

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування
рухом поїздів**

**ТОЧКОВІ МЕТОДИ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ БЕЗПЛОТНОГО
ПОЇЗДУ ТА ПРИЛАДИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ НА ЛОКОМОТИВІ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторних робіт з дисципліни
*«ІННОВАЦІЙНІ СИСТЕМИ СИГНАЛЬНОГО АВТОРЕГУЛЮВАННЯ
ТА БЕЗПЛОТНІ ПОЇЗДИ»***

Харків 2024

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 2 лютого 2024 р., протокол № 6.

Описано методику вивчення та аналізу принципів побудови і дії точкового колійного датчика та приймальних локомотивних пристроїв. Наведено їх технічні характеристики, принципові схеми та основні принципи функціонування, застосування цих приладів для безпілотних поїздів.

Методичні вказівки призначено для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» усіх форм здобуття освіти, що вивчають курс дисципліни «Інноваційні системи сигнального авторегулювання та безпілотні поїзди» і на інших рівнях вищої освіти та напрямках (програмах) підготовки студентів та магістрантів за рішенням лектора.

Укладачі:

доценти С. О. Змій,

А. А. Прилипко

Рецензент

доц. О. О. Сосунов

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота 1. Дослідження системи лічення осей SCA-2 фірми General Electric.....	5
Лабораторна робота 2. Локомотивні пристрої АЛСН: підсилювач локомотивний УК-25/50М-Д	16
Лабораторна робота 3. Дешифратор автоматичної локомотивної сигналізації неперервного типу.....	40
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	90

Вступ

Здобувачі вищої освіти зобов'язані завчасно підготуватися до лабораторного заняття:

- ознайомитися з інструкцією до виконання роботи;
- підготувати протокол (*заготовку звіту*) та самостійно відповісти на запитання, наведені в інструкції. *Звіт* має містити такі пункти: назва лабораторної роботи, її мета, схема лабораторної установки, таблиці спостережень, а також графіки, діаграми та висновки.

Здобувачі вищої освіти мають пред'явити викладачу протоколи для перегляду та відповіді на запитання, після чого *студент* може приступати до роботи. Здобувачі вищої освіти, які виявилися непідготовленими, до занять не допускаються.

Закінчивши дослідну частину роботи, кожний студент подає викладачеві для підпису протокол з результатами досліджень. Якщо дані спостережень незадовільні або не були показані керівнику, робота вважається невиконаною.

Результати вимірювань при виконанні лабораторної роботи мають бути занесені у відповідні таблиці. Всі схеми, таблиці і графіки повинні відповідати стандартам [8]. Елементи електричних схем та їхні позначення виконуються за допомогою креслярських інструментів або спеціальної лінійки з елементами електричних і функціональних схем, позначення яких відповідають вимогам Держстандартів.

Графіки та векторні діаграми викреслюються в масштабі також за допомогою креслярського приладдя. В одних координатних осях допускається побудова декількох графіків у відповідних масштабах. Для побудови криволінійного графіка необхідно мати не менше п'яти точок.

Наприкінці роботи необхідно зробити висновки із результатів досліджень, в яких показати відповідність даних експериментів теоретичним положенням, а також причини можливих похибок.

Під час експлуатації електрообладнання, в процесі виконання лабораторних робіт слід пам'ятати про техніку безпеки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

Дослідження системи лічення осей SCA-2 фірми General Electric

1.1 Мета роботи

Дослідження принципів побудови, схеми та аналіз функціонування системи лічення осей SCA-2 фірми General Electric.

1.2 Короткі теоретичні відомості

Електронна система лічення осей (ЕСЛЮ) призначена для [1]:

а) контролю вільності (зайнятості) ділянки колії будь-якої складності і конфігурації методом лічення осей;

б) заміни рейкових кіл на станціях при зниженні опору ізоляції або при застосуванні металевих шпал;

в) контролю вільності перегону при напіваавтоматичному блокуванні;

г) контролю вільності стрілочних і безстрілочних ділянок в системах гіркової автоматичної централізації;

г) огорожи переїздів будь-яких типів спільно з пристроями переїзної автоматики;

д) роботи у складі інформаційної системи чергового по станції (при підключенні до комп'ютера).

Пристрої контролю колійної ділянки шляхом лічення осей можна подати у вигляді структурної схеми (рисунок 1.1) [1].

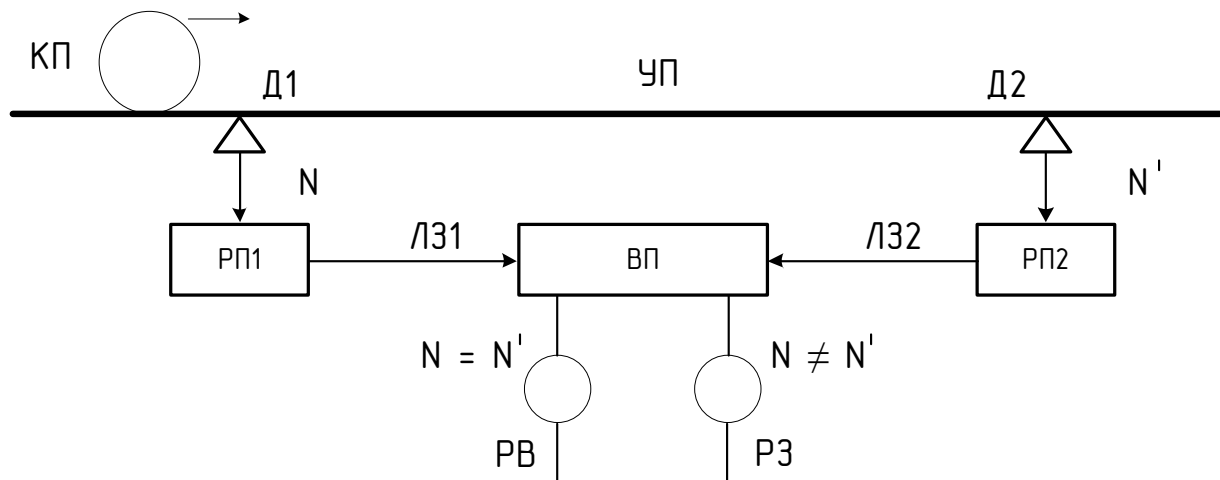


Рисунок 1.1 – Структурна схема контролю колійної ділянки шляхом лічення осей

Будь-які пристрої контролю ділянок колії методом лічення осей, не дивлячись на відмінність фізичних принципів дії і конструкцій, мають такі основні елементи [1]:

- Д1, Д2 – рейкові (колійні) датчики первинної інформації, що розташовуються безпосередньо на рейках на кордонах контрольованої ділянки колії (УП), які взаємодіють з кожним колесом або колісною парою залізничного рухомого складу окремо і виробляють при цьому, як правило, електричні сигнали;

- РП1 і РП2 – рахункові пункти на вході і виході контрольованої ділянки колії з пристроями перетворення первинного сигналу в форму, зручну для передачі по виділеним або стандартним (телефонним) каналам зв'язку (ЛЗ1, ЛЗ2);

- ВП – вирішальний прилад, іноді званий приймачем, який розташований, як правило, в апаратному приміщенні, з'єднаний з рейковими датчиками лініями ЛЗ1, ЛЗ2; на основі отриманої інформації про кількість

колісних пар N, що увійшли на ділянку колії, і кількість колісних пар N', що вийшли, він формує сигнали: ділянка зайнята – отримує живлення реле PЗ; ділянка вільна – отримує живлення реле РВ.

Система лічення осей SCA-2 призначена для лічення кількості осей поїзда та здатна визначити вільність або зайнятість ділянки колії і увімкнути або вимкнути колійне реле. Володіючи неперевершеною гнучкістю і надійністю, система рахунку осей SCA може використовуватися для широкого кола задач на залізничному транспорті. Система складається з (рисунок 1.2) блоку лічення осей (Axle Counter Unit – ACU), що розміщується в колійній шафі, і одного або декількох датчиків проходу осей (Axle Detection Points – ADP), що розміщуються на кордонах ділянок колії.

Гнучкість системи SCA дає змогу задавати її конфігурацію для роботи на прямих і розгалужених ділянках колії, при цьому лічення осей може здійснюватися як для кожного окремого поїзда, так і сумарної кількості осей, що знаходяться в межах однієї або кількох ділянок колії.

Система розроблена відповідно до вищих вимог галузевих стандартів безпеки та забезпечує надійний контроль зайнятості колій. Забезпечення безпеки при відмовах:

- блока лічення осей (ACU) побудовано за безпечною процесорною системою типу «2 з 2»;
- рівня безпеки CENELEC SIL 4, за європейськими стандартами EN 50126, 50128, 50129.

Підсистема ACU складається з таких плат:

- плата сторожового таймера WD;
- процесорна плата CPU;
- плата інтерфейсу IN8DRT;
- багатофункціональна плата модему введення/виведення;
- плата відмовостійких входів IN31;
- плата відмовостійких виходів OUT16;
- плата зв'язку COMSD.

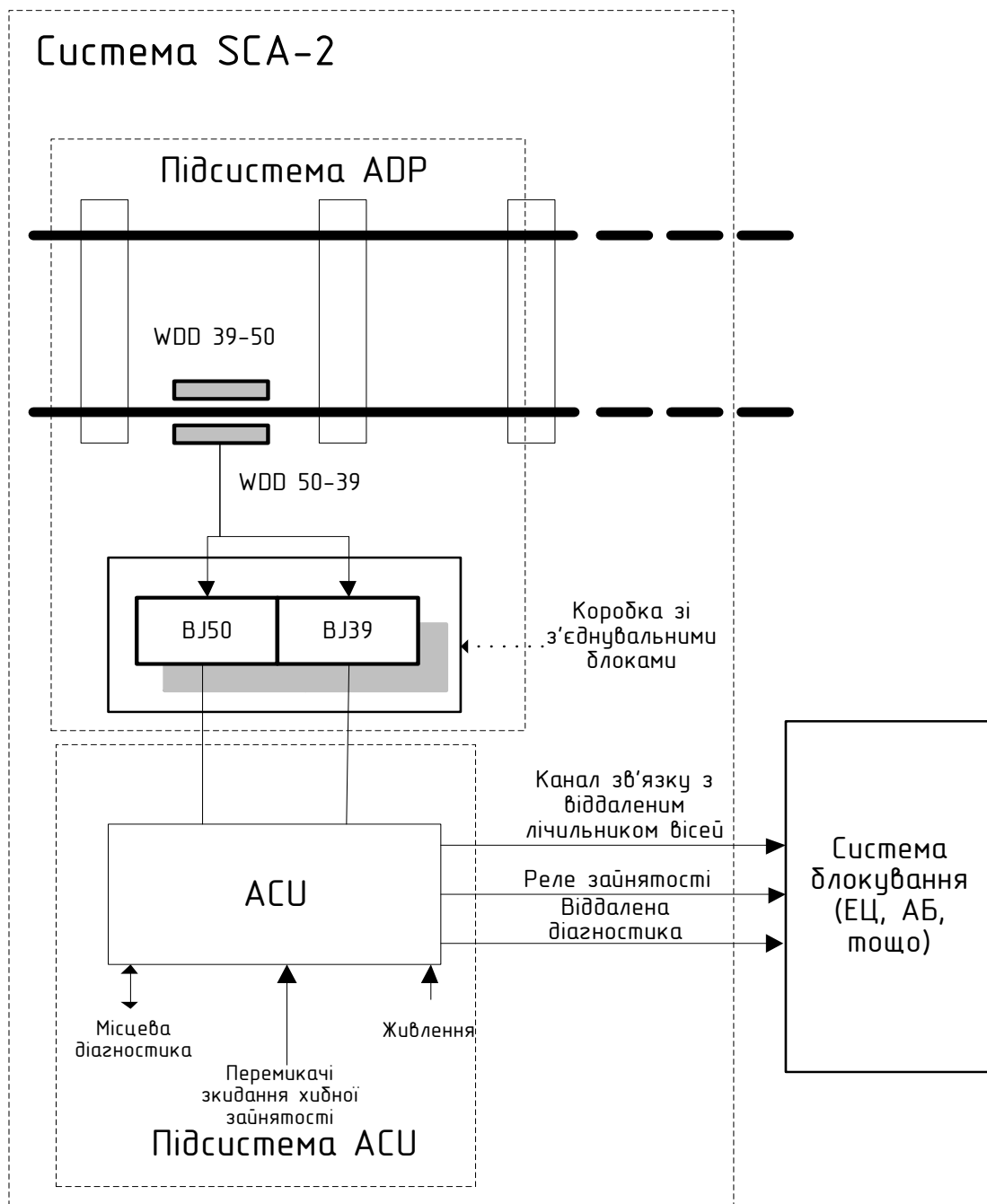


Рисунок 1.2 – Архітектура системи SCA-2

Плата сторожового таймера WD

Плата сторожового таймера є основним блоком, необхідним для відповідності всім вимогам до відмовостійкості. Фактично ця плата дає змогу виконати перевірку правильності роботи програмного забезпечення обладнання. Ця плата може служити джерелом безпечної напруги 24 В

постійного струму (далі – 24WD або «необхідну напругу»), яке подається через плату введення-виведення для включення реле залізничної колії.

Процесорна плата CPU

Плата CPU включає в себе плату зі здвоєним мікропроцесором Motorola MC68332 і розроблена з використанням архітектури «2 з 2» та призначена для обробки і контролю даних.

Архітектура «2 з 2» складається з двох ідентичних синхронізованих секцій, кожна з яких управляється мікропроцесором, стан якого контролюється за допомогою спеціального обладнання. Така перевірка виконується шляхом контролю шин даних і адрес. Блок порівняння перевіряє роботу кожного процесора. Якщо блоками порівняння виявляється протиріччя між вхідними бітами, включається застережливий сигнал. Цей сигнал, що генерується двома мікропроцесорами, перетворюється в запит на немаскуєме переривання (NMI), для якого була призначена процедура визначення непрацюючого CPU. Цей стан може бути скинуто тільки шляхом апаратного перезавантаження.

Така архітектура дала змогу розробити CPU, відповідний для безпечних систем. Моніторинг належної роботи CPU виконується за допомогою відмовостійкої плати сторожового таймера.

На платі також є канал для зв'язку через послідовний інтерфейс (RS232), який може бути використаний для підключення АСУ до зовнішнього ПК для діагностики.

Плата інтерфейсу IN8DRT

Плата являє собою інтерфейс між аналоговими сигналами ADP (з частотами 39 і 50 кГц) і цифровими входами даних та результатами обробки CPU.

Плата забезпечує зчитування стану датчиків WDD і перевірку коректності послідовності сигналів WDD при проходженні поїзда.

Плата складається з 8 вхідних каналів, призначених для зчитування сигналів від 4 датчиків (ADP), кожен з яких складається з одного WDD.

Плата модему введення/виведення

Багатофункціональна плата модему введення-виведення, крім 2 каналів модемного зв'язку, забезпечує такі можливості:

- з'єднання ADP з 4 колійними реле;
- 8 входів (зазвичай використовуються для скидання стану ділянки колії).

Ця плата служить для модемного з'єднання між ADP (можливо каскадне з'єднання декількох ADP), забезпечуючи надання інформації про кількість осей від кожного ADP.

Прямий зв'язок між головним і підлеглим ADP здійснюється за допомогою спеціального протоколу для передачі повідомлень.

Інформація, що міститься в полі даних, являє собою таблиці відліків. Повідомлення захищаються шляхом перевірки контрольної суми відповідно до стандарту EN 50159 [CENELEC EN 50159-1].

До складу плати входять такі компоненти:

- 8 відмовостійких входів для зчитування показань 8 контактів (які зазвичай можуть бути використані для зчитування команд скидання, а також контактів реле);
- 4 відмовостійких виходів, які можуть забезпечити включення реле зайнятості;
- 2 модема, які можуть бути використані для з'єднання з 1 або 2 віддаленими ADP через телефонну лінію.

Плата відмовостійких входів IN31

На платі розміщено 31 замкнутий контакт, які працюють як вхідний канал для відмовостійкого отримання інформації про стан контактів (наприклад, реле, перезавантаження).

Плата відмовостійких виходів OUT16

На платі розміщено 16 вихідних відмовостійких каналів, призначених для включення реле (приклад включення колійного реле контролю стану колійної ділянки ЗСП наведено на рисунку 1.3).

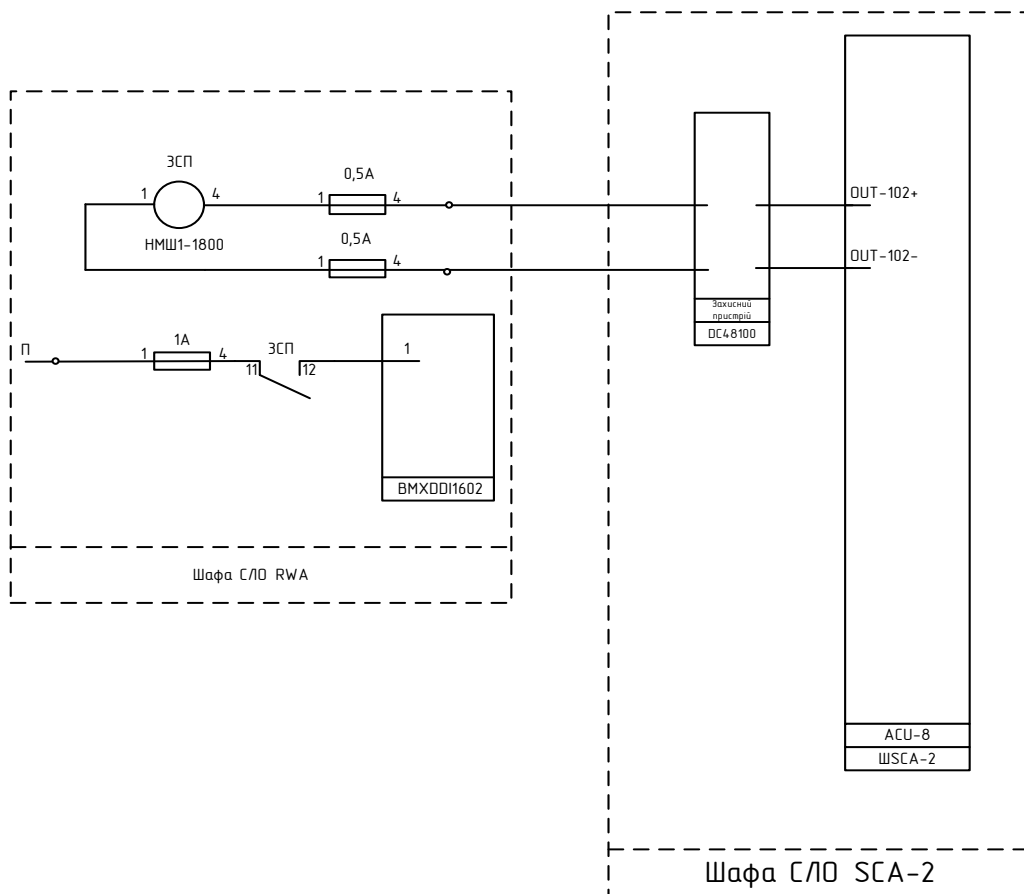


Рисунок 1.3 – Схема включення колійного реле ділянки ЗСП

Плата зв'язку COMSD

На цій платі передбачено кілька послідовних портів зв'язку з платою CPU:

- 1 канал для зв'язку з платою SOS і панеллю скидання (COM2);
- 2 канали для зв'язку між ACU (COM3 і COM4);
- 1 канал для дистанційної діагностики (COM5), який може використовуватися для зв'язку з системою блокування;
- 1 невикористаний канал (COM6).

Кожен ADP складається з двох компонентів (рисунок 1.4):

- WDD, що складається з двох датчиків (детекторів), які встановлюються безпосередньо на рейці. Робоча частота одного набору – 50 кГц, другого – 39 кГц. Один датчик кожного набору встановлюється на зовнішню сторону рейки, другий – на внутрішню;

– сполучна коробка з блоками узгодження, призначена для під'єднання датчиків до АСУ, що встановлюється поруч з двома датчиками.

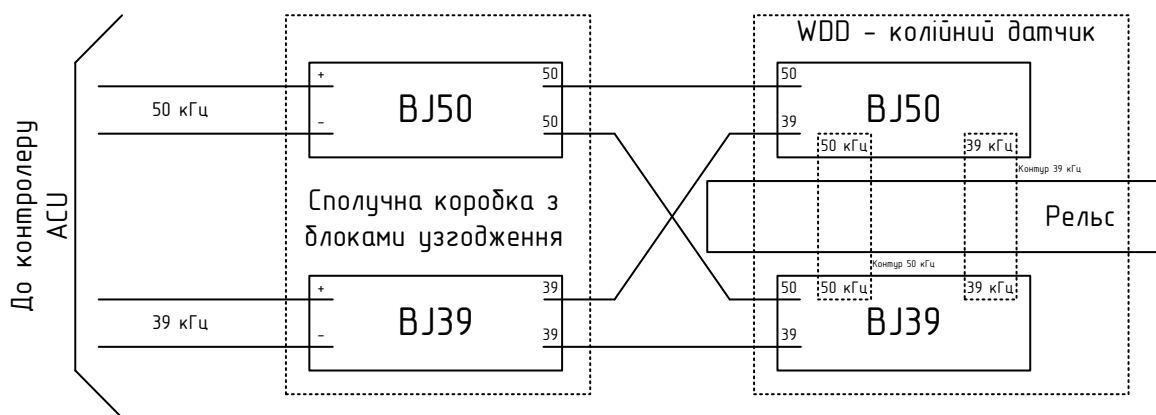


Рисунок 1.4 – Структура лічильного пункта

1.3 Методика виконання роботи

1.3.1 Ознайомитись з принципами побудови системи лічення осей SCA-2 фірми General Electric.

1.3.2 Ознайомитися з побудовою макету, що складається з (рисунок 1.5):

- рахункових пунктів Д1-Д4, що виділяють дві колійні ділянки 1П та 1СП;
- колійних ящиків Д1-Д4;
- шафи SCA-2 з панеллю скидання хибної зайнятості.

1.3.3 Дослідити функціонування системи лічення осей SCA-2 фірми General Electric.

1.3.3.1 Ввімкнути живлення макету та зафіксувати стан реле 1П і 1СП у таблиці 1.1.

1.3.3.2 За допомогою ключа виконати скидання хибної зайнятості на відповідній панелі. Для цього необхідно встановити ключ у замок колійної ділянки, для якої потрібно виконати скидання хибної

зайнятості, та повернути його за годинниковою стрілкою на 2-3 секунди.
Переконатися у спрацюванні відповідного реле.

