



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ**  
**РУХОМ ПОЇЗДІВ НА СТАНЦІЯХ**

*Навчальний посібник*

**Харків 2024**

**УДК 681.51:656.22(075)**

**A 22**

*Рекомендовано вченою радою Українського державного університету  
залізничного транспорту як навчальний посібник  
(витяг з протоколу № 6 від 28 червня 2024 р.)*

**Рецензенти:**

професори С. Г. Буряковський (Науково-дослідний та проектно-  
конструкторський інститут Молнія НТУ «ХП»),  
Є. М. Зубарєв (НТУ «ХП»)

**Авторський колектив:**

В. І. Мойсеєнко, В. О. Сотник, С. О. Змій, О. В. Щєбликіна

Автоматизовані системи керування рухом поїздів на станціях:  
Навч. посібник / В. І. Мойсеєнко, В. О. Сотник, С. О. Змій та ін. –  
Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 183 с., рис. 71, табл. 29.

ISBN

У посібнику розглянуто широкий спектр питань, пов'язаних із автоматизованими системами керування рухом поїздів на станціях, які відповідають вимогам сучасності та прогресу технологій. Основний акцент зроблено на практичній реалізації схем мікропроцесорної централізації, а також впровадженні точкових колійних датчиків на залізничному транспорті України. Це має величезне значення для підвищення безпеки та ефективності перевезень.

Посібник містить теоретичні відомості та завдання до практичних занять, виконання курсових і дипломних проєктів, розрахункових і контрольних робіт, самостійної роботи здобувачів вищої освіти спеціальностей «Залізничний транспорт», «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» усіх форм здобуття освіти для закріплення знань і навичок, що має велике значення для здобувачів, які навчаються за дуальною, заочною формами або в режимі дистанційного навчання. Навчальний матеріал розроблено з огляду на застосування новітніх пристроїв на залізниці.

УДК 681.51:656.22(075)

ISBN

© Колектив авторів, 2024.  
© Український державний університет  
залізничного транспорту, 2024.

## ЗМІСТ

Вступ	5
1. Розроблення схематичного плану станції з осигналюванням	7
2. Розроблення схеми ізоляції колій станції	19
2.1. Технологія розроблення схеми ізоляції колій	19
2.2. Розроблення схеми каналізації зворотного тягового струму	36
3. Розроблення технічних рішень мікропроцесорної централізації	43
3.1. Структурна схема системи	43
3.2. Розроблення технічних рішень верхнього рівня	49
3.3. Розрахунок необхідної кількості модулів введення- виведення	53
3.4. Розроблення технічних рішень нижнього рівня	71
3.5. Розроблення технічних рішень для підключення апаратури рейкових кіл	108
4. Проектування і розрахунок кабельних мереж	115
4.1. Загальні положення	115
4.2. Кабельна мережа світлофорів	136
4.3. Кабельна мережа стрілок	141
4.4. Кабельні мережі релейних трансформаторів рейкових кіл	151
4.5. Кабельні мережі живильних трансформаторів рейкових кіл	153
4.6. Кабельна мережа точкових колійних датчиків	158
5. Індивідуальні завдання для розвитку практичних навичок і творчих здібностей	169
5.1. Завдання до розділу 1. Розроблення схематичного плану станції з осигналюванням	169
5.2. Завдання до розділу 2. Розроблення схеми ізоляції колій станції	172

5.3. Завдання до розділу 3. Розроблення технічних рішень МПЦ	173
5.4. Завдання до розділу 4. Кабельні мережі	174
5.5. Оформлення результатів роботи	175
Бібліографічний список	177
Додаток 1. Приклад оформлення титульного аркуша, змісту і завдання	181

## ВСТУП

На сьогодні інфраструктура залізничного транспорту України має значний рівень зношеності та потребує негайного оновлення. Окремі ділянки залізничної колії, які перебували в зоні бойових дій, повністю або частково знищені. Особливо актуальними є роботи з відновлення та модернізації систем керування рухом поїздів на перегонах і станціях, які мають критичне значення для процесу руху поїздів і забезпечення перевізного процесу.

Тому проблема підготовки високоякісних фахівців, здатних забезпечити модернізацію систем сигналізації, централізації та блокування, має першочергове значення. Основною елементною базою сучасних систем залізничної автоматики є цифрові системи та інформаційні технології на їхній основі. Ця тенденція безальтернативна з двох причин: релейні системи повністю вичерпали свої функційні можливості, на сьогодні в Україні не виробляють реле першого класу надійності.

Ситуація ускладнюється дефіцитом сучасної спеціалізованої фахової літератури з питань розроблення та проектування систем залізничної автоматики. Використання спеціалізованої літератури розробників мікропроцесорної техніки вирішує проблему частково. Подібна фахова література орієнтована, як правило, на системи автоматизації загального призначення і не враховує специфіки побудови та використання систем автоматики залізничного призначення. Також слід зазначити, що розробники сучасних систем мікропроцесорної централізації дуже обережно ставляться до публікації змістовної частини власних технічних і програмних рішень мікропроцесорних систем керування рухом поїздів.

Автори мали за мету надати методичну підтримку здобувачам вищої освіти спеціальностей 273 «Залізничний транспорт» і 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» при виконанні

практичних завдань, графічних і курсових робіт, курсового і дипломного проєктування. У посібнику надано не тільки методику виконання проєкту з розроблення системи станційної централізації, а й приклади практичної реалізації схемних рішень систем мікропроцесорної централізації відомими виробниками цієї продукції.

Матеріал посібника можна використовувати при вивченні фахових дисциплін, передбачених освітніми програмами «Організація контролю систем керування рухом поїздів» і «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», значну увагу приділяють формуванню у здобувачів необхідних знань та умінь, необхідних для проєктування нових систем автоматизації – це можуть бути розрахунково-графічні роботи, курсові роботи і проєкти і дипломне проєктування (приклад оформлення титульного аркуша, змісту і завдання наведено в дод. 1).

У посібнику акцентовано увагу на розробленні автоматизованих системах керування рухом поїздів на станціях, але окремі розділи можуть бути використані в інших фахових дисциплінах, наприклад «Системи керування рухом поїздів на перегонах», «Системи гіркової централізації», «Системи диспетчерської централізації» тощо, особливо на методичній підтримці дипломного та курсового проєктування для дисциплін «Системи керування рухом поїздів на станціях» і «Автоматизація та комп'ютерні технології на залізничних станціях». Посібник може стати в нагоді працівникам залізничного транспорту, які займаються технічним обслуговуванням систем централізації, а також роботами з їхньої модернізації.

## 1. Розроблення схематичного плану станції з осигналюванням

Схематичний (одноритковий) план станції з сигналюванням є основним вихідним документом для проектування систем електричної централізації. На плані станції з дотриманням взаємного розташування вказують пост централізації, нормальне положення і номери стрілок, спеціалізацію колій за напрямком руху, розбиття колій станції на ізолювані ділянки, розташування станційних світлофорів із зазначенням їхніх номерів і розфарбуванням вогнів, ординати стрілок і сигналів. Приклад схематичного плану станції наведено на рис. 1.1.

Схематичний план станції викреслюється без масштабу, колійний розвиток станції відображується в одноритковому вигляді. Після підрахунку ординат стрілок і сигналів вони розташовуються за збільшенням. Відстань між суміжними коліями приймається 10 мм, з'їзди зображуються під кутом  $30^\circ$ .

Останнім часом за модернізації систем станційної централізації або впровадження мікропроцесорних систем централізації все більшу увагу приділяють системам мікропроцесорної централізації (МПЦ) з точковими датчиками, які виконують функції контролю стану колій і ділянок станції. Для станцій із кодуванням маршрутів застосовують комбіновані системи, які передбачають встановлення як апаратури рейкових кіл у маршрутах із кодуванням, так і колійних точкових датчиків на інших ділянках (рис. 1.2).

На початковому етапі проектування схематичного плану здійснюють розбиття станції на ізолювані ділянки, які обладнуються електричними рейковими колами. Розбиття має бути проведено так, щоб забезпечити можливість одночасних паралельних пересувань по станції.

Співвідп. Одиниць	Одиниць	1148	НБ, НД	Н	1128	848	М1, М3	828	1	790	825	828	М5	828	1	790	825	828	М7	828	7	798	5	755	9	728	11	737	М9	740	М11	725	670	М13	13	667	М15, М17, М19	615	15, 19	612	М21	560	17, 21	536	М23, М25	521	25, 23	518	27	440	Ч4, М27	460	29	422	Ч2	443	Ч3	425	Ч5	364	пост. ЕЦ	0
-------------------	---------	------	--------	---	------	-----	--------	-----	---	-----	-----	-----	----	-----	---	-----	-----	-----	----	-----	---	-----	---	-----	---	-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	---------------	-----	--------	-----	-----	-----	--------	-----	----------	-----	--------	-----	----	-----	---------	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----------	---

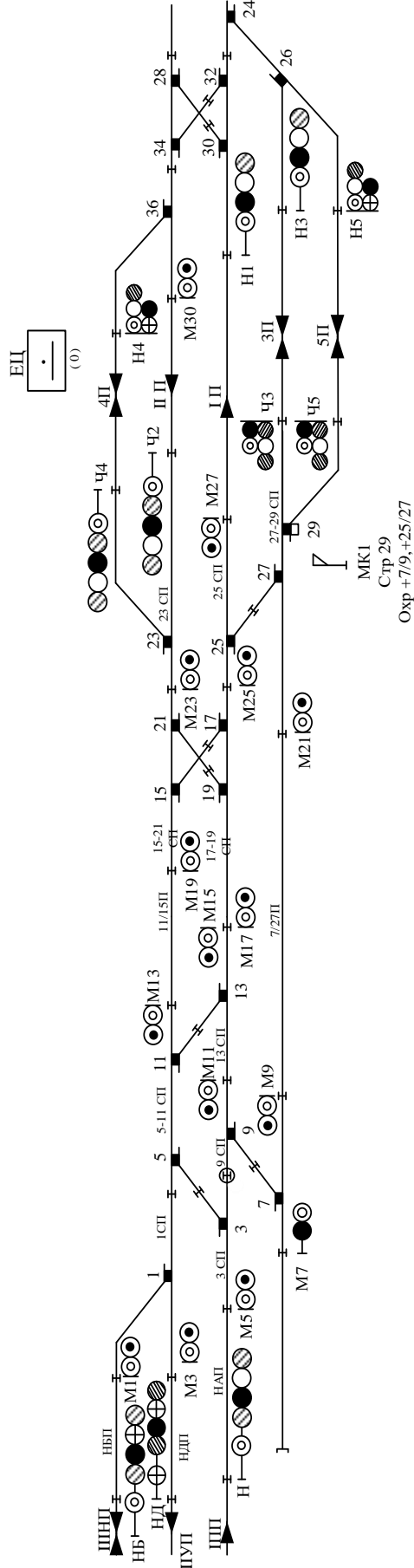


Рис.1.1. Приклад схематичного (однотипового) плану станції.



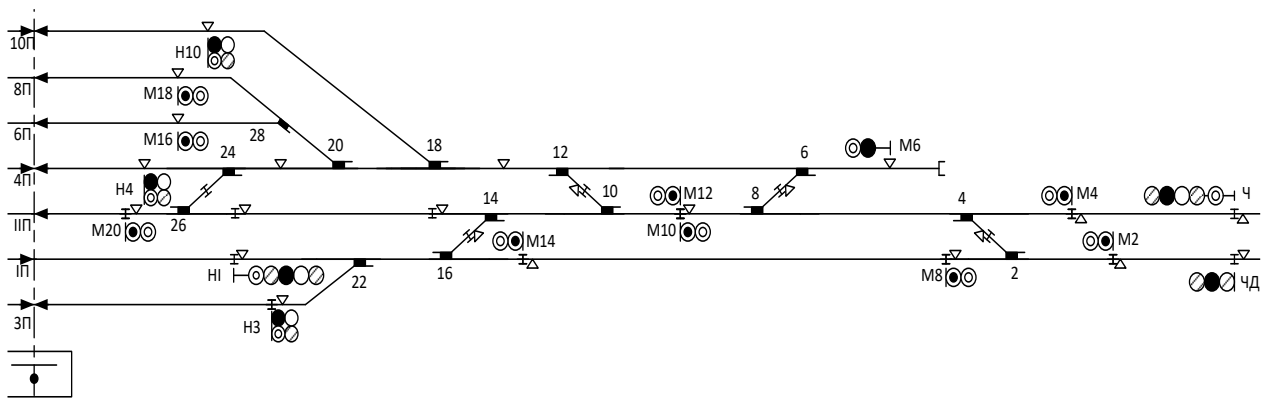


Рис. 1.2. Приклад схематичного плану станції з рейковими колами та точковими колійними датчиками

Стрілочну горловину станції ізолюючими стиками відділяють від перегону, також кожен приймально-відправну колію, встановлюють стики, якими створюють безстрілочні ділянки за входними світлофорами, ізолюючими стиками розділяють стрілки з'їздів. За наявності в горловині перехресного з'їзду його стрілки відділяють ізолюючими стиками з чотирьох боків (рис. 1.3, а).

Для можливості одночасного використання в різних маршрутах обох стрілок паралельних з'їздів, гостряки яких знаходяться на одній колії і направлені в різні боки один від одного, обов'язково ставлять ізолюючий стик (рис. 1.3, б). За наявності на станції запобіжного тупика стрілку, яка веде до нього, як правило, виділяють в окрему ізолювану ділянку. Стрілочні вулиці, що примикають до головної колії, також відділяють стиком (рис. 1.3, в).

Якщо стрілки з'їзду утворюють з коліями трапецію, то між стрілками, у яких гостряки розташовані в різні боки, рекомендовано ставити стик (рис. 1.3, г).

За послідовного розміщення стрілочних переводів ізолюючий стик необхідно встановлювати на відстані 3,5 м від граничного стовпчика стрілочного переводу. Якщо ця відстань менше, а відстань від кінця

хрестовини до ізолюючого стику не менше 4,5 м, то такі стики вважають негабаритними. На плані станції такі стики обводять колом (як показано на рис. 1.1 між стрілками 3 і 9, їхні ординати вказують на плані станції в дужках).

