкових кіл, у тому числі рейкових кіл тональної частоти, що входять до складу системи мікропроцесорної електричної централізації МПЦ-2. Із системи технічної діагностики та моніторингу (СТДМ) на базі апаратно-програмних засобів автоматизованої системи диспетчерського контролю (АСДК) в систему МПЦ-2 інтегрований станційний діагностичний комплекс, який здійснює контроль стану і діагностику пристроїв СЦБ, в тому числі стану тональних рейкових кіл. Також відома станційна система контролю рейкових кіл тональної частоти, що входить до складу системи мікропроцесорної електричної централізації МПЦ-І, що містить передавачі та приймачі сигналів тональної частоти. Ще одним прикладом станційної системи контролю рейкових кіл тональної частоти є система контролю рейкових кіл станції і прилеглих до станції перегонів система мікропроцесорної централізації Ebilock - 950 (система об'єктних контролерів стану рейкових кіл). Система контролю рейкових кіл містить передавачі та приймачі сигналів тональної частоти, відповідно виходи і входи яких через кабельну мережу і пристрої сполучення пов'язані з рейковою лінією. Передавачі та приймачі мають виходи вбудованих вузлів самодіагностики, що забезпечують постійний контроль працездатності зазначених блоків.

3.2.1 Система МПЦ-2.

Система мікропроцесорної централізації МПЦ-2 на базі КОК ЕЦМ призначена для централізованого управління засобами керуючої обчислювальної техніки, об'єктами низової та локальної автоматики - стрілками, сигналами, переїздами на залізничних станціях з урахуванням виконання всіх вимог, що пред'являються ПТЕ до пристроїв електричної централізації стрілок і сигналів, в умовах високого ступеня безпеки SIL4 за міжнародною класифікацією (системний рівень безпеки згідно EN 61508)

Система МПЦ-2 може застосовуватися на всіх малих, середніх і великих станціях (вузлах, роздільних пунктах і роз'їздах) з поїзними і маневровими пересуваннями магістрального та внутрішньозаводського залізничного транспорту.

Система МПЦ-2 є сучасною системою мікропроцесорної централізації, що виконує всі необхідні вимоги з безпеки, функціональності та економічності, що пред'являються до систем такого класу.

Система МПЦ-2 здійснює в реальному часі збір, обробку та зберігання інформації про поточний стан об'єктів ЕЦ. На підставі отриманої інформації реалізуються технологічні алгоритми централізованого управління станційними об'єктами низової та локальної автоматики з формуванням і видачею керуючих впливів. При необхідності черговому по станції (ДСП) можуть видаватися пояснювальні повідомлення про результати процесу управління. Одночасно проводиться безперервна діагностика стану системи з формуванням і оперативної передачею в ПЕОМ робочого місця ДСП інформації для відображення стану об'єктів ЕЦ і результатів діагностування мікропроцесорних засобів системи.

Централізоване управління станцією на базі КОК ЕЦМ (керуючий обчислювальний комплекс) забезпечується можливістю поєднання в одному комплексі функцій ЕЦ, зв'язку з об'єктом і зв'язку з оперативно -технологічним персоналом (робочі місця чергового по станції - РМ ДСП, автоматизоване робоче місце електромеханіка СЦБ - АРМ ШН, та інші). Організація зв'язку КОК ЕЦМ системи МПЦ-2 з об'єктами управління і контролю дозволяє забезпечити до 30 контрольованих дискретних входів на один блок введення і до 16 керованих дискретних виходів на один блок виводу. Загальне сумарна кількість дубльованих

блоків введення і виведення- на одну шафу до 60, на 2 шафи до 180, що приблизно відповідає станції на 30 стрілок і на 100 стрілок. Загальна кількість дискретних входів - до 1080, дискретних виходів - до 864 у виконанні КОК ЕЦМ, що містить дві шафи. При необхідності управління великою кількістю стрілок встановлюються додаткові шафи. Контрольовані параметри є дискретною інформацією, приймаючої значення « 0 » / « 1 ». Як датчики використовуються контакти реле з опором обмотки не менше 1600 Ом (наприклад, ДЗ- 2700, РЕЛ1 - 1600 або РЕЛ2 - 2400). Вимірювані (аналогові) параметри вводяться в підсистему СТДМ (система технічної діагностики та моніторингу).

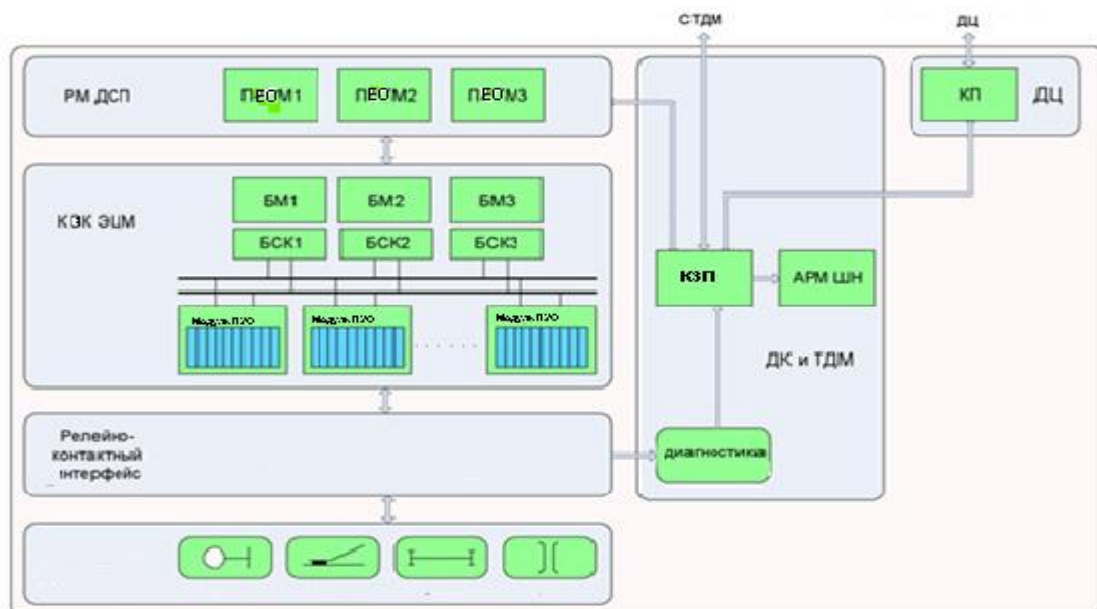


Рис.3.5 Структурна схема МПЦ-2

Система МПЦ-2 передбачає вирішення засобами мікропроцесорної техніки як завдань управління та контролю об'єктами СЦБ на станції з робочого місця чергового по станції, так і завдань щодо дотримання всіх залежностей стрілок і сигналів з метою забезпечення безпеки руху поїздів. Засобами мікропроцесорної техніки забезпечена реалізація всіх функціональних завдань ЕЦ, в т.ч. установки, розмикання і скасування маршрутів, підтримки дозвільних показань світлофорів та кодування маршрутів з перевіркою всіх умов безпеки, оброблення кутових заїздів під час

маневрових переміщень, подачі сповіщення на переїзди, включення запрошувального сигналу, індивідуального переведення та автовозврата гостряків стрілок, штучного розмикання секцій, установки і зняття макетів стрілок та ізольованих ділянок, огорожі приймально-відправних колій, і т.д. Основні функції управління і контролю реалізуються в модулі ЕОМ, що входить в одну з шаф КОК ЕЦМ. У свою чергу, модуль ЕОМ має три однакових обчислювальних канали, кожен з яких має дві лінії зв'язку з двома ПЕОМ РМ ДСП (до трьох ПЕОМ у складі МПЦ-2), з якого ведеться управління об'єктами централізації. Кожна ПЕОМ фізично пов'язана з двома різними обчислювальними каналами. У процесі функціонування системи одна ПЕОМ знаходяться в робочому режимі, друга - в гарячому резерві, третя (якщо є) - в холодному резерві. При великих районах управління допускається розподіл станції на зони управління з виділенням самостійних комплектів органів управління і контролю для кожної із зон. При організації взаємодії системи МПЦ-2 з системою вищого рівня додатково може використовуватися координаційно - згоджуючий пристрій (КЗП), пов'язаний з усіма ПЕОМ РМ ДСП.

- В системі МПЦ-2 КОК ЕЦМ реалізуються такі основні функції:
- збір, первинну обробку та зберігання інформації про стан об'єктів ЕЦ;
- реалізацію технологічних алгоритмів централізованого управління станційними об'єктами низової та локальної автоматики з формуванням і видачею керуючих впливів, і, при необхідності, пояснювальних повідомлень для ДСП про результати процесу управління;
- діагностику стану компонентів КОК ЕЦМ;
- формування та оперативну передачу в ПЕОМ РМ ДСП інформації для відображення стану об'єктів ЕЦ і результатів діагностування КОК ЕЦМ.

3.2.2 Система МПЦ-I.

МПЦ-I вдало поєднує в собі ряд важливих споживчих якостей. По-перше, вона розроблена відповідно до вимог безпеки, які не поступаються вимогам CENELEC рівня SIL4. По-друге, є однією з найбільш компактних і енергетично ефективних МПЦ. По-третє, володіє розвиненими комунікаційними засобами і гнучкою архітектурою, що дозволяє інтегрувати в МПЦ суміжні системи залізничної автоматики, використовувати сучасні мережі передачі даних і створювати економічно виправдані конфігурації системи для станцій різних класів. І нарешті, закладені в МПЦ-I схемні, програмні та конструктивні рішення дозволили мінімізувати як вартість впровадження, так і експлуатаційні витрати. В результаті система МПЦ-I економічно ефективна не тільки на магістральних залізницях, а й на під'їзних коліях промислових підприємств.

Структура МПЦ-I, що включає програмні та апаратні засоби, побудована за багаторівневою схемою.

Рівні МПЦ-I включають в себе:

- керуючий контролер централізації (ККЦ) з програмою логіки центральних залежностей для здійснення маршрутизованих пересувань по станції;
- автоматизовані робочі місця чергового по станції (АРМ ДСП) для завдання керуючих команд і візуалізації поїзної ситуації;
- автоматизовані робочі місця електромеханіка (АРМ ШН) для забезпечення можливості віддаленого моніторингу стану об'єктів МПЦ-I;
- мережеві засоби і програмні компоненти для організації розподіленої системи управління, контролю, протоколювання та архівування інформації обчислювального комплексу ОК МПЦ-I;
- апаратура контролю вільності/зайнятості ділянок шляху, схеми управління стрілками, світлофорами, схеми ув'язування з іншими пристроями (ПАБ, АПС та ін.);
- пульт резервного управління для прямопровідного управління стрілками при виникненні несправностей АРМ ДСП або ККЦ;
- телекомунікаційна шафа ШТК забезпечує роботу всіх автоматизованих робочих місць на станції (з повним автоматичним резервуванням всієї

апаратури), надає можливість простої ув'язки з будь-якими з зовнішніх систем, в т. ч. ДЦ, АСКТП, а також забезпечує інформаційну безпеку, протоколювання та архівування роботи обладнання та дій персоналу;

- апаратура електроживлення;
- типовенапольнеобладнання СЦБ.

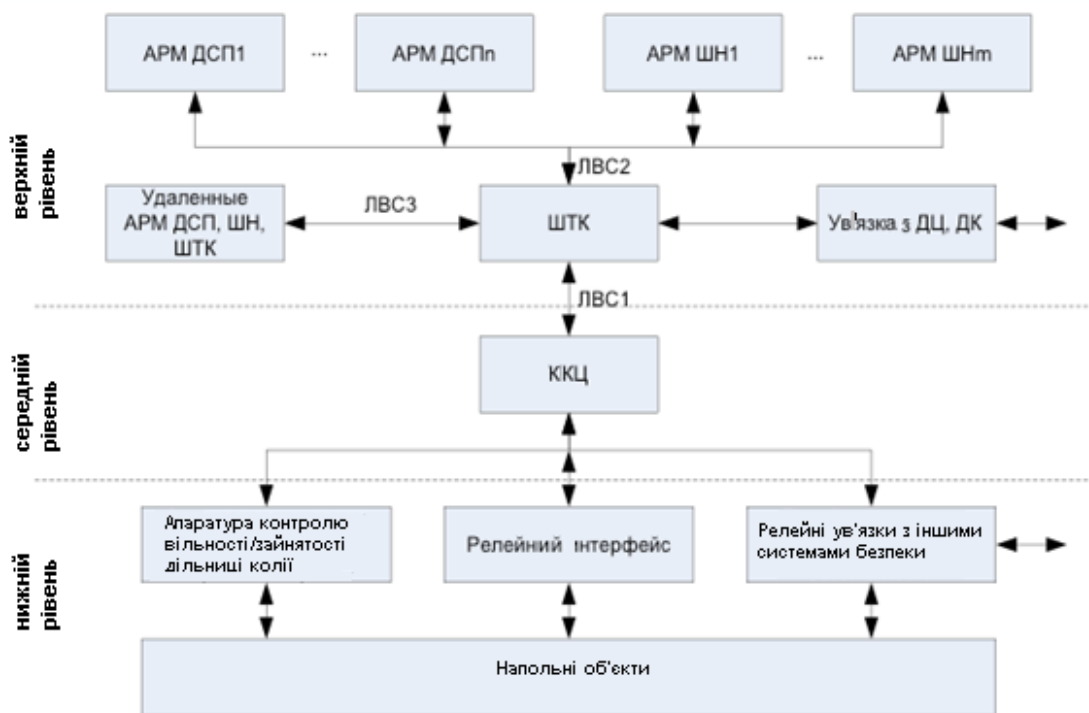


Рис.3.6

Структура МПЦ-I

Усі центральні залежності логіки централізації реалізує керуючий контролер централізації ККЦ. У складі кожного ККЦ для підвищення безпеки розташовані два контролера централізації (КЦ), паралельно виконують програми на основі операційної системи реального часу. Керуюча програма МПЦ-I циклічно з періодом 100мс опитує входи функціональних модулів контролерів з метою введення інформації про стан об'єктів контролю, потім відбувається обробка даної інформації з урахуванням поточного стану об'єктів управління, режимів роботи та інших алгоритмів (визначається логікою централізації), а також з урахуванням команд управління оперативного персоналу, прийнятих за допомогою локальної комп'ютерної мережі. У кінці кожного циклу керуючої програми відбувається

оновлення виходів функціональних модулів контролерів.