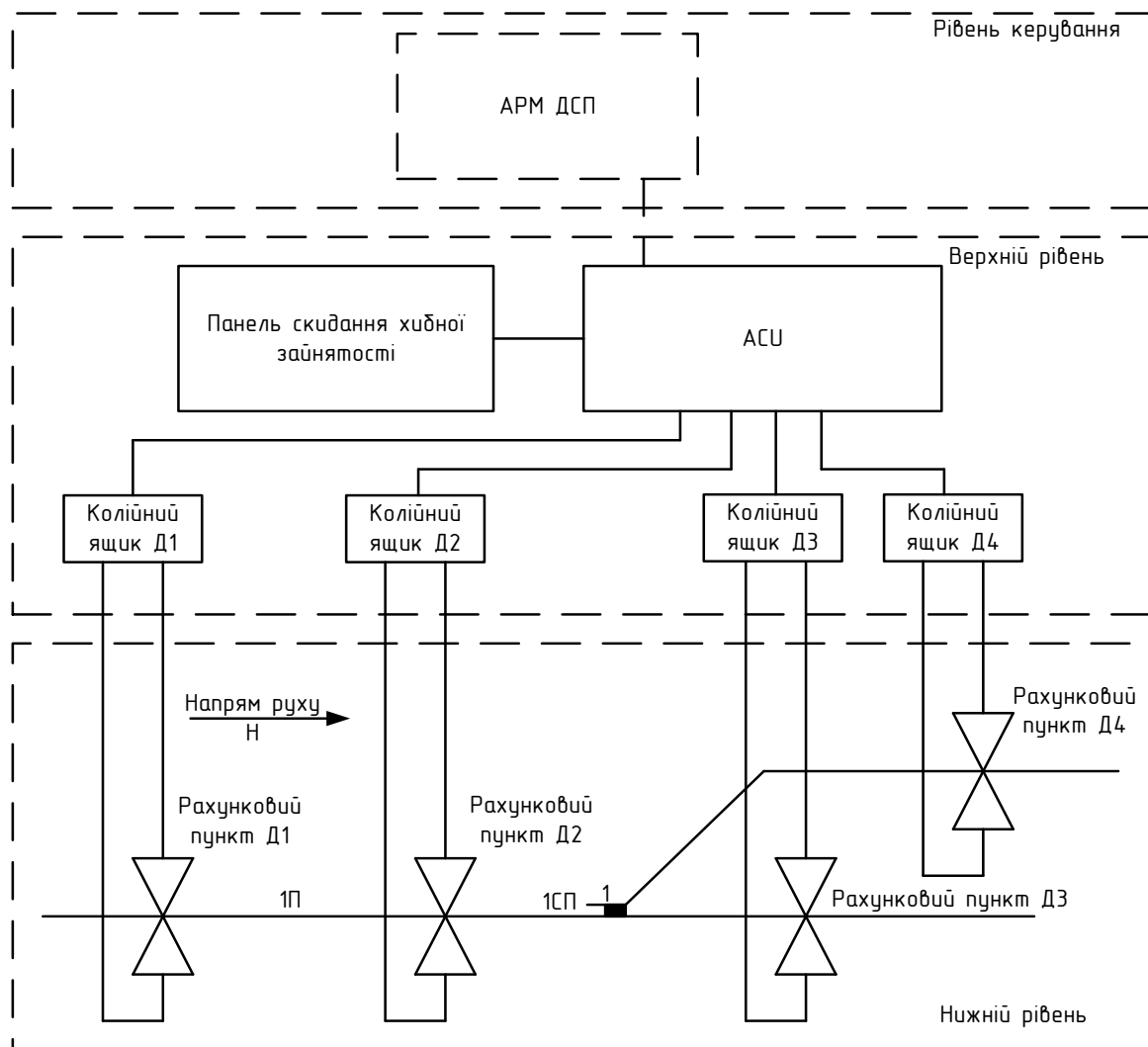


Рисунок 1.5 – Структурна схема макету системи лічення осей SCA-2
фірми General Electric

1.3.3.3 За допомогою імітатора реборди колеса виконати умови, що наведено у таблиці 1.1. Для цього необхідно провести послідовно через кожен рахунковий пункт відповідну кількість осей у відповідному напрямі. Зафіксуйте стан реле 1П і 1СП у таблиці 1.1. Після виконання кожного з п.п. таблиці виконати п.п. 1.3.3.2.

Таблиця 1.1 – Результати досліджень

№ п.п.	Умова*	Стан реле 1П (↑ або ↓)	Стан реле 1СП (↑ або ↓)	Примітки
1	Включення системи		-	
2	$N_{д1(H)} = N_{д2(H)}$			
3	$N_{д1(H)} > N_{д2(H)}$		-	
4	$N_{д1(H)} < N_{д2(H)}$		-	
5	$N_{д1(H)} = N_{д2(Ч)}$		-	
6	$N_{д1(H)} > N_{д2(Ч)}$		-	
7	$N_{д1(H)} < N_{д2(Ч)}$		-	
8	$N_{д1(H)} = N_{д1(Ч)}, N_{д2}=0$	-		
9	$N_{д2(H)} = N_{д3(H)}, N_{д4}=0$	-		
10	$N_{д2(H)} > N_{д3(H)}, N_{д4}=0$	-		
11	$N_{д2(H)} < N_{д3(H)}, N_{д4}=0$	-		
12	$N_{д2(H)} = N_{д3(Ч)}, N_{д4}=0$	-		
13	$N_{д2(H)} > N_{д3(Ч)}, N_{д4}=0$	-		
14	$N_{д2(H)} < N_{д3(Ч)}, N_{д4}=0$	-		
15	$N_{д2(H)} = N_{д2(Ч)}, N_{д3}=0,$ $N_{д4}=0$	-		
16	$N_{д2(H)} = N_{д4(H)}, N_{д3}=0$	-		
17	$N_{д2(H)} > N_{д4(H)}, N_{д3}=0$	-		
18	$N_{д2(H)} < N_{д4(H)}, N_{д3}=0$	-		
19	$N_{д2(H)} = N_{д4(Ч)}, N_{д3}=0$	-		
20	$N_{д2(H)} > N_{д4(Ч)}, N_{д3}=0$	-		
21	$N_{д2(H)} < N_{д4(Ч)}, N_{д3}=0$	-		
22	$N_{д3(Ч)} = N_{д3(H)}, N_{д2}=0,$ $N_{д4}=0$	-		

$N_{д1(H)}$ – кількість осей, що зафіксовано датчиком Д1 у непарному напрямі.

$N \geq 2$.

1.4 Зміст звіту

1.4.1 Назва та ціль роботи;

1.4.2 Структурна схема макету системи лічення осей SCA-2 фірми General Electric;

1.4.3 Таблиця з результатами досліджень;

1.4.4 Висновки за результатами досліджень.

1.5 Контрольні питання

1 Яке призначення електронної системи лічення осей?

2 З яких основних елементів складається пристрій контролю колійної ділянки шляхом лічення осей?

3 Яке призначення елементів пристрою контролю колійної ділянки шляхом лічення осей?

4 З яких основних елементів складається система лічення осей SCA-2?

5 Якому рівню безпеки відповідає блок лічення осей SCA-2? Поясніть чому?

6 З яких плат складається блок лічення осей SCA-2? Поясніть призначення.

7 Вкажіть на недоліки системи лічення осей SCA-2?

8 Наведіть переваги системи лічення осей SCA-2?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

Локомотивні пристрої АЛСН:

підсилювач локомотивний УК-25/50М-Д

2.1 Мета роботи

1 Вивчення принципів побудови, технічної реалізації схемних вузлів та функціонування підсилювача локомотивного УК-25/50М-Д.

2 Дослідження завадозахищеності та ефективності роботи підсилювача локомотивного УК-25/50М-Д за записами сигналів числового коду автоматичної локомотивної сигналізації неперервної дії (АЛСН), отриманих на залізничних дільницях з різним родом локомотивної тяги в умовах наявності електромагнітних завад та інших дестабілізуючих чинників, що спотворюють параметри сигналів числового коду АЛСН.

2.2 Технічні характеристики підсилювача та ефективність його функціонування в умовах електромагнітних завад

Підсилювач – це електронний прилад, який призначений для підсилення потужності сигналів змінного струму, отриманих з рейкової лінії (РЛ) локомотивними ПК, та перетворення амплітудно-маніпульованих сигналів в імпульси постійного струму для керування локомотивним релейним дешифратором.

Необхідність використання підсилювача полягає у тому, що потужність сигналів числового коду АЛСН, що наводяться в ПК у вигляді ЕРС змінного струму, є дуже малою для її безпосереднього використання у керуванні локомотивним дешифратором. Так, при струмі у рейках 1 А частотою 50 Гц потужність в ПК від наведеної ЕРС складає близько 5 мкВт, у той же час для роботи реле необхідна потужність 50 мВт, а струм

спрацювання та відпускання імпульсного реле (ИР) на виході УК – відповідно не більше 12 мА і не менше 4 мА при живленні вихідного каскаду УК номінальною напругою 50 В.

Відповідно до роду локомотивної тяги (автономна або електрична на постійному чи змінному струмі) в АЛСН використовуються сигнальні струми однієї з трьох частот – 25, 50, 75 Гц. Тому УК може бути використаний для підсилення та перетворення сигналів числового коду при струмі АЛСН з будь-якою із вказаних вище частот-носіїв залежно від роду локомотивної тяги на залізничних дільницях.

До основних електричних параметрів УК можна віднести такі: чутливість, час відновлення нормальної чутливості, напруга живлення (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Нормативні електричні параметри сигналів числового коду для локомотивних приймальних пристроїв системи АЛС-МУ

Найменування параметра	Значення параметра	
	номінальна напруга живлення, нормальні кліматичні умови	min та max напруга живлення, впливи дестабілізуючих чинників
1	2	3
Частота сигнального струму, Гц	25,0 ± 0,5 50,0 ± 1,0 75,0 ± 1,5	25,0 ± 0,5 50,0 ± 1,0 75,0 ± 1,5
Поріг чутливості, мВ, при частоті сигнального струму *): – 25 Гц;	<u>58 ÷ 81</u> (73,5 ± 7)	58 ÷ 100
– 50 Гц, електротяга постійного струму;	<u>160 ÷ 220</u> (203 ± 21)	160 ÷ 240

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
– 50 Гц, автономна тяга;	<u>105 ÷ 130</u> (119 ± 14)	100 ÷ 150
– 75 Гц	<u>200 ÷ 240</u> (220,5 ± 21)	200 ÷ 260
Половина смуги пропускання, Гц, не менше	6	5
Динамічний діапазон вхідних сигналів, дБ, не менше	30	30
Вибірковість на частотах сусідніх каналів і гармоніках мережі змінного струму частотою 50 Гц, дБ, не менше	40	30
Захищеність по сусідньому і дзеркальному каналах, дБ, не менше	16	16
Номінальна напруга вхідного сигналу, мВ, не менше, при частоті сигнального струму:		
– 25 Гц;	110	115
– 50 Гц, електротяга постійного струму;	280	325
– 50 Гц, автономна тяга;	165	190
– 75 Гц	300	345
Загасання при розрегулюванні вхідних сигналів на 25 Гц відносно частоти сигнального струму, дБ, не менше	45	45

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Час відновлення чутливості при стрибкоподібній зміні вхідного сигналу на 30 дБ від номінального рівня	0,9 до 1,3	0,9 до 1,3

*) В знаменнику у дужках наведено параметри чутливості підсилювача при використанні локомотивного релейного дешифратора ДКСВ.

Чутливість УК – це найменший неперервний струм в рейках, при якому спрацьовує реле ІР на виході УК. Живлення підсилювача здійснюється від бортового джерела живлення постійного струму з номінальною напругою 50 В з можливими відхиленнями ± 10 В. Допустимі пульсації напруги живлення не більше 1 %.

Час відновлення нормальної чутливості УК залежить від величини струму в рейках при його стрибкоподібному зменшенні з 25 А до номінального (при автономній тязі, електротязі змінного та постійного струму відповідно 1,2, 1,4, 2 А) повинний бути не більше 1,5 с (рисунок 2.1).

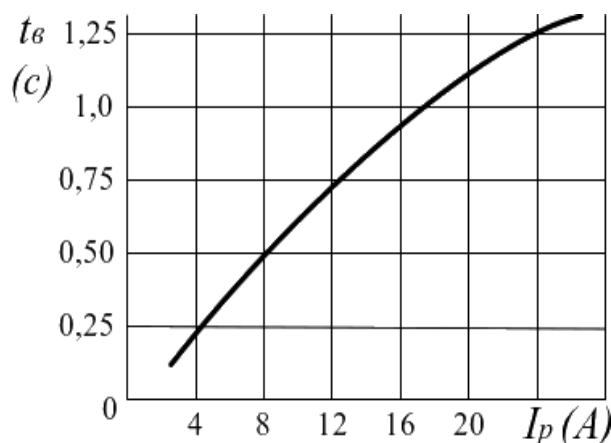


Рисунок 2.1 – Залежність часу відновлення чутливості УК від значення сигнального струму в РЛ

В загальному випадку при передаванні сигнального струму по тракту «РЛ – локомотивні пристрої АЛСН» з значною кількістю реактивних та комутуючих елементів одна частина цих пристроїв збільшує, друга скорочує тривалість імпульсів та інтервалів, але вони на контакті ИР на виході УК повинні залишатися у допустимих межах, чисельні показники яких наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Допустимі тривалості імпульсів та інтервалів у тракті передавання сигналів від РК на локомотивні пристрої АЛСН

Символ кодової комбінації	Допустима тривалість імпульсів та інтервалів, с			
	КПТ	на контактах ТР	в рейках під ПК	на контактах ИР підсилювача
Короткий інтервал	0,12	0,11 – 0,17	0,05 – 0,17	0,07 – 0,19
1-й імпульс	0,35	0,30 – 0,36	0,27	0,25
1-й імпульс КЖ	0,23	0,18 – 0,24	0,14	0,12
2-й та 3-й імпульс	0,22	0,17 – 0,23	0,09	0,07
Довгий інтервал	0,57	0,56 – 0,62	0,48	0,50

Накопичення енергії електромагнітного поля елементами ФЛ з її подальшим розсіюванням протягом часу, що відповідає сталій часу реактивних елементів фільтра, приводить до того, що в кодовому циклі на виході ФЛ відбувається спотворення часових параметрів імпульсів та інтервалів із збереженням загальної довжини кодового циклу. Для порівняння з допустимими нормованими часовими параметрами імпульсів та інтервалів (таблиця 2.2) у таблиці 2.3 наведено усереднені експериментальні дані щодо тривалості складових коду З на виході ФЛ (швидкість руху поїзда 95 км/год) залежно від місця знаходження локомотивних ПК – на вхідному та вихідному кінцях РК (рисунок 2.2, де

рівень сигналів наведено у децибелах (дБ), як і на інших епюрах, що наведені нижче за текстом).

Таблиця 2.3 – Експериментальні дані щодо тривалості складових числового коду 3 із виходу ФЛ на вхідному та вихідному кінцях РК

Місце вимірювання	1-й імпульс, с	1-й інтервал, с	2-й імпульс, с	2-й інтервал, с	3-й імпульс, с	3-й інтервал, с
КПТ	0,35	0,12	0,22	0,12	0,22	0,57
Вхідний кінець РК	0,38	0,102	0,298	0,11	0,25	0,46
Вихідний кінець РК	0,417	0,07	0,33	0,08	0,28	0,44

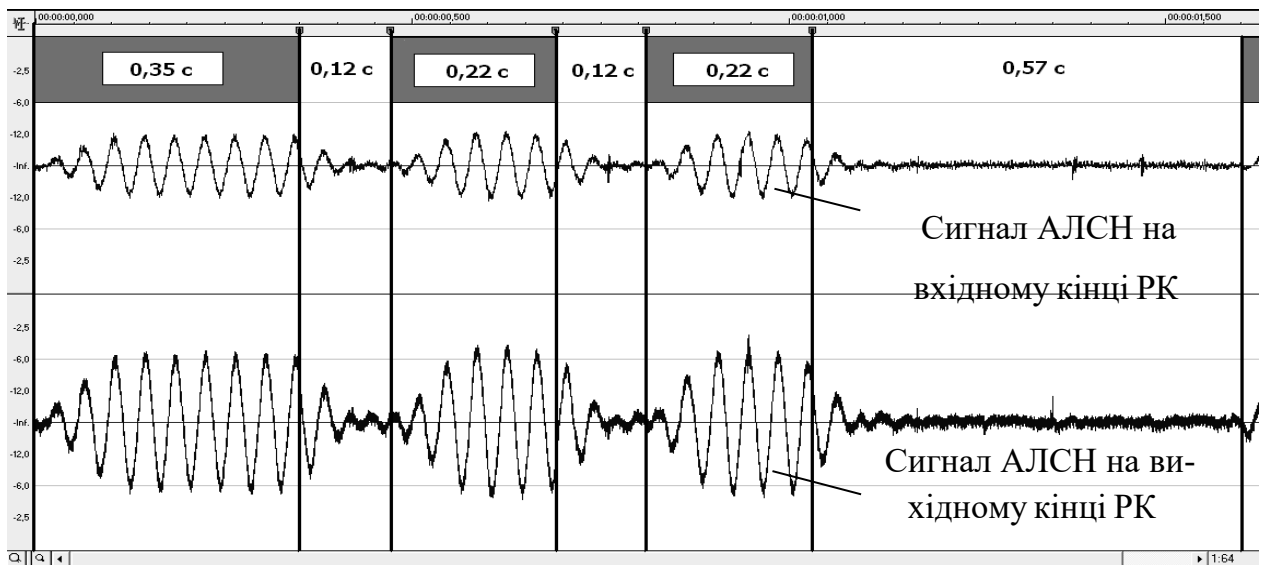


Рисунок 2.2 – Імпульсні послідовності коду 3 (вихід ФЛ) на вхідному та вихідному кінцях РК

Як видно із наведених даних, більший сигнальний струм АЛСН вихідного кінця РК більшою мірою спотворює часові параметри числового коду на її вихідному кінці порівняно із його вхідним кінцем, подовжуючи

імпульси та скорочуючи всі інтервали числового коду. Це пояснюється більшою енергією, що запасється в реактивних елементах ФЛ при більшому рівні наведеної ЕРС в ПК, якій сприяє більший струм вихідного (живильного) кінця РК. Імпульси завади, що індуються в локомотивних ПК і надходять на вхід ФЛ, є джерелом живлення його реактивних елементів – котушок індуктивності та конденсаторів. Відповідно до цього накопичена елементами фільтра енергія електричного та магнітного полів буде збуджувати коливання в контурах ФЛ та розсіюватися при їхньому виникненні (активні втрати) із замиканням струму у вигляді загасаючих гармонічних коливань на виході фільтра через навантаження, тобто УК. Перехідна характеристика ФЛ, як реакція вихідного сигналу на серію прямокутних імпульсів (одиничний стрибок сигналу) на його вході (ПФ, ЗФ – відповідно передній та задній фронт імпульсу), зображена на рисунку 2.3. Частота цих коливань, природно, відповідає настроюванню контурів ФЛ на смуги його пропускання.

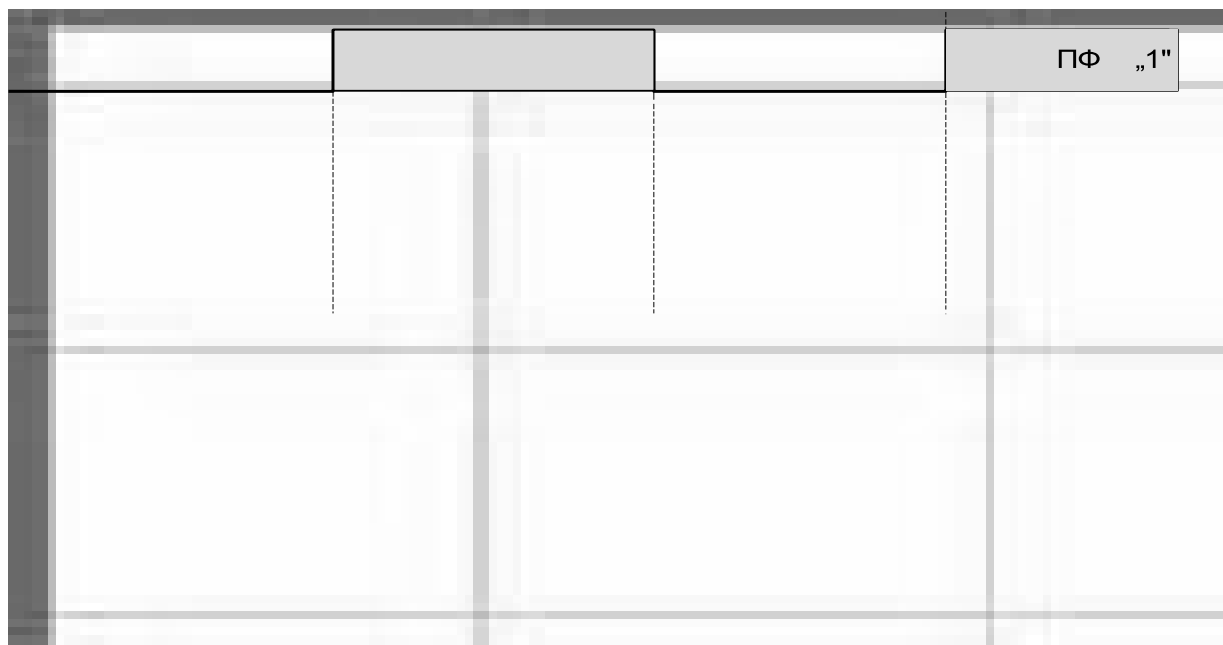


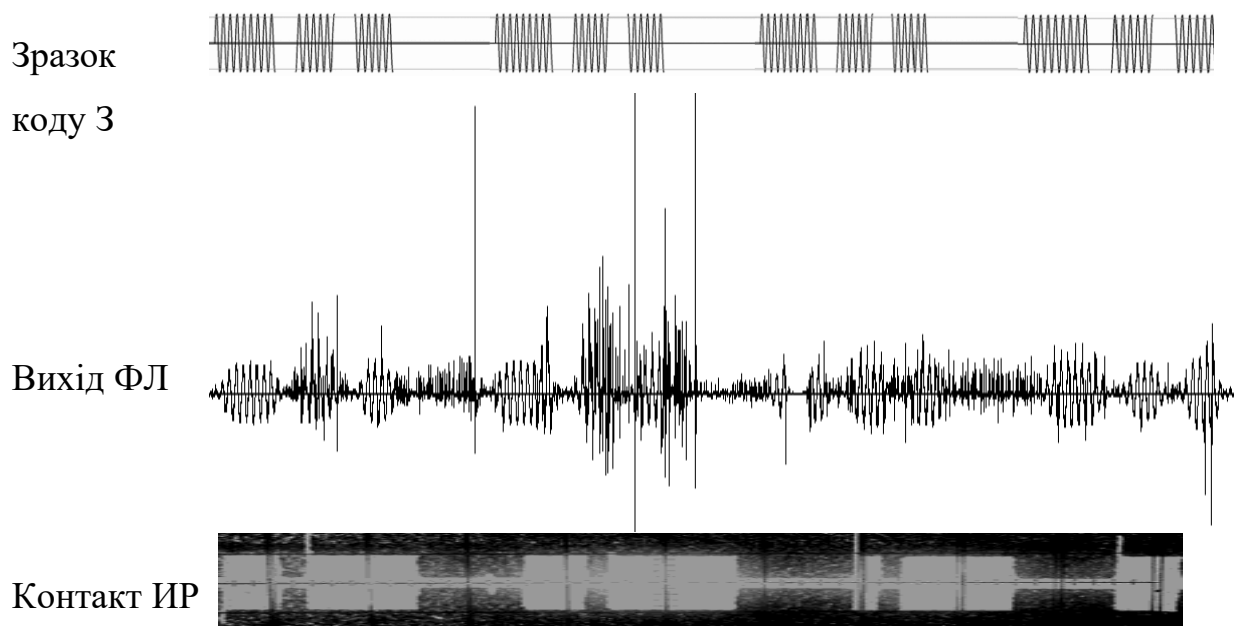
Рисунок 2.3 – Експериментальна перехідна характеристика ФЛ-25/75М

Складність умов роботи приймальних пристроїв АЛСН можна спостерігати за наведеними нижче записами сигналів числового коду (рисунок 2.4). Як видно з епюри напруги на виході ФЛ (рисунок 2.4,а), перший та другий цикли коду З практично знищені завадами. У третьому циклі спостерігається достатньо рідкий випадок – дроблення під дією завади першого імпульсу (тривалість 0,35 с) на два короткі імпульси.