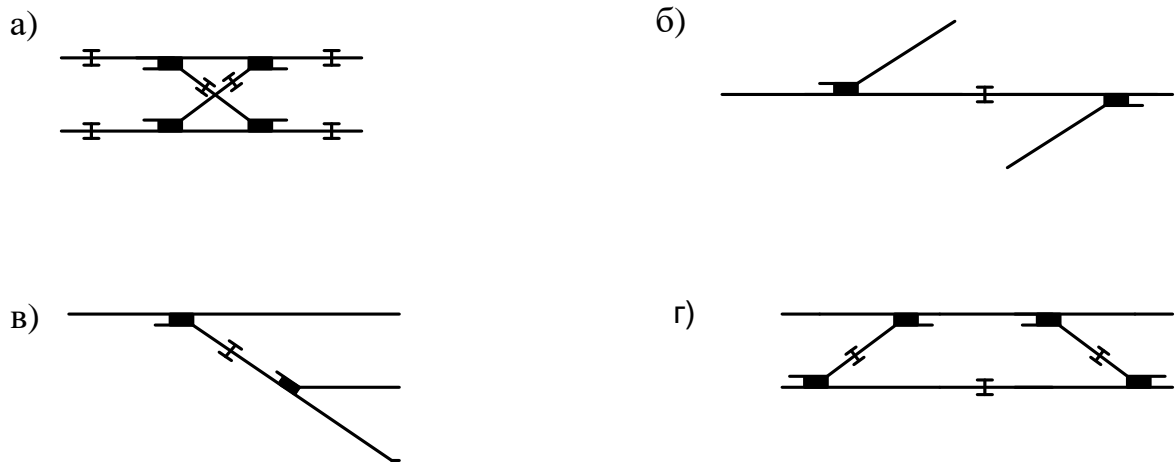


Рис. 1.3. Варіанти обов'язкового встановлення ізолюючих стиків

При встановленні маршрутів, у яких задіяні ділянки, обмежені негабаритним стиком, необхідно додатково враховувати деякі вимоги безпеки. Наприклад, у маршрутах із використанням секції (рис. 1.1), де ізолюючий стик між стрілками 3/5 і 7/9 є негабаритним, додатково необхідно перевіряти вільність секцій 3СП і 9СП. У маршрутах за участю секції 3СП по мінусовому положенню стрілочного з'їзду 3/5, до якого негабаритним є ізолюючий стик між стрілками 3 і 7, додатково має бути виконана умова вільності секції 9СП.

Для забезпечення нормальної роботи рейкових кіл необхідно, щоб у стрілочну ізолювану ділянку входило не більше трьох одиночних або двох перехресних стрілок.

Нумерацію стрілок і колій визначають напрямком руху – парним або непарним. Стрілки в парній горловині нумерують парними номерами, а в

непарній – непарними. Нумерація стрілок збільшується за наближення до осі станції (1, 3, 5 і т. д.).

Нумерація колій на двоколійних ділянках здійснюється з урахуванням спеціалізації їх за напрямком руху. Колії позначаються на плані порядковими номерами з додаванням літери «П». Станційні колії, що є продовженням перегінних колій, вважаються головними і нумеруються римськими цифрами (ІІ, ІІІ...), інші – арабськими. Приймально-відправні колії, розташовані з боку непарних колій, нумеруються непарними цифрами (3П, 5П...), а з боку парної колії – парними (4П, 6П...).

На станції з маршрутизованими поїзними і маневровими пересуваннями всі стрілочні переводи включаються до централізації. Усі світлофори розташовуються з правого боку за напрямком руху поїздів. Встановлення світлофорів слід починати з вхідних і вихідних сигналів. Вхідний світлофор – щогловий п'ятизначний (рис. 1.1) вхідний світлофор, позначений літерою Н (оскільки він дозволяє рух у непарному напрямку), може доповнюватися зеленою половою за наявності пологих марок хрестовин у маршрутах приймання.

На двоколійних ділянках для приймання поїздів, що рухаються в неправильному напрямку, встановлюється додатковий щогловий п'ятизначний вхідний світлофор Нд, у якому ставиться заглушка на зелений вогонь. У діючих системах допускається використовувати карликовий тризначний світлофор. Додатковий вхідний світлофор використовується для організації руху в неправильному напрямку по одній із колій перегону, коли інша закрита, наприклад при проведенні капітального ремонту. Додаткові вхідні світлофори встановлюються на одній ординаті з основними вхідними світлофорами. Ці світлофори можуть знаходитися і на різних ординатах, якщо парна і непарна колії значно віддалені одна від одної. Це єдиний світлофор, який можна ставити з лівого боку за напрямком руху за неможливості (наприклад через габарити) встановлення з правого.

Вхідні світлофори на станціях встановлюють на відстані від вихідного світлофора не менше гальмівного шляху за повного службового гальмування. На станціях, як правило, виділяють передстрілочні ділянки, які дають змогу виконувати маневрову роботу по головних коліях без виїзду за межі станції на перегін.

Вихідні світлофори з головних і бокових колій, по яких передбачено пропускання поїздів без зупинки, а також рух пасажирських поїздів, мають бути щогловими з запрошувальним сигналом, інші – карликовими.

Залежно від напрямку, у якому вони дозволяють рух, вхідні світлофори нумеруються літерою напрямку руху, вихідні – літерою напрямку руху і номером колії, з якої він дозволяє рух.

На великих станціях необхідно передбачити можливість маневрової роботи. Для цього на станції встановлюються маневрові світлофори. Загальний принцип їхнього розташування – зменшення пробігу маневрових складів. Маневрові світлофори за призначенням і місцем встановлення можна поділити на такі групи:

- світлофори, які дозволяють маневрові пересування з колій і за наявності вихідних світлофорів поєднуються з ними;
- світлофори, які огороджують горловину станції з боку гілок примикання, тупиків і маневрових витяжок;
- світлофори, які забезпечують мінімальний шлях руху маневрового складу в бік парку при переставленні з колії на колію і поділяють маршрути на більш короткі. До того ж слід урахувати, що маневрові маршрути можуть встановлюватися або до першого попутного, або за останній зустрічний світлофор;
- світлофори, які встановлюють на безстрілочних ділянках – між вхідним світлофором і першою за ходом стрілкою;
- з безстрілочної ділянки в горловині станції.

Позначаються маневрові світлофори літерою М і парним або непарним номером, залежно від горловини станції, номер збільшується з наближенням до осі станції (М1, М3, М5...).

### Розрахунок ординат стрілок і сигналів

Ординатою стрілки приймають ординату початку гостряків стрілки, а світлофора – ординату встановлення його щогли. Довжина стрілочного переходу залежить від його епюри. Розрізняють епюри одиночних і суміжних стрілок.

Позначення основних розмірів одиночної стрілки наведені на рис. 1.4, а значення основних розмірів – у табл. 1.1. Відстань від гостряків стрілки до граничного стовпчика  $L_{гс}$  залежить від марки хрестовини і ширини міжколій. Зазвичай ширина між головними коліями становить 6,5 м, а між боковими – 5,3 м.

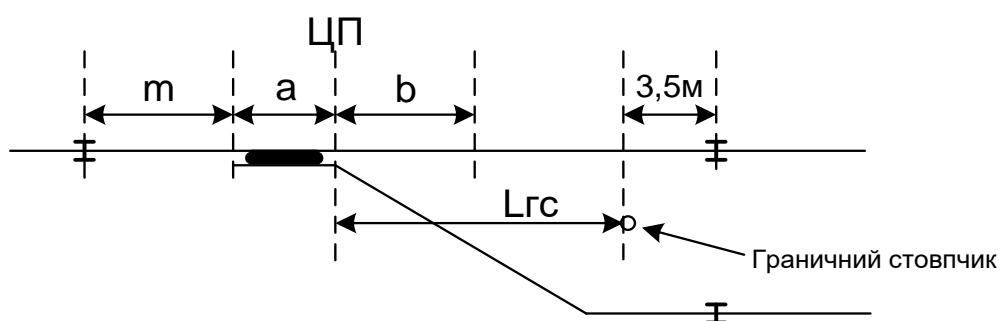


Рис. 1.4. Позначення основних розмірів одиночної стрілки:

$m$  – відстань від ізолюючого стику рамної рейки до початку гостряків, м;

$a$  – відстань від початку гостряків до центра переходу, м;

$b$  – відстань від центра переходу до торця хрестовини, м;

$L_{гс}$  – відстань від центра переходу до граничного стовпчика, м;

3,5 м – відстань від граничного стовпчика до ізолюючого стику

На станціях стрілочні переводи укладають один за одним (суміжно) у різних варіантах. Відстані між гостряками суміжних стрілочних переводів

залежать від довжини прямої вставки  $d$ , що укладають між ними. Довжину цієї вставки визначають залежно від призначення колії, швидкості руху потягів і встановлюють технічними вказівками на їхнє укладання. Так, на головних коліях мінімальна довжина прямої вставки дорівнює 12,5 м (на лініях зі швидкісним рухом 25 м), а бокових – 6,25 м.

Таблиця 1.1

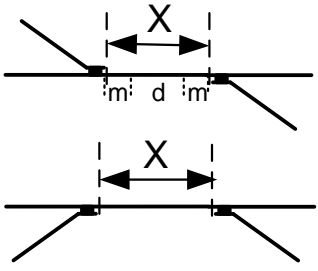
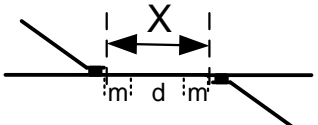
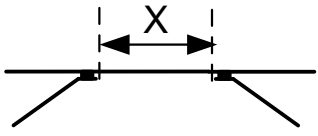
Розміри одиночного стрілочного переходу

Тип рейки	Марка хрестовини	Радіус перевідної кривої, м	Відстань, м			
			m	a	b	L <sub>гс</sub>
P65,P50	1/18	960	3,8	21,7	31,9	78,5
P50	1/11	300	4,3	10,1	19,1	46,8
P65	1/11	300	2,7	11,2	19,3	46,8
P65	1/9	200	2,7	12,4	15,8	43,4
P50	1/9	200	4,3	11,0	15,6	43,4

У табл. 1.2–1.5 наведено дані про відстань між гострятьсями суміжних стрілок за різних видів взаємного розміщення.

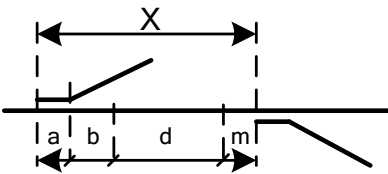
Таблиця 1.2

Дані про відстань між гострятьсями суміжних стрілок за різних видів взаємного розміщення

	Тип рейки	Марка хрестовини		Відстань X, м, зі вставкою d довжиною		
		N1	N2	25 м	12,5 м	6,25 м
		P65	1/9	1/9	30,5	18,0
1/9			1/11	30,5	18,0	11,7
1/11			1/11	30,5	18,0	11,7
1/11			1/18	31,6	19,1	12,8
1/18			1/18	32,6	20,1	13,9
	P50	1/9	1/9	--	21,1	14,9
		1/9	1/11	--	21,1	14,9
		1/11	1/11	--	21,1	14,9
		1/11	1/18	33,1	20,6	14,4
		1/18	1/18	32,6	30,1	--

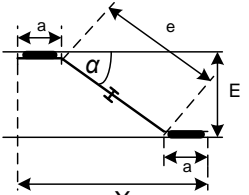
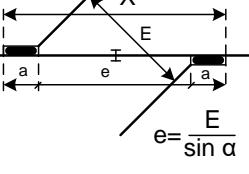
Таблиця 1.3

Дані про відстань між гостряками суміжних стрілок за різних видів взаємного розміщення

	Тип рейки	Марка хрестовини		Відстань X, м, зі вставкою d довжиною		
		N1	N2	25 м	12,5 м	6,25 м
			P65	1/9	1/9	43,5
1/9	1/11			43,5	37,2	35,5
1/11	1/9			45,8	39,6	37,8
1/11	1/11			45,8	39,6	37,8
1/11	1/18			62,2	49,7	43,4
1/18	1/11			68,9	62,	--
1/18	1/18			70,0	63,7	--
P50	1/9			1/9	56,0	43,5
	1/9	1/11	56,0	43,5	37,3	
	1/11	1/9	58,5	46,0	37,7	
	1/11	1/11	58,5	46,0	37,7	
	1/11	1/18	58,0	45,5	37,2	
	1/18	1/11	83,0	70,5	64,2	
	1/18	1/18	82,5	70,0	63,7	

Таблиця 1.4

Дані про відстань між гостряками суміжних стрілок за різних видів взаємного розміщення

	Тип рейки	Марка хрестовини	Відстань між осями колій E, м						
			4,8	5,0	5,3	5,5	6,0	6,5	7,5
	P65	1/9	68,4	70,2	72,9	74,7	79,3	83,8	92,9
		1/11	75,5	77,7	81,0	83,2	88,7	94,2	105,3
		1/18	130,5	134,1	139,6	143,2	152,3	161,4	179,5
	P50	1/9	65,7	67,5	70,3	72,1	76,6	81,1	90,2
		1/11	73,2	75,4	78,7	80,9	86,4	91,9	103,0
		1/18	130,5	134,1	139,6	143,2	152,3	161,4	179,5

Як правило, визначення ординат стрілок і світлофорів починають з корисної довжини найменшої приймально-відправної колії. Корисна довжина приймально-відправних колій визначається відстанню від граничного стовпчика з одного боку і до світлофора з іншого боку.

Для вантажних потягів корисна довжина приймально-відправних колій має бути не менше 1250, 1050 або 850 м (залежно від особливостей), для пасажирських потягів визначається довжиною цих поїздів із можливістю збільшення до 500 м, приміських – до 300 м, довжина запобіжних тупиків – на менше 50 м.

На головних коліях, як правило, використовують стрілочні переводи з маркою хрестовини 1/11, бокових – 1/9. Ординати стрілок розраховують з використанням табл. 1.1–1.5. На шляхах руху високошвидкісних потягів можливе встановлення більш пологих марок хрестовин (1/18 і більше).

Ординати світлофорів розраховують від найближчої стрілки. Якщо стрілка для певного світлофора протишерстна, то ординату визначають за табл. 1.1 (відстань  $m$ ). Якщо стрілка для певного світлофора пошерстна, то ординати визначають з табл. 1.6. Відстань від гостряків стрілки буде залежати від марки хрестовини, ширини між колії, типу світлофора.