КЦ оснащені засобами внутрішньої діагностики, що дозволяє виявити вихід з ладу елементів ККЦ або збій в програмі і привести дискретні виходи і керовані ними напольні пристрої в безпечний стан. Управління об'єктами проводиться за допомогою пристроїв узгодження з об'єктами (ПУО) через однойменні виходи контролерів з перевіркою виконання команд за схемою «І». Відкрита структура контролерів дозволяє нарощувати і модернізувати МПЦ-І при виникненні такої необхідності.

Безпосереднє управління стрілками, світлофорами і контроль положень стрілок здійснюється релейними схемами на основі реле І-го класу надійності. Релейні схеми не виконують логічних функцій, а використовуються тільки як безпечні елементи силової комутації.

У МПЦ-І реалізований режим резервного управління (РУ) для індивідуального управління стрілками з перевіркою вільності стрілочних секцій, запрошувальними сигналами, АПС, а також для контролю вільності приймально-відправних колій, стрілочних і безстрілочних ділянок при несправності ККЦ або АРМ ДСП. Режим резервного управління здійснюється з пульта прямопроводного управління після натиснення відповідної кнопки зміни режиму управління. У режимі резервного управління відбувається апаратне блокування управляючих впливів ККЦ.

Логіка централізації, закладена в ККЦ, реалізує загальні принципи управління технологічним процесом перевезень у різних режимах роботи («Маршрутне управління», «Роздільне управління», «Допоміжне управління», «Резервне управління») так само, як і в традиційних системах ЕЦ згідно ПТЕ. Основні відмінності в діях оперативного персоналу при цьому полягають у способах впливу на об'єкти управління і методах сприйняття контрольної інформації. Нормальними режимами роботи МПЦ - І вважаються режими «Маршрутного управління» і «Роздільного управління».

Показники надійності та функціональної безпеки є найважливішими характеристиками якості МПЦ-І. Під функціональною безпекою пристрою в умовах виникнення в ньому внутрішньої несправності розуміють захищеність від формування ним на своїх виходах команд і сигналів, що порушують безпеку руху. У пристроях і системах залізничної автоматики забезпечення функціональної безпеки базується на двох основних принципах. В основу першого з них покладена надмірність - параметрична, апаратна, програмна, інформаційна, тимчасова. В основу

другого принципу покладено використання технічних засобів, локалізуючих розвиток несприятливих процесів в системі при виникненні в ній несправності і захищають її від видачі неправильних впливів, тобто перешкоджають виникненню небезпечної відмови і переводять систему в захисний стан. Безпека мікропроцесорних систем СЦБ може забезпечуватися шляхом програмної або апаратної надмірності. У першому випадку використовується один мікрокомп'ютер, в якому кожна задача послідовно в часі вирішується два рази: спочатку по одній програмі, а потім - по іншій (діверситетні програми) або кілька мікрокомп'ютерів з однаковими програмами. Для контролю правильності роботи каналів використовується апаратне і програмне порівняння результатів виконання окремих команд або вирішення окремих завдань.

Це дозволяє забезпечувати:

- незалежність відмов в однотипних елементах функціонально надлишкових структур;
- захист системи від збоїв і відмов;
- виключення можливості накопичення відмов;
- контроль правильності роботи програмного забезпечення.

Система МПЦ-І реалізована як двоканальна або триканальна (працює за принципом «2 з 3») структура з помірними зв'язками (два або три однакових контролера з однаковим програмним забезпеченням). У ній використовується захищений інтерфейс з виконавчими об'єктами (безпечні пристрої узгодження з об'єктами - ПУО).

3.2.3 Система МПЦ Ebilock-950.

Система EBIlock 950 здійснює контроль і керує напольними об'єктами, такими як світлофори, стрілочні електроприводи, рейкові кола, обладнання загородження переїздів тощо. Система централізації отримує команди на установку маршрутів від центру управління рухом, замикає маршрут перед проходженням поїзда і розмикає після цього. Система централізації гарантує, що замкнуті об'єкти не можуть повторно управлятися. Основу МПЦ складають комп'ютер централізації і централізовані або розподілені об'єктні контролери. Гаряче резервування центрального процесора, що є основою системи, гарантує максимальну готовність і безперебійність системи, забезпечуючи економічну ефективність і надійність. Організація передачі даних в систему об'єктних контролерів за допомогою петель зв'язку дозволяє виконувати гаряче резервування каналу, що забезпечує безперебійну роботу системи при виході з ладу будь-якого елемента. Все обладнання МПЦ EBIlock 950 володіє функціями вбудованої діагностики та виявлення предотказних станів. У тих рідкісних випадках, коли виникає несправність, в центр управління рухом передається відповідна інформація. Спеціаліст сервісної служби має доступ до інформації через сервісний ПК, який допомагає швидко локалізувати будь-яку проблему і спланувати необхідні дії з технічного обслуговування.

Структура мікропроцесорної централізації Ebilock-950:

- керуюча й контролююча системи (автоматизовані робочі місця чергового по станції та електромеханіка, пункту технічного обслуговування вагонів, оператора місцевого управління стрілками);
- система обробки залежностей централізації (центральный процесорний пристрій);
- система передачі даних;
- керовані і контрольовані об'єкти СЦБ (стрілочні електроприводи, світлофори, переїзди, рейкові кола та ін);
- пристрої діагностики, що дозволяють локалізувати відмови комплектуючих елементів до окремої друкованої плати;
- пристрої електроживлення (первинні та вторинні джерела);
- пристрої захисту (заземлення, розрядники, запобіжники, пристрої контролю

опору ізоляції монтажу, вмонтована в об'єктні контролери);

- кабельні мережі, що складаються з кабелів від об'єктних контролерів до напольних пристроїв СЦБ;
- петлі зв'язку (включаючи концентратори) між центральним процесором і об'єктними контролерами;
- стани з релейним обладнанням, генераторами і приймачами рейкових кіл, трансформаторами.

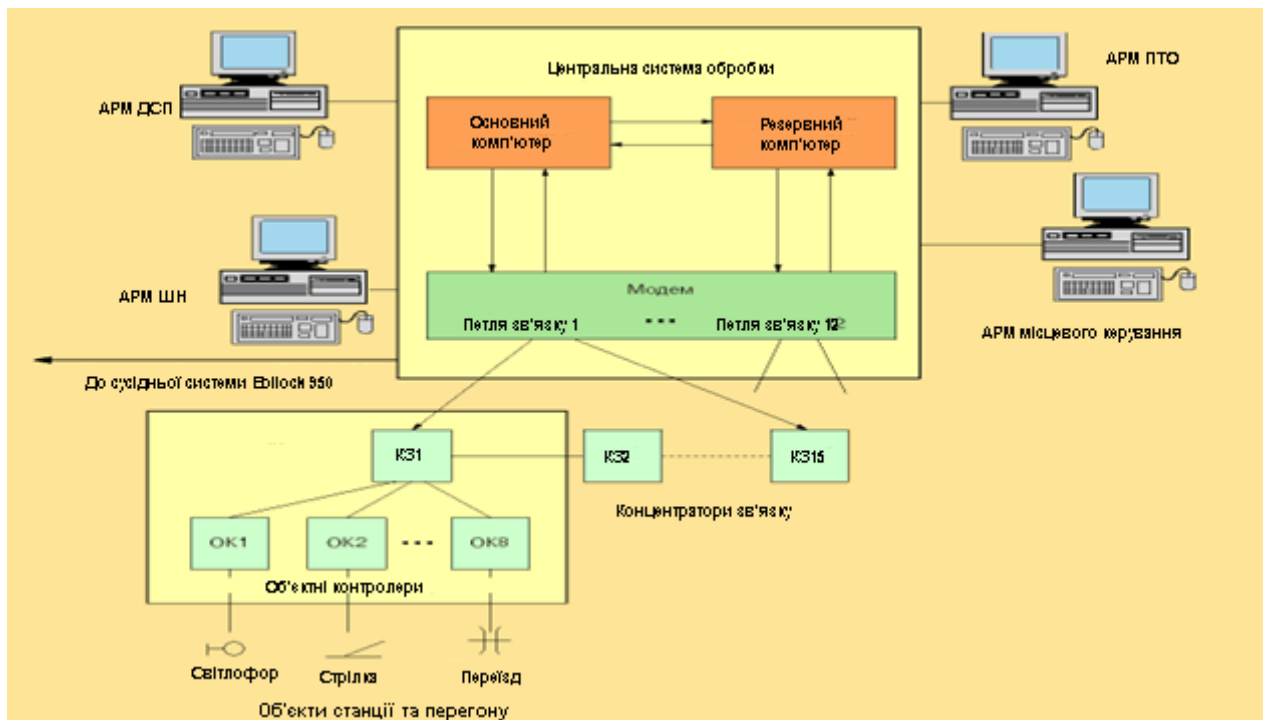


Рис.3.7 Структура мікропроцесорної централізації Ebilock-950

Висока готовність системи і безперервність зв'язку забезпечуються резервуванням каналів передачі даних. У разі обриву кабелю, передача перемикається на резервний канал без втрати працездатності системи. У всіх телеграмах протоколюється час передачі. Тому приймач може перевіряти порядок надходження і легітимність прийнятої інформації.

Об'єктні контролери системи МПЦ EBILOCK 950 є повністю електронними і підключаються безпосередньо до напольних пристроїв. Кожен об'єктний контролер може керувати кількома об'єктами і розташовуватися централізовано в приміщенні з

центральним процесором або децентралізовано - безпосередньо поблизу керованих пристроїв. Завдяки прямому управлінню без використання контактних груп, електропостачання керованого об'єкта регулюється, напруга завжди подається в момент нульової фази, виключаючи скачки струмів і напруг, що викликаються комутацією. Це дозволяє знизити знос напольних пристроїв і відмовитися від потреби в регулярному обслуговуванні.

Основні особливості СОК:

- висока надійність;
- висока надійність передачі даних;
- короткий час реакції на події;
- розширена система діагностики;
- можливість взаємодії з відповідальними (безпечними) і не відповідальними об'єктами;
- можливість швидкої адаптації, функціонування і інтерфейс для забезпечення взаємодії з новими типами напольного обладнання;
- спрощене створення проектів для нових станцій;
- зменшені фізичні розміри;
- модульна структура, яка спрощує монтаж і обслуговування;
- можливість адаптації системи до спеціальних вимог замовника;
- скорочення часу повернення коштів вкладених в систему.
-

Система об'єктних контролерів забезпечує управління напольним обладнанням та контроль його стану як для відповідальних так і для невідповідальних об'єктів. Центральний комп'ютер централізації (ЦКЦ) управляє логікою роботи системи централізації. Напольне обладнання підключається до центрального комп'ютера з використанням петльових каналів зв'язку. Кожна петля являє собою лінію передачі інформації, яка може обслуговувати до п'ятнадцяти зв'язевих концентраторів (УКП). Використання петлевого каналу дозволяє здійснювати зв'язок з обох сторін лінії, забезпечуючи працездатність системи навіть у разі несправності кабелю. Кожен УКП дозволяє забезпечувати зв'язок вісьмома, як максимум, об'єктними контролерами. Кожен об'єктний контролер може управляти і

контролювати один або кілька напольних об'єктів залежно від їх типу, використовуючи для цього мікропроцесор зі спеціальною програмою.

СОК підтримує два інтерфейси: інтерфейс з петлею зв'язку для ЦКЦ і інтерфейс з напольними пристроями. Основними компонентами системи є: петля зв'язку між концентраторами і ЦКЦ, концентратори (УКП), система зв'язку УКП з об'єктними контролерами, об'єктні контролери і кабелі від ОК до напольного устаткування. Забезпечення вимог безпеки при передачі телеграм здійснюється ЦКЦ і об'єктними контролерами. Водночас петля зв'язку, УКП і система зв'язку з ОК є тільки середовищем передачі даних і не забезпечується спеціальними засобами безпеки даних. Порт петлі зв'язку є частиною ЦКЦ і забезпечує її підключення до центрального комп'ютера, а також підготовку телеграм необхідного формату і підтримки протоколу прийому і передачі інформації по петлі зв'язку. В системі СОК даний пристрій позначається як модуль вводу/виводу. Петля зв'язку з концентраторами використовується для передачі даних між модулем вводу/виводу і концентраторами. Фізичною основою петлі є чотириохпровідний телекомунікаційний кабель, що підключається до внутрішніх модемів. Зазвичай ЦКЦ взаємодіє з концентраторами з одного боку петлі, передаючи інформацію і контролюючи її з іншого боку. У разі пошкодження кабелю ЦКЦ автоматично ізолює пошкоджену ділянку кабелю, забезпечуючи зв'язок з концентраторами з обох сторін петлі. Дане рішення забезпечує безперервність передачі інформації для працездатної частини петлі. Концентратор є проміжною передавальною ланкою між модулем вводу/виводу і об'єктними контролерами. Він також використовується для регенерації сигналів, коли відстань між двома концентраторами досить велика. Концентратор є "прозорим" пристроєм з точки зору ЦКЦ і об'єктних контролерів, у зв'язку з чим до нього не висуваються вимоги щодо безпеки. Будучи апаратно надлишковим пристроєм, УКП забезпечує безперервність передачі інформації у разі апаратних відмов. У разі збою в системі живлення ЦКЦ автоматично ізолює відмовивший УКП, реконфігуруючи петлю і забезпечуючи зв'язок з іншими концентраторами з обох її сторін. Об'єктним контролерам відводиться роль пристроїв, що здійснюють контроль і управління специфічними напольними пристроями. Об'єктні контролери приймають накази від концентратора, що передаються ЦКЦ, і перетворюють їх в електричні сигнали для управління напольним обладнанням. Аналогічним чином сигнали, прийняті від напольного обладнання, перетворюються в телеграми стану напольного обладнання і

через концентратори передаються в ЦКЦ. Відмови в об'єктних контролерах призводять до ізоляції відповідного підключеного напольногооб'єкту, при цьому обробка даної ситуації проводиться безпечним чином.