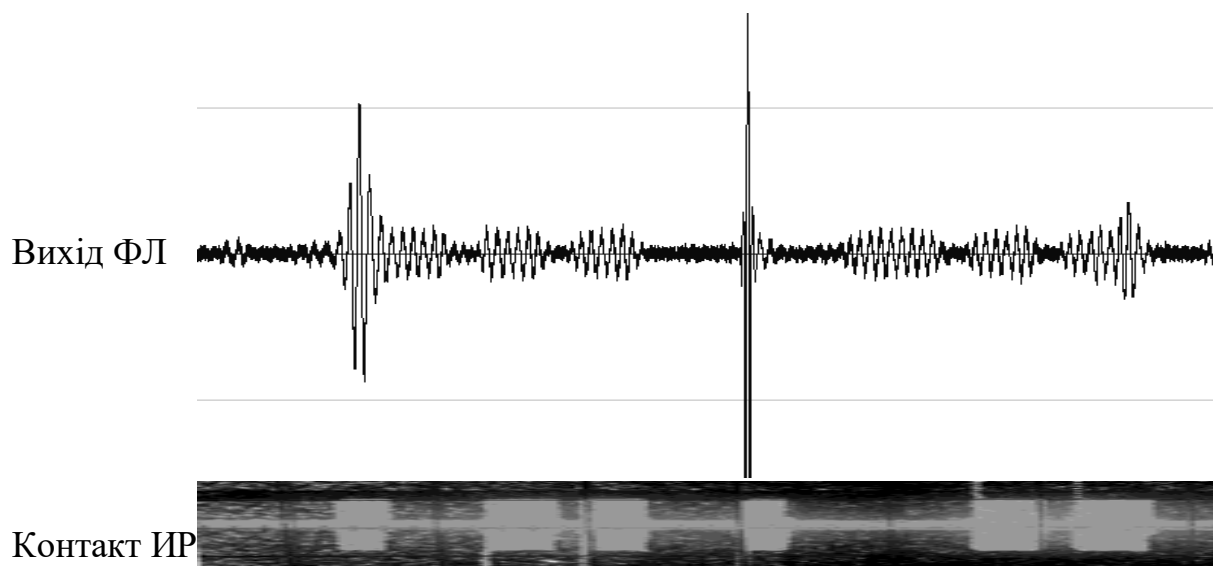
Жодний з трьох циклів на виході УК не сформований, як код З, тому неправильною буде і робота локомотивного дешифратора, на вхід якого надходитиме імпульсна послідовність, що формується контактом реле ІР (осцилограму спрацювання ІР наведено під епюрою напруги на виході ФЛ). Відповідно на локомотивному світлофорі також буде спотворене і сигнальне показання З на інше, менш дозвільне, що негативно вплине на режим руху поїзда.

Зникнення у кодовій послідовності на осцилограмі першого короткого імпульсу (неспрацювання реле ІР) від дробленого першого імпульсу у третьому циклі можна пояснити роботою каскаду автоматичного регулювання підсилення (АРП) в УК. На час відновлення АРП (приблизно 0,5...0,6 с) після тривалої потужної завади коефіцієнт підсилення УК практично дорівнює нулю, тому реле ІР не спрацьовує під час наявності на виході УК першого дробленого короткого імпульсу.

Доволі розповсюджений випадок електромагнітних завад наведено на рисунку 2.4,б. Із запису кодової послідовності виділено два цикли коду З, спотворених завадами. На наведеній епюрі напруги на виході ФЛ завадами вражені перший імпульс першого кодового циклу, третій імпульс другого циклу та обидва довгих інтервали.



а)



б)

Рисунок 2.4 – Елюри напруги сигналів АЛСН на виході ФЛ та осцилограми роботи ИР на виході УК при наявності потужних імпульсних електромагнітних завад

На осцилограмі (вхід осцилографа підключено до контакту реле ИР) можна спостерігати, як спотворення сигналів АЛСН від дії завад вплинули на кодові послідовності, які будуть подані на вхід дешифратора. Від завади у першому імпульсі першого циклу за рахунок часу відновлення АРП

спрацювання ІР відбулося лише на час дії завади. Загалом скоротився перший імпульс, спотворився перший інтервал з тривалості 0,12 с до 0,3 с, а це більше часу затримки на знеструмлення реле-лічильника 1 (0,25...0,28 с). За рахунок потужної завади у довгому інтервалі працездатність УК було відновлено через 0,6...0,7 с, внаслідок чого було втрачено перший імпульс другого кодового циклу. В той же час у другому довгому інтервалі від імпульсу завади помилково спрацювало реле ІР. Таким чином, обидва кодових цикли не будуть дешифрованими, як код 3.

Для аналізу, наведеного вище, було обрано записи уражених завадами сигналів числового коду 3 з приводу того, що при коді 3 поїзд має достатньо високу швидкість руху (для обраних двох кодових послідовностей швидкість руху поїзда становить відповідно 95 та 114 км/год). При таких швидкостях руху і спостерігається значна кількість завад, особливо при проходженні поїздом горловин станцій. При русі поїзда по кодових сигналах Ж, КЖ (з відповідними обмеженнями швидкості) епюри напруги числових кодів на виході ФЛ більш чіткі і не мають таких спотворень, як при коді 3.

2.3 Опис функціонування схеми електричної принципової УК-25/50М-Д

Живлення УК здійснюється від локомотивного джерела постійного струму номінальною напругою 50 В з допустимими відхиленнями ± 10 В та пульсаціями напруги живлення не більше 1 % (рисунок 2.5).

Підсилювач має два входи:

- $Vx1 - Vx2$ – для підключення УК до ПК у разі використання сигнального струму АЛСН частотою 50 Гц;
- $Vx2 - Vx3$ – для підключення УК до фільтра ФЛ-25/75М у разі використання сигнального струму АЛСН 25 або 75 Гц (вхід загальний у разі використання будь-якої з цих двох частот).

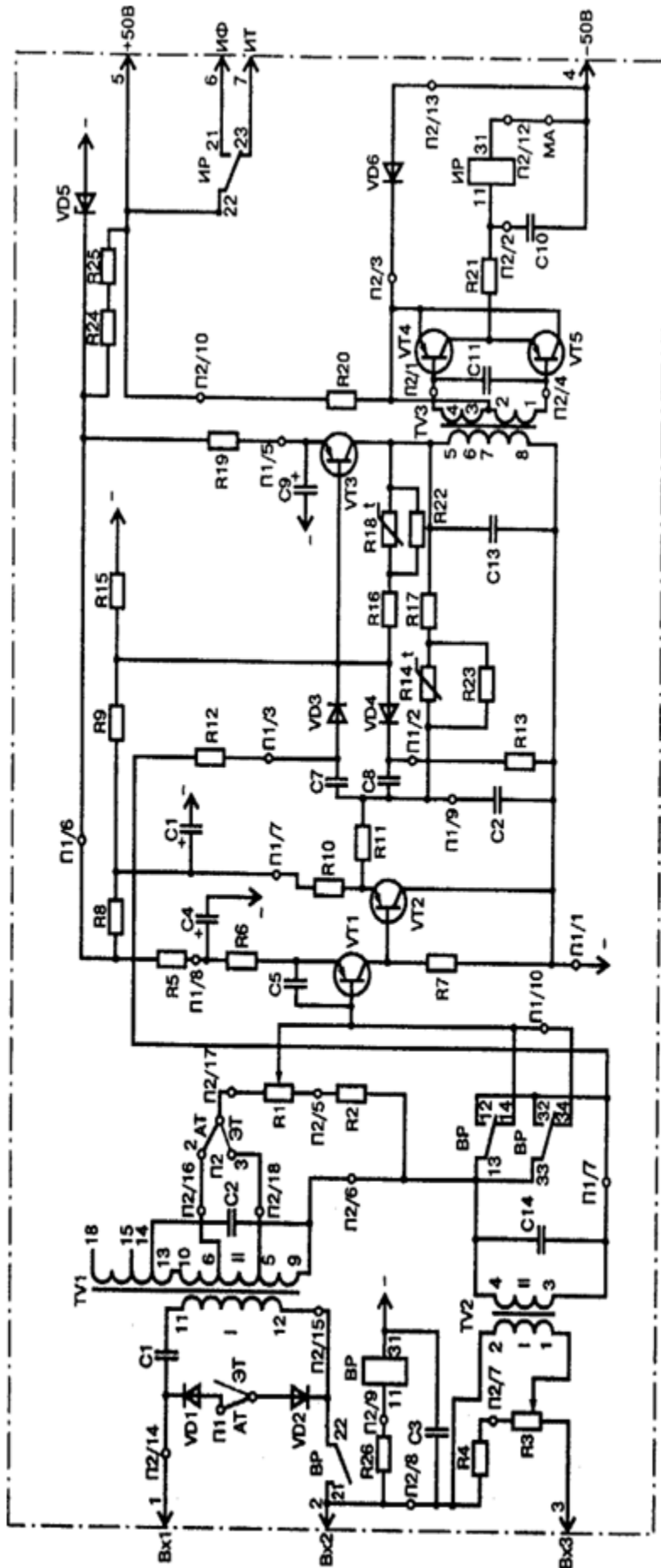


Рисунок 2.5 – Схема електрична принципова підсилювача УК-25/50М-Д

Комутація входів УК до виходу попередніх каскадів відповідно до використовуваної сигнальної частоти (ПК – частота 50 Гц, ФЛ – частота 25 або 75 Гц) здійснюється допоміжним реле *BP*, що входить до конструкції підсилювача. При збудженому *BP* (шляхом натискання машиністом зовнішньої допоміжної кнопки *BK* реле *BP* підключається до локомотивного джерела живлення постійного струму) можливе приймання сигналів на частоті 50 Гц. В колі реле *BP* резистор *R26* призначений для обмеження струму, а конденсатор *C3* є шунтом для високочастотних завад, що можуть надходити на вхід УК через локомотивне джерело живлення. Локомотивні ПК, що з'єднані між собою послідовно зустрічно, підключаються через *Bx1* – *Bx2* до первинної обмотки трансформатора *TV1* (820 витків) і утворюють з нею загальну індуктивність (рисунок 2.6), а разом з конденсатором *C1* (0,75 мкФ ± 5 %) це коло є послідовним *LC* контуром з частотою резонансу 47 Гц (добротність 3...4).

Локомотивні ПК, що з'єднані між собою послідовно зустрічно, підключаються через *Bx1* – *Bx2* до первинної обмотки трансформатора *TV1* (820 витків) і утворюють з нею загальну індуктивність (рисунок 2.6), а разом з конденсатором *C1* (0,75 мкФ ± 5 %) це коло є послідовним *LC* контуром з частотою резонансу 47 Гц (добротність 3...4).

У другого контуру, утвореного паралельним з'єднанням вторинної обмотки трансформатора *TV1* (1700 витків з відводами від 60, 75, 90, 105 витків) та конденсатора *C2* (3,9 мкФ ± 5 %), частота резонансу дорівнює 50 Гц, а добротність контуру – 10.

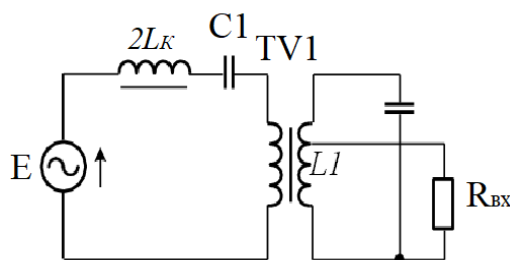


Рисунок 2.6

Таким чином, обидва взаємопов'язані контури, що мають трансформаторний зв'язок (індуктивність зв'язку $0,7$ Гн), утворюють простий односмуговий фільтр з центральною частотою пропускання 50 Гц.

Електрична схема фільтра для частоти 50 Гц $TV1$ дає змогу змінювати індуктивність контуру, тим самим робити підстроювання його на частоту резонансу 50 Гц (резонансу струмів), при якому напруга на елементах контуру є максимальною, а також змінювати напругу, що подається на перший каскад підсилювача (транзистор $VT1$). У послідовному контурі у той же час спостерігається резонанс напруг з максимальним значення струму у первинній обмотці трансформатора $TV1$ на частоті 47 Гц.

Смуга пропускання фільтра, що на його резонансній кривій визначається як спектр частот, в межах якого струм або напруга на другому контурі, що подаються на вхід першого каскаду ($VT1$) підсилювача, не знижуються нижче $0,7$ відносно своєї максимальної величини (на частоті 50 Гц), знаходиться в межах $43\dots 57$ Гц. Тобто смуга пропускання фільтра на рівні $0,7 \cdot U_{max}$ складає $14\dots 16$ Гц. При відхиленні від частоти 50 Гц на ± 5 Гц напруга на виході фільтра зменшується не більше ніж на 15% від максимального значення. Другий вхід підсилювача ($Bx2 - Bx3$), що підключається тилловими контактами реле ВР до виходу ФЛ-25/75М (при частоті сигнального струму АЛСН 25 або 75 Гц), має прохідний трансформатор $TV2$ для узгодження вихідного опору ФЛ-25/75М з вхідним опором першого каскаду УК (транзистор $VT1$).

Перемикач $П2$ між виходом фільтра (50 Гц) та першим каскадом підсилення ($VT1$) встановлюється в положення $ЭТ$ на лініях з електричною тягою постійного струму, внаслідок чого чутливість УК зменшується у порівнянні з тою, що потрібна при автономній тязі. Таке переключення здійснюється на локомотивах з автономною тягою при їхньому русі по неелектрифікованих (положення $АТ$) та електрифікованих (положення $ЭТ$) дільницях.

Підсилювач має чотири транзисторні каскади: три для попереднього підсилення сигналів числового коду АЛСН та вихідний (двотактний) каскад з імпульсним реле ІР. У всіх каскадах транзистори включені за схемою із загальним емітером, за виключенням другого каскаду з транзистором VT_2 , що включений за схемою із зальним колектором.

Живлення перших трьох каскадів підсилення ($VT_1 - VT_3$) здійснюється за допомогою подільника напруги $R_{24}, R_{25} - VD_5$ від локомотивного джерела живлення (50 ± 10) В, напруга живлення при цьому становить 11,5...14 В (напруга стабілізації стабілітрона VD_5). Четвертий каскад підсилення (колекторні кола транзисторів VT_4, VT_5 вихідного двотактного підсилювача) отримує стабілізоване живлення напругою 9...12 В, яке задається подільником напруги $R_{20} - VD_6$ (є напругою стабілізації стабілітрона VD_6).

Перший каскад УК виконаний на транзисторі VT_1 і працює в класі А. Положення робочої точки, що визначає початковий струм $I_{кн}$ в колекторному колі транзистора, при відсутності вхідного сигналу задається струмом бази, що протікає у колі: + U_1 (середня точка подільника напруги $R_{24}, R_{25} - VD_5$), резистори R_5, R_6 , перехід «емітер-база» VT_1 , ділянки кіл вхідних фільтрів з контактами реле BP та вторинна обмотка трансформатора T_2 , резистор R_{12} , стабілітрон VD_3 , резистор R_{15} , – U_1 . Стабілізація режиму роботи каскаду підсилення на VT_1 (забезпечення незмінного початкового струму $I_{кн}$) досягається негативним зворотним зв'язком по постійному струму, що утворюється падінням напруги на резисторах R_5, R_6 . Для того щоб резистор R_5 не зменшував значення змінної складової сигналу, він шунтований конденсатором C_4 . Резистор R_6 , що утворює негативний зворотний зв'язок за змінною складовою, дозволяє шляхом зміни його опору регулювати коефіцієнт підсилення каскаду. Негативний зворотний зв'язок за змінною складовою забезпечується також конденсатором C_5 , Основне призначення цього кола – за допомогою сильного негативного зворотного

зв'язку послабити дію високочастотних завад, які можуть проникнути на вхід УК із зовнішніх кіл через ємності між проводами.

Другий каскад підсилення виконаний на транзисторі *VT2*, який включений за схемою емітерного повторювача і забезпечує підсилення сигналу лише по струму. Цього достатньо для забезпечення роботоспроможності третього каскаду на транзисторі *VT3* з урахуванням включення між другим та третім каскадами схеми АРП на стабілітронах *VD3*, *VD4* та конденсаторах *C7*, *C8*.

АРП необхідне для виключення перекручувань кодових сигналів, що приймаються з РЛ. Рівень струму у рейках під ПК по мірі руху локомотива від вхідного кінця блок-ділянки до її вихідного кінця може змінюватися у 10...20 разів залежно від довжини РЛ та провідності баласту. При цьому на вхідному кінці РЛ необхідно забезпечити нормативний струм відповідно до роду локомотивної тяги. На рисунку 2.7 наведено залежність струму АЛСН у рейках від відстані голови поїзда до вихідного кінця блок-ділянки, для РЛ з нормативними параметрами довжиною 2,6 км. Залежність сигналів на вході УК при такій зміні струму можна спостерігати на рисунку 2.2 (рівень сигналів – у дБ, тобто, напруга з виходу ФЛ на вхідному та вихідному кінцях РЛ відрізняється на порядок). При незмінній чутливості УК із зростанням вхідного сигналу по мірі руху локомотива по блок-ділянці спостерігалось б подовження імпульсів та скорочення інтервалів (при незмінній сталій часу перехідного процесу ФЛ при зростанні рівня струму в рейках зменшується час наростання фронту імпульсу та збільшується час його спаду від встановленого значення до порога чутливості УК). За допомогою АРП чутливість УК зменшується, що сприяє неперекрученому прийому кодових сигналів.

За принципом дії схема АРП є двостороннім обмежувачем вхідного сигналу третього каскаду (*VT3*). Нормально через стабілітрони *VD3* та *VD4* подається струм зміщення, від якого залежать поріг обмеження та

ефективність дії АРП. Коло струму зміщення $VD3$: + $U1$, $R5$, $R6$, перехід «емітер – база» $VT1$, $R12$, $VD3$, $R15$, – $U1$. Коло струму зміщення $VD4$: + $U1$, $R8$, $R9$, $VD4$, $R13$, – $U1$.

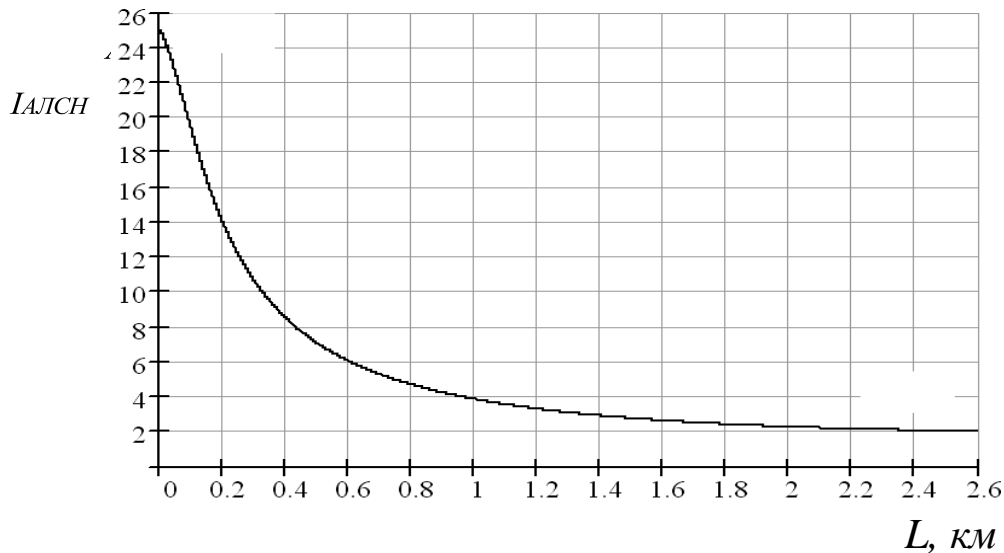


Рисунок 2.7 – Залежність амплітуди струму АЛСН в рейках під ПК від відстані локомотива до вихідного кінця блок-ділянки

Під час імпульсу кодового сигналу в РЛ на вхід третього каскаду $VT3$ надходить змінний сигнал $u_{вх3}$ з виходу другого каскаду підсилення $VT2$ (падіння напруги на резисторах $R8$, $R10$). При негативній відносно емітера $VT2$ полярності напівхвилі вхідного сигналу, що протікає через перехід «емітер – база» $VT3$, заряджається конденсатор $C8$ по колу: + $u_{вх3}$ (вузол між $R5$, $R8$), $R19$, перехід «емітер – база» $VT3$, $VD4$, $C8$, $R11$, – $u_{вх3}$. (емітер $VT2$). При зворотній, позитивній полярності вхідного сигналу заряджається конденсатор $C7$ по колу: – $u_{вх3}$ (вузол між $R5$, $R8$), $R19$, перехід «емітер – база» $VT3$, $VD3$, $C7$, $R11$, + $u_{вх3}$ (емітер $VT2$). Струм заряду конденсаторів $C8$ та $C7$ зростає пропорційно значенню $u_{вх3}$, тобто рівню струму кодового сигналу в РЛ. При миттєвій негативній полярності вхідного сигналу $u_{вх3}$ конденсатор $C7$ розряджається по колу: + $u_{вх3}$ (вузол між $R5$, $R8$), $R19$,

перехід «емітер – база» $VT3$, $VD3$, $C7$, $R11$, – $u_{\text{вх3}}$ (емітер $VT2$). Максимальний струм розряду конденсатора $C7$ дорівнює струму зміщення через стабілітрон $VD3$, який в основному визначається опором резистора $R19$. Аналогічно при зворотній миттєвій полярності розряджається конденсатор $C8$: – $u_{\text{вх3}}$ (вузол між $R5$, $R8$), $R19$, перехід «емітер – база» $VT3$, $VD4$, $C8$, $R11$, + $u_{\text{вх3}}$ (емітер $VT2$), максимальний струм розряду якого дорівнює струму зміщення через стабілітрон $VD4$, який в основному визначається опором резистора $R13$.