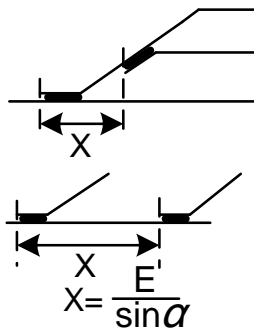
Вхідний світлофор розташовують на відстані не менше 50 м за автономної тяги від гостряка першої протишерстної стрілки (рис. 1.5, а) або граничного стовпчика першої пошерстної стрілки (рис. 1.5, б). За електричної тяги ця відстань збільшується до значення не менше 300 м, яка обумовлена розташуванням на цій ділянці нейтральної вставки контактної мережі і необхідна для прямування за інерцією поїзда, якщо він почав рух після зупинки перед вхідним світлофором.



Таблиця 1.5

Дані про відстань між гостряками суміжних стрілок за різних видів  
взаємного розміщення

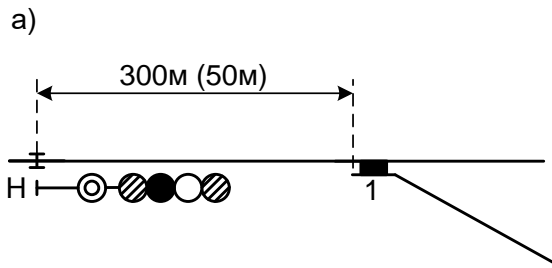
	Тип рейки	Марка хрестовини		Відстань між осями колій E, м						
		N1	N2	4,8	5	5,3	5,5	6	6,5	7,5
		P65	1/9	1/9	43,5	45,3	48,1	49,9	54,4	59,0
1/9	1/11		44,7	46,5	49,2	51,1	55,6	60,1	69,2	
1/11	1/9		51,8	54,0	57,3	59,5	65,0	70,5	81,6	
1/11	1/11		53,0	55,2	58,5	60,7	66,2	71,7	82,8	
1/11	1/18		42,5	44,7	48,0	50,2	55,7	61,2	72,3	
1/18	1/11		97,5	101,2	106,6	110,2	119,3	128,4	146,5	
1/18	1/18		87,1	90,7	96,1	99,8	108,8	117,9	136,1	
P50	1/9	1/9	43,5	45,3	48,1	49,9	54,4	59,0	68,0	
	1/9	1/11	44,5	46,3	49,1	50,9	55,4	59,9	69,0	
	1/11	1/9	52,0	54,2	57,5	59,7	65,2	70,7	81,8	
	1/11	1/11	53,0	55,2	58,5	60,7	66,2	71,7	82,8	
	1/11	1/18	41,3	43,5	46,9	49,1	54,6	60,1	71,1	
	1/18	1/11	98,7	102,3	107,8	111,4	120,5	129,5	147,7	
	1/18	1/18	87,1	90,7	96,1	99,8	108,8	117,9	136,1	



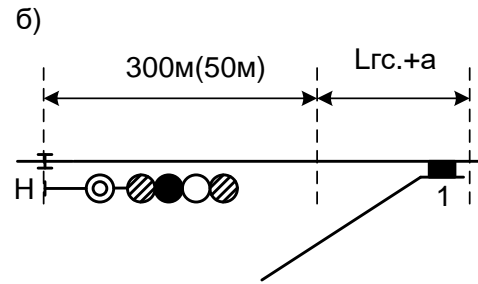
Таблиця 1.6

Відстань між гостряком пошерстної стрілки і світлофором

Міжколія E, м	Вихідний щогловий		Вихідний карликовий		Маневровий карликовий	
	1/11	1/9	1/11	1/9	1/11	1/9
4,8	—	—	67	59	67	58
5,0	—	—	67	58	67	58
5,3	73	65	62	58	61	58
5,5	70	62	62	58	61	58
6,0	68	59	61	58	61	58
6,5	66	58	61	52	61	52
7,5	66	57	61	52	61	52



Ордината Н = орд.стр.1 +300м (50м)



Ордината Н = орд.стр.1 +Лгс.+а+ 300м (50м)

Лгс.+а= 57,3 м

Рис. 1.5. Визначення ординати встановлення вхідного світлофора

При встановленні вихідних і маневрових світлофорів допускається зсувати їх відносно ізолюючого стику на відстань до 2 м за напрямком руху і 10,5 м проти напрямку руху.

На схематичному плані показують місце встановлення батарейної шафи, релейної шафи, поста ЕЦ і наводять ординати стрілок і сигналів.

## 2. Розроблення схеми ізоляції колій станції

### 2.1. Технологія розроблення схеми ізоляції колій

Схема ізоляції колій станції, або двонитковий план, складають на підставі схематичного плану, і він є основним документом щодо обладнання станції рейковими колами та розміщення колійного обладнання станційної централізації. За розроблення двониткового плану станції викреслюють її колійний розвиток у двонитковому зображенні, при цьому колії викреслюють на відстані 5 мм одна від одної, міжколії – на відстані 15 мм, стрілочні переводи зображують під кутом  $30^\circ$  до колії.

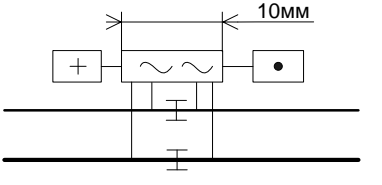
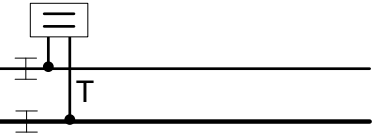
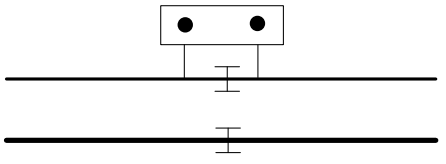
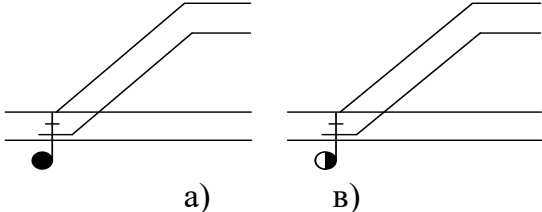


На двонитковому плані станції відображують розміщення:

- стрілочних переводів і колії у дволінійному зображенні з зазначенням електрифікованих колій;
- стрілочних електроприводів із зазначенням місця розташування;
- щоглових, карликових світлофорів із зазначенням сигнальних вогнів;
- поста ЕЦ;
- релейних і батарейних шаф із зазначенням їхніх типів і кількості встановлених акумуляторів;
- ізолюючих стиків, стрілочних з'єднувачів;
- колійних дросель-трансформаторів, кабельних муфт, трансформаторних і колійних ящиків, розгалужених кабельних муфт;
- магістральних трас кабелів СЦБ;
- місць розташування апаратури живильних і релейних кінців рейкових кіл (точкових колійних датчиків, лічильних пунктів);
- світлофорів (їхні найменування), стрілочних переводів, колійних ізольованих секцій, розгалужених кабельних муфт.

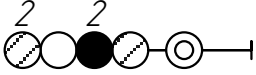



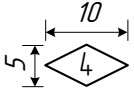

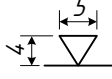


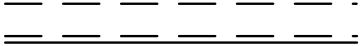




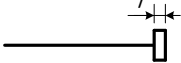
Зображення умовних позначень основних елементів двониткового плану відповідно до чинних регулюючих документів наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Основні умовні позначення, що використовують для позначення апаратури на двонитковому плані станції

Основне умовне позначення	Визначення
1	2
	Дросель-трансформатор ДТ-1-150, поряд трансформаторний ящик із апаратурою живильного кінця
	Дросель-трансформатор 2ДТ-1-150, поряд трансформаторні ящики з апаратурою живильного та релейного кінців
	Дросель-трансформатор ДТ0,2(0,6) – 500 на живильному (Т) кінці (релейний кінець позначається Р)
	Трансформаторний ящик із апаратурою релейних кінців
	Трансформаторний ящик із апаратурою живильних кінців
 <p>а)      б)</p>	Стрілка, обладнана електроприводом: а) централізованим; б) подвійним керуванням
	Стрілочний електропривод з кабельною муфтою УКМ або УПМ
	Стрілочний електропривод з ящиком

Продовження табл. 2.1

1	2
	Щогловий світлофор із двонитковими лампами
	Зображення карликового світлофора на кабельному плані (2 – кількість ламп)
	Кабельна розгалужувальна муфта
	Стійка кабельна
	Муфта кабельна розгалужувальна на чотири напрями
	Ящик трансформаторний (з апаратурою живильного кінця ліворуч, релейного – праворуч)
	Датчик точковий колійний індуктивний
	Датчик точковий колійний магнітний
	Датчик точковий колійний струмовий
	Рейкове коло з двома з'єднувачами
	З'єднувач рейковий: а) тяговий; б) сигнальний
	Релейна шафа
	Батарейна шафа
	Маневрова колонка
	Тупик

Для прив'язування напільних пристроїв СЦБ до кілометражу на двонитковому плані вказують пікетажне значення осі поста ЕЦ, вхідних і вихідних світлофорів. Відстань (ордината) гостряків стрілок і світлофорів від осі поста ЕЦ надають у спеціальних графах, розміщених у верхній

частині креслення. Відстань від ізолюючих стиків до осі поста ЕЦ, що не знаходяться у створі зі світлофорами, вказують у скобках. Відстані від осі поста ЕЦ до ізолюючих стиків, не розташованих у створі зі світлофорами, вказують у дужках поряд з об'єктом.

У головній міжколії не допускається встановлення будь-якого напільного обладнання ЕЦ, окрім світлофорів. Воно має розташовуватися з боку поля або в міжколійях малодіяльних дільниць.

За нового проектування застосовують рейкові кола тональної частоти. У наявних системах – рейкові кола з фазочутливими приймачами і безперервним живленням частотою 25 чи 50 Гц. Розмежування рейкових кіл на станціях проводять за допомогою ізолюючих стиків. Зі схематичного плану станції переносять усі ізолюючі стики, які поділяють станцію на ізольовані секції, до них додають стрілочні ізолюючі стики, які відділяють гостряки стрілки від хрестовини.

За встановлення стиків на стрілочних переводах необхідно розуміти, що для нормальної роботи локомотивної сигналізації ізолюючі стики, які відділяють гостряки стрілок від хрестовин, краще встановлювати по відхиленню, а не прямій колії.

За розставлення релейних і живильних кінців рейкових кіл необхідно враховувати, що за автономної тяги в ізолюючих стиках передбачено колійні трансформаторні ящики, у яких розташовують трансформатори, резистори, запобіжники, за електротягу постійного струму – дросель-трансформатори.

Головна колія станції є продовженням перегону, тому живильні кінці розміщують аналогічно апаратурі рейкових кіл на перегоні (за числового кодового автоблокування живлення подають назустріч руху, а імпульсного автоблокування – у хвіст).

Кожне рейкове коло може мати один живильний і не більше трьох релейних кінців. На відгалуженнях рейкових кіл реле необхідно встановлювати, якщо вони:

- входять у маршрути приймання і відправлення;
- відгалуження довжиною більше 60 м, рахуючи від центра стрілочного перевodu.

Дозволено не встановлювати реле:

- на відгалуженнях спарених стрілок;
- негабаритних відгалуженнях спарених стрілок;
- відгалуженнях у парках відправлення вантажних потягів.

У разі визначення місць встановлення апаратури рейкових кіл не на головних коліях для спрощення кабельних мереж бажано однотипні кінці суміжних рейкових кіл розміщувати біля одного ізолюючого стику (живильний-живильний, релейний-релейний). Якщо біля ізолюючого стику знаходиться однотипна апаратура різних рейкових кіл, то її можна розміщувати в одному колійному трансформаторному ящику. Апаратура різних рейкових кіл має знаходитися в окремих ящиках.

Кількість і місця встановлення стрілочних або електротягових з'єднувачів визначають типом стрілочного перевodu і видом тяги.

На двонитковому плані станції зображують лише стрілочні з'єднувачі, призначені для електричного з'єднання зовнішніх рейок відгалужень стрілочних переводів.

Вказані на двонитковому плані стрілочні з'єднувачі дублюють за електротяги у всіх випадках, за тепловозної тяги дублюють лише ті з'єднувачі, через які не протікає сигнальний струм рейкового кола.

Стрілочні з'єднувачі за автономної тяги застосовують сталеві, за електротяги стрілочні з'єднувачі, по яких протікає зворотний тяговий струм, застосовують мідні, стале-мідні або сталеві (для електротяги змінного струму).

Усі рейки ізольованих ділянок рейкових кіл обладнані приварними стиковими з'єднувачами.

Приварні стикові з'єднувачі дублюють:

- на головних і бокових коліях станцій, по яких передбачено безупинне пропускання поїздів;
- по маршрутах прямування пасажирських і приміських поїздів;
- на відгалуженнях стрілочних ділянок, по яких не проходить сигнальний струм;
- тягових рейках одониткових рейкових кіл.

Дублюючі приварні стикові з'єднувачі приварюють до підшви рейок. На двонитковому плані такі ділянки показують штриховою лінією, розміщеною між нитками колій.

На станціях колійними пристроями автоматичної локомотивної сигналізації необхідно обладнувати:

- стрілочні, безстрілочні ділянки головних колій у горловині і головні колії станції;
- стрілочні секції, розміщені на бокових коліях, приймально-відправні колії прямування пасажирських поїздів і безупинного пропускання поїздів;
- на двоколійних ділянках, обладнаних автоблокуванням, усі приймально-відправні колії, з яких передбачено відправлення на неправильну колію перегону.

У всіх цих випадках рейкові кола слід кодувати. Кодування подають назустріч руху в поїзних маршрутах, при цьому кодування може здійснюватися як із релейного кінця, так і живильного. На ділянках, де можливо встановлення маршрутів в обох напрямках, потрібно передбачувати кодування з обох боків.

На кодованих напрямках у горловині станцій прагнуть до скорочення кількості стиків і ізольованих ділянок, оскільки під час



переходу локомотива з одного рейкового кола на інше відбувається збій в отриманні кодових комбінацій АЛСН. Місця розташування кодової апаратури на кінці рейкового кола на двонитковому плані позначають літерою «К», розміщеною між рейковими нитками.

Якщо на станції застосовують електротягу, то слід звернути увагу на каналізацію зворотного тягового струму.