При розгляді даних систем можна виявити головний недолік, який полягає в тому, що відсутнє автоматичне виключення з системи відмовившого виконавчого блоку рейкових кіл (передавача або приймача) при робочому технічному діагностуванні системи і заміни цього блоку на резервний блок. Відсутність заміни зазначених відмовших блоків послаблює захист системи мікропроцесорної централізації, пов'язаної зі станційною системою контролю рейкових кіл, від збоїв і відмов, що особливо актуально при організації маршруту пересування швидкісного поїзда.

3.3 Запропонована система контролю тональних рейкових кіл та її алгоритм роботи.

Усунення даного недоліку можна досягти шляхом введення в станційну систему контролю рейкових кіл тональної частоти, що містить передавачі та приймачі, які мають виходи та входи, пов'язані через кабельну мережу з пристроєм узгодження передавальних і приймальних кінців рейкових кіл з рейкової лінією, який має виходи вбудованих вузлів самодіагностики, резервних передавачів, резервних приймачів, які мають виходи вбудованих вузлів самодіагностики, блоку порівняння даних інформації, що надходять і базової інформації про технічний стан основних передавачів і приймачів. Також введення блоку комутації, одні входи якого з'єднані з виходами основних передавачів, у тому числі і з виходом резервного передавача, інші входи - з виходами пристроїв узгодження прийомних кінців рейкових кіл, одні входи - з входами основних приймачів, у тому числі і з входом резервного приймача, та інші входи - з входами пристроїв узгодження передавальних кінців рейкових кіл, при цьому блок комутації має також вхід керуючого впливу, який з'єднаний з виходом блока порівняння даних інформації, що надходить з базовою інформацією про технічний стан основних передавачів і приймачів, входи якого з'єднані з виходами вбудованих вузлів самодіагностики основного і резервного передавачів, основного і резервного приймачів.

Структурна схема наведена в додатку А.

Система контролю рейкових кіл тональної частоти містить розміщену на посту ЕЦ апаратуру рейкових кіл маршруту пересування швидкісного поїзда. Система включає в себе основні передавачі, структурна схема якого приведена в додатку Б і резервний передавач, основні приймачі та резервний приймач, блок комутації, блок порівняння даних інформації, що надходить і базової інформації про технічний стан основних передавачів і приймачів. Одні входи блоку комутації з'єднані з виходами передавачів, у тому числі і з виходом резервного передавача. Інші входи блоку комутації з'єднані з виходами пристроїв сполучення прийомних кінців рейкових кіл. Одні входи блоку комутації з'єднані з входами приймачів, у тому числі і з входом резервного приймача. Інші входи блоку комутації з'єднані з входами пристроїв узгодження передавальних кінців рейкових кіл. Решта входів і виходів блоку комутації з'єднані з пристроями узгодження через кабельну мережу. Своїми виходами вбудованих вузлів самодіагностики основні передавачі, основні приймачі, резервний передавач і резервний приймач з'єднані з входами блоку порівняння даних. Вхід керуючого впливу блоку комутації з'єднаний з виходом блока порівняння даних.

Для виключення підживлення від рейкових кіл своєї і сусідньої колії модульовані сигнали контролю, які формуються в рейкових колах рейкової лінії чергуються по несучій частоті і частоті модуляції.

Пристрої системи організовані за групами, що належать до рейкових кіл з однаковими частотними і модулюючими параметрами сигналів.

Розглянемо алгоритм роботи запропонованої системи.

Основні приймачі контролюють стан рейкових кіл, апаратура яких розміщена на посту ЕЦ.

При справній роботі всіх пристроїв системи входи і виходи блоку комутації з'єднані таким чином, що виходи основних передавачів і входи основних приймачів підключені через кабельну мережу відповідно до входів пристроїв узгодження передавальних кінців рейкових кіл і до виходів пристроїв узгодження прийомних кінців рейкових кіл.

Сигнали, що формуються основними передавачами, проходять через блок комутації, кабельну мережу і відповідні пристрої узгодження передавальних кінців рейкових кіл в рейкову лінію. Далі ці сигнали через відповідні пристрої узгодження прийомних кінців рейкових кіл, кабельну мережу і блок комутації потрапляють на входи відповідних основних приймачів. Сигнал, що формується резервним передавачем, надходить на вхід резервного приймача.

Блок порівняння даних інформації, що надходить і базової інформації про технічний стан основних передавачів і приймачів сигналів тональної частоти є програмно-апаратним засобом. Однією з функцій його є безперервний автоматичний контроль працездатності основних передавачів та основних приймачів рейкових кіл в процесі їх роботи. Через свої входи блок порівняння отримує діагностичну інформацію про поточний технічний стан передавачів і приймачів від вбудованих в них вузлів самодіагностики. Блок порівняння даних має також програмним шляхом сформовані записи інформації про параметри настройки основних передавачів та основних приймачів для нормальної роботи рейкових кіл.

При невідповідності базової інформації та інформації, що надходить про стан основного передавача або приймача (виконавчих блоків рейкових кіл) блоком порівняння даних формується сигнал про несправність в роботі передавача або приймача. З виходу блоку порівняння даних сигнал передається на вхід керуючого впливу блоку комутації, що є програмно-апаратним засобом, де формується сигнал на підключення резервного передавача або приймача (сигнал резервного режиму роботи).

За сигналом про резервний режим роботи несправний основний передавач або несправний основний приймач відключається і на його місце підключається відповідно резервний передавач або резервний приймач. Вихід резервного передавача підключається до ланцюга виходу відповідного заміненого основного передавача або вхід резервного приймача підключається до ланцюга входу відповідного заміненого основного приймача. При цьому програмним шляхом забезпечується регулювання сигналу відповідного рейкового кола.

Таким чином, введення блоку комутації, блоку порівняння даних інформації, що надходить і базової інформації про технічний стан основних передавачів і приймачів, а також резервного передавача і резервного приймача дозволяє забезпечити технічне діагностування рейкових кіл з автоматичним виключенням з них відмовивших основного передавача або основного приймача.

Висновки

За допомогою запропонованої системи можна виправити недоліки мікропроцесорних систем МПЦ-2, МПЦ-І, Ebilock-950, в яких не було заміни несправного передавача або приймача на резервний. При діагностиці вони відключалися, тобто проводилася лише індикація диспетчеру про їх несправність та необхідність заміни.

Дана станційна система контролю рейкових кіл тональної частоти для швидкісної магістралі, що містить передавачі та приймачі, які мають виходи і входи, пов'язані через кабельну мережу, і відповідно з пристроєм узгодження передавальних і приймальних кінців рейкових кіл з рейкової лінією, і мають виходи вбудованих вузлів самодіагностики, яка відрізняється від вище розглянутих систем тим, що в неї введені резервний передавач, резервний приймач, які мають виходи вбудованих вузлів самодіагностики, блок порівняння даних інформації, що надходить і базової інформації про технічний стан основних передавачів і приймачів. Також введено блок комутації, одні входи якого з'єднані з виходами основних передавачів, у тому числі і з виходом резервного передавача, інші входи - з виходами пристроїв узгодження

приймачів рейкових кіл, одні виходи - з входами основних приймачів, у тому числі і з входом резервного приймача, та інші виходи - з входами пристроїв узгодження передавальних кінців рейкових кіл, при цьому блок комутації має також вхід керуючого впливу, який з'єднаний з виходом блока порівняння даних інформації, що надходить і базової інформації про технічний стан основних передавачів і приймачів, входи якого з'єднані з виходами вбудованих вузлів самодіагностики основного і резервного передавачів, приймачів.

РОЗДІЛ 4

4. РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ВДОСКОНАЛЕНОЇ СТАНЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РЕЙКОВИХ КІЛ

4.1 Кількісні показники надійності невідновлюваних об'єктів.

Відповідно до державного стандарту України ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення» надійність – це властивість виробу виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, збереження і транспортування. Надійність є комплексною характеристикою виробу і включає в себе властивості безвідмовності, довговічності, збережності і ремонтпридатності.

Нехай якийсь справний об'єкт починає працювати в момент часу $t = 0$, а в момент часу t виникає його перша відмова. Час від початку експлуатації до виникнення першої відмови називається напрацювання на відмову і є випадковою величиною.

Функцію розподілу напрацювання на відмову $Q(t)$ називають ймовірністю відмови. Основним показником безвідмовності є ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ – ймовірність того, що в межах заданого напрацювання t не виникне відмови об'єкту. Так як справна робота і відмова протягом часу t є несумісною подією, тому

$$P(t) + Q(t) = 1 \quad (4.1)$$

Показник надійності $\lambda(t)$ називається інтенсивністю відмов. Статистично він визначається по формулі

$$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{\text{ср}} \Delta t} \quad (4.2)$$

де $N_{\text{ср}}$ – середнє число справно працюючих об'єктів в інтервалі часу Δt ;

$n(\Delta t)$ – число об'єктів, що відмовили в інтервалі часу Δt .

Інтенсивністю відмов називається відношення числа об'єктів що відмовили за

одиницю часу до середнього числа об'єктів, справно працюючих в даний проміжок часу при умові, що об'єкти що відмовили не відновлюються і не замінюються справними. На ділянці нормальної роботи при $\lambda(t) = \lambda = \text{const}$ слідує

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (4.3)$$

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (4.4)$$

Формулу (4.3) називають експоненціальним законом надійності. З неї слідує, що надійність об'єкта убуває з часом по експоненціальному закону і тим швидше, чим більша величина $\lambda(t)$.

Середнє напрацювання на відмову T_e математичним очікуванням напрацювання до першої відмови. Вона обчислюється за формулою

$$T = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (4.5)$$

При експоненціальному законі надійності середнє напрацювання на відмову обернено пропорційна величині інтенсивності відмов.

$$T = \frac{1}{\lambda} \quad (4.6)$$

4.2 Розрахунок надійності невідновлювальних нерезервованих систем.

Надалі в якості об'єкта, надійність якого потрібно визначити, буде розглядатися деяка складна система, що складається з окремих елементів (блоків), наприклад система автоматики або зв'язку, побудована на реле або напівпровідникових елементах. Завдання розрахунку надійності складної системи полягає в тому, щоб визначити її показники надійності, якщо відомі показники надійності окремих елементів-тов і структура системи, тобто характер зв'язків між елементами з точки зору надійності.

Найбільш просту структуру має нерезервованої система з елементів, у якій відмова будь-якого елемента призводить до відмови всієї системи. В цьому випадку система має логічно послідовне соединення елементів (рис. 2.1, а). Нехай відмови елементів є незалежні одна від одної події. Так як система працездатна, якщо работоспособними всі її елементи, то відповідно до теореми про примноження ймовірностей ймовірність безвідмовної роботи системи дорівнює добутку ймовірностей безвідмовної роботи її елементів:

$$P_c(t) = p_1(t)p_2(t)\dots p_n(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) , \quad (2.1)$$

де $p_i(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи i -го елемента.

Нехай для елементів справедливий експонентний закон надійності [см. формулу (1.16)] і відомі їх інтенсивності відмов. Тоді і для системи справедливий експонентний закон надійності

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = e^{-t \sum_{i=1}^n \lambda_i} = e^{-\lambda_c t} , \quad (2.2)$$

де λ_c – інтенсивність відмов системи.

Інтенсивність відмов нерезервованої системи дорівнює сумі інтенсивностей відмов її елементів, тобто

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^n \lambda_i. \quad (2.3)$$

Відповідно до формул (1.41) і (1.42) частота відмов і середній наробіток до відмови нерезервованої системи відповідно

$$a_c(t) = \lambda_c e^{-\lambda_c t}; T_c = \frac{1}{\lambda_c}.$$

Приклад 2.1. Система залізничної автоматики містить 500 реле типу НМШ1-1800 з інтенсивністю відмов 1 / ч, 300 реле типу НМШМ1-500 (), 100 реле типу ОМШ2-40 () і 100 реле типу ПМПШ-150/150 (). Система має логічно послідовне з'єднання елементів. Потрібно визначити ймовірність безвідмовної роботи протягом 100 ч і середній наробіток до відмови.

Визначаємо інтенсивність відмов системи $\lambda_c = (500 \cdot 0,11 + 300 \cdot 0,149 + 100 \cdot 0,073 + 100 \cdot 0,531) 10^{-6} = 0,1601 \cdot 10^{-3} 1/\text{ч}$.

Тоді

$$P(t) = e^{-0,1601 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2} = e^{-0,01601} \cong 1 - 0,01601 = 0,98399;$$

$$T_c = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0,1601 \cdot 10^{-3}} = 6246 \text{ ч} = 0,713 \text{ г.}$$

4.3 Розрахунок надійності невідновлювальних резервованих систем.

У резервованій системи відмова будь-якого елемента не обов'язково до відмови всієї системи. Типовим випадком є логічно паралельне з'єднання елементів (рис. 2.1, б), при якому система відпоказувала тоді, коли відмовляють всі її елементи. Такий тип складу, що резервування називають постійним або навантаженим m -кратним резервуванням. В цьому випадку всі елементи виконують одну і ту ж функцію, працюватимуть одночасно і рівнонаданійно. По теоремі множення ймовірностей мають місце такі вирази:

$$Q_c(t) = q_0(t)q_1(t)\dots q_m(t) = q^{m+1}(t);$$

$$P_c(t) = 1 - Q_c(t) = 1 - q^{m+1}(t) = 1 - [1 - p(t)]^{m+1},$$

де $q(t)$, $p(t)$ – відповідно ймовірності відмови і безвідмовної роботи одного елемента.

Якщо для елементів справедливий експонентний закон надійності, то

$$P_c(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1}. \quad (2.4)$$

Для високонадійних систем, у яких $\lambda t < 0,1$ и $e^{-\lambda t} = 1 - \lambda t$, маємо

$$P_c(t) = 1 - (\lambda t)^{m+1}. \quad (2.5)$$

З порівняння виразів (2.5) і (1.18) випливає, що ймовірність безвідмовної роботи резервованій системи завжди більше й тієї роботи нерезервованій системи.

Підставляючи вираз (2.4) в формулу (1.15) і враховуючи вираз (1.42), знаходимо середнє напрацювання резервованій системи

$$T_c = \int_0^{\infty} [1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1}] dt = \frac{1}{\lambda} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m+1} \right) =$$

$$= T \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m+1} \right). \quad (2.6)$$

З формули (2.6) випливає що якщо при дублюванні ($m = 1$) напрацювання системи стає більше в 1,5 рази, тоді збільшенням кратності резервування вона зростає дуже повільно.