При малих значеннях $u_{\text{вх3}}$ струм заряду конденсаторів $C7$, $C8$ не перевищує струм зміщення через стабілітрони $VD3$, $VD4$ і тому дорівнює струму розряду $C7$, $C8$, які виявляються внаслідок цього розрядженими.

При збільшенні рівня кодового струму в рейках при деякому його значенні струм заряду конденсаторів $C7$, $C8$ виявляється більшим, ніж струм зміщення через стабілітрони $VD3$, $VD4$ і відповідно більшим, ніж струм розряду конденсаторів. Внаслідок цього на конденсаторах $C7$, $C8$ виявляється залишковий заряд. Ця напруга протидіє вхідному сигналу, тому чутливість УК зменшується. В інтервалах між імпульсами конденсатори $C7$ та $C8$ розряджаються відповідно по колах: + U_{C7} , $R11$, $R10$, $R8$, $R5$, $R6$, перехід «емітер – база» $VT1$, $R12$, – U_{C7} та + U_{C8} , $R13$, – $U1$, + $U1$, $R8$, $R10$, $R11$, – U_{C8} . Сталі часу розряду конденсаторів можуть бути прийняті такими: $\tau_7 = C7 \cdot R12$, $\tau_8 = C8 \cdot R13$, і обираються такими, щоб забезпечити мінімальне перекручування параметрів кодових комбінацій АЛСН.

Максимального значення напруга на конденсаторах $C7$, $C8$ досягає тоді, коли голова поїзда знаходиться на вихідному кінці блок-ділянки, з якого здійснюється живлення РК. При цьому чутливість УК є мінімальною. Коли голова поїзда вступає на наступну блок-ділянку (наступне РК), величина струму в рейках, а відповідно, і рівень сигналу на вході УК, стрибкоподібно знижується в 10...20 разів. Така зміна струму в рейках з максимального значення (I_{Pmax}) до нормативного ($I_{Pном}$) (рисунок 2.7)

призводить до втрати чутливості підсилювачем протягом часу, який називають часом відновлення t_6 (рисунок 2.1), тобто доки конденсатори $C7$, $C8$ не розрядяться, чутливість УК є недостатньою для сприйняття кодового сигналу.

Підвищення ефективності дії АРП збільшує завадозахищеність УК при гармонічних та імпульсних завадах у випадку відносно високого рівня корисного кодового сигналу. Рівень корисного сигналу при наближенні голови поїзда до живильного кінця РК значно перевищує нормативний струм спрацювання імпульсного реле на виході УК (рисунок 2.7). Тому якщо автоматично підвищити струм спрацювання УК до рівня діючого в РЛ корисного сигналу (занадто більшого за нормативний), то завади, що менші за рівнем від корисного сигналу, але перевищуватимуть нормативну чутливість, не викликатимуть збоїв у нормальній роботі АЛСН.

При низькому рівні корисного сигналу і високому рівні завади, що накладається на сигнал, збільшується вірогідність дроблення сигналів, зниження чутливості підсилювача, збільшення часу його відновлення (що спостерігається на епюрі – рисунок 2.4,б). Для виключення цього явища в схемі АРП використано нелінійний зворотний негативний зв'язок. Між входом АРП та виходом третього каскаду підсилення ($VT3$) включено коло з додатковими резисторами $R14$, $R17$, $R23$. Це підвищує термостабільність характеристик підсилювача, а введення негативного зворотного зв'язку сприяє тому, що регулювання підсилення починає діяти тільки при досягненні визначеного рівня сигналу, в результаті чого АРП підсилювача значно покращується. Дія негативного зворотного зв'язку нелінійна. При збільшенні рівня вхідного сигналу в 2–рази у порівнянні з чутливістю УК транзистор $VT3$ працює в режимі обмеження, і подальше збільшення вхідного сигналу не змінює рівень сигналу негативного зворотного зв'язку.

Третій каскад на транзисторі $VT3$ працює в класі A . Положення робочої точки задається подільником напруги на резисторах $R15$ та $R8$, $R9$.

Стабілізація режиму роботи третього каскаду підсилення (незмінність початкового струму $I_{кн}$ в колекторному колі $VT3$) досягається негативним зворотним зв'язком по постійному струму, що утворюється падінням напруги на резисторі $R19$. Для того, щоб $R19$ не зменшував змінну складову сигналу, він шунтований конденсатором $C9$. Для підвищення термостабільності характеристик УК в колі негативного зворотного зв'язку $VT3$ включено терморезистор $R18$ з негативним температурним коефіцієнтом (із зниженням температури опір $R18$ збільшується, негативний зворотний зв'язок зменшується, коефіцієнт підсилення УК зростає).

Четвертий каскад підсилення – кінцевий, двотактний, виконаний на транзисторах $VT4$, $VT5$ з навантаженням у вигляді імпульсного реле постійного струму $ИР$ типу КДР1 з одним трійниковим контактом (+ 50 В від загального контакту 21 на виходи $ИФ$, $ИТ$ підсилювача), опором обмотки 280 Ом та потужністю спрацювання не більше 40 мВт. Колекторні кола транзисторів $VT4$, $VT5$ отримують стабілізоване живлення напругою 9...12 В, що утворено подільником $R20 - VD6$ і є напругою стабілізації $VD6$. При відсутності струму в рейках транзистори $VT4$, $VT5$ закриті, струм через обмотку $ИР$ не протікає, реле знеструмлене. Поява на напівобмотках 1–2 та 3–4 трансформатора $TV3$ змінної напруги викликає почергове відкриття $VT4$, $VT5$ у відповідні півперіоди змінного струму вхідного сигналу, внаслідок чого в кожному півперіоді через обмотку $ИР$ протікає струм одного напрямку (здійснюється двонапівперіодне випрямлення сигналу). Для згладжування пульсацій випрямленого струму та підтримки постійної напруги на обмотці $ИР$ використано конденсатор $C10$.

Параметри схеми АРП для ліній з автономною тягою обираються з урахуванням параметрів амплітудного обмежувача (діоди $VD1$, $VD2$, що ввімкнені послідовно зустрічно в колі первинної обмотки $TV1$). Для дільниць з електричною тягою постійного струму амплітудний обмежувач не використовується (відповідне положення перемикача $П1$ в колі обмежувача на $VD1$, $VD2$).

Імпульсне реле *ИР* є виконавчим органом локомотивного підсилювача. Під час імпульсу струму в РК реле *ИР* замикає фронтний контакт, через який подається живлення +50 В на вихід *ИФ*, при інтервалі *ИР* відпускає якір, через його тиловий контакт живлення +50 В подається на вихід *ИТ* підсилювача.

Опис робочого місця

Лабораторний макет складається з ПЕОМ стандартної комплектації, яка має звукову карту з можливістю роботи в дуплексному режимі, та локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д. Електричне живлення УК здійснюється від джерела живлення постійного струму 50 В. Елементи підсилювача розміщені на шасі і закриті кришкою. На верхній частині кришки УК встановлено галетний перемикач на п'ять положень, за допомогою якого здійснюється комутація входу звукової карти ПЕОМ на виходи окремих каскадів УК:

- положення 1 – вихід першого каскаду підсилення УК;
- положення 2 – вихід другого каскаду підсилення УК, вхід каскаду АРП;
- положення 3 – вихід третього каскаду підсилення;
- положення 4 – вихід четвертого каскаду підсилення, обмотка імпульсного реле;
- положення 5 – вихід 6 (ИФ) УК (фронтний контакт ИР).

Таким чином, відповідно до форми сигналу, що подається на вхід УК, можливе послідовне покаскадне спостереження за формою та перетворенням сигналу числового коду АЛСН, його запис у пам'ять ПЕОМ з виходу різних каскадів УК (п'ять контрольних точок спостереження). Для цього в ПЕОМ використано звукову карту, яка може одночасно реалізувати відтворення сигналів з видаванням їх на лінійний вихід та приймання і

відображення сигналу з контрольних точок УК (так званий дуплексний режим).

Для відтворення сигналу числового коду використовується програма звукового редактора Sound Forge, після запуску якої необхідно відкрити файли із записами числового коду АЛСН, отриманими від керівника занять як індивідуальне завдання.

Дослідження за сигналами, що перетворюються та підсилюються УК, здійснюється з використанням програми звукового редактора Cool Edit Pro, на базі якого реалізовано функцію запам'ятовуючого осцилографа. Відтворені та відображені на екрані монітора епюри напруги числового коду можуть бути збережені у будь-якому дозвільному форматі звукового редактора Cool Edit Pro або записані у форматі зображення (.bmp, .jpeg) із використанням функції Print Screen для їхнього використання у подальшому аналізі ефективності роботи УК.

2.4 Програма виконання лабораторної роботи

1 Вивчення призначення, особливостей побудови, схемної реалізації та функціонування в локомотивних пристроях АЛСН підсилювача УК-25/50М-Д.

2 Дослідження ефективності функціонування підсилювача УК-25/50М-Д із збереженням результатів досліджень у файл при подачі на вхід УК записів сигналів числового коду АЛСН за варіантами, що видаються в електронному вигляді керівником занять індивідуально кожному студенту.

3 Аналіз причин збоїв в роботі підсилювача УК-25/50М-Д за результатами досліджень по п. 2 при наявності в записах числового коду електромагнітних завад.

2.5 Методика виконання лабораторної роботи

Частина 1

Самопідготовка й допуск до виконання роботи

Самостійно за рекомендованою літературою [2-5] та цими методичними вказівками необхідно в системі АЛСН визначити:

- структурну схему тракту передавання сигналів числового коду з колії на локомотив;
- місце і функціональне призначення локомотивного підсилювача.

На базі самостійної підготовки до проведення досліджень у лабораторії потрібно пройти допуск, для чого необхідно правильно відповісти на питання викладача й подати в оформленому вигляді перші три пункти звіту про роботу.

Частина 2

Дослідження ефективності функціонування локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д при відсутності та наявності електромагнітних завад в індуктивному каналі зв'язку між колійними і локомотивними пристроями АЛСН:

- 1 Ознайомитися з лабораторним стендом та вимірювальними приладами, що знаходяться на ньому.
- 2 Не вмикаючи живлення стенда, вивчити схему електричну принципову локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д.
- 3 Отримати у керівника занять файли із фрагментами записів сигналів числового коду АЛСН з виходу локомотивного фільтра.
- 4 Провести практичні дослідження ефективності роботи локомотивного підсилювача при відсутності та наявності електромагнітних завад в індуктивному каналі АЛСН та тракці локомотивних приймальних пристроїв. Для чого виконати таке:

– ввімкнути тумблер Т1 «Сеть» і за допомогою автотрансформатора АТ1 встановити напругу живлення підсилювача $=50$ В за показанням вольтметра V;

– встановити перемикач контрольних точок УК в положення 1;

– завантажити у звуковий редактор Sound Forge (активне вікно на верхній половині екрана монітора) файл запису кодової послідовності АЛСН, ввімкнути функцію його циклічного відтворення;

– у «вікні» звукового редактора Cool Edit Pro (нижня половина екрана монітора) в момент початку відтворюваної послідовності ввімкнути функцію запису сингалу, по закінченні відтворюваного сигналу зупинити запис;

– зберегти отриману епюру напруги з виходу першого каскаду підсилення УК у форматі картинки;

– послідовно перемикати перемикач на кришці УК на 2...5 положення із записом та збереженням отриманих сигналів, що надходять на вхід звукової карти ПЕОМ з виходу різних каскадів УК (наведені у п. 2.3 даних методичних вказівок).

5 Провести аналіз та порівняння епюр напруги, отриманих з контрольних точок УК. Зробити висновки щодо отриманого результату функціонування УК, причин збоїв (при їхній наявності) в роботі імпульсного реле на виході УК відповідно до якості вхідної послідовності числового коду АЛСН на його вході.

2.6 Зміст звіту

1 Назва та мета роботи.

2 Конструктивні особливості локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д.

3 Схема електрична принципова локомотивного підсилювача УК-25/50М-Д.

4 Результати досліджень індивідуального завдання (згідно з отриманим записом епюри напруги на виході ФЛ) у вигляді записів сигналів числового коду з виходу різних каскадів УК.

5 Висновки щодо ефективності роботи локомотивних вхідних пристроїв АЛСН та причин спотворень сигналів на виході УК при наявності електромагнітних завад в індуктивному каналі АЛСН.

2.7 Контрольні запитання для самопідготовки

1 Призначення підсилювача локомотивного УК-25/50М-Д та його місце у тракті локомотивних приймальних пристроїв АЛСН.

2 Технічна реалізація в УК можливості функціонування на частотах сигнального струму 25, 50, 75 Гц.

3 Основні технічні параметри УК та їхня характеристика.

4 Принципи побудови локомотивного підсилювача, його основні функціональні вузли, їхнє призначення та робота.

5 Використання в УК функції АРП, його призначення, технічна реалізація, принцип дії.

6 Джерела електромагнітних завад в каналі АЛСН Вплив на функціонування локомотивних вхідних пристроїв АЛСН гармонічних та імпульсних завад в каналі зв'язку між колійними та локомотивними пристроями.

7 Ефективність дії АРП при русі поїзда з входу до виходу блок-ділянки в умовах відсутності та наявності в індуктивному каналі АЛСН електромагнітних завад.

8 Як контролюються блокділянки АБ при встановленому неправильному напрямку руху?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

Дешифратор автоматичної локомотивної сигналізації неперервного типу

3.1 Мета роботи

Метою роботи є вивчення та аналіз побудови і функціонування дешифратора автоматичної локомотивної сигналізації неперервного типу (АЛСН) ДКСВ-1, а також схемної реалізації його окремих вузлів, принципів їх взаємодії між собою при прийманні різних кодів АЛСН та пошкодженнях внутрішніх елементів. Лабораторна робота складається з двох частин: а) дослідження роботи схем реле-лічильників, присутності коду та відповідності; б) дослідження роботи схем сигнальних реле, перевірки пильності і контролю швидкості дешифратора ДКСВ-1.

3.2 Загальні положення

Релейно-контактний локомотивний дешифратор ДКСВ-1 (та його модифікації ДКСВ-1Б, ДКСВ-1ДБ) є на даний час основним елементом локомотивних (бортових) пристроїв АЛСН (рисунок 3.1). Основним його призначенням є дешифрування і перетворення прийнятих та підсилених кодових сигналів у команди керування локомотивним світлофором (ЛС), електропневматичним клапаном (ЕПК) та іншими приладами локомотивної сигналізації. За допомогою дешифратора ДКСВ-1 виконуються такі функції [2]:

- розшифрування числових кодових сигналів АЛСН, прийнятих із рейкового кола (РК);
- включення вогнів ЛС залежно від показань колійного світлофора та відповідних йому числових кодів АЛСН, що транслюються у РК;

- змінення вогнів ЛС при прийманні коду іншого вогню з витримкою часу 5–7 с;
- включення на ЛС лампи білого вогню після припинення прийому коду Ж або З;
- включення на ЛС лампи червоного вогню після припинення прийому коду КЖ;
- включення на ЛС білого вогню замість зеленого або жовтого та червоного замість жовтого з червоним при надходженні імпульсів кодового сигналу без довгих інтервалів або неперервного струму;
- контроль пильності машиніста при однократному та багатократному натисканні рукоятки пильності (РБ) для запобігання дії автостопу (екстреного гальмування);
- контроль відповідності фактичної швидкості руху поїзда припустимій швидкості для відповідного коду АЛСН та/або показання ЛС;
- включення автоматичного гальмування при перевищенні фактичної швидкості руху поїзда максимально припустимої.

Максимальний час переривання прийому кодових сигналів АЛСН без зміни дешифратором ДКСВ-1 показань на ЛС становить 1,5 с. Основні часові та електричні характеристики релейної апаратури ДКСВ-1 наведені в таблиці 3.1.

Значення опорів резисторів, ємностей конденсаторів та типи діодів, за яких дотримуються часові та електричні параметри, що наведені в таблиці 3.1, визначаються довідковою літературою [2].

За функціональною ознакою повна схема дешифратора ДКСВ-1 (рисунок 3.1) умовно поділяється на такі основні функціональні частини (схемні вузли): реле-лічильників та присутності коду, реле відповідності, сигнальних реле, реле контролю швидкості та перевірки пильності; керування показаннями локомотивного світлофора, електропневматичним клапаном, електромагнітами реєстратора.

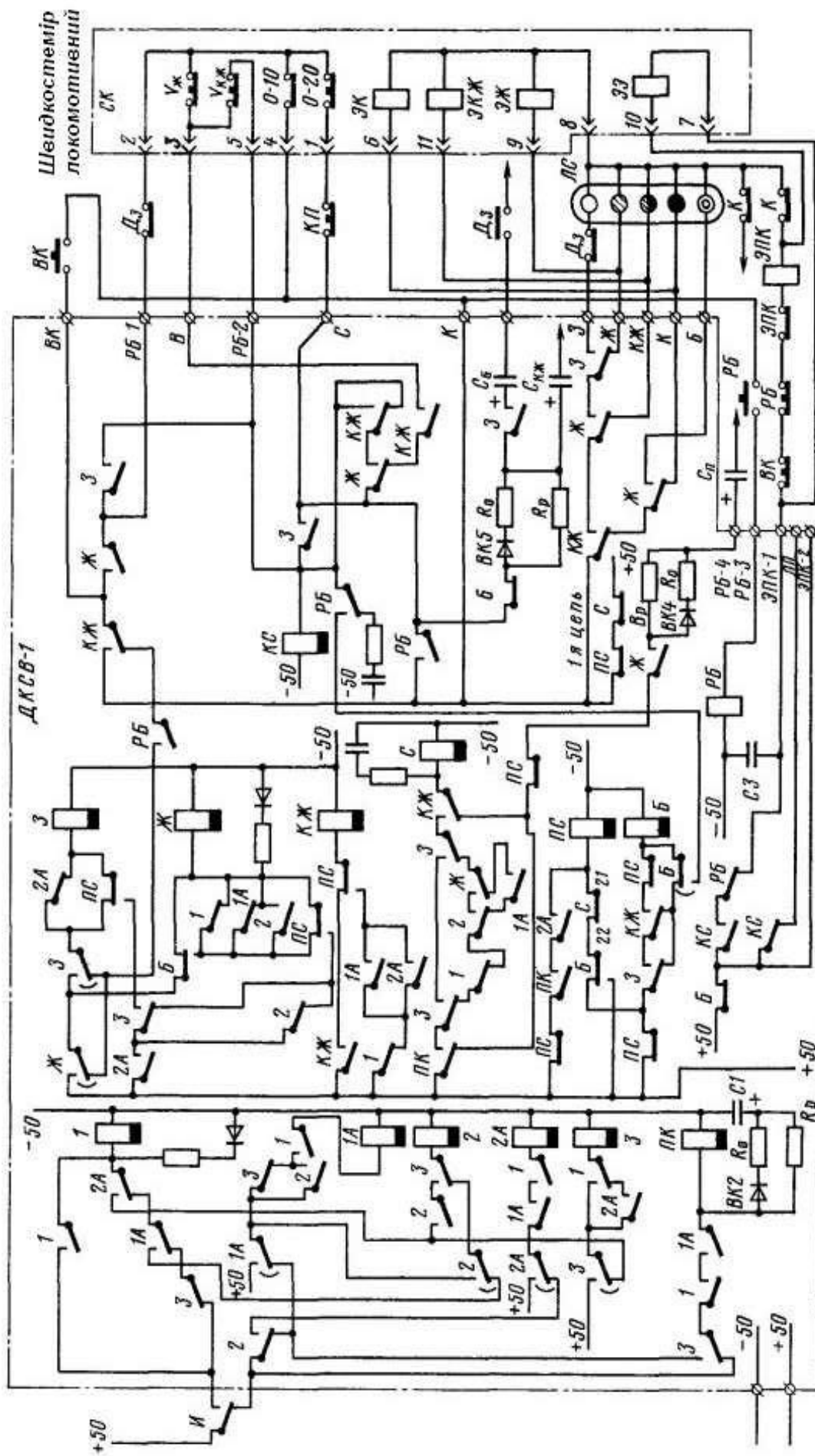


Рисунок 3.1 — Електрична принципова схема локомотивного дешифратора ДКСВ-1

Таблиця 3.1 – Основні часові та електричні характеристики релейної апаратури локомотивного дешифратора ДКСВ-1

Позначення реле	Тип реле	Опір обмотки, Ом	Уповільнення, с при напрузі 50 В		Призначення реле
			на відпускання	на спрацювання	
З	КДР1-М	650	0,03 – 0,05	0,07	Сигнальне
КЖ	КДР1-М	650	0,03 – 0,06	0,07	Сигнальне
Ж	КДР1-М	650	0,07 – 0,10	0,07	Сигнальне
Б	КДР5-М	620	0,05 – 0,15	0,07	Пильності
ПС	КДР1-М	650	0,03 – 0,05	0,07	Повторювач реле С
С	СР	330	5,00 – 6,00	0,05	Відповідності
ПК	КДР6-М	420	1,80 – 2,20	0,07	Присутності коду
1	КДР5-М	420	0,25 – 0,28	0,07	Реле-лічильник
1А	КДР5-М	420	0,31 – 0,34	0,07	Реле-лічильник
2	КДР1-М	650	0,04 – 0,06	0,07	Реле-лічильник
2А	КДР5-М	420	0,29 – 0,32	0,07	Реле-лічильник
3	КДР1-М	280	0,03 – 0,05	0,05	Реле-лічильник
КС	НРС	10000	0,03 – 0,05	0,05	Контролю швидкості
РБ	КДР1-М	280	0,03 – 0,05	0,07	Рукоятки пильності

Числові коди АЛСН розшифровують реле-лічильники, за допомогою яких визначається кількість імпульсів та інтервалів у кодовому циклі сигналу, що приймається (рисунок 3.2). Схема містить реле-лічильники 1, 2, 3 для підрахунку кількості (числа) імпульсів та реле-лічильники 1А, 2А для підрахунку інтервалів у кодовому циклі сигналу.