В одностричкових колах тяговий струм протікає по одній рейці, а в двостричкових – по двох. Пропускання тягового струму в обхід ізолюючих стиків в одностричкових колах здійснюється за допомогою електротягових з'єднувачів, а у двостричкових - колійних дросель-трансформаторів.

Для забезпечення наскрізного пропускання тягового струму по обох нитках головних колій станції ці колії обладнують двостричковими рейковими колами. Інші електрифіковані колії і стрілочні ділянки, обладнані рейковими колами, залежно від довжини, кількості колійних реле, наявності кодування можуть бути двостричковими або одностричковими (не рекомендовано при новому проєктуванні). На головних коліях дросель-трансформатор розміщують як на живильному, так і релейному кінці, а на бокових коліях, як правило, на живильному кінці.

Усі ділянки, що кодуються, мають бути обладнані двостричковими рейковими колами. Кількість ДТ у двостричковому рейковому колі визначають прийнятою схемою каналізації тягового струму і типом рейкового кола. Рейкові кола з ДТ з'єднують між собою для пропускання зворотного тягового струму лише через середні виводи ДТ.

У рейкових колах з одним дросель-трансформатором можна застосовувати підключення його середнього виводу до середнього виводу суміжного дросель-трансформатора або середнього виводу найближчого дросель-трансформатора.

Для каналізації зворотного тягового струму кожне рейкове коло повинно мати не менше двох виходів тягового струму. Це обумовлено тим,

щоб у разі пошкодження одного з тягових з'єднувачів у зворотного тягового струму була забезпечена можливість протікання до тягової підстанції. Середні точки дросель-трансформаторів суміжних колій на границі станції завжди з'єднують між собою для зменшення асиметрії тягового струму. Для перевірки правильності розстановки тягових з'єднувачів складають схему каналізації зворотного тягового струму.

Для прив'язування напільних пристроїв СЦБ до кілометражу на двонитковому плані вказують пікетажне значення осі поста ЕЦ, вхідних і вихідних світлофорів. Відстань (ординату) гостряків стрілок і світлофорів від осі поста ЕЦ вказують у спеціальних графах, розміщених у верхній частині креслення.

***Двонитковий план станції складають у такій послідовності:***

1. На основі схематичного (однониткового) плану станції виконують креслення у дволінійному зображенні колійного розвитку станції.

2. Виконують розміщення стрілочних електроприводів і в таблиці ординат вказують ординати від осі поста ЕЦ. Сторонність встановлення електропривода, кабельних муфт і колійних ящиків, що стосуються електроприводів, визначають із урахуванням необхідної ширини між коліями для їхнього розміщення, зручності обслуговування, умов підведення кабелю і повітропроводу пневмообдувки, тобто з польового боку або широкої міжколії.

3. Умовними позначеннями приводів вказують наявність подвійного або місцевого керування стрілками.

4. Відповідно до однониткового плану станції на креслення наносять ізолюючі стики. Для стиків, що не співпадають зі світлофорами, вказують їхню ординату (крім стиків стрілочних з'їздів).

5. Виконують розміщення ізольованих стиків усередині стрілочних переводів. Кожна стрілка розгалуженого рейкового кола обладнана

додатковими ізолюючими стиками для того, щоб уникнути короткого замикання рейкових ниток елементами стрілочного переводу. Тому подавання живлення в одне з відгалужень рейкового кола утворюється за рахунок використання стрілочного з'єднувача за двома варіантами: встановлення додаткових ізолюючих стиків по боковій або головній коліях. Також перевіряють обтікання струмом стрілочних з'єднувачів для контролю їхньої справності. Неконтрольовані з'єднувачі дублюють. На поодиноких стрілках неконтрольовані з'єднувачі використовувати не слід. За електротяги стрілочні з'єднувачі дублюють у всіх випадках; стрілочні з'єднувачі, по яких протікає зворотний тяговий струм, мають бути мідними, сталє-мідними або сталевими (за електротяги змінного струму). На головних і бокових коліях, що кодують, додаткові ізолюючі стики встановлюють на відгалуженнях РК. Це обумовлено необхідністю забезпечення надійної роботи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). На бокових коліях встановлення додаткових ізолюючих стиків визначають чергуванням миттєвої полярності живлення в суміжних рейкових колах (за використанні класичних рейкових кіл).

6. Визначають колії, де необхідно використовувати дубльовані стикові з'єднувачі. Усі рейки ізолюваних секцій обладнують приварними стиковими з'єднувачами. У наступних випадках стикові з'єднувачі дублюють:

- на головних і бокових коліях, по яких передбачено безупинне пропускання поїздів;
- маршрутах прямування пасажирських і приміських поїздів;
- відгалуженнях стрілочних секцій і колійних ділянок глухих перетинань, що не обтікаються струмом РК;
- тягових рейках однопітківних РК.

На двонитковому плані місця встановлення дубльованих стикових з'єднувачів позначають пунктирною лінією між рейковими нитками певного кола.

7. «Розгонка» полярності (чергування фаз) живлення суміжних РК (виключно для класичних РК). Чергування фаз живлення відображено на двонитковому плані різною товщиною рейкових ниток. Умовна плюсова рейкова нитка кожного рейкового кола зображена стовщеною, мінусова – тонкою лінією. Для забезпечення чергування фаз слід підрахувати кількість ізолюючих стиків, розташованих всередині лінії всіх замкнених контурів колій на двонитковому плані, як це показано вище (табл. 2.1). За неможливості шляхом переустановлення отримати необхідний результат у виключних випадках необхідно виконати транспозицію живлення РК без установлення додаткової апаратури РК.

8. Визначають, які секції необхідно кодувати. Колії, що кодують, обладнані двонитковими рейковими колами. За ізоляції перехресних з'їздів застосовують двониткові рейкові кола, якщо відстань між осями суміжних колій не менше 5,9 м. У протилежному випадку одониткові, а за необхідності їхнього кодування уздовж рейок укладають шлейф.

Подавання кодів АЛС необхідно завжди передбачати назустріч імовірному напрямку руху поїзда. На двонитковому плані вказують місце кодування ізолюваної секції літерою «К» між рейковими лініями певної секції.

На станціях колійними пристроями АЛСН мають бути обладнані:

– стрілочні, безстрілочні секції в горловинах і приймально-відправні колії при русі по головних коліях станції; колії приймання, передавання і відправлення пасажирських поїздів, безупинного пропускання поїздів, крім секцій, що входять у маршрути відправлення на перегін, обладнаний НАБ;

- стрілочні секції постів примикання двоколійних вставок за автоблокування;

- стрілочні секції та бокові колії, призначені для безупинного схрещування поїздів на станціях із подовжньою схемою колійного розвитку;

- на двоколійних ділянках з АБ усі приймально-відправні колії, з яких передбачено відправлення на неправильну колію.

На станціях, до яких примикає двоколійній перегін з АБ, обладнаних тимчасовими пристроями для організації руху по неправильній колії, у разі капітального ремонту головних колій, можна стрілочні секції за приймання з неправильної колії не кодувати, а за відправлення на неправильну колію – кодувати тільки ті колії і ділянки, по яких відбувається рух поїздів за вхідним світлофором.

9. Складають схему каналізації зворотного тягового струму (підрозд. 2.2) з урахуванням такого:

- головні колії обладнують двонитковими дводросельними РК для забезпечення каналізації зворотного тягового струму по обох нитках усіх головних колій;

- на бокових приймально-відправних коліях, як правило, проєктують двониткові однодросельні РК;

- РК стрілочних розгалужених секцій, як правило, проєктують двонитковими;

- для економії апаратури можливе використання одониткових РК на коліях і стрілочних секціях, що не кодують, довжиною до 500 м (але не рекомендовано).

10. Розміщення дросель-трансформаторів (ДТ). Місце встановлення ДТ, міждросельних і міжколійних тягових з'єднувачів – за розробленою схемою каналізації зворотного тягового струму. Кількість ДТ для кожного РК визначають схемою каналізації зворотного тягового струму.

За використання однодросельних РК частотою 25 і 50 Гц із фазочутливими колійними реле типу ДСШ у випадку, якщо ці РК примикають з боку релейного кінця або відгалуження без реле чи до колій, призначених для пропускання зворотного тягового струму, необхідно встановлювати на релейному кінці такого РК другий ДТ (цей ДТ не використовують для пропускання зворотного тягового струму, він призначений для захисту від хибного спрацьовування колійного реле в разі сходу ізольованих стиків).

На креслені мають бути вказані типи і коефіцієнт трансформації всіх ДТ. Якщо всі ДТ одного типу, тоді відомості наводять у примітці, інакше – типи ДТ вказують надписом над ними.

11. Наносять міждросельні перемички, міжколійні та міжрейкові електротягові з'єднувачі, точки підключення відсмоктувальних ліній тягових підстанцій, що підключені до середніх точок ДТ.

12. Розміщення польового обладнання РК: колійних ящиків, кабельних муфт і стійок. Для РК, що кодують, розміщення обладнання РК має відповідати рекомендаціям типових рішень з кодування станційних РК (рухомий склад має рухатися на живильний кінець РК). Розміщення живильних і релейних кінців РК, що не кодують, з метою економії кабелю, як правило, слід забезпечити встановленням однойменного обладнання на межі двох суміжних РК.

При розміщенні живильного та релейного кінців у розгалужених рейкових колах необхідно забезпечити обтікання струмом найбільшої кількості стрілочних з'єднувачів. Однак зауважимо, що одне колійне реле передбачають лише в таких розгалужених рейкових колах:

- розташованих на коліях парків відправлення вантажних поїздів;
- на сортувально-відправних коліях;
- що містять відгалуження в тупиках, призначених для уловлювання і запобіжних;

– зі з'їздами довжиною не більше 60 м, що знаходяться в районі станції, де тільки виконують маневрову роботу;

– з відгалуженнями, обмеженими негабаритними ізолюючими стиками.

Колійні реле на всіх відгалуженнях рейкового кола встановлюють в обов'язковому порядку, якщо ці відгалуження входять у маршрути приймання та відправлення поїздів. Загальна кількість колійних реле у двонитковому розгалуженому рейковому колі не має перевищувати трьох, одноститковому – двох.

У разі встановлення колійних ящиків слід урахувувати, що в одному ящику можливо розміщувати польове обладнання обох кінців суміжних РК.

За електротяги постійного струму кінці РК для ДТ позначають за допомогою таких написів: «Т» – живильний кінець, «Р» – релейний, усередині колії. За відсутності ДТ релейний кінець позначається «+» у трансформаторному ящику. За електротяги змінного струму кінці РК позначаються за допомогою таких умовних позначень: «●» – живильний кінець, «+» – релейний.

На двонитковому плані станції встановлене обладнання РК повинно мати найменування, яке вказують поряд із приладом, відповідно до найменування ізолюваної секції та відгалуження (для розгалужених РК: «А» – основне відгалуження; «Б» і «В» – інші відгалуження).

13. На кресленні наносять поїзні й маневрові світлофори та вказують ординати. Сигнальні вогні світлофорів цифрою «2» зазначені з використанням двониткових ламп.

14. На креслення наносять релейні і батарейні шафи (для релейної шафи вказують тип, а батарейної – тип і кількість акумуляторів).

15. За наявності подвійного (місцевого) керування стрілками на план наносять маневрові колонки з зазначенням їхнього найменування, ординати і відстані до колії.

16. Після складання планів кабельних мереж на двонитковий план наносять магістральну трасу кабелів СЦБ; розгалужувальні муфти з їхнім найменуванням, тип і ординати; колійні ящики електрообігріву стрілочних приводів.

На рис. 2.1 і 2.2 наведені приклади двониткових планів станції за електротяги постійного та змінного струмів. Приклад схеми ізоляції колій станції з рейковими колами і точковими датчиками наведено на рис. 2.3.

Як видно на одностиковому (рис. 1.2) і двонитковому планах станції перша, друга і третя колії забезпечують безупинне пропускання поїздів і відповідно для цього обладнані апаратурою рейкових кіл із можливістю кодування. Четверта, шоста, восьма, десята колії та ділянки, що межують з тупиком 2Т, обладнані тільки точковими колійними датчиками.

У разі проектування системи з точковими колійними датчиками також слід урахувати пропускання тягового струму на ділянках із електротягою, передбачивши для цього відповідні технічні рішення.

У рейкових колах з фазочутливими приймачами з безперервним живленням захист від взаємного впливу в разі пошкодження ізолюючих стиків здійснюють чергуванням миттєвої полярності кожного ізолюючого стику, що розділяє суміжні рейкові кола. Для цього на двонитковому плані станції показано поперемінну полярність рейкових кіл. Нитку рейкового кола однієї полярності показано потовщеною лінією, а іншої полярності – нормальною лінією. Для розмітки полярності за розташування ізолюючих стиків необхідно враховувати, щоб кількість ізолюючих стиків у кожному замкненому контурі по внутрішній нитці двониткового плану була парною.

Розглянемо приклад. Якщо кількість стиків у замкненому контурі непарна, необхідно або додати в контур ізолюючий стик, або прибрати. Встановлення нового ізолюючого стику призведе до збільшення кількості рейкових кіл і, як показано на рис. 2.4, у деяких випадках може бути небажаним і недоцільним.