Крім m -кратного резервування (m - ціле число) використовують також резервування з дробовою кратністю, яке називають геологічським з'єднанням елементів типу "к з n". Це означає, що система працездатності, якщо працездатні не менше k елементів. Кратність резервування.

На рис. 2.1, в наведена структурна схема "2 з 3" з кратністю резервування.

Універсальним методом розрахунку надійності будь резервованої системи зі складною логічною структурою є метод повної групи подій. Нехай треба розрахувати ймовірність безвідмовної роботи системи "2 з 3" (див. Рис. 2.1, в). У момент часу стан системи може бути задано двійковим вектором, де, якщо в момент елемент працездатний, і, якщо до цього моменту він вже відмовив. Всього існує станів, які утворюють повну групу подій (таблиця 2.1). У стовпці вказані ймовірності подій (змінна в позначеннях опущена), причому сума цих ймовірностей дорівнює 1. В результаті появи події система може виявитися працездатною в момент ($= 1$) або непрацездатною ($= 0$).

Таблиця задає деяку функцію алгебри логіки $S = f(\mathcal{A}_1, \mathcal{A}_2, \mathcal{A}_3)$. Таким чином, надійність складної системи є функція алгебри логіки від надійності її елементів. В даному прикладі ця функція є відома мажоритарная функція. Очевидно, що ймовірність безвідмовної роботи системи буде дорівнювати сумі ймовірностей тих подій A_i , для которых $S = 1$:

Таблиця 2.1

A_i	\mathcal{E}_1	\mathcal{E}_2	\mathcal{E}_3	S	R_i
A_0	0	0	0	0	$(1-p_1)(1-p_2)(1-p_3)$
A_1	0	0	1	0	$(1-p_1)(1-p_2)p_3$
A_2	0	1	0	0	$(1-p_1)p_2(1-p_3)$
A_3	0	1	1	1	$(1-p_1)p_2p_3$
A_4	1	0	0	0	$p_1(1-p_2)(1-p_3)$
A_5	1	0	1	1	$p_1(1-p_2)p_3$
A_6	1	1	0	1	$p_1p_2(1-p_3)$
A_7	1	1	1	1	$p_1p_2p_3$

$$P(t) = \sum_1 R_i(t) . \quad (2.7)$$

Для даних таблиці

$$\begin{aligned}
 P(t) &= R_3 + R_5 + R_6 + R_7 = (1-p_1)p_2p_3 + p_1(1-p_2)p_3 + \\
 &+ p_1p_2(1-p_3) + p_1p_2p_3 = p_1p_2 + p_1p_3 + p_2p_3 - 2p_1p_2p_3 .
 \end{aligned}$$

Якщо всі елементи структури (см. рис. 2.1) рівнонадійні ($p_1 = p_2 = p_3 = p$),

то

$$P(t) = 3p^2 - 2p^3 . \quad (2.8)$$

Формула (2.7) називається функцією надійності системи. Вона показує, що ймовірність безвідмовної роботи системи залежить від величин $p(t)$ її елементів. Якщо в структурі "2 из 3" ймовірність безвідмовної роботи одного елемента рівна, наприклад, 0,8, то по формулі (2.8) визначається $P(t) = 0,896$. З графіка функції (2.8) слідує, що система "2 из 3" дає вигравш в надійності в порівнянні з надійністю одного елемента, тільки якщо $p > 0,5$ (рис. 2.2).

У цьому істотна відмінність системи "2 з 3" від паралельної структури (див. Рис. 2.1, б), яка може розглядатися як система "1 з т" і дає вигравш надійності незалежно від значення p . Метод повної групи подій застосуємо в будь-якому випадку, однак для систем з великим числом елементів він стає занадто громіздким через великої кількості станів. Завдання спрощується для широкого класу систем з послідовно-паралельною структурою. У таких системах елементи з'єднуються тільки послідовно або паралельно. Наприклад, електромагнітне реле складається з якоря, двох обмоток і трьох контактів. Будемо вважати, що реле працездатне, якщо справні якір, одна з обмоток і один з контактів.

У такому випадку застосовують метод перетворення структурної схеми (метод згортки), об'єднуючи елементи в більш великі блоки і застосовуючи формули розрахунку для елементарних схем надійності (рис. 2.3, а і б). Для елементарних схем функції надійності відповідно:

$$P_S = p_1 p_2; \quad (2.9)$$

$$P_S = 1 - (1 - p_1)(1 - p_2) = p_1 + p_2 - p_1 p_2. \quad (2.10)$$

В схемі (рис. 2.4, а) об'єднаємо спочатку в один блок елементи

\mathcal{E}_2 , \mathcal{E}_3 і \mathcal{E}_4 , \mathcal{E}_5 (рис. 2.4, б). По формуле (2.10) отримаємо $p_{23} = p_0 + p_0 - p_0 p_0 = 2p_0 - p_0^2$, $p_{45} = 2p_k - p_k^2$.

Потім об'єднаємо елементи \mathcal{E}_{45} і \mathcal{E}_6 (рис. 2.4, в) і по формулі (2.10) знаходимо $p_{456} = p_{45} + p_k - p_{45} p_k = p_k^3 - 3p_k^2 + 3p_k$.

Застосувавши формулу (2.9) до структури (см. рис. 2.4, в), отримаємо функцію надійності реле

$$P = p_1 p_{23} p_{456} = p_{\text{я}} (2p_0 - p_0^2) (p_k^3 - 3p_k^2 + 3p_k).$$

Часто не потрібно знати точне значення ймовірності без відмовної роботи, а досить лише оцінити цю величину знизу і зверху. Тоді можливо застосувати наближений метод мінімальних шляхів і перетинів. Розглянемо цей метод на прикладі обчислювальної системи (рис. 2.5, а). Вона складається з обчислювальних блоків 1, 2 (джерела інформації), 6, 7 (приймачі інформації) і трьох пристроїв сполучення 3 - 5. Система є працездатною, якщо існує шлях передачі інформації хоча б від одного джерела до одного принаймні приймача. Структура системи представлена у вигляді графа надійності (рис. 2.5, б).

Вершини графа відповідають елементам системи, а дуги - зв'язкам між ними. Вершини М і N називають полюсами. Відмова елемента відповідає обриву ребер, які з ним пов'язані, а відмова всієї системи відповідає порушенню зв'язку між полюсами.

Безліч елементів системи називається шляхом А, якщо при їх справності система працездатна незалежно від стану інших елементів. Їм відповідають всі шляхи між полюсами в графі надійності. Шлях називається мінімальним, якщо ніяке його підмножина не є шляхом. Граф (див. Рис. 2.5, б) має шість мінімальних шляхів: 136, 146, 147, 246, 247, 257.

Безліч елементів системи називається перетином B , якщо відмова всіх цих елементів призводить до відмови системи незалежно від відбутися у інших елементів. У мінімального перетину ніяке його підмножество не є перетином. Розглянутий граф має дев'ять мінімальних перетинів: 12, 67, 145, 147, 234, 246, 345, 347, 456.

Нижня межа надійності $P_H(t)$ - визначається як ймовірність безот-скарбницею роботи гіпотетичної послідовно-паралельної системи, складеної з послідовно включених груп елементів, відповідно всім мінімальним перетинах (рис. 2.5, в), а верхня межа $P_B(t)$ - системи з паралельно включених груп елементів, соответствующих всім мінімальним шляхам (рис. 2.5, г). Відповідно до формул (2.1) і (2.4)

$$P_B(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(A_i)) ; \quad (2.11)$$

$$P_H(t) = 1 - \prod_{j=1}^m P(B_j) . \quad (2.12)$$

де n, m – число шляхів і перетинів системи; $P(A_i), P(B_j)$ – відповідної ймовірності подій A_i і B_j .

Нехай для системи (см. рис. 2.5) має місце $p_1 = p_2 = \dots = p_7 = p = 0,8$.

Тогда $P_B(t) = 1 - (1 - p^3)^6 =$

$$= 1 - (1 - 0,8^3)^6 = 0,986 P_H(t) = (1 - p^2)^2 (1 - p^3)^7 =$$

$$= (1 - 0,8^2)^2 (1 - 0,8^3)^7 = 0,8712 . \text{ Таким чином , } 0,8712 < P(t) < 0,9865 .$$

4.4 Види резервування.

Введення надмірності (резерву) є основним методом підвищення надійності системи, яка будується на елементах з обмеженим ресурсом надійності. Застосовуються структурне, інформаційне та тимчасове резервування.

Структурне (апаратне) резервування (рис. 2.6) полягає в користуванні додатковою апаратурою, яка при відмові основної апаратури приймає на себе її функції. При цьому можливо резервування на рівні всієї системи в цілому (загальне резервування) або на рівні окремих її елементів (роздільне). Інформаційне резервування передбачає надлишкове кодування інформації, яка використовується в системі. Тимчасове резервування можливе тоді, коли в процесі функціонування система має ресурс часу, внаслідок чого можуть здійснюватися повторний розрахунок даних або інші контрольні процедури.

При постійному резервуванні (див. Рис. 2.6) резервні елементи працюватимуть постійно разом з основним елементом в тому ж (навантаженому) режимі. При резервуванні заміщенням в разі відмови основного елемента його заміщає один з резервних. Це завдання виконують спеціальні пристрої перемикавання. Резервні елементи можуть перебувати в ненавантаженому, полегшеному або навантаженому режимах. Розглянемо формули для розрахунку надійності основних видів резервування (рис. 2.7).

4.5 Загальне резервування заміщенням з цілою кратністю.

(Рис. 2.7, г). В цьому випадку працює тільки одна основна система, інші системи відключені за допомогою спеціальних перемикаючих пристроїв і знаходяться в "холодному" резерві. При відмові основної системи вона відключається, а на її місце підключається одна з резервних систем. Таким чином, резервована система відмовить при виникненні $(m + 1)$ -го відмови. Передбачається, що системи, що знаходяться в резерві, відмовляти не можуть, і що перемикаючі пристрої абсолютно надійні.

Визначимо ймовірність безвідмовної роботи резервованої систем $P_c(t)$, якщо для нерезервованих систем справедливий експонентний закон надійності. Система

буде працездатна, якщо за час t відбудуться наступні несумісні події: A_0 – основна система працювала безвідмовно; A_1 – основна система відмовила, а перша резервна система працювала безвідмовно; ...; A_m – основна $m - 1$ резервних систем відмовили, остання резервна система працювала безвідмовно. Ймовірність події A_i ($i = 0, 1, \dots, m$) визначається за законом Пуассона [см. формулу (1.47), (рис. 2.10)]:

$$P_c(t) = \sum_{i=0}^m P(A_i) = e^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!}, \quad (2.26)$$

где $\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i$.

З порівняння виразів (2.26) і (1.45) випливає, що напрацювання до відмови резервованої системи підпорядковується гамма-розподілу, параметрами якого є інтенсивність відмов нерезервованої системи λ_0 і кратність резервування m . Тоді [см. формулу (1.45)]

$$\lambda_c(t) = \frac{\lambda_0 (\lambda_0 t)^m}{m! \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda_0 t)^i}{i!}}; \quad (2.27)$$

$$T_c = \frac{m+1}{\lambda_0} = (m+1)T_0. \quad (2.28)$$

Приклад 2.4. Визначити характеристики надійності системи з прикладу 2.2 при кратності загального резервування заміщенням $m = 5$

Використовуючи формули:

(2.26) – (2.28), отримаємо ($\lambda_0 t = 0,8$):

$$\begin{aligned} P_c(t) &= e^{-\lambda_0 t} \left[1 + \lambda_0 t + \frac{(\lambda_0 t)^2}{2!} + \frac{(\lambda_0 t)^3}{3!} + \frac{(\lambda_0 t)^4}{4!} + \frac{(\lambda_0 t)^5}{5!} \right] = \\ &= e^{-0,8} \left[1 + 0,8 + \frac{(0,8)^2}{2} + \frac{(0,8)^3}{2 \cdot 3} + \frac{(0,8)^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} + \frac{(0,8)^5}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \right] = \end{aligned}$$

$$= 0,4493 \cdot 2,225 = 0,99975 ;$$

$$\lambda_c(t) = \frac{0,8 \cdot 10^{-3} (0,8)^5}{5! \cdot 2,225} = 0,98 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч ;}$$

$$T_c = \frac{6}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 18372 \text{ ч.}$$

Резервування заміщенням є виключно ефективним середовищем підвищення надійності навіть при досить низькій надійності нерезервованої системи (див. Рис. 2.10). Система з холодним резервом надійніше системи з постійно включеним (гарячим) резервом (див. Рис. 2.8, а і 2.10, приклади 2.2 і 2.4). Як впливає з формули (2.28) середній час безвідмовної роботи при резервуванні заміщенням лінійно збільшується з ростом кратності резервування. Таким чином, цей вид резервування може бути використаний для системи з великим терміном служби

4.6 Роздільне резервування заміщенням з цілою кратністю.

(рис. 2.7, д). Імовірність безвідмовної роботи системи:

$$P_c(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t),$$

де $P_i(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи системи із-за відмов елементів i -го типа, резервованих по способу заміщення [визначається за формулою (2.26)].