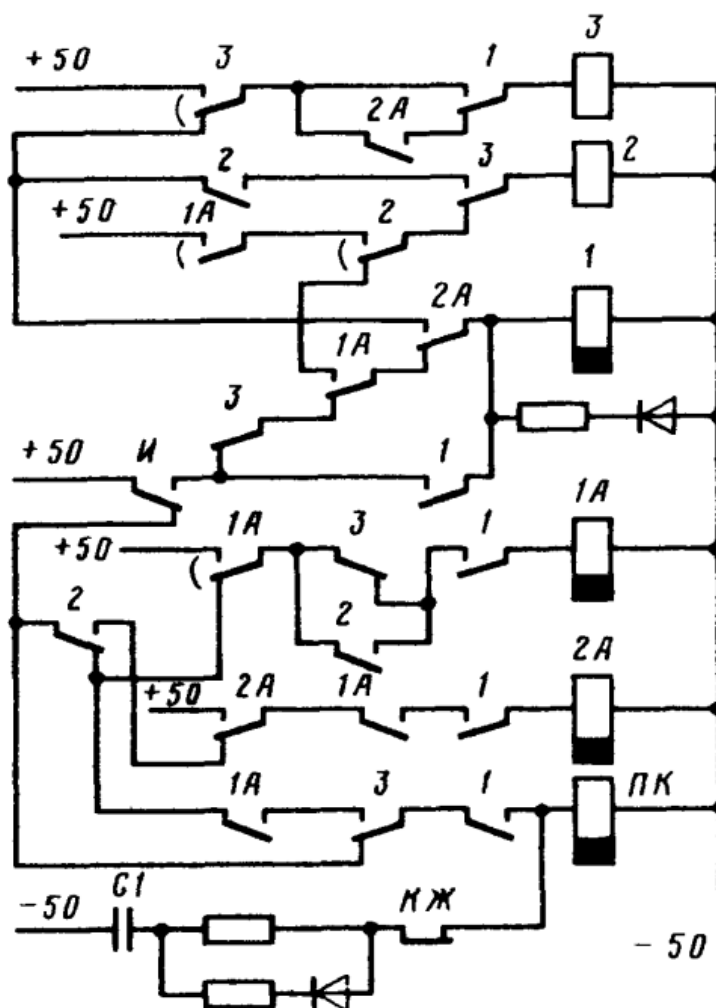
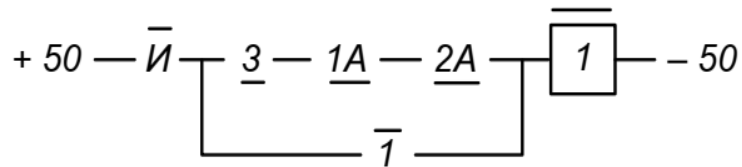


Рисунок 3.2 – Схема реле-лічильників та присутності коду ДКСВ-1

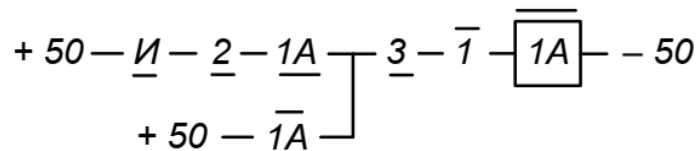
Імпульси кодового сигналу з виходу підсилювача АЛСН типу УК25/50 приймає та передає на вхід ДКСВ-1 імпульсне реле И. Дійсне приймання кодових сигналів контролює реле присутності кодів ПК.

При прийманні коду КЖ, який має один імпульс у кодовому циклі, розшифрування сигналу здійснюють реле-лічильники 1 і 1А.

При надходженні імпульсу кодового циклу спрацьовує, а потім стає на самоблокування реле-лічильник 1 по колу (тут і далі рискою зверху або знизу позначено відповідно збуджений або знеструмлений стан реле, поміщенням позначення реле у периметр квадрату – його обмотку:



У довгому кодовому інтервалі спрацьовує реле-лічильник $1A$, який блокується через власний мостовий контакт:

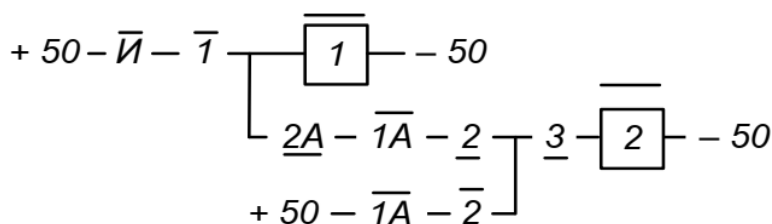


У довгому інтервалі тривалістю 0,6 с між циклами реле-лічильник 1 , витримавши уповільнення 0,25...0,28 с, відпускає свій якір та знеструмлює реле-лічильник $1A$. Після цього, по закінченню часу 0,35 с, реле-лічильник $1A$, витримавши уповільнення 0,31 с, також відпускає свій якір. З цього моменту схема реле-лічильників переходить у вихідний стан і є готовою для підрахунку імпульсів та інтервалів чергових кодових циклів коду КЖ.

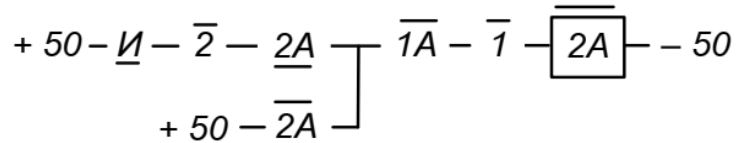
Приймання коду Ж, що містить два імпульси в кодовому циклі, розшифровують реле-лічильники 1 , $1A$, 2 і $2A$.

При надходженні першого імпульсу спрацьовує та стає на самоблокування реле-лічильник 1 – так само, як і при прийманні коду КЖ. У короткому інтервалі спрацьовує та самоблокується реле-лічильник $1A$. Реле-лічильник 1 має уповільнення на відпускання якоря більше, ніж тривалість короткого інтервалу (0,12 с), тому воно в короткому інтервалі утримує якір притягнутим.

Від другого імпульсу спрацьовує та блокується реле-лічильник 2 , а реле-лічильник 1 отримує живлення по колу самоблокування і продовжує утримувати якір притягнутим:



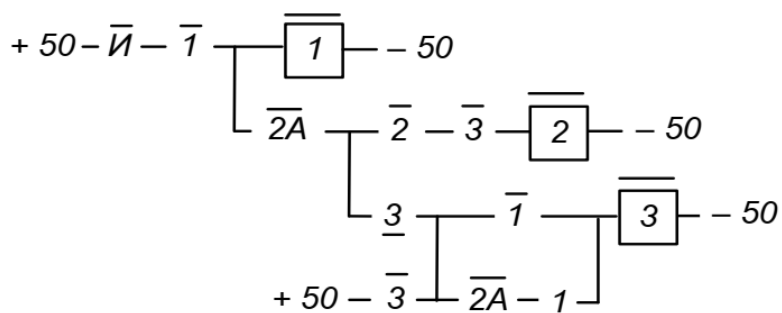
У довгому міжкодовому інтервалі спрацює та блокується реле-лічильник 2A:



У цьому ж інтервалі вимикається реле-лічильник 1, який, витримавши уповільнення 0,25 с, відпускає якір, одночасно знеструмлюючи реле-лічильники 1A і 2A. Ці реле-лічильники, витримавши приблизно однакове уповільнення (близько 0,3 с), відпускають якорі. Реле-лічильник 1 вимикається, і через 0,05 с відпускає якір реле-лічильник 2. Після цього схема повертається у вихідний стан, в якому вона готова для підрахунку імпульсів та інтервалів коду Ж чергових кодових циклів.

Кодовий сигнал 3 містить у кодовому циклі три імпульси, які розшифровують реле-лічильники 1, 1A, 2, 2A і 3.

Від перших двох імпульсів та від першого і другого інтервалів коду 3 так само, як і при надходженні коду Ж, спрацюють реле-лічильники 1, 1A, 2 і 2A. Від третього імпульсу спрацює та блокується реле-лічильник 3:



Під час надходження другого і третього імпульсів коду 3 реле-лічильник 1 залишається під струмом по колу самоблокування та продовжує утримувати якір притягнутим. При спрацюванні реле-лічильника 3 змінюється коло самоблокування реле-лічильника 2. У довгому інтервалі

між циклами коду З одночасно вимикаються реле-лічильники 1 і 2. Реле-лічильник 2, не маючи значного уповільнення, відпускає якір і на самому початку даного інтервалу фронтовим контактом вимикає реле-лічильник 1А. З цього моменту реле-лічильники 1 і 1А стають знеструмленими майже одночасно і, витримавши близьке за тривалістю уповільнення (див. таблицю 1.1), відпускають якорі та вимикають реле-лічильник 2А. На час уповільнення реле-лічильника 2А реле-лічильник 3 продовжує отримувати живлення через фронтний контакт цього реле-лічильника. Після витримки часу уповільнення реле-лічильник 2А відпускає якір та вимикає реле-лічильник 3, яке відпускає якір приблизно через 0,03 с. З цього моменту лічильна схема повертається у вихідний стан і готова для розшифрування чергових циклів коду З.

Як впливає із наведених вище пояснень, загальною характерною особливістю в роботі реле-лічильників є те, що при надходженні довгого інтервалу коду КЖ, Ж завжди першим відпускає якір реле-лічильник 1, а згодом при прийманні коду КЖ – реле-лічильник 1А, коду Ж – реле-лічильники 1А, 2, 2А. Особливості роботи реле-лічильників при прийманні коду З будуть розглянуті нижче.

Таким чином, схема реле лічильників (лічильна група) є вузлом дешифрування кодів АЛСН, що надходять із РК, який запам'ятовує прийняту інформацію наприкінці кожного кодового циклу та переходить у вихідний стан наприкінці кожного міжкодового інтервалу.

Захист від небезпечних відмов у електричних колах реле-лічильників дешифратора ДКСВ-1 передбачає певний комплекс схемно-технічних заходів.

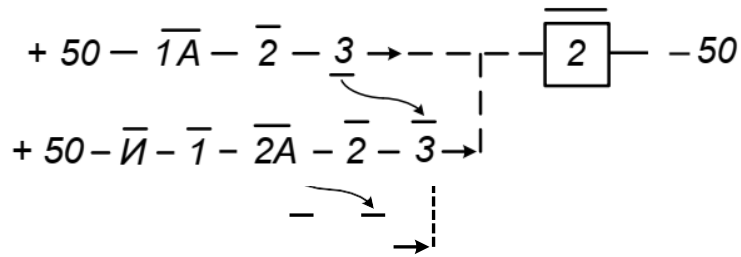
1 *Захист від наслідків залипання якорів реле-лічильників*, виконаний за допомогою включення тилових контактів реле-лічильників старших розрядів у кола реле-лічильників молодших розрядів кодових сигналів. Під розрядами розуміються імпульси кодового циклу, причому чим вищий

порядковий номер має розряд, тим старшим відносно до розряду з нижчим порядковим номером він є (наприклад, третій імпульс коду 3 є старшим розрядом відносно до першого і другого імпульсу цього коду, а перший імпульс – молодшим відносно до другого і третього). Зокрема, в коло реле-лічильника 1 включені тилові контакти реле-лічильників 1А, 2А і 3, а в коло збудження реле-лічильника 1А – тилові контакти реле-лічильників 2 і 3. Замикання фронтів контактів реле-лічильника 1 контролюється в колі збудження реле присутності коду ПК.

2 *Захист від помилкових імпульсів кодового сигналу* виконаний лічильною схемою, якою виявляється приймання чотирьох і більше імпульсів у кодовому циклі. Від помилкових імпульсів могли б (за відсутності захисту) спрацювати зайві реле-лічильники, що призвело б до появи на ЛС більш дозволяючого показання.

Помилкові імпульси з'являються в основному від впливу завад тягового струму, а також при проходженні локомотива по станції, обладнаної імпульсними РК. Щоб виявити появу помилкових імпульсів (більше трьох) у кодовому циклі встановлюється певний порядок (послідовність) роботи реле-лічильників.

Від надходження двох імпульсів в одному кодовому циклі послідовно спрацювують реле-лічильники 1, 1А, 2, 2А. При надходженні третього імпульсу збуджується реле-лічильник 3, фронтовим контактом якого змінюється коло самоблокування реле-лічильника 2 з кола, що замикається через реле-лічильники 1А, 2, 3 (у якому до надходження третього імпульсу реле лічильник 3 знеструмлений), на коло, у якому через фронтний контакт реле-лічильника 3 схема самоблокування реле-лічильника 2 переключається на коло, яке замикається через фронтний контакт імпульсного реле II (до цього кола входять також фронтні контакти реле-лічильників 1, 2А, а також власний контакт реле-лічильника 2):



Таким чином, по закінченні третього імпульсу і появі третього інтервалу, навіть короткого, знеструмлюється імпульсне реле *И*, контактом якого вимикається реле-лічильник *2*, що не має значного уповільнення на відпускання якоря. Розмикаючи фронтний контакт, реле-лічильник *2* розриває коло самоблокування реле-лічильника *1А*. Витримавши уповільнення, реле-лічильник *1А* відпускає якір, знеструмлюючи реле-лічильник *2А* і реле *ПК*. При подальшому надходженні неперервних імпульсів (більше трьох) без довгих інтервалів утримують якорі притягненими тільки реле-лічильники *1* і *3*, а інші реле-лічильники знеструмлені. Завдяки відпусканню якоря реле *ПК* знеструмлюють усі сигнальні реле, внаслідок чого на ЛС замість дозволяючого вогню вмикається червоний. Лічильна схема відновлюється тільки після припинення надходження помилкових імпульсів і появою у кодовому циклі довгого інтервалу.

Контроль надходження кодових сигналів (присутність коду)

контролює реле присутності коду *ПК*.

При правильному надходженні будь-якого кодового сигналу завдяки імпульсному живленню реле *ПК* постійно знаходиться у збудженому стані. При прийманні коду *КЖ* або *Ж* реле *ПК* отримує імпульсне живлення в кожному інтервалі коду через тилові контакти реле *И*, реле-лічильника *3* і фронтний контакт реле-лічильника *1*.

При надходженні коду *3* реле *ПК* отримує імпульсне живлення по колу, що проходить через тилові контакти реле *И*, реле-лічильника *2* і фронтні контакти реле-лічильників *1А*, *3* та *1*.

Одночасно із збудженням реле *ПК* через фронтний контакт сигнального реле *КЖ* заряджається конденсатор *С1*. Підключення реле *ПК* і конденсатора *С1* до джерела живлення визначається часом уповільнення на відпускання якоря реле-лічильника *1*. Решту часу реле *ПК* утримує якір притягнутим завдяки уповільненню на відпускання якоря, що дорівнює 1,6 с. У випадку припинення надходження кодових сигналів імпульсне реле *И* та реле-лічильники *1*, *1А* не працюють. Реле *ПК*, витримавши уповільнення, відпускає якір та вимикає сигнальне реле. В результаті на ЛС загоряється червоний або білий вогонь (залежно від значення коду, приймання якого було припинено).

Приймання із РК неперервного змінного струму призводить до постійного збудження реле *И* та знеструмленню реле *ПК*. При кожному вимкненні реле *ПК* розмикаються кола сигнальних реле дешифратора, на ЛС вмикається червоний або білий вогонь. Конденсатор *С1* підключається до реле *ПК* контактом реле *КЖ* тільки при надходженні кодових сигналів з колії (рисунок 3.1). При горінні білого або червоного вогню на ЛС конденсатор *С1* відключений і уповільнення на відпускання якоря реле *ПК* становить 1,1...1,2 с.

Схема реле відповідності

Правильність приймання та дешифрування кожної кодової комбінації контролюється перевіркою відповідності між показанням ЛС (станом сигнальних реле) та значенням кодового сигналу (режим роботи реле лічильної групи), що надходить із РК. Зазначену перевірку виконують реле відповідності *С* та його повторювач – реле *ПС* (рисунок 2.3). За допомогою реле *С* і *ПС* також виконується часовий захист від помилкових імпульсів, які порушують нормальну роботу приймальних пристроїв АЛСН на локомотиві.

Схема включення реле С складається із п'яти кіл, якими перевіряється відповідність режиму роботи реле-лічильників та сигнальних реле при прийманні кодів КЖ, Ж, З і відсутності кодів.

При прийманні коду КЖ перевіряється відповідність роботи реле-лічильників 1, 1А, ПК (інші реле-лічильники знеструмлені) і сигнального реле КЖ (сигнальні реле Ж, З знеструмлені) (рисунки 3.1 та 3.3). При прийманні коду Ж – роботи реле-лічильників 1, 1А, 2, ПК (реле-лічильник 3 знеструмлений) і сигнальних реле КЖ, Ж (сигнальне реле З знеструмлене). При прийманні коду З – роботи реле-лічильників ПК, 3 (відповідно і реле-лічильників молодших розрядів, що передують умовам спрацювання лічильника 3) та сигнальних реле КЖ, З (умові знаходження під струмом реле З передув збуджений стан реле Ж).

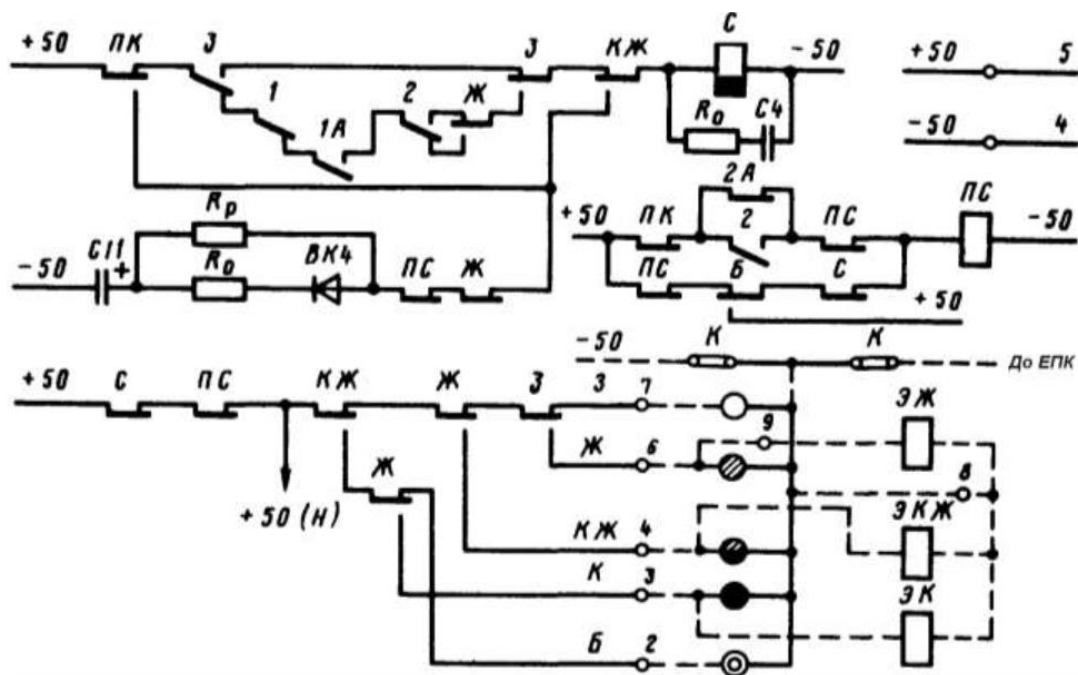


Рисунок 3.3 – Схема реле відповідності дешифратора ДКСВ-1 та включення вогнів локомотивного світлофора

У випадку включення на ЛС червоно-жовтого вогню постійно збудженими є реле ПК і КЖ, працюють реле-лічильники 1 і 1А. У довгому

інтервалі кожного кодового циклу, коли реле-лічильник *I* після витримки часу знеструмиться, на час затримки на знеструмлення реле-лічильника *IA* при відповідності показання сигналу ЛС і прийнятого коду, по першому колу відповідності за умови збудженого реле *ПК* тиловим контактом реле-лічильника *I*, фронтовим контактом реле-лічильника *IA* і реле *КЖ* реле відповідності *C* отримує імпульс струму тривалістю 0,31...0,34 с. Реле *C*, отримуючи імпульс живлення наприкінці кожного кодового циклу коду *КЖ* і, маючи уповільнення на відпускання якоря приблизно 5,5 с, утримує якір притягнутим до наступного імпульсу живлення чергового кодового сигналу *КЖ*. Контакт збудженого реле *C* включається його повторювач – реле *ПС*.

У випадку горіння на ЛС жовтого вогню постійно збуджені реле *ПК*, *КЖ* і *Ж*. В результаті утворюється друге коло відповідності, по якому через фронтовий контакт реле присутності кодів *ПК*, тиловий контакт реле-лічильника *I* та фронтові контакти реле-лічильників *IA* і 2 реле *C* на весь час приймання коду *Ж* отримує імпульсне живлення і, утримуючи якір притягнутим, включає реле *ПС*.

При горінні на ЛС зеленого вогню постійно збудженими є реле *ПК*, *КЖ*, *Ж* і *З*. Утворюється третє коло відповідності, що проходить через фронтові контакти реле *ПК*, реле-лічильника *З* і сигнальні реле *З*, *КЖ*, за яким реле *C* отримує імпульсне живлення, і, утримуючи якір притягнутим, включає реле *ПС*. Якщо повністю припиняється надходження кодів АЛСН усі сигнальні реле і реле присутності кодів *ПК* знеструмлюються, і утворюється четверте коло відповідності. По даному колу тилowymi контактами реле *ПК* і *КЖ* перевіряється відповідність кодів і горіння на ЛС червоного вогню. По четвертому колу відповідності реле *C* отримує неперервне живлення і включає свій повторювач *ПС*.

При горінні на ЛС білого вогню до четвертого кола відповідності підключається додаткове коло з конденсатором *CII*, що проходить через фронтові контакти реле *Ж* і *ПС* (утворюється так зване п'яте коло

відповідності із збільшеним часом на знеструмлення реле *C*). По цьому колу паралельно реле *C* підключається конденсатор *C11*, який збільшує уповільнення на відпускання якоря реле *C* на 15 с. Це зменшує ймовірність мимовільної зміни білого вогню на жовтий з червоним під впливом електромагнітних завад.

Після спрацювання реле *C* реле *ПС* збуджується тільки після відпускання якоря реле *B*. Реле *ПС* знеструмлюється тільки після того, як вимкнуться реле-лічильники *2* і *2А*. В усіх випадках порушення відповідності роботи реле-лічильників та сигнальних реле (за умови, що невідповідність не випадкова, а є тривалою на час, більший за уповільнення на відпускання якоря реле *C*) реле *C*, перестаючи отримувати імпульсне живлення, відпускає якір та знеструмлює свій повторювач – реле *ПС*. Останнє без витримки часу відпускає свій якір, чим перемикає кола самоблокування сигнальних реле попереднього коду на кола з реле-лічильниками, що працюють у режимі числового коду, що приймається. З моменту відновлення кола відповідності відновлюється імпульсне живлення реле *C*. Притягаючи якір, воно вмикає реле *ПС*, через фронтіві контакти якого сигнальні реле перемикаються на кола самоблокування. Блокувальні кола замикаються на весь час приймання кодівих сигналів та імпульсної роботи реле-лічильників, яка відповідає збудженим сигнальним реле. Утримання якорів сигнальних реле забезпечується при короткочасних перериваннях приймання кодівих сигналів при переході локомотива з одного РК на інше (зокрема, при вступі поїздом на наступну блок-ділянку) за рахунок затримки на знеструмлення реле відповідності *C*.