Стрілки	Ординати	Світлоф.	1148	1128	848	828	825	790	1	3	825	798	7	5	728	9	11	737	M9	740	M11	725	776	PL	776	725	III	CTL	C3	P3	670	670	615	M15, M17, M19	615	15, 19	612	M21	560	17, 21	536	M23, M25	521	518	25, 23	518	440	27	29	422	443	425	364	0	пост ЕЦ	ЕЦ
---------	----------	----------	------	------	-----	-----	-----	-----	---	---	-----	-----	---	---	-----	---	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	---------------	-----	--------	-----	-----	-----	--------	-----	----------	-----	-----	--------	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	-----	---	---------	----

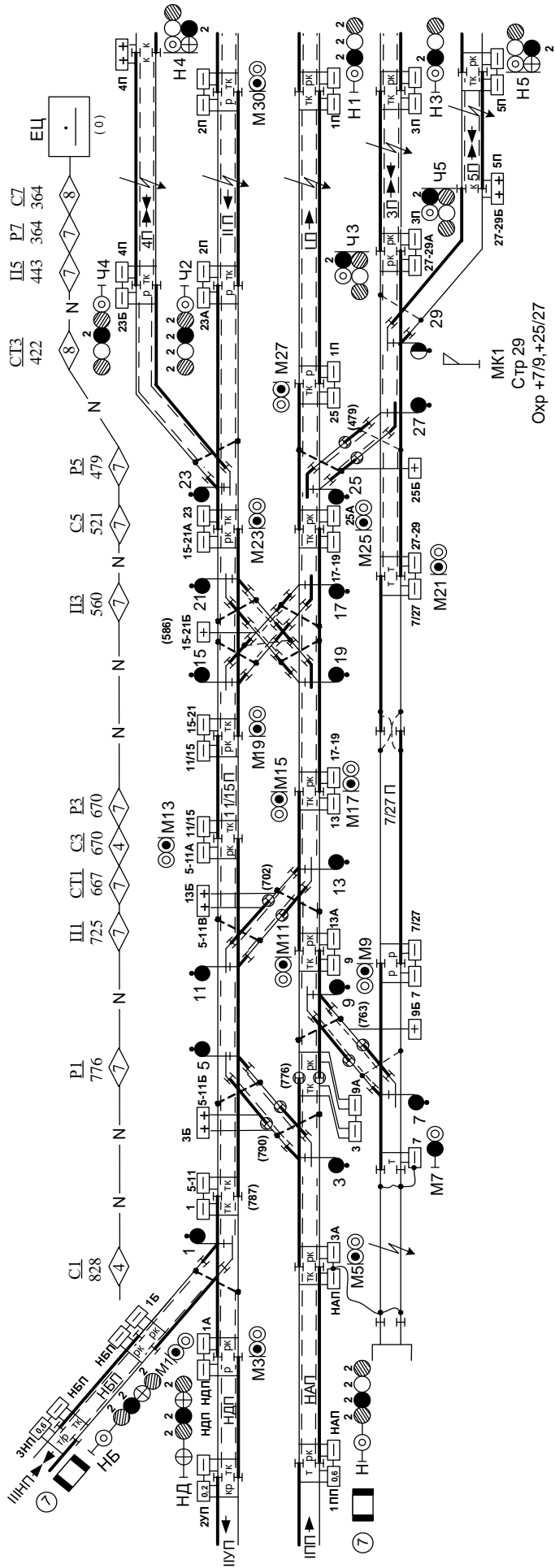


Рис. 2.1. Двонитковий план станції при електризації постійного струму

Стілки	Ординати	1148	НБ, НД	Н	1128	М1, М3	848	М5	828	1	790	825	3	798	7	755	9	728	11	737	М9	740	М11	725	667	13	667	М13	670	М15, М19	615	612	М21	560	М23, М25	521	518	25, 23	27	29	440	422	443	425	364	Ч5	порт ЕЛ	0
--------	----------	------	--------	---	------	--------	-----	----	-----	---	-----	-----	---	-----	---	-----	---	-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	----------	-----	-----	-----	-----	----------	-----	-----	--------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---------	---

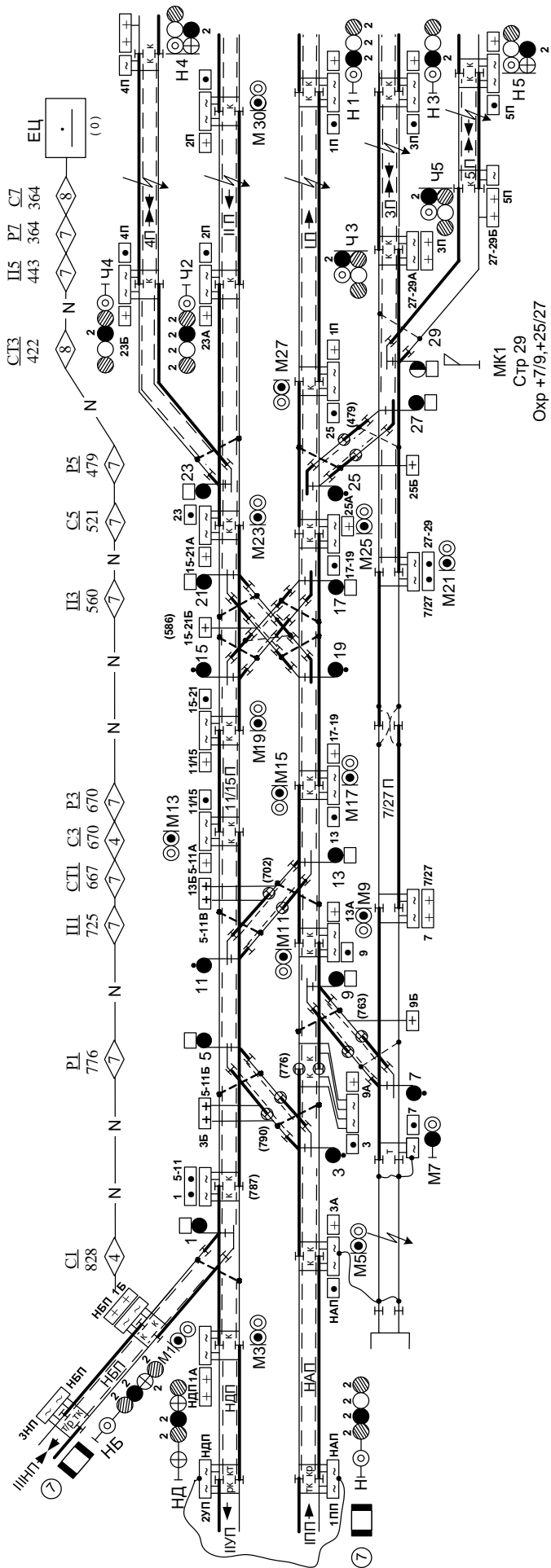


Рис. 2.2. Двонитковий план станції при електропідстанції змінного струму.

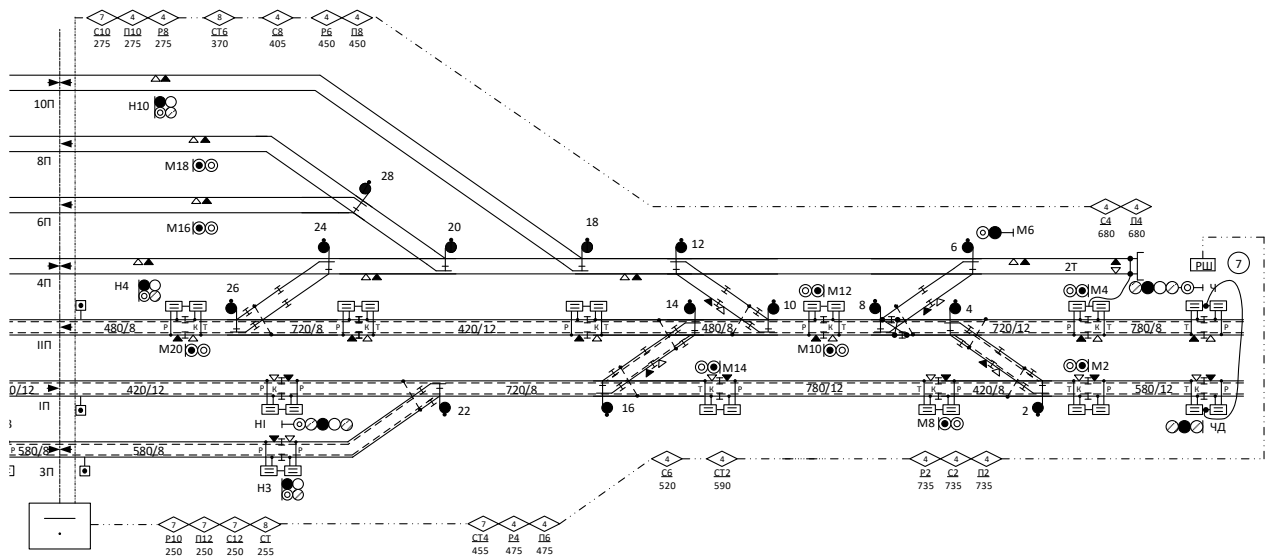


Рис. 2.3. Приклад схеми ізоляції колій станції з рейковими колами та точковими датчиками

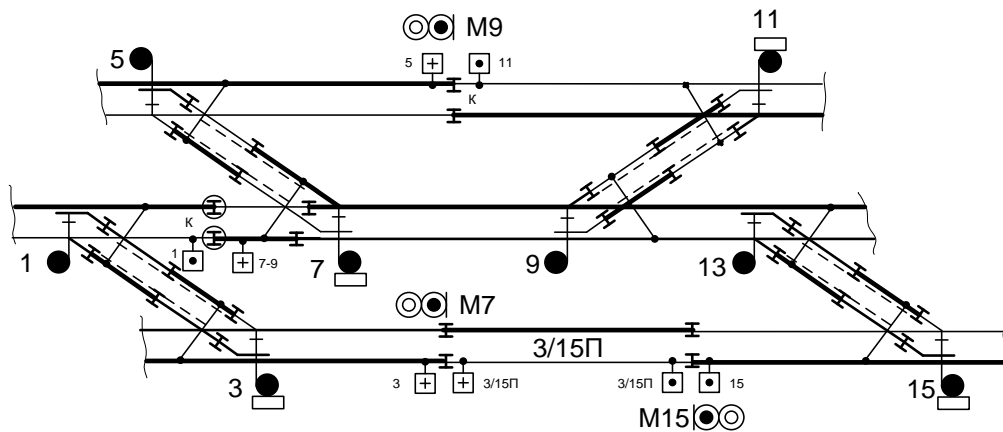


Рис. 2.4. Приклад перенесення стику, який відділяє гостряки від хрестовини

Для виконання умови парної кількості ізолюючих стиків у контурі можна, не утворюючи нового рейкового кола, встановити ізолюючі стики на стрілочному переводі не за відхиленням, а прямим напрямком, як показано на рис. 2.3 для стрілки 8. При перенесенні ізолюючого стику з відхилення слід урахувувати, що зі складу одного контуру він виходить, а до іншого додається.

## 2.2. Розроблення схеми каналізації зворотного тягового струму

За електротяги для каналізації (пропускання) зворотного тягового струму ізолювані колійні секції, обладнанні РК, з'єднують одна з одною за допомогою колійних ДТ – двониткові РК або електротягового з'єднувача – одноститкові РК. РК із ДТ з'єднують для пропускання тягового струму тільки через середні виводи ДТ.

Для забезпечення наскрізного пропускання зворотного тягового струму по обох нитках головних колій станції використовують ДТ. РК залежно від довжини, кількості колійних реле і необхідності кодування можуть бути як двонитковими, так і одноститковими.

Кількість ДТ у двониткових РК визначають прийнятою схемою каналізації зворотного тягового струму і типом РК. На головних і бокових коліях, по яких здійснюється безупинне пропускання поїздів зі швидкістю більше 50 км/год, і прилеглих до них стрілочних секціях, ДТ встановлюють як на живильному, так і релейних кінцях рейкових кіл, а на бокових коліях – тільки на живильному кінці, якщо за умовами каналізації тягового струму не потрібне встановлення другого дросель-трансформатора. Кількість дросель-трансформаторів у рейковому колі має бути не більше двох. За умовами каналізації тягового струму розгалужені рейкові кола з фідером, що відсмоктує, можуть мати три дросель-трансформатори.

При одноститкових РК тяговий струм має проходити по хрестовині стрілочного перевodu і зовнішній рейці крайніх колій (для заземлення опор контактної мережі та інших споруд).

З'єднання обмоток ДТ з рейками та іншими ДТ, а також тягових ниток одноститкових РК між собою, здійснюється за допомогою дросельних, міждросельних і електротягових з'єднувачів. З'єднувачі можуть бути мідними, сталі-мідними, а за електротяги змінного струму –

сталыми. Максимальна довжина дросельних і електротягових з'єднувачів не має перебільшувати 100 м.

Кожне РК та електрифіковані тупики, не обладнані РК, повинні мати не менше двох виходів для зворотного тягового струму переважно в місцях підключення пристроїв РК.

У РК з одним ДТ двома виходами для зворотного тягового струму вважається підключення середнього виводу ДТ:

- до середнього виводу суміжного ДТ;
- середнього виводу найближчого ДТ сусіднього РК двома електротяговими з'єднувачами, що прокладають у різних шпальних ящиках (обидві перемички можна підключати на одну пару ДТ головної колії, якщо конфігурація колійного розвитку не дає виходу тяговому струму на різні РК або запроєктувати тридросельне РК);
- середнього виводу двох різних ДТ двома роздільними електротяговими з'єднувачами, що прокладають у різних шпальних ящиках;
- у кільцеву обв'язку середніх виводів ДТ декількох РК, включаючи РК головних колій;
- до різних точок однопіткового РК із забезпеченням виходу тягового струму за можливого обриву одного зі з'єднувачів або зламу рейкової нитки;
- тягової нитки однопіткового РК одним електротяговим з'єднувачем і середнього виводу ближнього ДТ сусіднього РК – другим з'єднувачем.

Кожний район із однопітковими РК повинен мати не менше двох виходів для тягового струму, підключених до середніх точок ДТ бокових або головних колій (рис. 2.5).

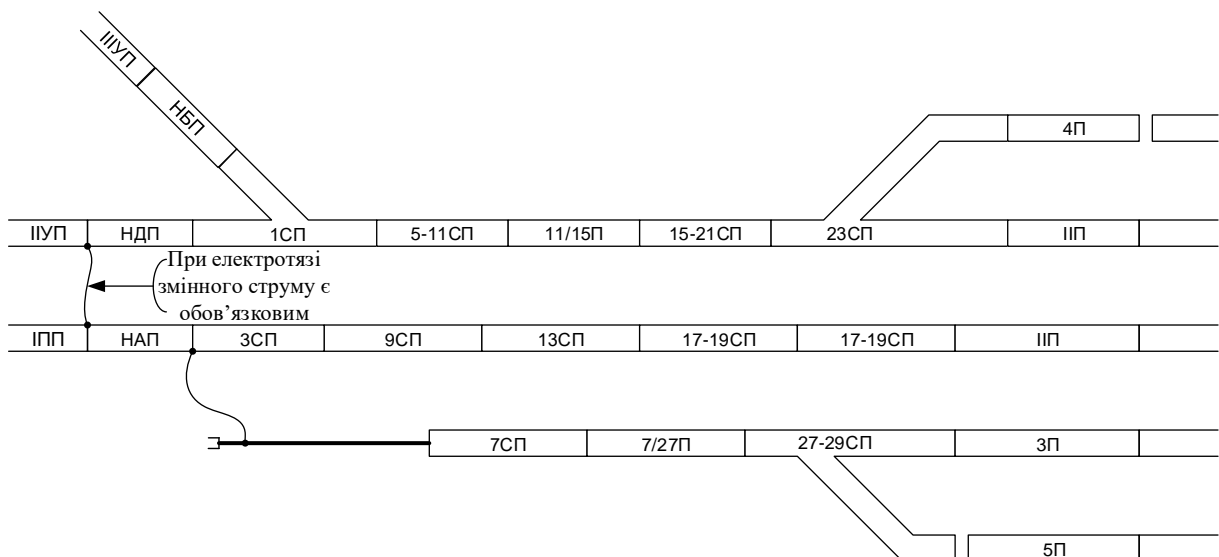


Рис. 2.5. Схема каналізації зворотного тягового струму

Підключення виходів тягового струму з однострумкових РК до двострумкових РК, з'єднання середніх точок ДТ різних РК слід виконувати в такий спосіб, щоб у створеному при цьому замкненому контурі обхідне коло для сигнального струму РК по міжколійних і міждросельних перемичках і двострумкових РК других колій включало не менше 10 двострумкових РК за частоти сигнального струму 25 Гц і не менше шести двострумкових РК за частоти 50 Гц.