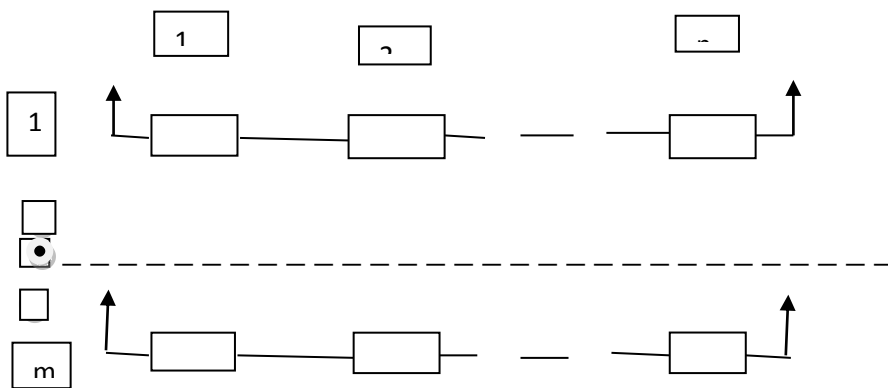
При рівній надійності всіх елементів:

$$P_c(t) = e^{-\lambda_0 t} \left[\sum_{i=0}^m \frac{(\lambda t)^i}{i!} \right]^n; \quad (2.29)$$

$$\lambda_c(t) = \frac{\lambda_0 (\lambda t)^m}{m! \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda t)^i}{i!}}, \quad (2.30)$$

де λ – інтенсивність відмов одного елемента, $\lambda_0 = n\lambda$

Структурна схема заміщення з цілою кратністю



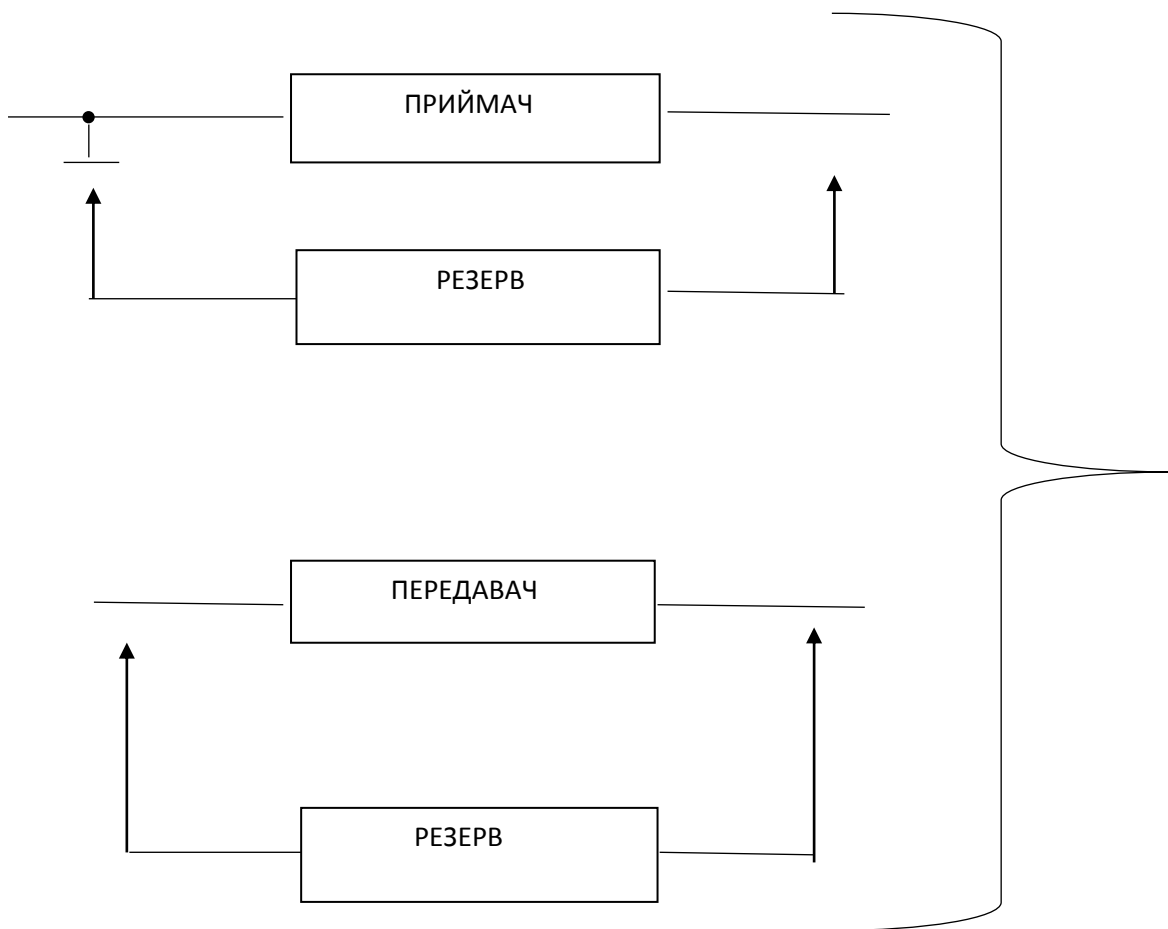


Рисунок. Резервування приймача та передавача.

Приклад 2.5. Визначити характеристики надійності системи з прикладу 2.2 при кратності роздільного резервування заміщенням.

Використовуючи формули (2.29) і (2.30), отримуємо:

$$\begin{aligned}
 P_c(t) &= e^{-\lambda_0 t} \left[1 + \lambda t + \frac{(\lambda t)^2}{2!} + \frac{(\lambda t)^3}{3!} + \frac{(\lambda t)^4}{4!} + \frac{(\lambda t)^5}{5!} \right] = \\
 &= e^{-0,8} \left[1 + 0,2 + \frac{(0,2)^2}{2} + \frac{(0,2)^3}{2 \cdot 3} + \frac{(0,2)^4}{2 \cdot 3 \cdot 4} + \frac{(0,2)^5}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \right] =
 \end{aligned}$$

$$= 0,4493 \cdot 1,2214 = 0,99993 ;$$

$$\lambda_c(t) = \frac{0,8 \cdot 10^{-3} (0,2)^5}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 1,2214} = 0,17 \cdot 10^{-7} \text{ 1/ч.}$$

Роздільне резервування із заміщенням при інших рівних умовах дає найбільший вигреш надійності в порівнянні з іншими видами резервування. Причому цей вигреш тим більше, чим більше елементів має нерезервована система.

4.7 Розрахунок показників надійності приймача без та з використанням резервування.

Інтенсивність відмов апаратури для одного рейкового кола тональної частоти повинна бути не більше чим $1,5 \cdot 10^{-5}$ 1/год, тому для розрахунків ми будемо брати саме це значення інтенсивності відмов. Час приймаємо 8760 годин, що відповідає 1 року роботи.

Ймовірність безвідмовної роботи розраховується за формулою (4.3)

$$P(t) = e^{-1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 8760} = 0.877$$

Ймовірність відмови згідно формулі (4.4) дорівнює

$$Q(t) = 1 - 0.877 = 0.123$$

Знаходимо середнє напрацювання на відмову без урахування старіння елементів. Відповідно до формули (4.6)

$$T = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-5}} = 66670 \text{ год.}$$

Для розрахунків показників надійності приймача з резервом, формули (4.3) та (4.6) відрізняються. Ймовірність безвідмовної роботи, якщо для елементів справедливий експоненціальний закон надійності розраховується так

$$P_c(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1} \quad (4.7)$$

де m – кратність резервування.

Згідно даних знаходимо ймовірність безвідмовної роботи та ймовірність відмови для приймача з резервом

$$P_c(t) = 1 - (1 - e^{-1.5 \cdot 10^{-5} \cdot 8760})^2 = 0,985$$

$$Q(t) = 1 - 0,985 = 0,015$$

Підставляючи вираз (4.7) в формулу (4.5) і враховуючи вираз (4.6), знаходимо середнє напрацювання приймача з резервом без урахування старіння елементів

$$T_c = \int_0^{\infty} [1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1}] dt = \frac{1}{\lambda} \left(1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{m+1}\right) \quad (4.8)$$

$$T_c = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-5}} \left(1 + \frac{1}{2}\right) = 100000 \text{ год.}$$

Як бачимо, показники ймовірності безвідмовної роботи та середнього напрацювання на відмову при використанні приймача з резервом більші. Відповідно ймовірність відмови менша при резервуванні.

4.8 Розрахунок показників надійності блокуапаратури тонального рейкового кола станційної системи контролю рейкових кіл та її вдосконаленої моделі.

До блоку апаратури тонального рейкового кола (ТРК) станційної системи контролю рейкових кіл до приймача додається передавач. Інтенсивність відмов передавача приймаємо таку як і приймача, і дорівнює $1,5 \cdot 10^{-5}$ 1/год.

Інтенсивність такої системи буде сума інтенсивностей приймача і передавача

$$\lambda_c = 1,5 \cdot 10^{-5} + 1,5 \cdot 10^{-5} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год}$$

Ймовірність безвідмовної роботи такої системи розраховуємо за формулою (4.3)

$$P_c(t) = e^{-3 \cdot 10^{-5} \cdot 8760} = 0,769$$

Ймовірність відмови такої системи

$$Q(t) = 1 - 0.769 = 0.231$$

Знаходимо середнє напрацювання на відмову без урахування старіння елементів. Відповідно до формули (4.6)

$$T = \frac{1}{3 \cdot 10^{-5}} = 33330 \text{ год.}$$

В удосконаленій системі станційного контролю рейкових кіл використовується роздільне резервування заміщенням з цілою кратністю.

Припустимо, що всі елементи рівно надійні і перемикаючі пристрої абсолютно надійні.

Ймовірність безвідмовної роботи системи та інтенсивність відмов при рівній надійності усіх елементів:

$$P_c(t) = e^{-\lambda_0 t} \left[\sum_{i=0}^m \frac{(\lambda t)^i}{i!} \right] (4.9)$$

$$\lambda_c(t) = \frac{\lambda_0 (\lambda t)^m}{m! \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda t)^i}{i!}} (4.10)$$

де λ_0 – інтенсивність відмов основної системи.

Підставляючи наші дані отримаємо:

$$P_c(t) = e^{-3 \cdot 10^{-5} \cdot 8760} (1 + 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 8760) = 0,87$$

$$\lambda_c(t) = \frac{3 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 8760}{1 + 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 8760} = 0,3485 \cdot 10^{-5} \text{ 1/год.}$$

З розрахунків видно що вдосконалена станційна система контролю рейкових кіл має майже в 10 раз менший показник інтенсивності відмов і ймовірність безвідмовної роботи такої системи вища.

Висновки

Однією з проблем забезпечення ефективності поїзної роботи станцій і перегонів є відносно невисока надійність роботи РК, які, однак, забезпечують режим АЛСН. Рішенням проблеми підвищення надійності станційних пристроїв ЗАТ може бути комплексне використання переваг систем рахунку осей і РК, тобто «накладення» на пристрої рахунку осей, що реалізують функції контролю стану колійних ділянок, тональних рейкових кіл, що реалізують контроль цілісності рейок (контрольний режим) і режим АЛСН.

Існуюча станційна апаратура ЗАТ характеризується великою кількістю кабельних ліній зв'язку та значною їх протяжністю. У цьому відношенні роботи зі зниження матеріаломісткості ліній зв'язку в частині кабельної продукції дуже актуальні. Розроблені принципи організації зв'язку між функціональними вузлами станційних пристроїв рахунку осей показали практичну можливість двосторонньої передачі в одній фізичній парі інформаційного сигналу та енергетичного, використовуваного для електроживлення віддалених станційних пристроїв.

Основний елемент залізничної автоматики і телемеханіки, що забезпечує контроль наявності поїздів на ділянках колії, - рейкові кола (РК). Вони володіють такими позитивними властивостями, як надійна, практично безпомилкова фіксація вільності та зайнятості колійних ділянок рухомим складом; автоматичний контроль цілісності рейкових ниток колії; автоматичне відновлення нормальної та безпечної роботи без спеціальних запам'ятовуючих пристроїв після вимикання і подальшого

вмикання джерела живлення або при заміні апаратури та обладнання; безперервний безпосередній зв'язок між поїздами і станом колії і стрілок, а також низкою інших позитивних якостей. Разом з тим РК мають ряд недоліків, що знижують їх експлуатаційно-технічну ефективність. Основними недоліками РК є: залежність роботи від стану верхньої будови колії (баласту, шпал, рейок, з'єднувачів та інших елементів) і кліматичних умов; погіршення шунтового ефекту при забрудненні поверхні рейок і колісних пар; значні витрати праці і коштів на технічне обслуговування та ряд інших недоліків.

РОЗДІЛ 5

5. Охорона праці при обслуговуванні пристроїв залізничної автоматики.

Справним об'єкт вважається тоді, коли він відповідає всім вимогам, установленим технічною документацією. Для підтримки об'єкта в справному стані необхідно робити технічне обслуговування. Технічне обслуговування це сукупність способів виконання робіт з технічного обслуговування при певному виді й методі технічного обслуговування.

При технічному обслуговуванні АПС виробляється: огляд, регулювання, чищення, фарбування, перевірка справності дії пристроїв АПС;

Вимір електричних параметрів і характеристик елементів пристроїв АПС і приведення їх до встановлених норм;

Заміна приладів на відремонтовані й перевірені в РОТІ;

Відновлення справної дії пристроїв АПС при їхніх відмовах;

Виконання робіт з підвищення надійності пристроїв АПС і безпеки руху поїздів.

При поточному ремонті пристроїв АПС виробляються роботи:

Розбирання, перевірка, відновлення або заміна деталей, що зносилися;

Складання, вимір параметрів і характеристик;

Регулювання й випробування апаратури й устаткування;

Роботи з ремонту апаратури й устаткування, що знімається, повинні виконуватися в РОТІ.

Технічне обслуговування й ремонт пристроїв СЦБ виробляється з максимальним використанням технологічних перерв, як правило, без порушення графіка руху поїздів при забезпеченні безпеки руху й дотриманні правил і інструкцій з охорони праці.

5.1 Організація роботи з охорони праці.

Вивченням і рішенням проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових і безпечних умов, у яких протікає праця людей, займається охорона праці. Охорона праці - це система законодавчих соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці. Охорона праці виявляє й вивчає можливі причини виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє заходи й вимоги, спрямовані на усунення цих причин, створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

Законодавчі й організаційні питання охоплюють створення безпечних умов праці на всіх підприємствах; дотримання вимог охорони праці при будівництві й експлуатації споруджень, будинків і встаткування; дотримання правил охорони праці, обов'язкове для адміністрації; розробку інструкцій з охорони праці для робітників та службовців; навчання й інструктаж робітників та службовців по охороні праці; видачу спеціального одягу, засобів індивідуального захисту; установлення тривалості робочого часу, обов'язкових перерв у роботі для відпочинку й прийому їжі; видачу молока, лікувально-профілактичного живлення й медичні огляди робітників та службовців, зайнятих на роботах зі шкідливими , умовами праці; матеріальну відповідальність підприємств, установ і організацій за збиток, заподіяний здоров'ю робітників та службовців.