Схема відповідності дозволяє застосовувати сигнальні реле не першого класу надійності, так як в цій схемі перевіряється відпускання їх якорів при кожній зміні сигнальних кодів, а також при надходженні помилкових імпульсів завад тягового струму, реле відповідності *C* при цьому – першого класу надійності. Завдяки уповільненню на відпускання

якоря реле С зміна вогнів на ЛС виконується із витримкою часу 6...7 с, що потребує послідовного прийняття та розшифрування не менше трьох циклів коду, та за рахунок часової інерційності схеми відповідності здійснити захист стану сигнальних реле від поодиноких помилкових кодових сигналів.

Схема сигнальних реле

У схемі включення сигнальних реле (сигнальній групі) локомотивного дешифратора ДКСВ-1 використовуються сигнальні реле *КЖ*, *Ж* і *З* (рисунки 3.1, 3.4).

Відповідність між прийнятим кодом АЛСН, збудженими сигнальними реле ДКСВ-1 та показаннями ЛС наведена в таблиці 3.2 (↑ – реле під струмом; ↓ – реле знеструмлене).

Таблиця 3.2 – Взаємна відповідність прийнятого коду, стану сигнальних реле та показання локомотивного світлофора

Код АЛСН	Стан сигнальних реле			Показання ЛС
	КЖ	Ж	З	
КЖ	↑	↓	↓	Червоно-жовтий
Ж	↑	↑	↓	Жовтий
З	↑	↑	↑	Зелений
КЖ → ВК*	↓	↓	↓	Червоний
Ж → ВК	↓	↑	↓	Білий
З → ВК	↓	↑	↓	Білий
* Під символом ВК розуміється відсутність кодів після припинення прийняття відповідного коду, позначеного перед стрілкою				

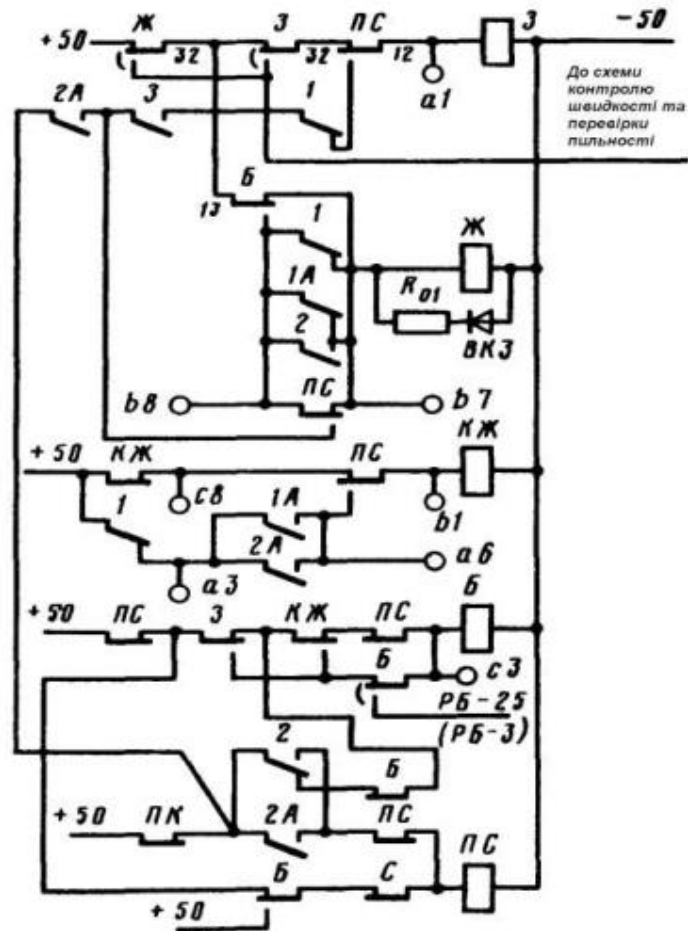


Рисунок 3.4 – Схема сигнальних реле ДКСВ-1

Як видно із таблиці 3.2, для включення білого вогню на ЛС достатньо знеструмленого стану реле *КЖ* та збудженого стану реле *Ж*, незалежно від стану сигнального реле *З*. Таким чином забезпечується включення білого вогню на ЛС при вступі на некодовану ділянку за черговим колійним світлофором.

В той же час припинення кодування після прийому коду *КЖ*, який надсилається від сигнальної установки колійного світлофора із червоним (забороняючим) показанням, сприймається апаратурою локомотивного дешифратора ДКСВ-1 як проїзд забороняючого сигналу світлофора. В результаті по четвертому колу схеми відповідності збуджуються реле *С* та його повторювач *ПС*, а через тилові контакти реле *Ж* і *КЖ* та фронтіві контакти реле *С* і *ПС* на ЛС включається червоний вогонь (рисунки 3.1, 3.3).

Зазначений у таблиці 3.2 стан сигнальних реле забезпечує перемикання на ЛС більш дозволяючого вогню на менш дозволяючий в усіх випадках неспрацювання окремих сигнальних реле.

Всі сигнальні реле мають кола збудження та самоблокування. Коло збудження замикається в довгому інтервалі кодового сигналу через реле-лічильники тиловим контактом реле *ПС*. Коло самоблокування утворюється після відновлення кола відповідності та збудження реле *С* і *ПС*. По колу самоблокування сигнальне реле отримує неперервне живлення на весь час приймання коду, відповідного даному сигнальному реле. Кола сигнальних реле перемикаються при кожній зміні сигнального коду контактами реле *ПС* із витримкою час 5...7 с. При такій витримці часу дешифратор ДКСВ-1 може розшифровувати коди, якщо вони змінюються не частіше ніж через 7...10 с, що відповідає надходженню не менше трьох кодових циклів.

Алгоритми роботи кожного сигнального реле, залежні від стану реле-лічильників та реле відповідності, визначаються кодом АЛСН, що приймається із РК.

Приймання коду КЖ. З моменту приймання коду КЖ в імпульсному режимі починають працювати реле-лічильники *I* і *IA* та збуджується реле *ПК* (рисунки 2.1–2.4). Притягуючи якір, реле *ПК* розмикає четверте коло відповідності і вимикає реле *С*. Після витримки часу на уповільнення реле *С* відпускає якір та знеструмлює реле *ПС*, яке також відпускає свій якір. У середині довгого інтервалу коду КЖ, коли після витримки часу на знеструмлення реле-лічильник *I* відпускає якір, а реле-лічильник *IA* продовжує утримувати якір завдяки уповільненню на відпускання, замикається коло для спрацювання реле *КЖ*. Дане коло проходить через тиловий контакт реле-лічильника *I*, фронтовий контакт реле-лічильника *IA*, тиловий контакт реле *ПС* та обмотку реле *КЖ*. Фронтовим контактом реле *КЖ*, після його спрацювання, замикається перше коло відповідності, по якому збуджується реле *С*, яке в подальшому, отримуючи імпульсне

живлення, утримує якір притягнутим. Реле *С* вмикає свій повторювач *ПС*, який своїм фронтним контактом замикає коло самоблокування реле *КЖ*, яке не залежить від роботи реле-лічильників *1* і *1А*. На ЛС через фронтні контакти реле *С*, *ПС*, *КЖ* і тиловий контакт реле *Ж* вмикається червоно-жовтий вогонь.

Приймання коду Ж. При зміні коду *КЖ* на *Ж* працюють реле-лічильники *1*, *1А*, *2* і *2А*. В довгому інтервалі коду *Ж* першим відпускає якір реле-лічильник *1*, а останнім – реле-лічильник *2*. Тиловим контактом реле-лічильника *2* розмикається перше коло відповідності, в результаті чого знеструмується реле *С*. Не отримуючи імпульсного живлення протягом трьох циклів коду *Ж*, реле *С*, а згодом і реле *ПС* відпускають якорі. Фронтним контактом реле *ПС* розмикається коло самоблокування реле *КЖ*. Після цього в першому довгому інтервалі коду *Ж*, коли реле-лічильник *1* відпускає якір, а реле-лічильники *1А* і *2А* через уповільнення на відпускання якоря ще будуть утримувати якорі притягнутими, одночасно замикаються кола спрацювання сигнальних реле *КЖ* і *Ж*. Коло спрацювання сигнального реле *Ж* проходить через фронтні контакти реле *ПК*, *2А* і тиловий контакт реле *ПС*.

Фронтними контактами реле *КЖ* і *Ж* замикається коло відповідності імпульсного живлення реле *С*. Після спрацювання реле *С* спрацьовує його повторювач *ПС*, і сигнальні реле перемикаються на неперервне живлення по колам самоблокування. Через фронтні контакти реле *С*, *ПС*, *КЖ*, *Ж* і тиловий контакт реле *З* на ЛС загоряється жовтий вогонь.

Приймання коду З. При зміні коду *Ж* на *З* працюють реле-лічильники *1*, *1А*, *2*, *2А* і *3*. Тиловим контактом реле-лічильника *3* розривається (порушується) друге коло відповідності для реле *С*. Витримавши час уповільнення, спочатку відпускає якір реле *С*, а потім *ПС*. Фронтними контактами реле *ПС* розмикаються кола самоблокування сигнальних реле *КЖ* і *Ж*. Після відпускання якоря реле *ПС* у першому довгому інтервалі коду *З*, коли реле-лічильники *1* і *2* відпускають якорі, а

реле-лічильники 1А, 2А і 3 продовжують утримувати якорі притягнутими, одночасно утворюються кола спрацювання сигнальних реле КЖ, Ж і З. Кола спрацювання реле КЖ і Ж аналогічні відповідним колам при прийманні коду Ж. Коло спрацювання реле З проходить через фронтові контакти реле ПК, 2А і 3 та тилові контакти реле-лічильника 1 і реле ПС. Притягаючи якорі, сигнальні реле замикають третє коло відповідності, по якому спрацьовує реле С, а потім реле ПС. Фронтовими контактами реле ПС замикаються блокувальні кола неперервного живлення сигнальних реле КЖ, Ж і З. Через фронтові контакти всіх трьох збуджених сигнальних реле на ЛС загорається зелений вогонь.

Зміна коду З на Ж. При зворотній зміні більш дозволяючого коду З на менш дозволяючий Ж працюють реле-лічильники 1, 1А, 2 і 2А, реле-лічильник 3 повністю знеструмлюється. Фронтовим контактом цього реле-лічильника розмикається третє коло відповідності, що забезпечує живлення реле С. Витримавши час уповільнення на відпускання, реле С і ПС відпускають свої якорі. Фронтовими контактами реле ПС розмикаються блокувальні кола сигнальних реле З і КЖ. Реле Ж продовжує знаходитися під струмом по блокувальному колу, в яке включений фронтний контакт реле Б.

Після відпускання якоря реле ПС у першому довгому інтервалі коду Ж замикається коло спрацювання реле КЖ, а реле З залишається знеструмленим фронтовим контактом реле-лічильника 3. Фронтовими контактами реле КЖ і Ж замикається друге коло відповідності, по якому збуджується реле С і слідом за ним реле ПС. Після спрацювання сигнальних реле КЖ, Ж, С і ПС на ЛС загорається жовтий вогонь.

Зміна коду Ж на КЖ. При такій зміні працюють тільки реле-лічильники 1 і 1А, а реле-лічильники 2 і 2А – знеструмлюються. Фронтовим контактом реле-лічильника 2 розривається друге коло відповідності, внаслідок чого, витримавши уповільнення, відпускають свої якорі реле С і ПС. Фронтовими контактами реле ПС одночасно знеструмлюються реле

КЖ і Б. Відпускаючи якір, реле *Б* розриває коло самоблокування реле *Ж*. У довгому інтервалі коду *КЖ* по першому колу відповідності спрацьовує реле *С* і слідом за ним реле *ПС*. На *ЛС* після виключення жовтого вогню загорається жовтий вогонь з червоним.

Припинення надходження коду *КЖ*. Після припинення надходження коду *КЖ* із *РК* та за умови подальшої відсутності будь-якого коду *АЛСН* перестають працювати (знеструмлюються) всі реле-лічильники, в результаті чого знеструмлюється реле присутності коду *ПК*. Фронтним контактом реле *ПК* розмикається перше коло відповідності живлення реле *С*. Після витримки часу і відпускання якорів реле *С* і *ПС* знеструмлюється реле *КЖ*. Через тилові контакти реле *ПК* і *КЖ* замикається четверте коло відповідності, по якому реле *С* отримує неперервне живлення. Після спрацювання реле *С* і *ПС* фронтними контактами цих реле та тиловим контактом реле *КЖ* на *ЛС* вмикається червоний вогонь.

Припинення надходження коду *З* відбувається, як правило, у випадках, коли поїзд при зеленому вогні на *ЛС* вступає на некодовану ділянку (тобто не обладнану колійними пристроями *АЛСН*). В такій ситуації, як і після припинення надходження коду *КЖ*, знеструмлюються всі реле-лічильники та реле *ПК*. Після цього послідовно відпускають якорі реле *С*, *ПС*, *З*, *КЖ* і *Б*. Проте сигнальне реле *Ж* залишається під струмом по колу самоблокування, що проходить через тилові контакти реле-лічильника *1* і реле *Б*. Після знеструмлення реле *ПК* і *КЖ* замикається четверте коло відповідності для неперервного живлення реле *С*. Фронтними контактами реле *С*, його повторювача *ПС*, сигнального реле *Ж* і тиловим контактом сигнального реле *КЖ* на *ЛС* замість зеленого включається лампа білого вогню. Білий вогонь може змінюватися на всі вогні, крім червоного.

Припинення надходження коду *Ж*. Як і у випадку із кодом *З*, припинення приймання коду *Ж* відбувається зазвичай після вступу поїзда на некодовану ділянку. Так само, як і після припинення надходження коду

З, в умовах припинення надходження коду Ж жовтий вогонь на ЛС змінюється на білий. Порівняно із припиненням приймання коду З різниця для коду Ж полягає в тому, що при жовтому вогні сигнальне реле З вже знаходиться у знеструмленому стані. При зміні жовтого вогню на білий із сигнальної групи під струмом залишається тільки реле Ж.

Зміна білого вогню на жовтий вогонь з червоним відбувається при переході поїзда з некодованої ділянки на РК, що кодується кодом КЖ. При надходженні цього коду працюють в імпульсному режимі реле-лічильники 1 і 1А та збуджується реле ПК. Вимикається четверте коло відповідності живлення реле С. Реле С відпускає якор із затримкою приблизно 15 с, так як у п'яте коло відповідності включений конденсатор С11 (рисунок 2.3). Після відпускання якорів реле С і ПС спрацьовує реле КЖ, яке замикає перше коло відповідності, по якому реле С отримує імпульсне живлення. Спрацьовуючи, реле С і ПС включають на ЛС жовтий вогонь з червоним.

Зміна білого вогню на жовтий відбувається при вступі поїзда з некодованої ділянки на ділянку, що кодується кодом Ж. При прийманні коду Ж працюють реле-лічильники 1, 1А, 2, 2А та збуджується реле ПК. Розмикається коло відповідності та знеструмлюються реле С і ПС. Після цього спрацьовує сигнальне реле КЖ, а реле Ж залишається збудженим. Замикається друге коло відповідності, після чого знов спрацьовують реле С і ПС. На ЛС замість білого включається жовтий вогонь.

Зміна білого вогню на зелений відбувається при вступі поїзда з некодованої ділянки на кодовану, але кодом З. При його надходженні працюють усі реле-лічильники та збуджується реле ПК. Розмикається друге коло відповідності, знеструмлюючи реле С і ПС. Після цього спрацьовують сигнальні реле КЖ і З, а реле Ж залишається під струмом. Замикається третє коло відповідності, в результаті чого спрацьовують реле С і ПС, а на ЛС замість білого включається зелений вогонь.

Схема реле перевірки пильності та контролю швидкості

Реле перевірки пильності та контролю швидкості, які утворюють контрольну групу локомотивного дешифратора ДКСВ-1 (рисунок 3.5), здійснюють перевірку пильності машиніста при зміні сигнальних показань ЛС (однократна перевірка пильності), перевірку пильності через визначені проміжки часу при порушенні умов параметрів руху поїзда (періодична перевірка пильності), а також вмикають екстрене автоматичне гальмування рухомого складу при втраті пильності та перевищенні максимальних швидкостей руху для кожного показання ЛС (прийнятного коду АЛСН).

При зміні числового коду, що сприймається з РК, перевірку пильності виконують реле пильності *Б* та контролю швидкості *КС*. Фронтіві контакти цих реле включені в коло *ЕПК* (обмотка *ЭПК*) і в усіх випадках втрати пильності машиністом розмикають це коло, що призводить до автоматичного екстреного гальмування.

Нормально реле *Б* знаходиться під струмом по колу, що проходить через фронтівий контакт реле 33 *ПС* (рисунок 3.5). При кожній зміні показань на ЛС цей контакт розмикається, але реле *Б* продовжує бути керованим по блокувальному колу, що проходить через власний контакт 25 *Б*. При включенні на ЛС червоного або білого вогню блокувальне коло розмикається контактом 33 *ПК*; при вимкненні жовтого вогню з червоним – контактом 27 *КЖ*, а при вимкненні зеленого вогню – контактом 27 лічильника 2. При зміні показань ЛС відпускання якоря реле *Б* контролюється тим, що реле *ПС*, знеструмлюючись, може збудитися тільки через тилівий контакт реле *Б* (рисунки 3.1, 3.3). Після знеструмлення реле *Б* воно збуджується натисканням рукоятки пильності (*РБ*), тобто при збудженні реле *РБ* – через фронтівий контакт 25 *РБ* і далі по колу з контролем припустимої швидкості руху поїзда через контакти локомотивного швидкостеміра ($0-V_{кж}$ – при жовтому вогні з червоним, $0-V_{жс}$ – при жовтому вогні, 20 км/год – при червоному вогні).

У випадку приймання коду 3 (включення на ЛС зеленого вогню) реле *Б* спрацьовує без натискання РБ по колу, що проходить через фронтний контакт 15 3. Швидкість руху поїзда фіксується реле *КС*. При періодичній перевірці пильності витримка часу відбувається завдяки нормованим ємностям конденсаторів $C_{кж}$ і $C_б$.

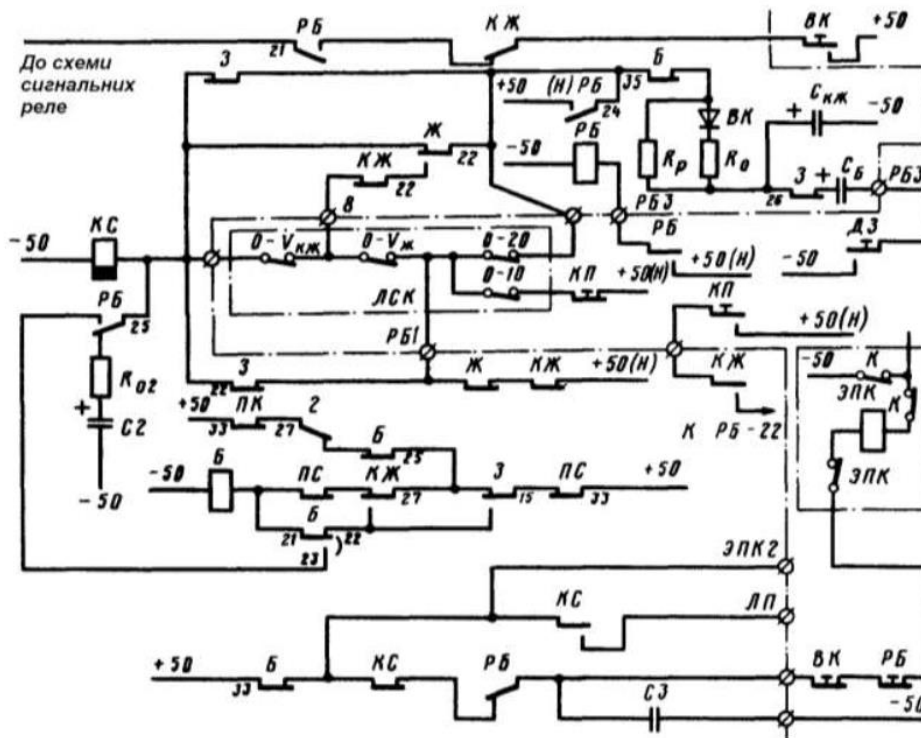


Рисунок 3.5 – Схема реле перевірки пильності та контролю швидкості дешифратора ДКСВ-1

Пильність машиніста перевіряється періодичним натисканням рукоятки пильності (контакт кнопки РБ на рисунках 3.1, 3.5) через кожні 30...40 с при:

- червоному вогні та швидкості руху поїзда менше 20 км/год;
- жовтому вогні з червоним та швидкості руху менше $V_{кж}$; жовтому вогні та швидкості руху менше $V_{ж}$.

При включеному білому вогні на ЛС періодичність перевірки пильності машиніста становить 60...90 с (некодовані ділянки колії).

Робота кіл перевірки пильності та контролю швидкості визначається характером зміни кодів, що надходять із РК (показань ЛС).

Зміна зеленого вогню на жовтий. При проїзді поїздом колійного світлофора із зеленим або іншим вогнем, який визначає надходження у РК коду З, та подальшому русі по ділянці, кодованій кодом Ж, у дешифраторі ДКСВ-1 знеструмлюється сигнальне реле З, реле Ж залишається під струмом, реле КЖ короткочасно відпускає та знов притягує якір. Фронтними контактами 15 З і 22 З одночасно знеструмлюються реле Б і КС. Однак реле КС перемикається на коло живлення, що проходить через контакти швидкостеміра $0-V_{кж}$ і $0-V_{жс}$ з контролем перевищення швидкості при прийманні коду Ж із РК (жовтому вогні на ЛС). Якщо фактична швидкість не перевищує припустиму, то реле КС продовжує отримувати неперервне живлення через замкнутий контакт $0-V_{жс}$ з перевіркою відсутності перевищення швидкості руху поїзда при жовтому вогні ЛС.

Живлення реле Б відновлюється однократним натисканням рукоятки пильності (контакт кнопки РБ на рисунках 3.1, 3.5), внаслідок якого збуджується реле РБ. Через контакт 25 РБ реле Б підключається паралельно реле КС і збуджується по спільному колу з цим реле. Після спрацювання реле Б самотримується по колу, що проходить через тиловий контакт 15 З. Якщо фактична швидкість поїзда перевищує задану, то контактом $0-V_{жс}$ швидкостеміра реле КС і Б знеструмлюються.