У межах станції не рекомендують з'єднувати середні точки ДТ головних колій (на двоколійних і багатоколійних ділянках) і ДТ, що розміщені по різні боки від головних колій, за виключенням випадків приєднання відсмоктувальних фідерів тягових підстанцій.

Для зменшення асиметрії тягового струму слід встановлювати міжколійні з'єднувачі, кількість яких має бути максимальною за умови виконання контрольного режиму РК. Ці з'єднувачі, як правило, слід встановлювати на перегоні. За електротязи змінного струму з'єднують середні виводи дросель-трансформаторів головних колій, що встановлені біля вхідних сигналів.

Для каналізації зворотного тягового струму з електрифікованих тупиків слід з'єднати рейкові нитки між собою тяговими рейковими з'єднувачами та дросельними перемичками, що приєднують з двох боків до середніх виводів дросель-трансформаторів.

Для запобігання витоку тягового струму всі електрифіковані колії мають бути відділені від неелектрифікованих колій парою ізолюючих стиків. Тупикові упори також відділяють від електрифікованих колій одним ізолюючим стиком у кожній рейковій нитці.

Для перевірки правильності встановлення міждросельних і електротягових з'єднувачів складають схему каналізації тягового струму згідно з двонитковим планом станції. Схема каналізації тягового струму може бути розміщена на двонитковому плані станції або виконана як окреме креслення. Ця схема дає змогу перевірити виконання вимог із каналізації зворотного тягового струму і в разі створення замкнених контурів для сигнального струму РК.

З'їзди головних колій двоколієних ліній станції мають бути обладнані схемою контролю сходу (короткого замикання) ізолюючих стиків – режим КСС (рис. 2.6).

Схема КСС виключає можливість сприйняття «чужого» коду АЛС за паралельного руху поїздів у разі сходу ізолюючих стиків на з'їзді.

Біля ізолюючих стиків з'їзду встановлено схему КСС для приймальних кінців або схему КСС із загальним живильним кінцем суміжних ТРК. У разі сходу ізолюючих стиків сигнали, які надходять на колійні приймачі з суміжних ТРЦ з'їзду, мають знаходитися в протифазі.

За використання схеми КСС приймальних кінців для розв'язки кабелю приймальних кінців суміжних ТРК застосовують трансформатори РТ типу ПРТ-А (друге виконання) із коефіцієнтом трансформації, який дорівнює одиниці (використовують дві первинні напівобмотки).

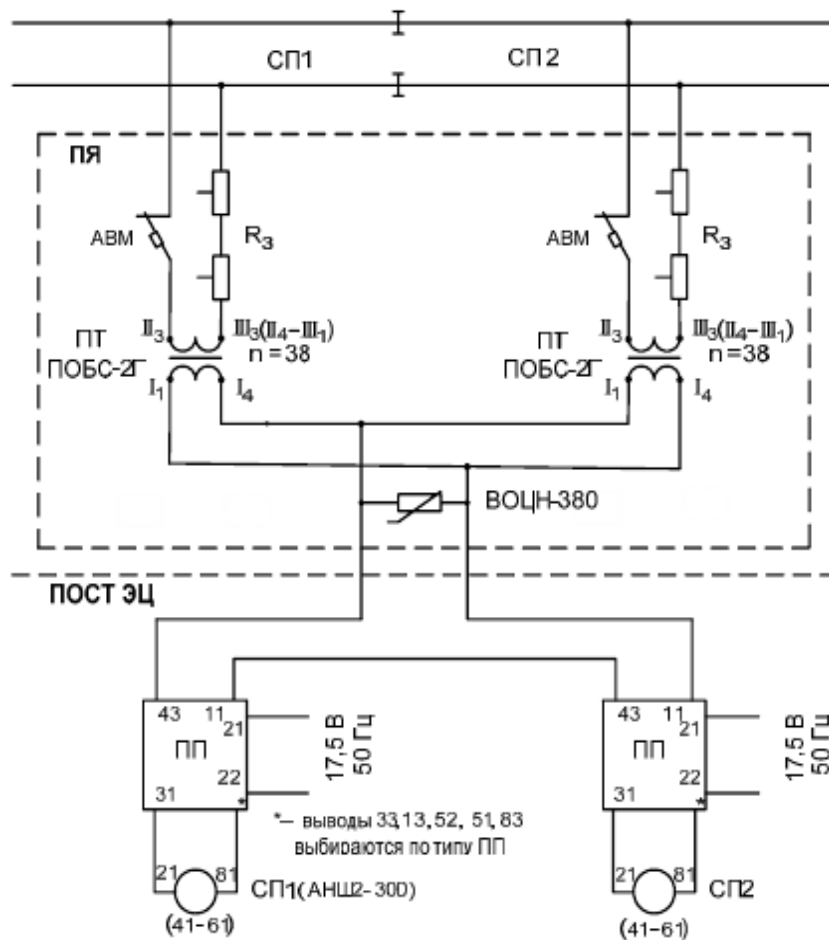


Рис. 2.6. Схема контролю сходження стиків

Схему КСС із загальним живильним кінцем рекомендовано застосовувати в тих випадках, коли суміжні тональні рейкові кола з'їзду є симетричними (тобто мають однакову кількість відгалужень і колійних приймачів, довжини відгалужень приблизно рівні).

На кодованих стрілочних ділянках за наявності вихідних сигналів на відгалуженнях передбачено контроль черговості зайняття відгалужень – КЗВ. Режим КЗВ забезпечений відповідним регулюванням ТРК стрілочної секції.

Трансформатори ПОБС-2А, елементи захисту ТРК (автоматичні вимикачі типу АВМ-2 на 15А, розрядники типу РВНШ-250 або



ВОЦШ-220, захисні резистори Rз типу РМР-1) розміщують у колійних ящиках, встановлених біля рейкової лінії.

Апаратура ТРК (генератор ГП, колійні фільтри ФПМ, колійні приймачі ПП) і АЛС (трансформатори КТ типу ПОБС-3А) розташовують на посту ЕЦ.

Для ув'язки апаратури ТРК, що розташовується на посту ЕЦ, із польовими пристроями (ДТ або ПОБС-2А) використовують симетричний сигнальний кабель із парною скруткою жил.

З метою виключення перенапруг на колійних приймачах ТРК внаслідок значної різниці в довжинах ТРК із загальним живильним кінцем приймально-відправної колії станції або в разі розташування відгалуження стрілочної ділянки поблизу живильного кінця можливе використання зрівняльного трансформатора УТЗ.

Схеми ТРК передбачають можливість кодування струмами АЛС як із живильного, так і релейного кінця РК.

Захист суміжних ТРК від взаємного впливу в разі сходу ізолюючих стиків забезпечено підключенням в ізолюючі стики живильних і релейних кінців РК із дотриманням вимог.

У разі використання схеми КСС за стикування релейних кінців у суміжних ТРК застосовують різні частоти, за стикування живильних кінців живлення суміжних ТРК – від одного генератора.

Рекомендовано, щоб ТРК, що працюють на одній частоті, були розділені між собою за допомогою **не менше трьох пар** ізолюючих стиків або були виконані такі умови:

- за довжини РК до 750 м сумарна довжина роздільних ТРК між живильним кінцем РК і приймальним кінцем РК, схильної до впливу, має бути не менше 1750 м;

- довжини РК понад 750 м сумарна довжина роздільних РК має бути не менше 2000 м.

Якщо зазначені умови не виконуються, то допускають два рейкових кола, що працюють на однакових несучих і модулюючих частотах, розділяти одним рейковим колом, що має відмінні від граничних РК несучу частоту і частоту модуляції. При цьому на граничних РК біля ізолюючих стиків, що примикають до роздільних, слід розміщувати живильні кінці.

Захист ТРК паралельних колій станції від взаємного впливу забезпечений застосуванням різних несучих частот і частот модуляції.

### 3. Розроблення технічних рішень мікропроцесорної централізації

#### 3.1. Структурна схема системи

На першому етапі необхідно визначитися з загальною структурою системи, методами забезпечення функційної безпеки, відмовостійкості та ремонтпридатності, зокрема визначити кількість каналів, принципи резервування, забезпечення відмовостійкості та безпечної поведінки за появи відмови. Вищезазначене стосується як апаратного, так і програмного забезпечення МПЦ.

У цьому може допомогти наведений нижче перелік основних типів структур побудови мікропроцесорних централізацій. Користуючись ним, отриманим раніше завданням і рекомендаціями викладача, обрати конкретний тип структури. *За узгодженням із викладачем можете запропонувати оригінальну розробку, у якій зможете реалізувати власне бачення нової системи.*

Нижче наведено перелік основних типів структур, які використовують в автоматизованих системах керування залізничного призначення:

- одноканальна без резервування;
- одноканальна з резервуванням;
- двоканальна без резервування;
- двоканальна з резервуванням;
- мажоритарна структура.

Наявність прикладного програмного забезпечення суттєво урізноманітнює наведену вище класифікацію, наприклад:

- одноканальна однопрограмна без резервування;
- одноканальна однопрограмна з резервуванням;
- одноканальна двопрограмна без резервування;
- одноканальна двопрограмна з резервуванням;

- двоканальна однопрограмна без резервування;
- двоканальна однопрограмна з резервуванням;
- двоканальна двопрограмна з резервуванням;
- триканальна (мажоритарна);
- інші варіанти за власними пропозиціями.

Слід зазначити, що апаратні і програмні модулі можуть взаємодіяти між собою за схемою І чи АБО як усередині каналу, так і між каналами. Це дає розробникам нові можливості для синтезу структур із новими функційними можливостями.

У промисловості, зокрема системах керування атомними електростанціями, можуть застосовувати багатоканальні системи керування, але на залізничному транспорті їх поки не застосовують. Розглянемо основні характеристики наведених вище структур, виходячи з припущення, що їхня елементна база має приблизно однакові характеристики з безвідмовності.

Найбільш простою в реалізації є одноканальна однопрограмна (тобто система, прикладне програмне забезпечення якої складається з одного каналу або однієї програми) без апаратного резервування. Зважаючи на вимоги нормативних документів із функційної безпеки і належність МПЦ до систем критичного призначення, що забезпечують керування рухом поїздів, подібні структури майже не використовують. Нема ефективної перевірки коректності роботи прикладного програмного забезпечення, що негативно впливає на показники функційної безпечності. Крім того, така система має низькі показники відмовостійкості (у разі пошкодження будь-якого компонента функціонування унеможливлено).

Для покращення показників функційної безпечності цієї структури може бути використана друга програма прикладного програмного забезпечення, а застосування резервування технічних засобів дасть змогу дещо підвищити показник відмовостійкості. Однак досягти нормативних

значень показників використання МПЦ за такої структури все ж таки досить складно.

Більші можливості дає використання структур із двома апаратними каналами. Другий канал можна використовувати як резервний (з «гарячою» або «холодною» системою резервування залежно від вимог до системи та функцій, які вона має виконувати). Зважаючи на вимоги з безпеки та досить значну динаміку змін станів об'єктів керування і контролю (до однієї секунди), системи МПЦ проєктують, як правило, із гарячим резервуванням каналів, також слід брати до уваги і час включення в роботу резервного каналу, який може дорівнювати декільком десяткам секунд.

Крім функції резервування, другий канал може бути повноцінним компонентом структури МПЦ, виконуючи ті самі функції, що і перший. За такого підходу обидва канали функціонують незалежно один від одного, а вихідна команда формується за схемою *вихідний сигнал каналу А + вихідний сигнал каналу В*.

Тут під знаком «+» розуміють реалізацію логічної операції «І», тобто порівняння результатів роботи програмного забезпечення обох каналів.

Порівняння може відбуватися після кожного так званого кроку програм або наприкінці реалізації окремої функції (наприклад встановлення маршруту). За покрокового порівняння необхідно синхронізувати роботу каналів, крім того, цей процес займає значний час, але перевагою є можливість здійснення повної перевірки роботи прикладного програмного забезпечення (ПЗ) системи.

Кращі показники функційної безпечності показує механізм програмного диверситету в каналах А і В, коли програми зворотно відрізняються. Найбільш привабливим є застосування двох незалежних груп розробників прикладного ПЗ з різними підходами до його створення.

Для покращення показників відмовостійкості можна рекомендувати резервування в кожному каналі. Частіше резервують процесорні модулі

МПС, застосовують режим гарячого резервування (окремі виробники, наприклад Schneider Electric, випускають так звані здвоєні процесорні модулі з вбудованою апаратною та програмною функцією гарячого резервування).

Також можна резервувати і модулі введення-виведення обох каналів, при цьому використовують різні способи включення датчиків і виконавчих пристроїв.

Нижче наведено приклади окремих типів структур мікропроцесорних централізацій із літератури, поданої наприкінці посібника. Зокрема це двоканальна структура з централізованим розміщенням апаратури (рис. 3.1) і підключенням напільного обладнання безпосередньо до пристроїв введення-виведення на посту централізації.