Виробнича санітарія являє собою систему організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають або зменшують вплив на працюючих шкідливих виробничих факторів.

Техніка безпеки - це система організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на працюючих небезпечних виробничих факторів.

Пожежний захист становить комплекс організаційних заходів і технічних засобів, призначених для запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі й обмеження матеріального збитку від нього.

На основі використання досягнень науки й техніки вдосконалюються технологічні процеси, що випускаються машини, устаткування й прилади, підвищується їхній технічний рівень, продуктивність, надійність і безпека в експлуатації. Праця здобуває усе більше творчий характер. Скорочується частка ручної, малокваліфікованої й важкої фізичної праці. Проводяться заходи щодо охорони навколишнього середовища, створенню більше сприятливих умов для охорони здоров'я, збільшення тривалості життя й діяльності людини.

Великі заходи щодо охорони праці проводяться на залізничному транспорті. На підприємствах розроблені комплексні плани поліпшення умов, охорони праці й санітарно-оздоровчих заходів. Основні напрямки роботи в області охорони праці на залізничному транспорті містять у собі:

попередження наїздів рухливого состава на працюючим на шляхах станцій і перегонах;

удосконалювання технологічних процесів і технічних засобів, розробку нормативно-технічних документів по безпеці праці;

попередження травматизму при експлуатації й обслуговуванні електроустановок, контактної мережі й електрорухомого складу залізниць;

поліпшення умов праці працівників залізничного транспорту - створення й впровадження засобів, що дозволяють довести параметри санітарно-гігієнічних умов (шум, вібрація на робочих місцях, загазованість повітряного середовища, освітленість робочих місць, температура в літній і зимовий періоди, вологість повітря) до рівня санітарних норм, розробка технічних і гігієнічних вимог на нові види спецодягу й засобів індивідуального захисту для специфічних професій залізничників, організація виробничих випробувань і масове впровадження нових видів спецодягу. Широке впровадження електричної й тепловозної тяги, удосконалення конструкцій рухливого состава, застосування найбільш ефективних систем захисту й блокування, висвітлення й вентиляції, посилення шумоізоляції, впровадження різноманітних засобів механізації й автоматизації значно поліпшили умови праці залізничників.

5.2 Забезпечення безпеки руху поїздів при технічному обслуговуванні й ремонті пристроїв на переїзді.

Роботи з технічного обслуговування, ремонту й перевірки дії автоматичної переїзної сигналізації на переїздах повинні виконуватися відповідно до вимог Інструкції з технічного обслуговування пристроїв СЦБ і Інструкції для експлуатації залізничних переїздів і, як правило, без припинення дії пристроїв СЦБ.

Роботи, пов'язані з короткочасним порушенням дії пристроїв переїзної автоматики, повинні вироблятися у вільне від руху поїздів час, а на переїздах, що входять у залежність станційних пристроїв з дозволу чергового по станції.

Ремонтні роботи, пов'язані із припиненням дії пристроїв автоматики на переїзді на час, більший проміжку часу між поїздами, повинні вироблятися в наступному порядку.

Старший електромеханік СЦБ або начальник виробничої ділянки повинен заздалегідь повідомити начальника дистанції сигналізації й зв'язки про плановані роботи.

Начальник дистанції шляхи разом з начальником дистанції сигналізації й зв'язки повинні залежно від місцевих умов вжити додаткових заходів по забезпеченню безпеки руху поїздів і автотранспорту на переїзді на період виконання робіт і ознайомити з ними електромеханіка СЦБ.

При необхідності організовують додатковий інструктаж черговим по станціях, що обмежує перегін, виділяють для надання допомоги на переїзді додаткових працівників.

Про вимикання дії пристроїв автоматики, характері виконуваних робіт, необхідності огороження переїзду запасними шлагбаумами ручної дії й вживання додаткових заходів по забезпеченню безпеки руху поїздів і автотранспорту, які були визначені начальниками дистанцій шляхи й сигналізації й зв'язку, електромеханік СЦБ повинен зробити запис у Книзі прийому й здачі чергувань і огляду пристроїв на переїзді (форма ПУ-67).

Роботи, пов'язані з короткочасним порушенням дії пристроїв автоматики повинні вироблятися в проміжках між поїздами після з'ясування поїзної обстановки в чергових по станціях, що обмежує перегін.

Перед провадженням робіт з вимиканням дії пристроїв автоматики електромеханік СЦБ повинен подати встановленим порядком заявку на видачу машиністам попереджень, що автоматика на переїзді не працює, рух поїздів повинне бути з особливою пильністю й швидкістю не більше 20 км/година, частою подачею сповіщальних сигналів.

При ремонті загороджувального світлофора з вимиканням його з керування, електромеханік СЦБ повинен зробити запис про вимикання загороджувального світлофора в Книзі огляду пристроїв на переїзді.

Після закінчення робіт на переїзді електромеханік СЦБ повинен перевірити:

- а) при заміні світлофора, його монтажу, кабелю або лінзових комплектів - правильність горіння вогнів і їхня видимість;
- б) при заміні релейної шафи або монтажу схеми керування - правильність роботи ланцюгів повідомлення, ланцюгів контролю, переїзних світлофорів, а також час від моменту вступу поїзда на ділянку наближення до початку включення переїзної сигналізації; час роботи схеми контролю тривалого заняття останньої по ходу поїзда рейкового кола на ділянках із двобічним рухом; вимикання кодів АЛС і перекриття світлофорів, що обгороджують переїзд, при включенні загороджувальної сигналізації.

5.3 Обслуговування рейкових кіл.

З метою запобігання поразки електричним струмом при обслуговуванні рейкових кіл і, особливо на ділянках з електротягою, необхідно чітко виконувати основні правила з техніки безпеки.

При роботах на колійних дроселях-трансформаторах працюючий повинний бути в діелектричних рукавицях або користуватися інструментом з ізолюючими ручками.

При роботах у колійних коробках необхідно користуватися інструментом з ізолюючими ручками або виконувати роботу, стоячи на ізолюючому матеріалі (гумовому килимку, сухій дошці) або в гумових ботах чи калошах.

Перед заміною дросельної перемички необхідно встановлювати тимчасову перемичку з мідного проводу і щільно закріпити її одним кінцем на підшві рейки струбциною, а іншим – на виводі дроселя-трансформатора спеціальним затискачем.

Працювати із колійним дроселем-трансформатором, до якого приєднаний відсмоктуючий фідер електротяги, можна тільки в присутності і під наглядом працівників дистанції електропостачання. При цьому від'єднання відсмоктуючого фідера і з'єднання його з уже закріпленим обхідним проводом або з іншою колійною рейкою того ж рейкового кола проводиться працівниками дистанції електропостачання.

При виконанні робіт забороняється розривати коло мережної обмотки ізолюючих трансформаторів рейкових кіл без попереднього відключення або замикання накоротко (спеціальною перемичкою під гайки) обмотки, з'єднаної з дроселем-трансформатором.

При поодинокій заміні рейок на електрифікованій ділянці, яка обладнана автоблокуванням, не допускається одночасна заміна рейок на обох нитках. Перед заміною рейки 1 на ланках, сусідніх замінюваної, повинні укладатися і щільно прикріплюватися до підшви рейок струбцинами дві поперечні перемички 2 з мідного проводу перерізом не менше 120 мм² при постійному струмі і 50 мм² при змінному струмі). Ці перемички дозволяється зняти тільки після того, як знову покладена рейка буде зболчена у стиках.

Перед заміною рейки 2 в ізолюючому стику поперечна обхідна перемичка 3 повинна бути покладена і закріплена в наступній за ним ланці. Не дозволяється відключати від рейки хоча б одну перемичку 1 дросель-трансформатора без попереднього з'єднання обох рейок із середньою точкою дроселя-трансформатора сусіднього рейкового кола, а також відключати середню точку колійного дроселя або порушувати іншим способом коло протікання по рейках тягового струму. Якщо при виконанні колійних робіт неможливо здійснити зазначене вище з'єднання, відключити перемички дросель-трансформаторів можна тільки після зняття напруги з контактної мережі.

При зміні здвоєних шпал в ізолюючих стиках, з'єднання дросель-трансформаторів з рейками, а також інших проводів, підключених до рейок, не повинне порушуватися. Допускається від'єднувати провід дросель-трансформаторів від змінюваних шпал з наступним прикріпленням їх до знову покладених шпал. При поодинокій заміні шпал, перешивці колії й інших колійних роботах, заземлюючі і сполучні проводи, перемички рейкових кіл і інші пристрої електрифікації й автоблокування дозволяється тільки відводити трохи убік, не від'єднуючи і не ушкоджуючи їх.

5.4 Обслуговування високовольтних ліній автоблокування.

Подача електроенергії для пристроїв автоматичного блокування, електричної і диспетчерської централізації здійснюється за допомогою повітряних високовольтно-сигнальних ліній (ВСЛ СЦБ). Експлуатаційне обслуговування високовольтно-сигнальних ліній автоблокування потребує від кожного працівника суворого дотримання техніки безпеки при виконанні робіт.

При виявленні високовольтного проводу, що обірвався і лежить на землі або висячого, необхідно негайно прийняти заходи, що забезпечують попередження людей про небезпеку. В аварійних випадках, коли залишення лінії під напругою небезпечно для життя людей або стану пристроїв, вимикання високовольтної лінії електромеханіком допускається без наявності спеціального розпорядження (наказу), але з обов'язковим і негайним повідомленням начальника дистанції, його заступника або змінного інженера дистанції.

Включення і відключення лінійних роз'єднувачів варто робити в діелектричних рукавицях. Приводи лінійних роз'єднувачів повинні бути замкнені на замок, ключ від яких повинний знаходитися в особи, яка робила відключення, чи виконавця робіт.

При роботі на опорах, ремонті і заміні проводів і опор високовольтних ліній автоблокування необхідно дотримуватися вимог, пропонованих для робіт на повітряних лініях. Роботи повинні проводитися тільки із зняттям напруги.

Плавкі вставки запобіжників ПКН можна замінювати тільки при знятій з лінії нарузі. В усіх випадках заміни плавких вставок перемички між трансформатором і запобіжником ПКН повинні бути закорочені і заземлені.

При обслуговуванні кабельних ліній приєднання силового кабелю до кенотронної установки та її випробування необхідно робити в діелектричних рукавицях, стоячи на діелектричному килимку або ізолюючій підставці, і тільки після попередньої перевірки відсутності напруги на кабелі покажчиком напруги. Після іспиту кабелю кенотронною установкою чи мегомметром кабель повинний бути розряджений на землю.

Перш ніж приступити до розкриття муфт чи розрізуванню кабелю, необхідно упевнитися в тім, що ці операції будуть проводитися на потрібному кабелі і що цей кабель відключений. Визначення на трасі підлягаючого ремонту силового кабелю проводиться звіренням його розташування з кресленнями розкладки; у тих випадках, коли немає впевненості в правильності визначення підлягаючого ремонту кабелю, необхідно для цієї цілі застосовувати кабельпошуковий індукційний апарат.

Приступаючи до розкриття чавунних муфт силових кабелів, працівник повинний надягти калоші, діелектричні рукавиці і захисні окуляри, встати на суху дошку або гумовий килимок, покладені на землю. Потім під кабель потрібно підкласти цеглини так, щоб муфта була у висячому положенні. Після відкручування гайок з болтів, що скріплюють кришки муфт, і видалення болтів легкими ударами молотка по краях муфти відокремлюють одну її половину. Іншу половину муфти акуратно знімають після прогріву поверхні муфти паяльною лампою. Після зняття кришки муфти необхідно ще раз переконатися у відсутності напруги за допомогою покажчика напруги. Якщо світіння в індикаторі нема, приступають до зрізання ізолюючої маси підігрітим заземленим ножом. На кабелях низької напруги відсутність напруги

перевіряють спочатку покажчиком напруги, а після видалення ізолюючої маси – контрольною лампою. Знявши обережно масу до затискачів, замикають їх на землю накоротко. Тільки після цього можна працювати без діелектричних рукавиць і захисних окулярів.

5.5 Роботи з обслуговування пристроїв сортувальних гірок.

При обслуговуванні пристроїв механізованих і автоматизованих сортувальних гірок забороняється робити роботи на вагонних сповільнювачах, централізованих стрілками, світлофорах і інших пристроях СЦБ (колійні коробки, кабельні стійки, бутлежні перемички, швидкостеміри, вагоміри, педалі і т.д.), що знаходяться на коліях або у безпосередній близькості від них, під час розпуску поїзда з гірки, проходження локомотивів або подачі через зону робіт поїздів з підгіркового парку.

Електрозварювальні роботи, роботи з застосуванням пневматичного чи електроінструмента на напольних пристроях СЦБ або пристроях, що знаходяться в безпосередній близькості від колій, а також будь-які роботи в негабаритних місцях і в місцях з недостатньою видимістю чи чутністю повинні проводитися двома працівниками, один із яких виконує роботу, а інший є сигналістом і при наближенні до місця робіт рухомої одиниці зобов'язаний забезпечити своєчасний відхід обох у безпечне місце.

При оголошенні по зв'язку гучномовного оповіщення черговим по гірці або оператором, а також при подачі спеціального звукового сигналу про майбутній розпуск поїзда, проходженні локомотива чи пересуванні вагонів з підгіркового парку через зону робіт працюючі на напольних гіркових пристроях зобов'язані негайно припинити роботи; забрати з місця роботи всі інструменти, матеріали і запасні частини; відійти в безпечне місце, установлене наказом начальника дистанції.

На гірках, що мають додаткові пристрої огороження працюючих на сповільнювачах, зазначені пристрої перед провадженням робіт повинні бути перевірені і включені в дію. Роботи, що викликають вихід деталей вагонного сповільнювача за габарит наближення будівель і рухомого складу, дозволяється виконувати тільки після

вимикання сповільнювача з дії, закриття відповідних шляхів і огороження місця роботи.

При установці гальмових балок, пружин і інших деталей вагонного сповільнювача видаляти сміття, сніг і т.п. з-під сповільнювача необхідно лопатою або шкребок, а очищати поверхні деталей – металевою щіткою. Збіг отворів між двома з'єднуваними за допомогою болтів деталями необхідно перевіряти бородком відповідного діаметра, але ні в якому разі не пальцем.