Для того, щоб збудити реле КС і підтримувати його збудженим, потрібно періодичне натискання рукоятки пильності. При її натисканні та збудженні реле РБ по колу, що проходить через контакти 23 РБ та 35 РБ, заряджається конденсатор $C_{кж}$. З моменту відпускання рукоятки пильності конденсатор $C_{кж}$ по колу, що проходить через контакти 35 Б і 22 Ж, розряджається на реле КС. Протягом усього часу руху без перевищення припустимої швидкості по жовтому вогню ЛС збудження реле КС підтримується завдяки періодичному (кожні 30 с) натисканню рукоятки

пильності і заряду-розряду конденсатора $C_{кж}$. Коло його заряду проходить через резистор R_o , що обмежує струм заряду, а розряду – через резистор R_p з достатньо великим опором для збільшення часу розряду та уповільнення на відпускання якоря реле $КС$.

Зміна жовтого вогню на жовтий з червоним відбувається при переході локомотива на ділянку, що кодується кодом КЖ, з ділянки, що кодується кодом Ж. Така ситуація характерна для проїзду колійного світлофора з жовтим вогнем з подальшим рухом на червоний вогонь, що супроводжується перемиканням на ЛС жовтого вогню на червоно-жовтий. У дешифраторі ДКСВ-1 знеструмлюються реле $С$, $ПС$ і слідом за ними реле $Б$ та $Ж$. Після короткочасного вимкнення реле $КЖ$ знов збуджується (рисунки 2.1, 2.3 – 2.5). Утворюється коло відповідності та спрацьовують реле $С$ і $ПС$. Контактom 33 $Б$ знеструмлюється обмотка $ЭПК$. Це призводить до розряду камери витримки часу $ЭПК$, що супроводжується акустичним сигналом (свистком) у кабіні машиніста і є попередженням про спрацювання через 6...7 с автостопу та початку автогальмування поїзда (принципи роботи $ЭПК$ вивчаються в наступній лабораторній роботі).

При горінні на ЛС лампи червоно-жовтого вогню вмикається періодична (через 30 с) перевірка пильності машиніста з контролем фактичної швидкості, яка не повинна перевищувати швидкість $V_{кж}$. Натисканням рукоятки пильності та збудженням реле $РБ$ утворюється коло збудження реле $Б$, що проходить через контакти 24 $РБ$, тиловий контакт 22 $Ж$, фронтний контакт 22 $КЖ$, контакт $0-V_{кж}$ швидкостеміра, 25 $РБ$, мостовий контакт 21 $Б$ та обмотку реле $Б$. Після спрацювання реле $Б$ самоблокується через контакти 33 $ПС$, тиловий контакт 15 3 і мостовий контакт 21 $Б$. Контактom $0-V_{кж}$ у колі збудження реле $Б$ перевіряється дотримання припустимої швидкості руху поїзду по блок-ділянці перед колійним світлофором із увімкненим червоним вогнем.

У випадку перевищення припустимої швидкості для коду $КЖ$ контакт $0-V_{кж}$ розмикається, і коло для збудження реле $Б$ не замикається. Вимкненням

залишається обмотка *ЭПК*, і після витримки часу 6...7 с починає автостопне гальмування до повної зупинки поїзда. Якщо швидкість не перевищується, то реле *Б* спрацьовує і самоблокується на весь час руху поїзда при горінні на ЛС червоно-жовтого вогню.

Одночасно з реле *Б* по загальному колу, що проходить через контакт швидкостеміра $0-V_{кж}$, спрацьовує реле *КС*. По колу збудження реле *Б* через фронтіві контакти 24 *РБ* і 35 *Б* заряджається конденсатор $C_{кж}$. Після відпускання рукоятки пильності конденсатор $C_{кж}$ по колу первинного збудження реле *Б* розряджається на реле *КС*. Фронтівими контактами реле *Б* і *КС* включається обмотка *ЭПК*, автоматичного гальмування не відбувається. Протягом усього часу руху поїзда на червоний вогонь колійного світлофора (в умовах приймання коду КЖ) реле *КС* залишається під струмом при швидкості, не вищій за $V_{кж}$, завдяки періодичному (через 30 с) натисканню рукоятки пильності та періодичному заряду-розряду конденсатора $C_{кж}$. Якщо швидкість руху буде перевищена, то реле *КС* знеструмиться, що призведе в дію автостопне гальмування рухомого складу.

Зміна жовтого вогню з червоним на червоний вогонь. При проїзді рухомим складом колійного світлофора з червоним вогнем припиняється надходження кодових сигналів, і в дешифраторі ДКСВ-1 знеструмлюються всі сигнальні реле, а також реле *ПК*, *С* і *ПС*. Фронтівими контактами 33 *ПК* і 33 *ПС* виключається реле *Б*, а за ним *ЭПК*. У кабіні машиніста вмикається довгий свисток, що попереджує про можливість спрацювання автостопу. Дешифратором ДКСВ-1 припускається проїзд світлофора з червоним вогнем зі швидкістю, не вищою за 20 км/год. Якщо швидкість не перевищена, то при першому натисканні рукоятки пильності утворюється коло збудження реле *Б*, що проходить через контакти 24 *Р*, контакти швидкостеміра $0-20$, $0-V_{ж}$ і $0-V_{кж}$, 25 *РБ*, 23 *Б* та обмотку реле *Б*. Після спрацювання реле *Б* самоблокується по колу, що проходить через контакти 33 *ПС*, тильний контакт 15 *З*, мостовий контакт 23 *Б* і обмотку реле *Б*. Одночасно з реле *Б* по спільному з ним колу збуджується реле *КС*. Після

спрацювання реле B заряджається конденсатор $C_{кж}$. Реле B залишається під струмом по колу самоблокування на весь час руху поїзда при червоному вогні на ЛС.

При швидкості руху не більше 20 км/год реле $КС$ буде залишатися збудженим завдяки періодичному (через 30 с) натисканню рукоятки пильності й періодичному заряду-розряду конденсатора $C_{кж}$. Якщо швидкість перевищуватиме 20 км/год, то реле $КС$ знеструмиться контактом швидкостеміра $0-20$, що призведе до автогальмування та зупинки поїзду. Автоматичне гальмування є незворотним, його неможливо припинити натисканням рукоятки пильності або службовим гальмуванням рухомого складу.

Зупинка поїзда перед світлофором із червоним вогнем.

Наближаючись до колійного світлофора з червоним вогнем, від сигнальної установки якого в РК надсилається код КЖ, машиніст має знижувати швидкість до повної зупинки поїзда. Якщо його швидкість не буде перевищувати 10 км/год, то періодичне натискання рукоятки пильності не потрібне. Реле B і $КС$ збуджуються по загальному колу, що проходить через кнопку $КП$, контакти швидкостеміра $0-10$, $0-V_{кж}$ і $0-V_{ж}$. Реле B залишається під струмом по блокувальному колу. Реле $КС$ отримує неперервне живлення до моменту, поки не розімкнеться контакт $0-10$ швидкостеміра. Як тільки швидкість поїзду перевищить 10 км/год, необхідною стає періодична перевірка пильності натисканням (через 30 с) рукоятки пильності. В коло неперервного живлення реле $КС$ увімкнено контакт кнопки $КП$ для використання її замість рукоятки пильності при перевірці роботи пристроїв АЛСН на контрольному пункті в депо. Натисканням кнопки $КП$ розмикають коло неперервного живлення реле $КС$ і вмикають періодичну перевірку пильності при червоно-жовтому вогні, червоному та білому вогнях ЛС. Кола збудження реле $КС$ при даних перевірках аналогічні колам збудження цього реле при реальному русі поїзда (рисунки 2.1, 2.5).

Зміна зеленого вогню на білий. Коли на локомотиві припиняється приймання кодових сигналів АЛСН, ЛС змінює своє показання з зеленого вогню на білий. У дешифраторі ДКСВ-1 знеструмлюються реле *ПК*, *З* і *КЖ*, реле *Ж* залишається збудженим. Слідом за сигнальними реле вимикаються реле *Б*, *КС*, знеструмлюється обмотка *ЭПК* та з'являється можливість спрацювання автостопу. Для запобігання його дії при швидкості до 10 км/год потребується тільки однократне натискання рукоятки пильності. При цьому по колу, що проходить через контакт кнопки *КП* і контакти швидкостеміра *0-10*, *0-V_{жс}*, *0-V_{кжс}* спрацьовує та самоблокується реле *Б*. Одночасно з ним, отримуючи неперервне живлення, збуджується реле *КС*. Якщо швидкість не буде перевищувати 10 км/год, то натискання рукоятки пильності не потребується. В протилежному випадку (при перевищенні швидкості 10 км/год) реле *КС* перемикається на періодичне живлення від конденсатора *С_{кжс}* натисканням рукоятки пильності.

При горінні білого вогню на ЛС дешифратор ДКСВ-1 припускає можливість збільшення періоду перевірки пильності до 60...90 с. Для цього натискаються рукоятка пильності *РБ*, кнопки *ВК* і *ДЗ*, причому остання має залишатися натиснутою на весь час горіння білого вогню на ЛС (рисунки 2.1, 2.5). При зазначених натисканнях формується додаткове коло збудження реле *З*, що проходить через контакти натиснутої кнопки *ВК*, тиловий контакт 15 *КЖ*, фронтний контакт 21 *РБ*, тиловий контакт 22 *З*, фронтний контакт 12 *ПС* і обмотку сигнального реле *З*. Після збудження реле *З* самоблокується через фронтні контакти реле *ПС*, *З* і *Ж*. Контактими натиснутої кнопки *ДЗ* і фронтним контактом 26 *З* паралельно конденсатору *С_{кжс}* підключається конденсатор *С_б*. Загальна ємність батареї конденсаторів *С_{кжс}-С_б* збільшується, в результаті чого створюється більш тривалий інтервал перевірки пильності машиніста. З моменту її включення від кожного натискання рукоятки пильності *РБ* одночасно заряджаються конденсатори *С_{кжс}* і *С_б*, а після її відпускання реле *КС* отримує додаткове живлення від заряджених конденсаторів по колу, що проходить через контакти 35 *Б* і 22 *Ж*.

Зміна жовтого вогню на білий. Припинення надходження кодових сигналів коду Ж при горінні на ЛС жовтого вогню призводить до зміни показання ЛС з жовтого вогню на білий. У дешифраторі ДКСВ-1 знеструмлюються реле *ПК, КЖ, Б, КС* і обмотка *ЭПК*. Реле *Ж* залишається збудженим. Після утворення кола відповідності та збудження реле *С* і *ПС* фронтовим контактом реле *Ж* на ЛС включається лампа білого вогню. Якщо швидкість руху поїзда не перевищує 10 км/год, то так само, як і при появі білого вогню після зеленого, при однократному натисканні рукоятки пильності збуджується, а потім самоблокується реле *Б*. Реле *КС* отримує неперервне живлення через контакт швидкостеміра 0-10, і періодичного натискання рукоятки пильності не потребується.

При швидкості руху вище 10 км/год вмикається часта періодична перевірка пильності (з періодом в 30 с) по колам, аналогічним тим, що утворюються при зміні зеленого вогню на білий. На рідку періодичну перевірку пильності переходять натисканням кнопок *ДЗ, ВК* і рукоятки пильності *РБ*. Після цього період перевірки пильності збільшується до 60...90 с, як і у випадку зміни зеленого вогню на білий.

Примусова зміна червоного вогню на білий. Локомотивний дешифратор ДКСВ-1 передбачає можливість примусового переходу на ЛС із червоного вогню на білий в умовах відсутності кодів. Необхідність такого переходу може бути викликана вступом поїзда на некодовану ділянку після проїзду колійного світлофора із забороняючим показанням або після увімкнення живлення системи АЛСН. Для виконання примусової зміни червоного вогню ЛС на білий однократно натискається кнопка *ВК* та рукоятка пильності *РБ* з метою включення періодичної перевірки пильності. При цьому утворюється два кола, за якими збуджуються реле *Ж, З, КС* і *Б*, в результаті чого на ЛС вмикається білий вогонь. При натисканні кнопок *ВК* і *РБ* утворюються кола збудження реле *Ж* і *З*, що проходять через контакт натиснутої кнопки *ВК*, тильний контакт 17 *КЖ*, фронтові контакти 21 *РБ*,

32 З, 12 ПС, обмотку реле З і паралельно через тиловий контакт 32 Ж, контакт 23 Б та обмотку реле Ж. Після збудження реле Ж і З самоблокуються та залишаються під струмом на весь час горіння на ЛС білого вогню. Після натискання кнопка ВК обов'язково має бути відпущена, так як її нормально замкнутий контакт включений у коло обмотки ЕПК, що розмикає це коло у випадку, коли кнопка залишається натиснутою (теж саме стосується і рукоятки пильності при будь-якому технологічному стані системи АЛСН). Після спрацювання реле Ж натисканням рукоятки пильності збуджується і потім самоблокується реле Б. Одночасно заряджаються конденсатори $C_{кж}$ і $C_{б}$. У подальшому реле КС збуджується та підтримується під струмом завдяки періодичному натисканню рукоятки пильності та процесу заряду-розряду конденсаторів $C_{кж}$ і $C_{б}$.

Більш детальна інформація про принципи побудови і функціонування дешифратора ДКСВ-1, а також його взаємодію з іншими схемними вузлами локомотивних пристроїв АЛСН наведена у літературних джерелах [2–5].

Опис робочого місця

Лабораторна робота виконується із використанням стенду для дослідження дискретної апаратури АЛСН (дискретний стенд), що входить до складу комплексного макету пристроїв АЛСН лабораторії систем автоматики на перегонах. Стенд призначений для вивчення та випробувань локомотивного дешифратора ДКСВ-1, швидкостеміра СЛ-2М і електропневматичного клапану ЕПК-150 (рисунок 3.6).

Стенд містить блок живлення; панель; дешифратор ДКСВ-1 (поміщений у прозорий корпус), швидкостемір СЛ-2М; ЕПК типу ЕПК-150; ЛС; дзвінок, що імітує дію свистка ЕПК, панель імітації системи «колія-локомотив» та елементів пульта машиніста (панель керування і контролю стенда).



Рисунок 3.6 – Зовнішній вигляд частини дискретного стенду АЛСН без ЕПК та швидкостеміра

У свою чергу панель керування і контролю стенда містить такі контрольні-керуючі елементи, які використовуються при виконанні лабораторної роботи:

- тумблер «Сеть» – для увімкнення та вимкнення живлення дискретного стенду;

- лампочка Л2 біля тумблера «Сеть» – для індикації увімкнення живлення стенду;

- тумблер «КТ-Вык» – для ввімкнення-вимкнення кодового трансформатора, що через КПТШ забезпечує імпульсне живлення трансмітерного реле ТШ, яке формує кодові сигнали АЛСН, що надходять на вхід дешифратора ДКСВ-1;

- перемикач «РБ-К1» – для імітації натискання рукоятки пильності машиністом;

- перемикач «ВК-К2» – для імітації натискання кнопки ВК;

- кнопку з фіксацією натискання «ДЗ-КН5» – для імітації натискання кнопки ДЗ;

- тумблер П2 «Стенд1-Стенд 2» – для розмежування роботи аналогового (Стенд 1) та дискретного (Стенд 2) стендів АЛСН;

- тумблер «Автоматическая остановка поезда» – для комутації живлення дешифратора ДКСВ-1;
- група лампочок Л1, розташованих трикутником, – для індикації спрацювання ЕПК;
- лампочка ЛП ЭПК – для попередньої світлової сигналізації при перевірці пильності машиніста;
- пакетний перемикач П1 – для імітації стану вхідного світлофора (має чотири положення: ЖЖ – включення на вхідному світлофорі двох жовтих вогнів, Ж – включення одного жовтого вогню, К – включення червоного вогню, «Нет кодов» – вимкнення кодування сигналами АЛСН);
- мнемосхему-імітатор технологічного стану перегону і станції – для імітації місцезнаходження поїзда та формування відповідного йому кодового сигналу АЛСН (містить імітатори світлофорів 1-5, ізольованих блок-ділянок і ділянок станції та кнопки КН1-КН4 над відповідними ділянками, натискання яких відтворює зайнятість відповідних ділянок).

Взаємодія реле ТШ із мнемосхемою-імітатором налаштована таким чином, що код, який воно сприймає і надсилає до ДКСВ-1, визначається зайнятістю крайньої правої блок-ділянки до вхідного світлофора за умови зайнятості попередніх ділянок або їх відсутності на мнемосхемі. Кнопки КН3 і КН4, які імітують зайнятість двох приймально-відправних колій на станції, при своєму натисканні передбачають, що вихідні світлофори з відповідних колій закриті. За умови відсутності імітації зайнятості блок-ділянок перегону код, що надсилається до дешифратора ДКСВ-1, визначається станом крайнього зліва світлофора 5. Взаємозалежність між зайняттям ділянок мнемосхеми (натисканням кнопок К1-К4), показаннями колійних світлофорів та кодами АЛСН, що надсилаються в ДКСВ-1, яка рекомендована для застосування при виконанні лабораторної роботи, наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Рекомендована для використання відповідність імітованих станів ділянок колії, колійних світлофорів і кодів АЛСН

П1					Світлофори			Код
	КН1	КН2	КН3	КН4	1	3	5	
ЖЖ	в	в	в	в	2Ж	ЖМ	3	3
	н	в	в	в	2Ж	ЖМ	К	3
	н	н	в	в	2Ж	К	К	Ж
	н	н	н	–	К	К	К	КЖ
	н	н	–	н	К	К	К	КЖ
Ж	в	в	в	в	Ж	3	3	3
	н	в	в	в	Ж	3	К	3
	н	н	в	в	Ж	К	К	Ж
	н	н	н	–	К	К	К	КЖ
	н	н	–	н	К	К	К	КЖ
К	в	в	в	в	К	Ж	3	3
	н	в	в	в	К	Ж	К	Ж
	н	н	в	в	К	К	К	КЖ
	н	н	н	–	К	К	К	КЖ
	н	н	–	н	К	К	К	КЖ

* стан кнопок: н – натиснута, в – відтиснута, «–» – немає значення; стан світлофорів: К – червоний, Ж – жовтий, 2Ж – два жовтих, ЖМ – жовтий миготливий, 3 – зелений

Кнопки КН1-КН4 При знаходженні пакетного перемикача П1 у положенні «Нет кодов» надходження кодівих сигналів АЛСН до дешифратора ДКСВ-1 не відбувається, незалежно від стану імітованих ділянок та світлофорів. Для імітації припинення кодування після відтворення прийому будь-якого коду перемикач П1 швидко, але без зайвих зусиль, переводиться в зазначене положення. Цим відтворюється вступ

поїзда на некодовану ділянку після приймання кодів Ж, З та проїзд колійного світлофора із забороняючим показанням після приймання коду КЖ.

За бажанням виконавця роботи може використовуватися інший, ніж зазначений у таблиці 3.3, спосіб вибору кодівих сигналів АЛСН до ДКСВ-1, з урахуванням наведеної поперед таблицею інформації.

При виконанні лабораторної роботи тумблер «КТ – Вык» обов'язково має бути встановлений у положення КТ, тумблер «Автоматическая остановка поезда» – у нижнє положення, тумблер П2 – у положення Стенд 2, ключ ЕПК – у крайнє праве положення (за годинниковою стрілкою).

3.3 Програма виконання лабораторної роботи

1 Вивчення особливостей побудови і функціонування локомотивного дешифратора ДКСВ-1, його основних схемних вузлів та принципів їх взаємодії з іншими бортовими пристроями АЛСН.

2 Проходження допуску до виконання лабораторної роботи.

3 Ознайомлення з лабораторним стендом та засвоєння правил і методів роботи з ним.

4 Аналіз побудови та функціонування в ДКСВ-1 схем:

- реле-лічильників та присутності коду дешифратора;
- реле відповідності;
- сигнальних реле;
- контролю швидкості та перевірки пильності машиніста.

5 Виконання індивідуального завдання за варіантом та/або вказівкою викладача.

6 Відповідь на контрольні запитання за варіантом та/або вказівкою викладача.

7 Складання звіту із виконання лабораторної роботи за встановленою формою та її здача.

Перша частина роботи передбачає виконання у два етапи п. 4 програми, Пункти 1-3, 6-7 виконуються для кожної частини «Зміст звіту».

3.4 Методика виконання роботи

Частина перша

Завдання 1. Самопідготовка та допуск до виконання роботи

1 За конспектом лекцій, п. 1.4 даних методичних вказівок та рекомендованою літературою [2-5] вивчити особливості побудови, монтажу, принципи функціонування локомотивного дешифратора ДКСВ-1, його основних схемних вузлів, а також принципів їх внутрішньої взаємодії між собою та зовнішньої взаємодії з іншими бортовими приладами системи АЛСН.

2 Підготувати заготовку (макет) звіту з лабораторної роботи, до якого включити перші чотири пункти розділу «Зміст звіту» (замість заповнених таблиць результатів експериментальних досліджень навести їх попередні креслення, без заповнення).

3 На основі виконаної теоретичної підготовки пройти допуск до виконання лабораторної роботи письмово або шляхом тестування на ЕОМ та пред'явити викладачу заготовку звіту про роботу.

4 Здійснити зовнішній огляд лабораторного стенду та пройти інструктаж з правил його використання.

Завдання 2. Аналіз побудови та функціонування схеми реле-лічильників та реле присутності коду

1 Впевнитися у включенні зовнішнього електроживлення та увімкненні дискретного стенду АЛСН до мережі живлення 220 В 50 Гц. 2 Відтиснути всі кнопки К1-К4 та встановити перемикач П1 у положення «Нет кодов».

2 Включити живлення стенду перемиканням тумблера «Сеть» у верхнє положення. На ЛС при цьому має увімкнутися червоний вогонь, що свідчить про відсутність прийняття кодів.

3 Проаналізувати стан реле-лічильників 1, 1А, 2, 2А, 3, реле присутності коду ПК при відсутності коду в умовах попереднього вимкненого стану дешифратора ДКСВ-1. Впевнитися у знеструмленому стані всіх реле-лічильників та реле присутності коду.

4 Одночасним переведенням перемикачів «РБ-К1» та «ВК-К2» відповідно в положення РБ і ВК з наступним відпусканням у нейтральне положення (імітацією натискання кнопок РБ і ВК на пульті машиніста) виконати зміну показання ЛС з червоного вогню на білий. Аналогічно п. 3 завдання 2 зафіксувати стан реле-лічильників та присутності коду й впевнитися у їх знеструмленому стані.

5 Шляхом маніпуляцій перемикачем П1 та кнопками КН1-КН4 відповідно до таблиці 2.3 відтворити надходження до кіл ДКСВ-1 коду КЖ (про сприйняття даного коду свідчить включення червоно-жовтого вогню на ЛС). Проаналізувати та зафіксувати роботу реле-лічильників та реле ПК в умовах прийняття цього коду.

6 Аналогічно п. 5 відповідно до таблиці 2.3 відтворити надходження до кіл ДКСВ-1 сигнальних кодів Ж і З. Проаналізувати та зафіксувати роботу реле-лічильників та присутності коду при надходженні зазначених кодів АЛСН.

7 Результати лабораторних спостережень занести в таблицю 3.4. Стан реле під струмом позначити символом ↑, без струму – символом ↓, роботу в імпульсному режимі – символом ↕.