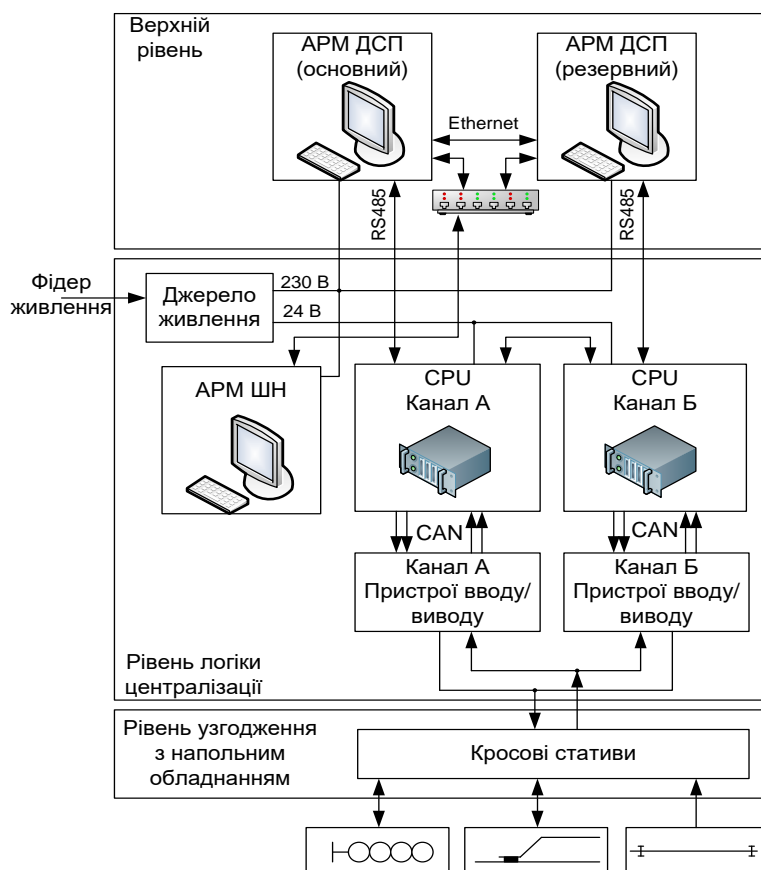


Рис. 3.1. Двоканальна структура з централізованим розміщенням апаратури

Подібною є двоканальна структура МПЦ з резервуванням у кожному каналі (рис. 3.2). Вихідні кола модулів введення-виведення сполучаються зі схемами напільного обладнання через схеми безпечного узгодження.

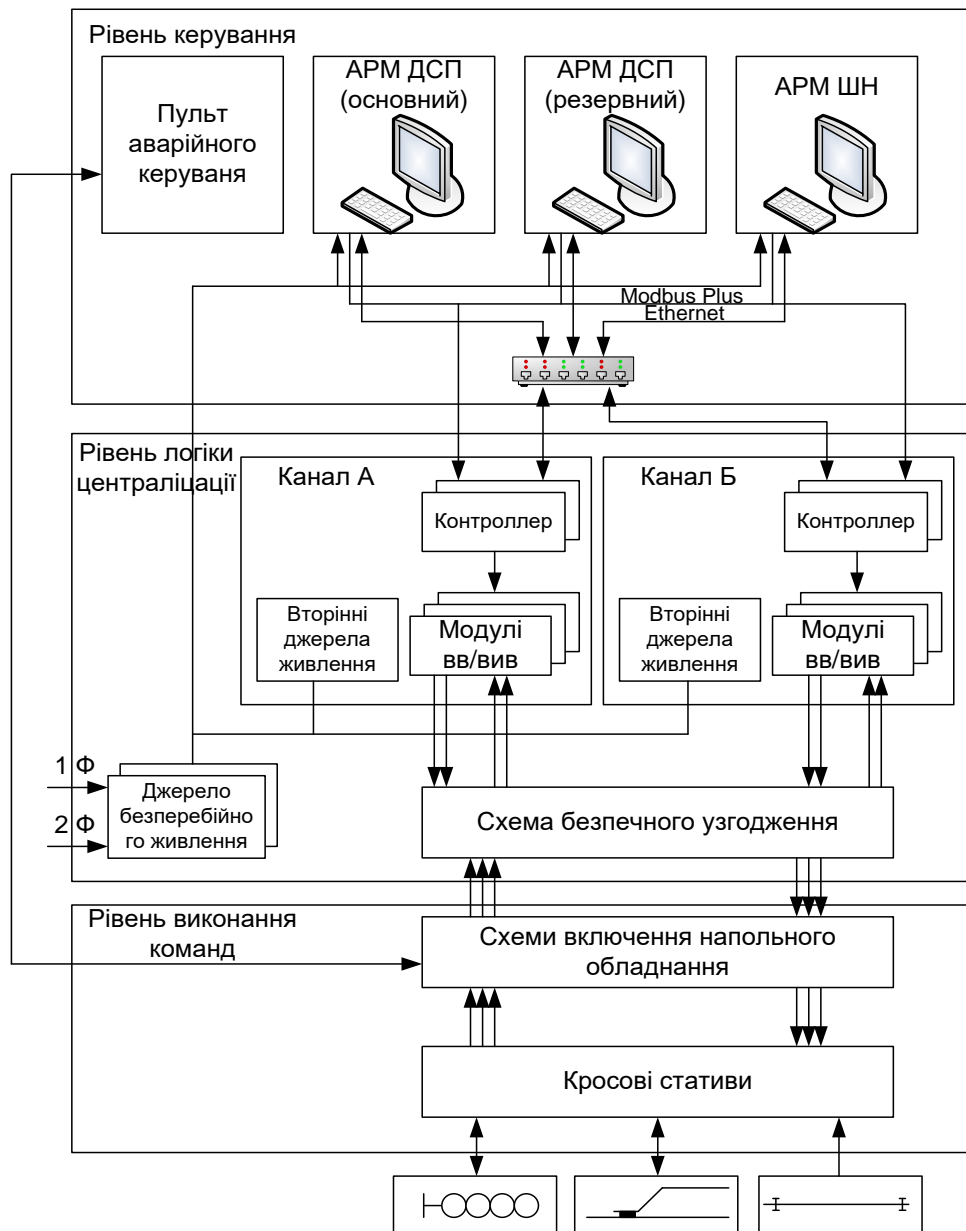


Рис. 3.2. Двоканальна двопрограмна структура МПЦ з резервуванням процесорних модулів і централізованим розміщенням апаратури

На рис. 3.3, 3.4 наведені структури МПЦ з об'єктними контролерами.

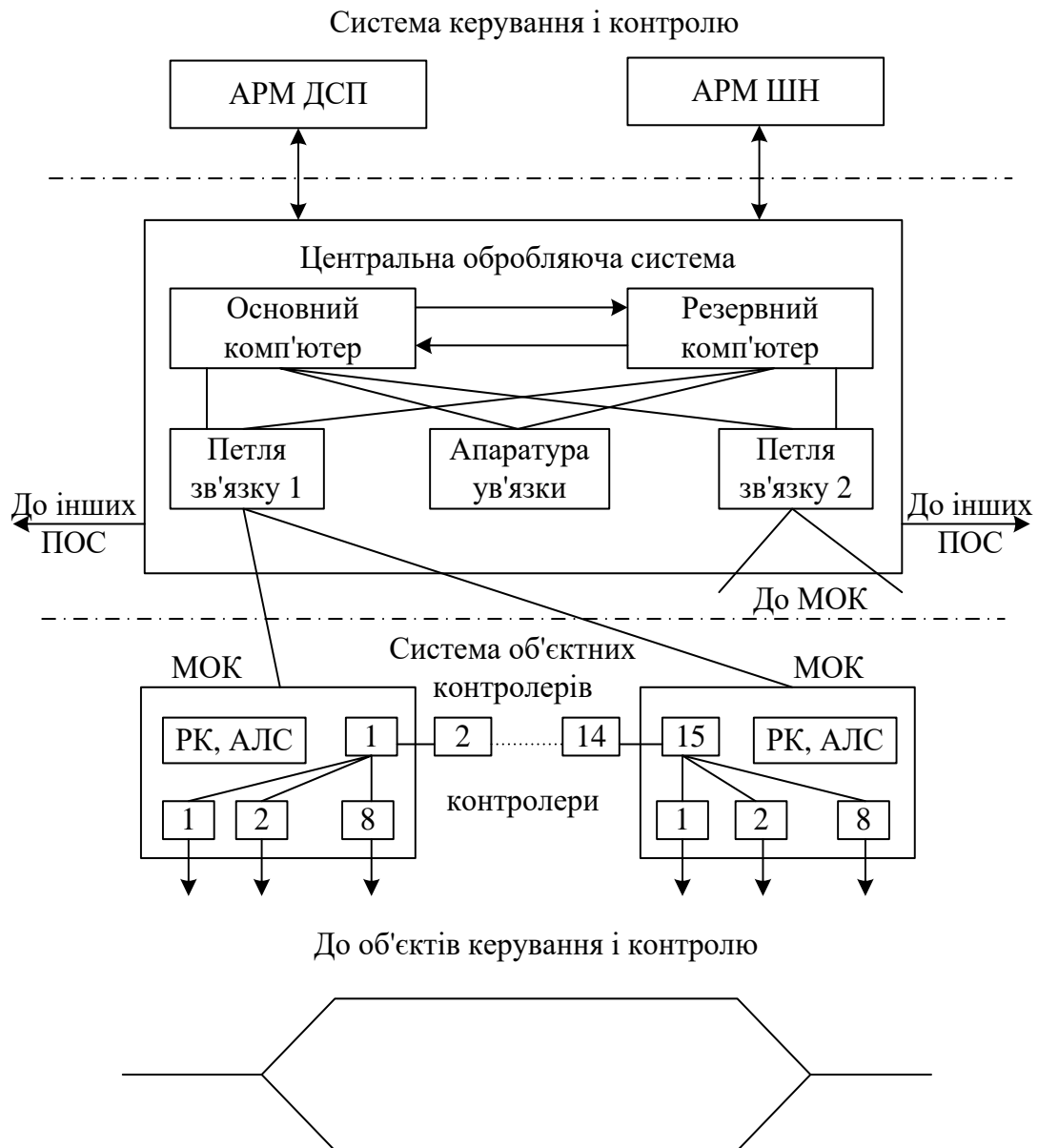


Рис. 3.3. Одноканальна двопрограмна структура з апаратним резервуванням та об'єктними контролерами

Наведені вище приклади не можуть претендувати на охоплення всіх можливих варіантів, вони показують тільки приклади структурної реалізації МПЦ. Більш повний перелік наведений у літературних джерелах, рекомендовані для самостійного ознайомлення.



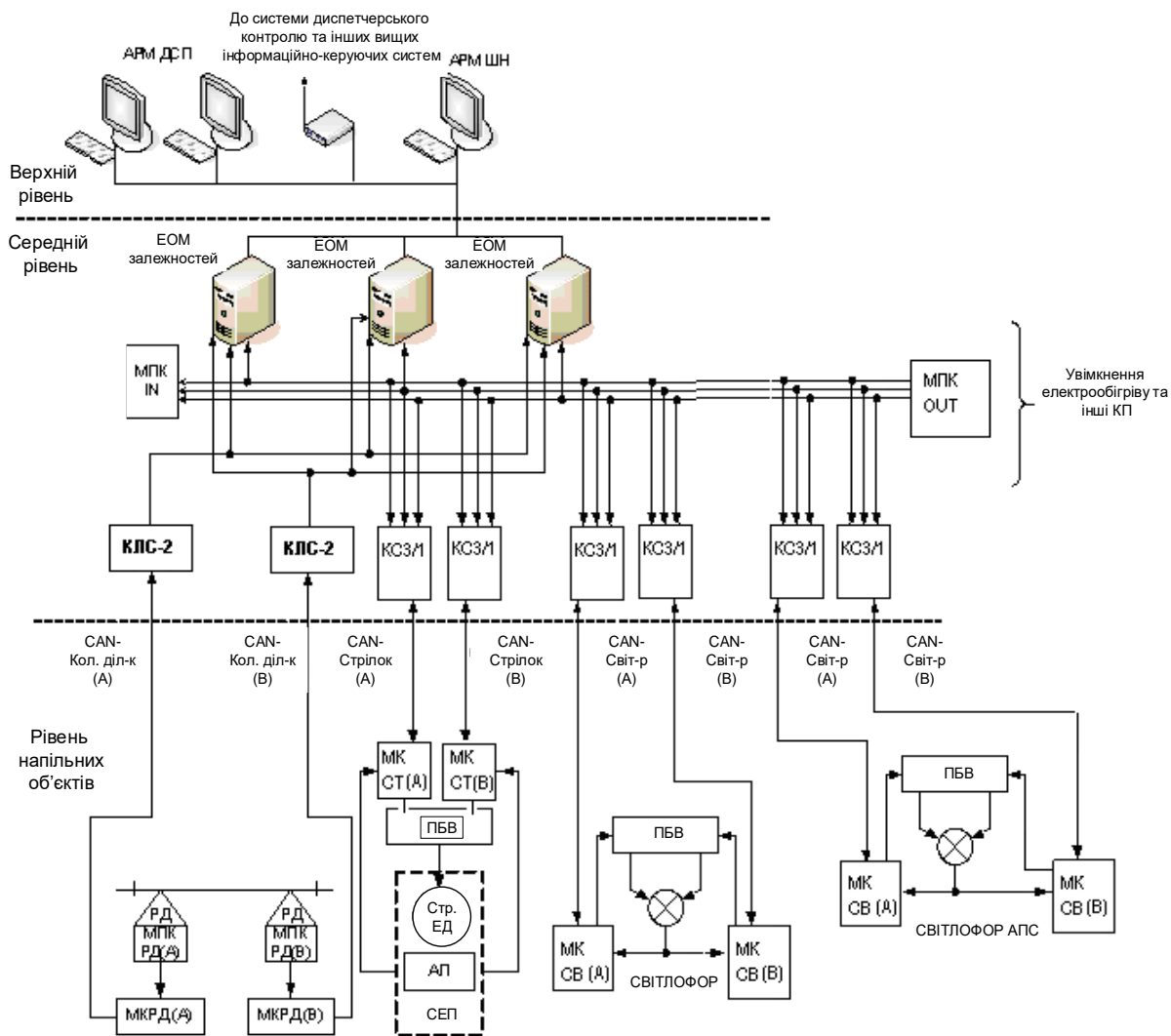


Рис. 3.4. Структурна реалізація МПЦ на основі мажоритарного принципу «два з трьох»

### 3.2. Розроблення технічних рішень верхнього рівня

Після визначення загальної структури МПЦ можна переходити до деталізації окремих її частин, зокрема підсистеми верхнього рівня. Спочатку необхідно визначитися, як буде організовано діалоговий режим роботи системи з персоналом, а саме з черговим по станції та електромеханіком сигналізації, централізації і блокування (СЦБ).