Перед початком електрозварювальних робіт зварник зобов'язаний перевірити наявність і надійність заземлення корпусу зварювального трансформатора і відсутність сіткової напруги в проводах, що йдуть до електротримача, яка може з'явитися при пробі обмоток трансформатора. Електрозварювальні роботи повинні проводитися в спецодязі і захисних окулярах. Не можна виконувати електрозварювальні роботи під час дощу без застосування брезентових наметів і гумового килимка. Електрозварювальні роботи проводяться з обов'язковим оформленням наряду-допуску.

Чищення стисненим повітрям пристроїв СЦБ механізованих або автоматизованих сортувальних гірок, що знаходяться на колії чи в безпосередній близькості від колій, повинно виконуватися двома працівниками, один із яких робить необхідну роботу, а інший є сигналістом і знаходиться в місці приєднання шланга до запірного вентиля повітропровідної мережі.

Працівник, що знаходиться у запірному вентиля, зобов'язаний уважно стежити за рухом у зоні робіт і за оголошеннями чергового по гірці або оператора, а також за подачею спеціального сигналу про майбутній розпуск складу, прослідкуванні локомотива чи подачі поїзда з підгіркового парку.

Чищення пристроїв стисненим повітрям повинне виконуватися в спецодязі і захисних окулярах. При забрудненні пристроїв цементом, хімікатами, кислотами й іншими шкідливими речовинами чищення пристроїв повинне проводитися з особливою обережністю і з застосуванням спеціальних захисних засобів (респіраторів).

На автоматизованих і механізованих гірках, де експлуатуються електронні вимірники швидкості, необхідно дотримуватися спеціальних інструкцій з захисту обслуговуючого персоналу, розроблених стосовно до місцевих умов.

5.6 Заходи безпеки при монтажі устаткування і конструкцій у приміщеннях.

Устаткування для управління пристроями електричної і диспетчерської централізації і контролю за їхнім станом розміщують у спеціальних приміщеннях – постах і релейних будках.

Пости електричної централізації відрізняються місткістю, тобто площею, на якій можуть бути розміщені релейні стативи, живлячі установки, силове устаткування, пульт управління, устаткування зв'язку й ін. У релейних будках розміщують прилади електричної і диспетчерської централізації на проміжних станціях. Устаткування зв'язку розміщують у будинках зв'язку і у приміщеннях підсилювальних пунктів. Приступати до робіт у зазначених приміщеннях дозволяється тільки після приймання їх під монтаж спеціальними комісіями за участю представника замовника.

Громіздке і важке устаткування і конструкції, які встановлюються в приміщеннях верхніх поверхів, повинні підніматися за допомогою вантажопідйомних кранів або лебідок і через віконні отвори заноситися усередину приміщення і потім по заздалегідь підготовлених настилах доставлятися до місця установки. Такі роботи виконуються тільки спеціалістами з такелажних робіт і при наявності наряду-допуску.

Релейні стативи, стійки зв'язку, панелі, секції табло і т.п. після установки повинні бути надійно скріплені між собою і зі стінами будівель відповідно до робочих креслень.

Конструкції, що закріплюються в стінках або стелях за допомогою цементних, алебастрових чи гіпсових розчинів, повинні до повного затвердіння розчину підтримувався підпірками, клинами, розтяжками й іншими пристосуваннями.

Перед початком монтажних робіт керівник зобов'язаний ужити заходів по усуненню в приміщеннях протягів, по освітленню робочих місць не менше 100 лк лампами розжарювання; по забезпеченню працівників справним риштованням і переносними сходами; роз'яснити порядок проведення робіт і вимоги техніки безпеки при даній

роботі з указівкою місця для запалювання паяльних ламп, розігріву кабельної маси і про способи і місця підключення електроінструмента і переносних ламп.

При прокладці кабелів усередині приміщень через прорізи в стінах працівники повинні знаходитися по обидві сторони стіни і переміщати кабель по команді керівника робіт. Для вертикального підйому кабелю на висоту понад 2 м потрібно користуватися блоками. Перед прокладкою кабелю в жолобах, розташованих зверху конструкцій, керівник робіт зобов'язаний перевірити надійність кріплення жолобів, а також конструкцій, над якими вони проходять.

Укладання кабелів, в'язання їх у пакети, оброблення і пайка муфт у стінних нішах і жолобах, прокладених зверху, повинні проводитися тільки з риштування.

При заливанні кабельних муфт гарячою кабельною масою, а також при промиванні жил кабелю повинні бути прийняті заходи для попередження протікання гарячої маси в нижні поверхи (щільний настил із закладенням отворів, піддони й ін.).

При монтажі кабельних муфт із застосуванням лаків чи епоксидних компаундів роботи організуються відповідно до інструкції, що передбачає заходи захисту від шкідливої дії застосовуваних матеріалів. Персонал, що бере участь у перевезенні і застосуванні лаків і компаундів, повинний бути навчений і проінструктований про необхідні запобіжні заходи.

Проведення монтажних робіт у два яруси не допускається.

Роботи з установки кронштейнів для введення в будівлю проводів повітряних ліній зв'язку повинні проводитися з двох драбин, поставлених одна від одної на відстані, рівній довжині кронштейна; у такий же спосіб повинні виконуватися роботи зі зборки і укріплення жолобів, що йдуть поверх стійок у лінійно-апаратних залах.

Усі роботи з монтажу пристроїв зв'язку на тягових підстанціях, що споруджуються знову, і постах секціонування повинні виконуватися бригадою в складі не менше двох чоловік. Перед початком роботи майстер зобов'язаний ознайомити працівників із трасою прокладки кабелів, місцем установки апаратури і з усіма струмонесучими частинами установки на тяговій підстанції чи посту секціонування. Роботи в безпосередній близькості від щитів і панелей управління, що знаходяться під напругою, повинні проводитися по спеціальному наряду; заходити за щити, панелі, а

також складати і зберігати там інструменти, матеріали і пристосування забороняється.

При монтажі додаткової апаратури в діючих установках СЦБ і зв'язку роботи повинні проводитися під керівництвом відповідального представника організації, що експлуатує ці установки. Перед початком монтажу всі працюючі повинні вивчити розташування джерел живлення, кабелів, проводів, призначення рубильників і вимикачів і бути проінструктовані по практичному користуванню ними.

Підключення повітряних лінійних колів до ввідних панелей і апаратури повинне проводитися при знятих кросировочних проводах і після вилучення запобіжників; працювати з лінійними проводами під час грози забороняється.

Роботи на струмороподілюючих, зарядно-розрядних щитах, випрямлячах, стійках живлення, мотор-генераторах повинні проводитися не менш чим двома особами при відключених джерелах живлення; на відключених рубильниках повинні бути повішені плакати «Не включати, працюють люди!».

Якщо напругу зняти не можна, робота повинна виконуватися по спеціальному наряді.

Підключення вимірювальних приладів і силового устаткування (випрямлячів, генераторів, трансформаторів, електродвигунів, силових зарядно-розрядних щитів і т.п.) до мереж і акумуляторних батарей напругою 36 В и вище повинне бути виконано тільки після того, як монтаж силових кіл усередині приміщення буде закінчений.

Установка на дахах будівель антен, стійок, трансформаторів радіотрансляційних мереж і т.п. повинна проводитися не менш чим двома працівниками, яким варто користуватися запобіжним поясом. Пояс прикріплюють до надійної конструкції, зазначеної керівником робіт. Працівник, що пересувається по даху, повинний страхуватися другим працівником за допомогою каната, прив'язаного до запобіжного пояса; на працюючих повинно бути взуття з нековзкими підметками; під час густого туману, зливи, сильного снігопаду, грози, ожеледі, вітру силою 6 балів і вище робота на даху забороняється; небезпечна зона на землі, визначена «Проектом проведення робіт», повинна бути обгороджена або охоронятися. Усі зазначені роботи повинні виконуватися з обов'язковим оформленням наряду-допуску.

5.7 Заходи безпеки при перевірці дії змонтованого устаткування під напругою.

Перевірка змонтованого устаткування під напругою повинна проводитися під керівництвом відповідального працівника, що має кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче IV. Якщо робота проводиться в кілька змін, повинен бути призначений керівник у кожній зміні.

Усі працівники, що роблять перевірку змонтованого устаткування під напругою, повинні мати посвідчення про присвоєння їм відповідної кваліфікаційної групи з електробезпеки.

Перед початком робіт керівник зобов'язаний перевірити в кожного працівника термін дії кваліфікаційного посвідчення і при видачі завдання враховувати кваліфікаційну групу працівника.

Не пізніше чим за добу до подачі робочої напруги керівник зобов'язаний повідомити під розписку всім працівникам, зайнятим на монтажі, точний час подачі напруги. З цього часу до устаткування, на яке подається напруга, повинні допускатися тільки працівники, що роблять перевірку порядком, установленим ПТЕЕС і ПТБЕЕС.

Всі електричні виміри повинні виконуватися тільки спеціальними приладами, що мають ізольовані відводи з наконечниками для підключення до зажимів устаткування. При перевірці й іспиті високовольтного устаткування усі виміри повинні проводитися тільки через вимірювальні трансформатори, які у цьому випадку повинні захищатися плакатом «Під напругою! Небезпечно для життя!»

Випробування кабелів 6 ÷ 10 кВ підвищеною напругою (кенотронною установкою) повинно проводитися з дотриманням вимог «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

При іспиті ізоляції кабелів, проводів і окремих частин пристроїв мегомметром необхідно відключити випробовуваний об'єкт від інших пристроїв і установок і видалити всіх осіб, зайнятих роботою на об'єкті, який випробовується.

Під час механічного регулювання проводів лінійних роз'єднувачів, керованих дистанційно, коло управління повинне бути відключене у місця управління на пульті і на місці установки привода і заземлене.

Перевірка випрямних пристроїв повинна виконуватися тільки при цілком закритих кожухах випрямлячів, а також при справному стані блокуючих пристроїв. Перед подачею напруги для перевірки змонтованого устаткування керівник зобов'язаний разом із бригадиром, що робив монтаж, перевірити його правильність.

Лінійні проводи повітряних і кабельних ліній повинні підключатися лише після перевірки відсутності на них сторонньої напруги (від з'єднання з освітлювальними проводами, наведеного і т.п.). При виявленні сторонньої напруги керівник зобов'язаний установити причину її появи і вжити заходів до усунення її і лише після цього дати вказівку про підключення лінійних проводів.

Заміна устаткування, що вийшло з ладу при подачі іспитової напруги, повинна проводитися при знятій з електроустановки напрузі, з дотриманням усіх вимог «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

Застосовувати замість устаткування, що вийшло з ладу, тимчасові обхідні перемички забороняється.

Роботи з перевірки і регулювання під напругою устаткування зв'язку в необслуговуваних підсилюючих пунктах (НПП) проводяться при знятій напрузі дистанційного живлення від місцевих джерел струму з використанням ізолюючих килимків, рукавиць і калош. На обслуговуваних підсилюючих пунктах (ОПП), з яких подається живлення на перевіряємий НПП, повинні бути прийняті заходи до виключення випадкової подачі дистанційного живлення.

Кожне включення і виключення дистанційного живлення з ОПП повинні виконуватися тільки за розпорядженням відповідальної особи з записом у спеціальному журналі; у записі повинні бути зазначені точний час подачі чи зняття напруги, початку чи кінця роботи.

Перед перевіркою і регулюванням підсилювальних і випрямних пристроїв радіозв'язку необхідно розрядити конденсатори фільтра.

Перевірка електромоторів, динамо-машин і мотор-генераторів повинна проводитися працівником, що має III кваліфікаційну групу після перевірки пристроїв захисту і заземлення.

Подача напруги від високовольтної лінії автоблокування для перевірки під напругою устаткування, змонтованого в релейних шафах, будках і т.п., повинна проводитися в наступному порядку: у кабельному ящику з проводів, що йдуть у релейну шафу чи будку, знімаються перемички, встановлені під час подачі напруги у високовольтну лінію; виміряється напруга на виводах кабельного ящика, до яких підключена вторинна обмотка лінійного трансформатора і ставляться запобіжники; робоча площадка в релейній шафі застеляється гумовими килимками або на ній встановлюється ізолююча дерев'яна підставка; виміряється напруга на ввідних клеммах релейної шафи чи будки; встановлюються запобіжники в колі живлення в релейній шафі чи будці. Всі операції повинні виконуватися з застосуванням відповідних захисних засобів.

Перевірка під напругою устаткування в колійних ящиках, світлофорних і батарейних шафах, стрілочних електроприводах, і т.п. повинна проводитися із застосуванням ізолюючих килимків чи підставок.

При використанні для перевірки устаткування станційних пристроїв СЦБ і зв'язку місцевих джерел струму проводи, що йдуть від високовольтно-сигнальної лінії автоблокування, що споруджується, у всіх місцях, де можливе з'єднання їх із проводами випробовуваних пристроїв, повинні бути відключені, закорочені і заземлені.

Усі працівники бригади, які роблять перевірку устаткування під напругою, повинні вивчити прийоми надання першої допомоги при нещасливих випадках.

5.8 Особливості охорони праці під час виконання робіт у зимовий період.

Аналізуючи причини нещасних випадків при виконанні робіт в зимовий період на підприємствах, більшості з них можна було б запобігти, якби вчасно було проведено профілактичну роботу. Профілактична робота повинна проводитися щоденно, із кожним працівником окремо з урахуванням особливостей його робочого місця. Боротьбу з травматизмом слід починати з організаційних заходів.

Один з найефективніших організаційних заходів є регулярне своєчасне проведення інструктажів з охорони праці, навчання працівників безпечних методів виконання робіт в зимовий період. Особливу увагу при виконанні робіт, працівникам та відповідальним особам необхідно приділяти виконанню робіт в зимовий період.

Особливо потрібно остерігатися холоду працівникам, робочий день яких проходить на вулиці. Вони під час роботи стикаються одразу з декількома небезпечними факторами. Це і низька температура, і слизька поверхня. Тому метою кожного інженера з охорони праці є ще раз донести до працівників і до їх керівників правила безпеки перебування на відкритому повітрі взимку. Якщо говорити про обмороження і замерзання, то вони можливі навіть при плюсовій температурі навколишнього повітря. Обмороженню сприяють різкі, часті коливання температури, висока вологість повітря, вітер, а також вологі, тісні одяг та взуття, що викликає збільшення тепловіддачі організму і порушення нормального кровообігу. Обмороженню сприяють також нерухоме положення, втома, голод, крововтрата та поранення.