8 На підставі статичного аналізу схеми реле-лічильників та присутності коду (рисунки 3.1 і 3.2) впевнитися в коректності отриманих експериментальних даних (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Результати аналізу схеми реле-лічильників та присутності коду АЛСН

Код АЛСН	Показання ЛС*	Стан реле					
		1	1А	2	2А	3	ПК
КЖ							
Ж							
З							
Відсутній	К						
Відсутній	Б						
* К – червоний, Б – білий, КЖ – червоний з жовтим, Ж – жовтий, З – зелений							

Завдання 3. Аналіз побудови та функціонування схеми реле відповідності

1 Призвести ЛС до стану червоного вогню будь-яким способом.

2 Відтворити надходження до кіл дешифратора ДКСВ-1 сигнального коду КЖ. Проаналізувати та зафіксувати стан реле С і ПС: а) до появи на ЛС червоно-жовтого вогню; б) в перші 5 с після появи на ЛС червоно-жовтого вогню; в) після проходження 10 с з моменту включення на ЛС червоно-жовтого вогню.

3 Процедури, передбачені п. 2, виконати, крім переходу ЛС з червоного на червоно-жовтий (К → КЖ), також при таких переходах показань ЛС (відповідних їм кодових сигналів АЛСН):

- з червоного на жовтий (К → Ж), червоного на зелений (К → З), червоного на білий (К → Б);
- червоно-жовтого на жовтий (КЖ → Ж), червоно-жовтого на зелений (КЖ → З), червоно-жовтого на червоний (КЖ → К);
- жовтого на зелений (Ж → З), жовтого на червоно-жовтий (Ж → КЖ), жовтого на білий (Ж → Б);
- зеленого на жовтий (З → Ж), зеленого на червоно-жовтий (З → КЖ), зеленого на білий (З → Б);

- білого на червоно-жовтий (Б → КЖ), білого на жовтий (Б → Ж), білого на зелений (Б → З).

Стан реле С і ПС відслідковувати до, в перші 5 с та по завершенні 10 с після переходу на відповідне нове показання на ЛС.

4 Результати експериментування занести в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати аналізу схеми відповідності

Стан ЛС*		Код АЛСН		Стан реле С			Стан реле ПС		
П	Н	П	Н	ДЗ	< 5 с	> 10 с	ДЗ	< 5 с	> 10 с
К	КЖ								
К	Ж								
К	З								
К	Б								
КЖ	К								
КЖ	Ж								
КЖ	З								
Ж	КЖ								
Ж	З								
Ж	Б								
З	Б								
З	Ж								
З	КЖ								
Б	КЖ								
Б	Ж								
Б	З								

* П – попереднє показання ЛС, Н – нове показання ЛС; ДЗ – стан реле до зміни показання ЛС, < 5 с – стан реле у перші 5 с після зміни показання ЛС, > 10 с – стан реле після проходження 10 с з моменту зміни показання ЛС

Виконати індивідуальне завдання за вказівкою викладача до першої частини лабораторної роботи.

Частина друга

Завдання 4. Аналіз побудови та функціонування схеми сигнальних реле

1 Призвести ЛС до стану червоного вогню будь-яким способом (вимкненням стенду та повторним увімкненням при положенні перемикача П1 у положенні «Нет кодов», вимкненням кодування після прийому коду КЖ тощо).

2 Способом, передбаченим таблицею 3.3, відтворити надходження до кіл дешифратора ДКСВ-1 сигнального коду КЖ. Проаналізувати та зафіксувати стан сигнальних реле *КЖ*, *Ж* і *З* при зміні показань ЛС з червоного на червоно-жовтий $К \rightarrow КЖ$.

3 Процедури, передбачені п. 2, виконати також при переходах показань ЛС: $К \rightarrow Ж$, $К \rightarrow З$, $К \rightarrow Б$; $КЖ \rightarrow Ж$, $КЖ \rightarrow З$, $КЖ \rightarrow К$; $Ж \rightarrow З$, $Ж \rightarrow КЖ$, $Ж \rightarrow Б$; $З \rightarrow Ж$, $З \rightarrow КЖ$, $З \rightarrow Б$; $Б \rightarrow КЖ$, $Б \rightarrow Ж$, $Б \rightarrow З$.

4 Результати експериментування занести в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати аналізу схеми сигнальних реле

Стан ЛС*		Код АЛСН		Стан сигнальних реле					
				КЖ		Ж		З	
П	Н	П	Н	ДЗ	ПЗ	ДЗ	ПЗ	ДЗ	ПЗ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К	КЖ								
К	Ж								
К	З								
К	Б								
КЖ	К								
КЖ	Ж								
КЖ	З								
Ж	КЖ								

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ж	З								
Ж	Б								
З	Б								
З	Ж								
З	КЖ								
Б	КЖ								
Б	Ж								
Б	З								

* П – попереднє показання ЛС, Н – нове показання ЛС; ДЗ – стан реле до зміни показання ЛС, ПЗ – стан реле після зміни показання ЛС

Завдання 5. Аналіз побудови та функціонування схем контролю швидкості та перевірки пильності машиніста

1 Забезпечити увімкнення на ЛС червоного вогню (відповідно до таблиці 3.3 або іншим способом).

2 Відтворити надходження до кіл ДКСВ-1 коду КЖ і забезпечити переключення ЛС з червоного на жовто-червоний вогні (К → КЖ). Проаналізувати та зафіксувати стан реле *Б* та *КС* після переходу К → КЖ при імітації стоянки локомотива (без маніпуляцій стрілкою швидкостеміра) та без підтвердження контролю пильності (не натискаючи кнопок РБ і ВК). При цьому необхідно впевнитися в знеструмленні реле *Б*, знаходженні під струмом реле *КС*, та імітації свистка ЕПК за допомогою спеціального дзвінка стенду.

3 Короткочасно натиснути кнопку ВК (перевести перемикач «ВК-К2» у положення ВК на 0,5...1,5 с та повернути його в нейтральне положення). Проаналізувати та зафіксувати стан реле РБ при натиснутій та відпущеній кнопці ВК (положенні перемикача «ВК-К2» у положенні ВК та нейтральному положенні). Проаналізувати стан реле *Б* та *КС* після імітації

підтвердження пильності (реле *Б* має стати під струм, реле *КС* має залишитися під струмом, дзвінок імітації свистка ЕПК має виключитися).

4 За допомогою годинника або секундоміра виміряти час в 1 хв. Впевнитися, що реле *Б* протягом цього часу не знеструмлюється, а дзвінок-імітатор свистка ЕПК не включається.

5 Виконати п. 1-3 при імітації швидкості руху поїзда 5 км/год (для чого рукояткою-імітатором приводу швидкостеміра встановити його стрілку у відповідне положення та утримати її у цьому положенні).

6 Виконати дії, передбачені п.п. 2-5 для переходів показань ЛС: К → Ж, К → Б; КЖ → Ж, КЖ → К; Ж → КЖ, Ж → Б; З → Ж, З → КЖ, З → Б; Б → КЖ, Б → Ж. При виконанні п. 5 (відтворення перевірки і підтвердження пильності) для жовтого і білого вогнів ЛС підтвердження пильності здійснювати, крім як кнопкою ВК (ВК-К2), також і кнопкою РБ (РБ-К1).

7 Результати лабораторних досліджень, виконаних в п.п. 2-6, занести до таблиці 3.7.

8 Після переходу К→КЖ на ЛС становити швидкість руху поїзда 15–18 км/год. Впевнитися в періодичному знеструмленні реле *Б* та включенні свистка ЕПК (або лампочки ЛП ЕПК), підтверджуючи при цьому пильність кнопкою ВК та РБ. Зафіксувати період перевірки пильності за допомогою годинника або секундоміра.

Таблиця 3.7 – Результати аналізу однократної перевірки пильності

Стан ЛС*		Код АЛСН		Стан реле					
				Б		КС	РБ		
П	Н	П	Н	ДН	ПН	ДН	ВК↑	РБ↑	ВК↓ РБ↓
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К	КЖ								
К	Ж								
К	Б								

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КЖ	К								
КЖ	Ж								
Ж	Б								
Ж	КЖ								
З	Б								
З	КЖ								
З	Ж								
Б	КЖ								
Б	Ж								

* П – попереднє показання ЛС, Н – нове показання ЛС; ДН – стан реле до натискання рукоятки пильності (кнопки ВК), ПН – стан реле після натискання рукоятки пильності (кнопки ВК)

9 Виконати дії, передбачені п. 8 для переходів показань ЛС К → Ж, К → Б; КЖ → Ж, КЖ → К; Ж → КЖ, Ж → Б; З → Ж, З → КЖ, З → Б; Б → КЖ, Б → Ж.

10 Після переходів К→КЖ, К → Ж, К → Б; КЖ → Ж, КЖ → К; Ж → КЖ, Ж → Б; З → Ж, З → КЖ, З → Б; Б → КЖ, Б → Ж відтворити перевищення припустимої швидкості руху для відповідних показань ЛС (для червоного показання встановити швидкість 30 км/год, для інших – 100 км/год). Зафіксувати час з моменту перевищення припустимої швидкості до знеструмлення реле КС.

11 Після імітації перевищення швидкості при переходах К→КЖ, К → Ж, К → Б; КЖ → Ж, КЖ → К; Ж → КЖ, Ж → Б; З → Ж, З → КЖ, З → Б; Б → КЖ, Б → Ж та знеструмлення реле КС відновити припустиму швидкість руху (зниживши її для всіх показань до 10...15 км/год). Зафіксувати час з моменту відновлення припустимої швидкості до збудження реле КС.

12 Результати досліджень, виконаних у п.п. 8–11, занести до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Результати аналізу періодичної перевірки пильності та контролю швидкості

Стан ЛС*		Код АЛСН		Період контролю пильності, с	Реле КС	
П	Н	П	Н		Час знеструмлення після перевищення швидкості, с	Час збудження при відновленні припустимої швидкості, с
К	КЖ					
К	Ж					
К	Б					
КЖ	К					
КЖ	Ж					
Ж	Б					
Ж	КЖ					
З	Б					
З	КЖ					
З	Ж					
Б	КЖ					
Б	Ж					

* П – попереднє показання ЛС, Н – нове показання ЛС

13 Створити технологічну ситуацію для увімкнення на ЛС білого вогню. Впевнитися у знеструмленому стані сигнального реле З після увімкнення білого вогню на ЛС.

14 Натиснути та зафіксувати натиснутою кнопку ДЗ. Потім одночасно зімітувати натиснення рукоятки пильності та кнопки ВК (верхнє

положення перемикачів РБ-К1 і ВК-К2). Впевнитися у збудженні сигнального реле 3.

15 Виміряти період перевірки пильності (знеструмлення реле Б, включення дзвінка-імітатора свистка *ЕПК*, лампочки ЛП *ЭПК*) при збудженому реле 3 на натиснутій кнопці *ДЗ*.

16 Відтиснути кнопку *ДЗ* та знов виміряти період перевірки пильності. Впевнитися у різниці між періодами частої та рідкої перевірки пильності).

17 Результати досліджень, виконаних у п.п. 13-16, занести до таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати аналізу частої та рідкої перевірки пильності

Показання	Стан реле 3			Період перевірки	
	До натискання ДЗ, ВК, РБ	Після натискання ДЗ, ВК, РБ	Після відпускання ДЗ	Частої	Рідкої
ЛС				пильності, с	
Б					

Завдання 6. Статичний аналіз схем дешифратора та узагальнення результатів лабораторної роботи

1 Користуючись схемами дешифратора ДКСВ-1 та його функціональних вузлів (рисунок 3.1-3.5), побудувати часові діаграми для заданої технологічної ситуації без пошкодження та з пошкодженням електричних кіл дешифратора відповідно до варіанту індивідуального завдання (до всієї лабораторної роботи, включаючи першу і другу частину), вказаного у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Варіанти індивідуального завдання

Перша буква імені студента	Друга буква прізвища студента			
	А – Ж	З – Л	М – Р	С – Я
А – Ж	1	2	3	4
З – Л	5	6	7	8
М – Р	9	10	11	12
С – Я	13	14	15	16

Технологічна ситуація, яка визначається зміною в кодуванні РК, на якому знаходиться локомотив, та відповідною зміною показань ЛС, наведена в таблиці 3.10. В таблиці наведена зміна показань ЛС, відповідну ж зміну кодів у РК (початковий та кінцевий коди) здобувач вищої освіти має визначити самостійно. Швидкість поїзда при цьому приймається більшою 10 км/год, але меншою за припустиму для відповідних показань ЛС.

Для заданої таблицею 3.11 технологічної ситуації має бути побудовано дві діаграми – з виконанням та без виконання однократного підтвердження пильності машиністом при зміні показань ЛС (крім зміни на зелений вогонь). Здобувачі вищої освіти, у яких як кінцевий визначено зелене показання ЛС, мають відобразити на діаграмах виконання та невиконання періодичної перевірки пильності при початковому показанні ЛС. Для таких студентів на діаграмах має бути відображений як мінімум один період перевірки пильності машиніста.

Таблиця 3.11 – Технологічна ситуація, визначена зміною показань ЛС

Показання ЛС	Варіант індивідуального завдання															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Початкове	К	К	К	К	КЖ	КЖ	КЖ	Ж	Ж	Ж	З	З	З	Б	Б	Б
Кінцеве	КЖ	Ж	З	Б	К	Ж	З	Б	КЖ	З	Б	КЖ	Ж	КЖ	Ж	З

Пошкодження в схемі ДКСВ-1 для різних варіантів наведені в таблиці 3.12. При цьому здобувач вищої освіти має побудувати дві діаграми для своєї технологічної ситуації (таблиця 3.11) із пошкодженням:

- а) пошкодження виникло до зміни кодування (показання ЛС);
- б) пошкодження виникло після зміни кодування (показання ЛС).

Таблиця 3.12 – Пошкодження в схемі дешифратора ДКСВ-1

Варіант	Пошкодження в схемі ДКСВ-1	
	До зміни коду/показань ЛС	Після зміни коду/показань ЛС
1	2	3
1	Обрив обмотки реле С	Обрив контакту 0- $V_{кж}$
2	К.З. обмотки реле ПС	Обрив контакту 0- $V_{ж}$
3	Обрив контакту 0-20	К.з. обмотки реле С
4	Обрив обмотки реле Б	Пробій конденсатора $C_{кж}$
5	Залипання фронтних контактів реле-лічильника 1	К.З. обмотки реле КС
6	Залипання тильних контактів реле-лічильника 1	Мостове залипання контактів реле-лічильника 2
7	Мостове залипання контактів імпульсного реле И	Залипання фронтних контактів реле-лічильника 3
8	Пробій конденсатора С11 (рисунок 3.3)	Обрив обмотки реле ПС
9	Залипання тильних контактів реле-лічильника 2А	Залипання фронтних контактів реле-лічильника 1А
10	Мостове залипання контактів реле-лічильника 2А	Залипання фронтних контактів реле-лічильника 3
11	Залипання тильних контактів реле-лічильника 3	Пробій обмотки реле КС

Продовження таблиці 3.12

1	2	3
12	К.3. обмотки сигнального реле Ж	Обрив обмотки сигнального реле КЖ
13	Обрив обмотки сигнального реле З	К.3. обмотки реле-лічильника 1А
14	Обрив обмотки сигнального реле Ж	Обрив конденсатора $C_{кж}$
15	Пробій діода ВК4 (рисунок 3.3)	Пробій діода ВК3 (рисунок 3.4)
16	Пробій конденсатора С4 (рисунок 1.3)	К.3 обмотки сигнального реле З

При побудові діаграми із пошкодженням передбачається виконання машиністом як однократного, так і періодичного підтвердження пильності (крім випадків включення або горіння на ЛС зеленого вогню).

При побудові всіх часових діаграм необхідно спочатку відобразити початковий стан реле, а потім – перехідний процес та кінцевий стан реле. В умовах пошкодження діаграма має відобразити встановлений стан всіх реле без пошкодження, а потім – процес переходу реле в кінцевий або проміжний стан при пошкодженні та кінцевий стан реле після пошкодження.

Часові діаграми мають відобразити стан всіх без винятку реле дешифратора ДКСВ-1 відповідно до схеми на рисунку 3.1.

2 Порівняти результати побудови часових діаграм без урахування пошкодження з експериментальними даними лабораторних досліджень (таблиці 2.4-2.8). У разі невідповідності між результатами аналізу електричних принципових схем ДКСВ-1 та експериментальними даними – знайти помилку та письмово (у звіті з лабораторної роботи) пояснити вірогідну її причину.

3 Усно відповісти на всі контрольні запитання 1-28 до лабораторної роботи.

4 Надати письмову розгорнуту відповідь на контрольне запитання, номер якого відповідає варіанту завдання (таблиця 3.10).

5 Сформувати письмовий висновок з виконання лабораторної роботи із резюмуванням основних її результатів.

3.5 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи має містити такі елементи:

- 1 Назва та мета лабораторної роботи.
- 2 Короткі теоретичні відомості про дешифратор ДКСВ-1 та роботу його функціональних вузлів (до двох сторінок).
- 3 Принципові електричні схеми дешифратора ДКСВ-1 та його функціональних вузлів відповідно до рисунків 3.1-3.5.
- 4 Результати лабораторних досліджень у вигляді таблиць 3.4-3.8.
- 5 Результати виконання індивідуального завдання (часові діаграми та відповідь на контрольне питання відповідно до варіанту).
- 6 Короткий висновок з роботи (до третини сторінки).
- 7 Звіт виконати згідно [6].

3.6 Контрольні питання

1 Які основні функції виконує локомотивний дешифратор кодів АЛСН типу ДКСВ-1?

2 В чому полягає принцип монтажу дешифратора ДКСВ-1 на локомотиві?

3 Які елементи дешифратора ДКСВ-1 утворюють схему реле-лічильників та в чому полягає їх робота при надходженні різних кодів?

4 Які елементи дешифратора ДКСВ-1 задіяні у перевірці присутності коду АЛСН на його вході та в чому полягає принцип їх роботи при надходженні різних кодів АЛСН?

5 Які елементи дешифратора ДКСВ-1 утворюють схему сигнальних реле та в чому полягає їх робота при надходженні різних кодів АЛСН?

6 Які елементи дешифратора ДКСВ-1 утворюють схему реле-відповідності та в чому полягає їх робота при різних показаннях ЛС та надходженні різних кодових сигналів АЛСН?

7 Які елементи дешифратора ДКСВ-1 утворюють схему перевірки пильності машиніста та в чому полягає їх робота при різних показаннях ЛС?

8 Які елементи дешифратора ДКСВ-1 утворюють схему контролю швидкості та в чому полягає їх робота при різних показаннях ЛС та швидкостях руху поїзда?

9 Поясніть реакцію функціональних вузлів дешифратора ДКСВ-1 на зміну кодових сигналів АЛСН, які він сприймає.

10 Поясніть реакцію функціональних вузлів дешифратора ДКСВ-1 на припинення надходження кодів КЖ, Ж і З.

11 Поясніть принцип переходу з червоного на білий вогонь ЛС.

12 В чому полягає призначення рукоятки пильності *РБ*, кнопок *ВК*, *ДЗ* та *КП* на пульті машиніста?

13 Які види перевірки пильності існують, за якими принципами вони поділяються та в чому полягають відмінності між ними?

14 Поясніть принцип переходу від частої до рідкої періодичної перевірки пильності машиніста.

15 Які наслідки невиконання машиністом періодичного та однократного підтвердження пильності при різних показаннях ЛС?

16 Які наслідки перевищення припустимої швидкості руху поїзда при різних показаннях ЛС?

17 За рахунок чого забезпечується увімкнення рідкої періодичної перевірки пильності машиніста?

18 При яких показаннях ЛС можливий перехід на рідку періодичну перевірку пильності машиніста?

19 Які наслідки постійного утримання рукоятки пильності *РБ* в натиснутому стані при різних показаннях ЛС?

20 Які наслідки відтиснення кнопки *ДЗ* при рідкій періодичній перевірці пильності машиніста?

21 Яким чином у дешифраторі ДКСВ-1 здійснюється захист від наслідків залипання якорів реле-лічильників?

22 Яким чином у дешифраторі ДКСВ-1 здійснюється захист від наслідків прийняття з колії зайвих (помилкових) імпульсів числового коду та неперервного змінного струму?

23 Скільки кодових циклів нового коду АЛСН має сприйняти дешифратор ДКСВ-1 для зміни показань ЛС?

24 Які реле забезпечують включення на ЛС білого вогню?

25 Чому припинення надходження коду КЖ призводить до появи на ЛС червоного вогню, а кодів Ж і З – білого?

26 В чому полягає відповідність між показаннями колійних світлофорів, кодовими сигналами АЛСН та показаннями ЛС?

27 З якими пристроями АЛСН безпосередньо пов'язаний дешифратор ДКСВ-1 та в чому полягає взаємодія між ними?

28 Які існують модифікації дешифратора ДКСВ-1 та в чому полягають основні відмінності між ними?

Список літератури

1 Мороз В. П., Змій С. О. Методичні вказівки до виконання лабораторних занять, самостійної роботи, курсового та дипломного проектування з дисциплін «Технічні засоби автоматизації» та «Колійні датчики» «Дослідження систем лічення осей». Харків: УкрДУЗТ, 2019. 24 с.

2 Кошевий С. В., Каменєв О.Ю. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Системи автоматики на перегонах», «Пристрої дешифрування, реєстрації та виконання кодових сигналів автоматичної локомотивної сигналізації». Харків: УкрДАЗТ, 2015. 75 с.

3 Інструкція з сигналізації на залізницях України / затв. наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 23.06.2008 р. № 747. Київ: ТОВ "Інпрес", 2008. 159 с.

4 Інструкція про порядок користування автоматичною локомотивною сигналізацією безперервного типу (АЛСН) і пристроями контролю пильності машиніста на залізницях України: ЦТ-ЦШЕОТ-0027: затв. Наказом Міністерства транспорту України 27.01.2000. Київ, 2000. 30 с.

5 Приймальні локомотивні пристрої автоматичної локомотивної сигналізації: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи автоматики на перегонах» / С. В. Кошевий, О. А. Абакумов, М. В. Ушаков. Харків: УкрДАЗТ, 2012. 14 с.

6 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності / Л. М. Козар, Є. В. Коновалов та ін.; під заг. ред. Л. М. Козара. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 54 с.

ТОЧКОВІ МЕТОДИ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ БЕЗПЛОТНОГО ПОЇЗДУ
ТА ПРИЛАДИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ НА ЛОКОМОТИВІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
*«ІННОВАЦІЙНІ СИСТЕМИ СИГНАЛЬНОГО АВТОРЕГУЛЮВАННЯ ТА
БЕЗПЛОТНІ ПОЇЗДИ»*

Відповідальний за випуск Прилипко А. А.

Підписано до друку 29.04.2024 р.

Умовн. друк. арк. 5,5. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.