Попереджають обмороження наступним чином: потрібно не допускати намокання ніг, одяг і взуття повинні бути цілими, сухими, час від часу необхідно активно рухатися (ходити, бігати), вживати гарячий чай і їжу.

При низьких температурах обмороження може статися при дотику голими руками до металевих частин машин, механізмів, приладів та інструментів. Щоб уникнути цього, роботи слід виконувати в рукавицях.

У зв'язку із погіршенням погодних умов слід звернути увагу на попередження травмування працівників під час пересування. Основними причинами таких

нешасних випадків є падіння через незадовільний стан тротуарів, доріг (неприбраний сніг, ожеледиця, інше), та травми, отримані через падіння з даху бурульок або снігу.

Надавати рекомендації щодо зменшення негативного впливу несприятливих погодних умов на працівників підприємства, з урахуванням специфіки його роботи. Звернути увагу на обов'язки керівництва по втіленню заходів та створенню безпечних умов праці та профілактики виробничого травматизму на підприємстві, а саме:

- забезпечення формування пішохідних доріжок, проїздів та стоянок транспортних засобів на території підприємств, установ та організацій. При наявності снігового покриття своєчасне проведення робіт по прибиранню та посипанню речовинами, що виключають ковзання під час ожеледиці;
- безпечної та своєчасної організації робіт з прибирання снігово-льодяних утворень з дахів будівель та споруд, при неможливості проведення зазначених робіт виключення доступу працівників до небезпечних ділянок;
- організацію заходів по збереженню тепла в виробничих приміщеннях з метою дотримання вимог діючих санітарних норм;
- проведення з працівниками позапланових інструктажів з питань охорони праці щодо вимог безпеки та особистої уваги під час руху по території підприємства та по території міста у зв'язку з виконанням функціональних обов'язків по затвердженому маршруту;
- проведення позапланових інструктажів з питань охорони праці з водіями транспортних засобів щодо особливої пильності та дотриманням усіх правил дорожнього руху в ускладнених зимових погодних умовах;
- автомобілі, трактори та інші самохідні машини, призначені для використання в зимових умовах, повинні мати утеплену кабіну, справну систему обігріву та бути обладнані системою запуску двигуна з кабіни;
- на підприємствах повинні бути пристрої для підігріву води, мастила, полегшення запуску двигуна. Підігрів двигуна та інших частин автомобіля, трактора паяльною лампою і відкритим вогнем не допускається. Водіям, трактористам, вантажникам та іншим особам під час стоянки забороняється відпочивати або спати в кабіні, салоні при працюючому двигуні;

- для виконання робіт далеко від населених пунктів і проїжджих доріг при температурі нижче -20°C , а також під час хуртовини та снігопаду необхідно направляти одночасно не менше двох трактористів. Перед виїздом автомобілі повинні бути повністю заправлені паливом. За поверненням автомобілів на місце стоянки в кінці дня повинні стежити відповідальні особи. При затримці з поверненням автомобілів вони зобов'язані з'ясувати причину і вжити заходів для надання допомоги;
- з урахуванням конкретних умов (малонаселена місцевість, погані погодні та дорожні умови) водії, та інші особи повинні бути навчені прийомам надання першої долікарської допомоги при обмороженні. При експлуатації автомобілів під час ожеледиці потрібно забезпечувати їх ланцюгами, засобами укриття, утеплення двигуна з боку радіатора і іншими подібними пристосуваннями.

Впровадження цих заходів матиме значний позитивний вплив на профілактику виробничого травматизму та допоможе зберегти здоров'я працівників під час трудової діяльності у зимовий період.

Висновки

Спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;
- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

- зупиняти роботу виробництва, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;
- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі вирішено завдання по розробці вдосконаленої станційної системи контролю рейкових кіл для експлуатації в умовах швидкісного руху.

У першому розділі проведено аналітичний огляд літературних джерел, де було виявлено необхідність вдосконалення станційних систем автоматики при подальшому впровадженні швидкісного руху.

В другому розділі проведено статистичний аналіз відмов пристроїв електричної централізації. Внаслідок проведеного аналізу можна виявити що найбільшому впливу піддаються рейкові кола, на які припадає майже 63 % відмов. Така велика кількість відмов визначається умовами їх експлуатації, так як вони більше ніж інші пристрої схильні до впливу кліматичних умов, динамічних і статичних навантажень від рухомих поїздів.

В третьому розділі розроблено вдосконалену станційну систему контролю тональних рейкових кіл, за допомогою якої можна знизити кількість відмов в рейкових колах.

В четвертому розділі здійснено розрахунок показників надійності запропонованої системи контролю, який показав що інтенсивність відмов такої системи зменшується майже в 10 разів.

В останньому розділі представлено організацію роботи з охорони праці, наведені заходи безпеки, які потрібно дотримуватись та особливості охорони праці під час виконання робіт у зимовий період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аверкиев С.А. Современные системы и устройства автоматики и телемеханики // Автоматика, телемеханика и связь. 2008. №6. с. 10-13.
2. Аркатов В. С. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание / В. С. Аркатов, Ю. А. Кравцов, Б. М. Степенский. – Москва : Транспорт, 1990. – 295 с.
3. Дмитренко, И. Е. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / И. Е. Дмитренко, В. В. Сапожников, Д. В. Дьяков. – М.: Транспорт, – 1994. – 263 с.
4. Казиев, Г. Д. Повышать надежность рельсовых цепей / Г. Д. Казиев, В. 55 М. Адаскин // Автоматика, телемеханика и связь. – 2006. – № 4. – С. 2-5.
5. Котляренко Н. Ф. Электрические рельсовые цепи / Н. Ф. Котляренко. – Москва : трансжелдориздат, 1961 - 327 с.
6. Кравцов Ю. А. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики: учеб. для вузов / Ю. А. Кравцов, В. Л. Нестеров, Г. Ф. Лекута. – Москва: Транспорт, 1996. – 400 с.
7. Крамаренко, Е. Р. Системы сбора информации на железнодорожном транспорте. Курс лекций/Е. Р. Крамаренко– Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, – 2005. – 145 с.
8. Кулик П. Д. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание, поиск и устранение неисправностей, повышение эксплуатационной надёжности / П. Д. Кулик, Н. С. Ивакин, А. А. Удовиков. – Киев : Изд. дом «Мануфактура», 2004. – 288 с.
9. Лекута Ф. Микропроцессорная централизация на железных дорогах России // Железные дороги мира. 2003. №5. С. 63-69.
10. Сапожников В. В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Учебное пособие для вузов ж.д. трансп. / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И Шаманов. – М.: Маршрут, 2003. – 263 с.
11. Станционные системы автоматики и телемеханики / В.В. Сапожников, Б.Н. Елкин, И.М. Кокурин и др.; Под. Ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 2000. – 432 с.

12. Федоров Н. Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями: учебн. пособие / Н. Е. Федоров. – Самара: СамГАПС, 2004. – 132 с.

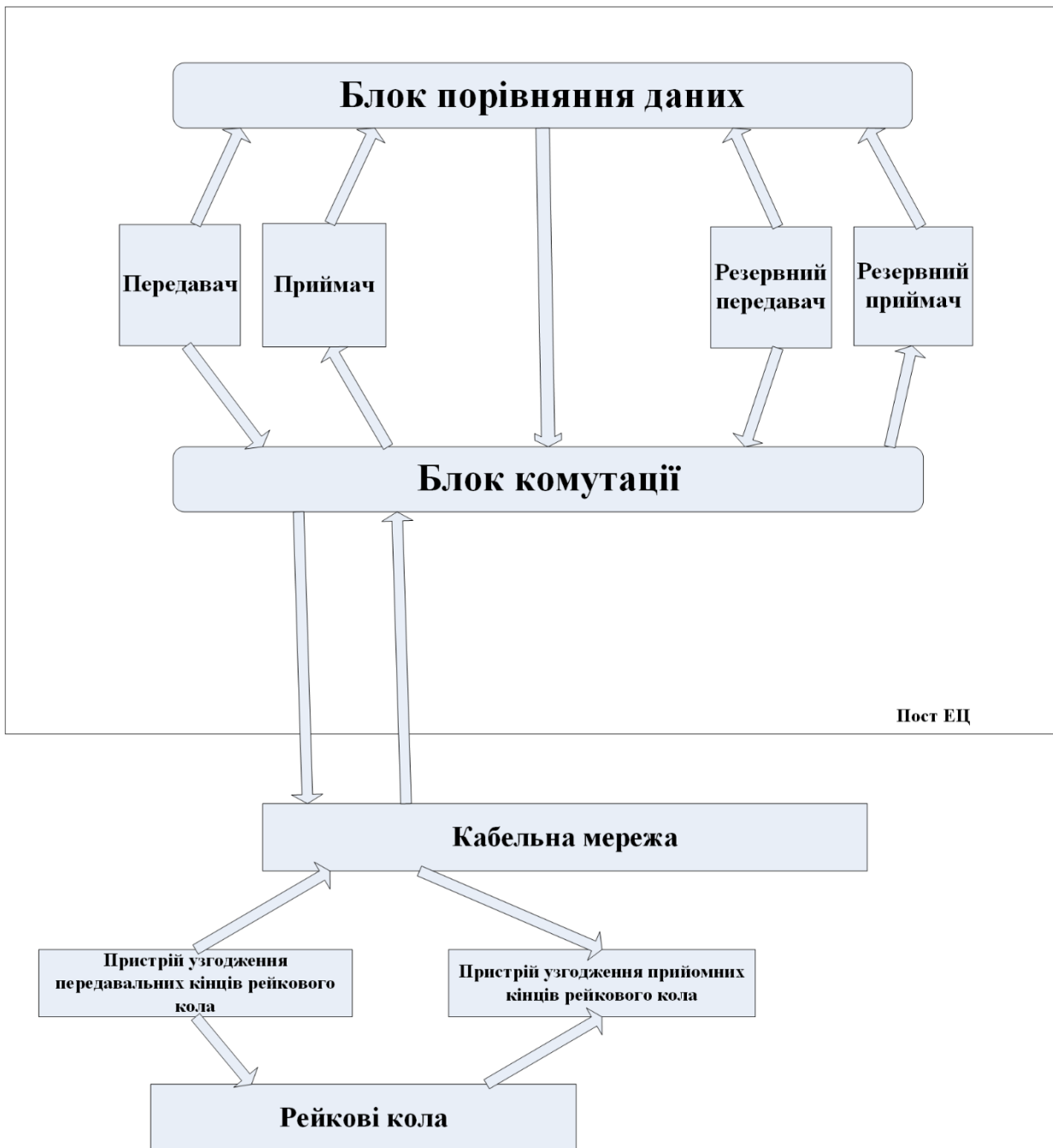
13. Эксплуатационно-технические требования к рельсовым цепям, применяемым в устройствах управления и обеспечения безопасности движения поездов / ОСЖД. – Варшава, 2015. – 15 с.

14. Ebilock-950. Описание системы. ООО АББ Даймлер-Бенц Транспорейшн (Сигнал), 2000.

15. Засоби масової інформації, мережі інтернет 2020.

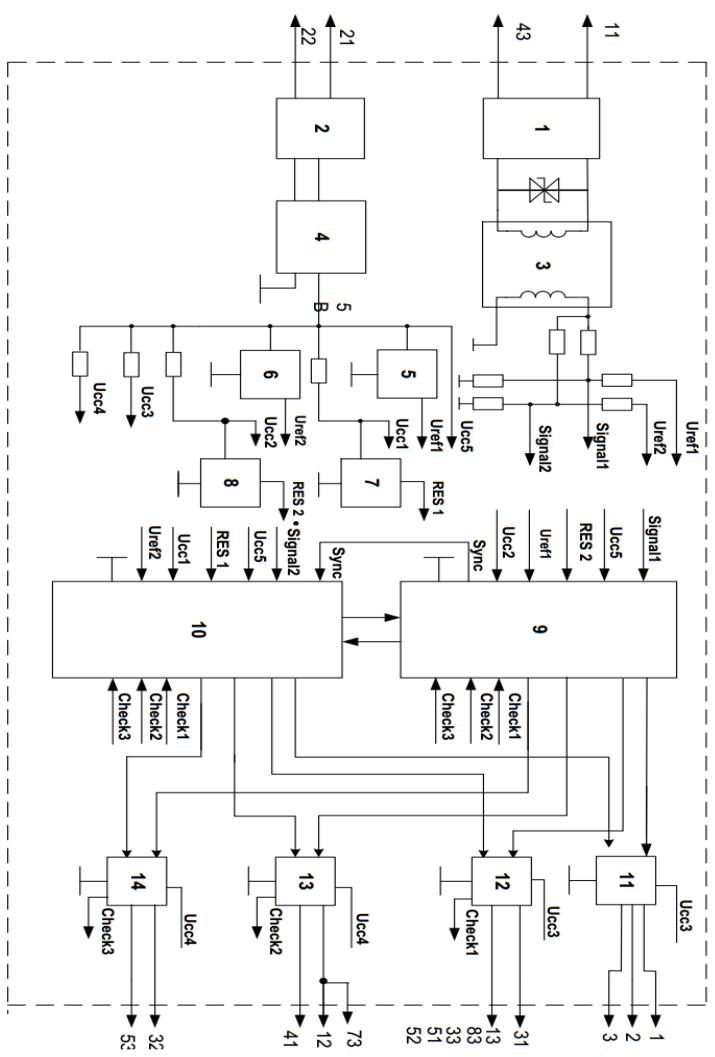
Додаток А

Структурна схема вдосконаленої станційної системи контролю рейкових кіл



Додаток Б

Структурна схема приймача ППЗС



- 1, 2 - Блоки фільтрів
- 3 - Вихідний слуховий фільтр
- 4 - Випромінювач та перетворювач
- 5, 6 - Джерела опорної напруги
- 7, 8 - Супергетеродні живлення
- 9, 10 - Мікропроцесорний вузол
- 11 - Блок формування диспетчерського контролю
- 12 - 14 - Блоки управління реле