Для цього можна скористатися наведеним нижче переліком можливих реалізацій підсистеми верхнього рівня:

- система з АРМом ДСП;
- системи з АРМом ДСП і електромеханіка СЦБ
- система з типовим пультом і АРМом ДСП;
- система з типовим пультом та АРМом ДСП і електромеханіка;
- інші варіанти конфігурації за власними пропозиціями.

При виконанні також необхідно визначитися з системою інформаційної взаємодії АРМів з контролером логіки централізації (головним контролером) та об'єктними контролерами, тобто якою є інформаційна взаємодія підсистеми нижнього рівня ОК з центральним контролером та ОК між собою.

Мережі верхнього і нижнього рівнів мають забезпечувати стабільну роботу системи в разі пошкодження кожного сегмента. При розробленні локальної мережі доцільно використовувати стандартні конфігурації: зірка, кільце, дубльоване кільце тощо, для цього можна скористатися відповідною літературою [9, 10] і наведеними на рис. 3.5 прикладами топологій мереж.

Слід пам'ятати, що топології на рис. 3.5 є базовими, існує велика кількість їхніх модернізацій, що відрізняються вимогами з відмовостійкості, живучості, функційної безпечності тощо. При обиранні конкретної топології необхідно визначити головні критерії, за якими буде відбуватися вибір конкретного типу, наприклад, якщо потрібно забезпечити високий рівень відмовостійкості, то доцільно застосувати принципи дублювання топології.

Приклад реалізації підсистеми верхнього рівня наведений на рис. 3.6: дубльований АРМ ДСП, АРМ електромеханіка СЦБ та можливість інформаційної взаємодії з АРМом поїзного диспетчера.

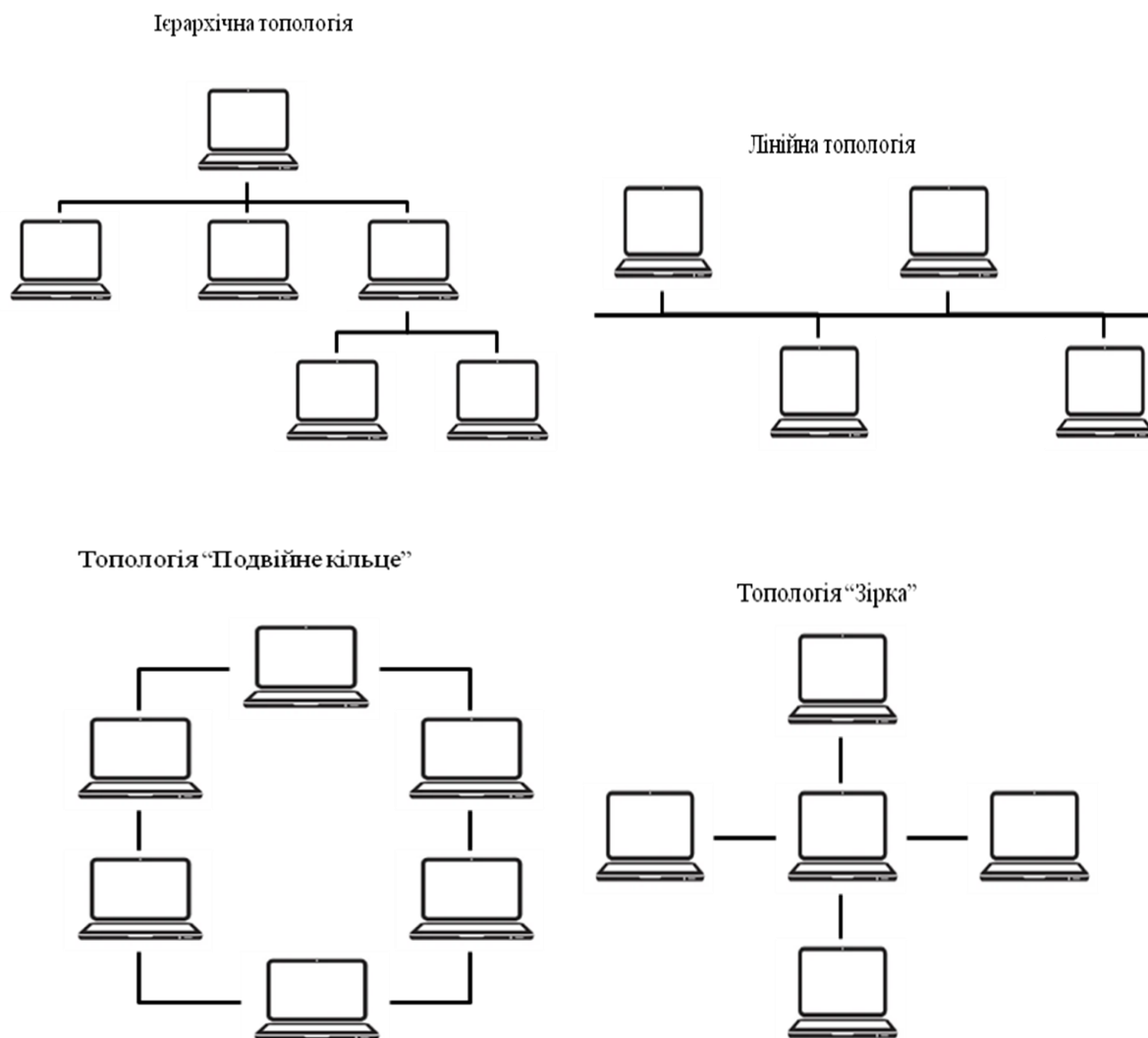


Рис. 3.5. Базові варіанти топологій мереж

Зверніть увагу, що система передбачає апаратний пульт для користування ключами-жезлами і можливість підключення мобільного АРМ електромеханіка.

За розроблення підсистеми верхнього рівня в частині організації діалогового режиму роботи з персоналом доцільно скористатися можливостями сучасних комп'ютерних інформаційних технологій.

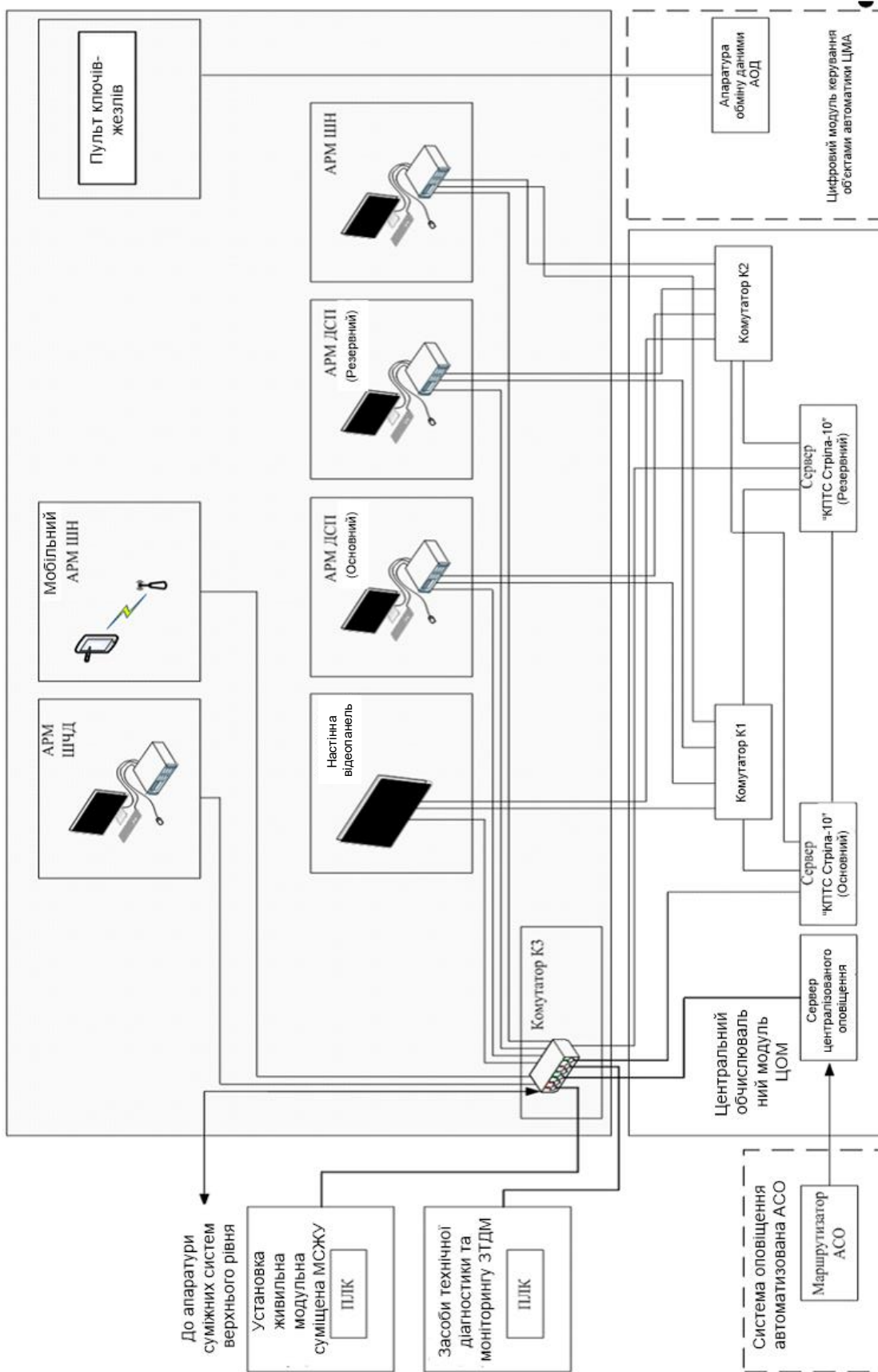


Рис. 3.6. Приклад реалізації підсистеми верхнього рівня МПЩ «Стріла-10»

### 3.3. Розрахунок необхідної кількості модулів введення-виведення

Спочатку необхідно визначитися з характером і кількістю об'єктів керування і контролю та розрахувати необхідну кількість виходів і входів контролера відповідно до наведених прикладів у табл. 3.1, 3.2.

Таблиця 3.1

Розрахунок необхідної кількості виходів МПЦ

Номер	Об'єкт	Загальна кількість об'єктів такого типу	Стан об'єкта керування	Характеристика сигналів керування (аналоговий/дискретний, значення струму чи напруги, інші дані)	Необхідна кількість виходів ПЛК
1	2	3	4	5	6
1	Стрілка централізована	...	1. Плюсове положення. 2. Мінусове положення. 3. Інші параметри	1. Дискретний ..... 2. Дискретний ..... 3.	
2	Світлофор вхідний	.....	1. Основна нитка лампи зеленого вогню. 2. Резервна нитка лампи зеленого вогню. 3. Основна нитка лампи жовтого вогню. 4. Резервна нитка лампи жовтого вогню. 5. Основна нитка лампи другого жовтого вогню. 6. Резервна нитка лампи другого жовтого вогню. 7. Основна нитка лампи червоного вогню. 8. Резервна нитка лампи червоного вогню. 9. Лампа місячно-білого вогню. 10. Інші параметри	1. Дискретний 220 В змінного струму. 2. Дискретний 220 В змінного струму. 3. Дискретний 220 В змінного струму. 4. Дискретний 220 В змінного струму. 5. Дискретний 220 В змінного струму. 6. Дискретний 220 В змінного струму. 7. Дискретний 220 В змінного струму. 8. Дискретний 220 В змінного струму. 9. Дискретний 220 В змінного струму	

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
3	Світлофор вихідний		1. Лампа зеленого вогню. 2. Лампа жовтого вогню. 3. Лампа другого жовтого вогню. 4. Лампа червоного вогню. 5. Лампа місячно-білого вогню. 6. Інші параметри	1. Дискретний 220 В змінного струму. 2. Дискретний 220 В змінного струму. 3. Дискретний 220 В змінного струму. 4. Дискретний 220 В змінного струму. 5. Дискретний 220 В змінного струму	
4	Світлофор маневровий		1. Лампа дозвільного показання. 2. Лампа заборонного показання. 3. Інші параметри	1. Дискретний 220 В змінного струму.  2. Дискретний 220 В змінного струму	
5	Світлофор додатковий (ПД, НД)		1. Лампа жовтого вогню. 2. Лампа другого жовтого вогню. 3. Лампа червоного вогню. 4. Інші параметри	1. Дискретний 220 В змінного струму. 2. Дискретний 220 В змінного струму. 3. Дискретний 220 В змінного струму. 4. ....	
Загальна кількість: дискретних виходів..... аналогових виходів...					

Слід зазначити, що наведені в цих таблицях приклади не є догмою, а скоріше керівництвом до дії. Відповідно до власних уявлень ви можете розширяти кількість параметрів з контролю та керування, замінити дискретні параметри на аналогові і т. п. (наприклад, середнє положення стрілки можна контролювати як апаратно, так і програмно, стан кабелю - як наявність або відсутність пошкодження, чи вимірювати опір ізоляції і за іншими параметрами).

Якщо в структурі системи МПЦ вами передбачений пульт керування з фізичними кнопками та індикацією, тоді до переліку об'єктів керування

необхідно включити всі елементи індикації пульта, а до об'єктів контролю кнопки – стрілочні комутатори та інші елементи введення команд.

Таблиця 3.2

Розрахунок необхідної кількості входів МПЦ

Номер	Об'єкт	Загальна кількість об'єктів такого типу	Контрольні параметри об'єкта	Характеристики контрольних параметрів	Необхідна кількість входів ПЛК
1	2	3	4	5	6
1	Стрілка централізована	...	1. Плюсове положення. 2. Мінусове положення. 3. Середнє положення. 4. Струм робочого кола. 5. Інші параметри	1. Дискретний. 2. Дискретний. 3. Дискретний. 4. Аналоговий	
2	Світлофор вхідний	.....	1. Основна нитка лампи зеленого вогню. 2. Резервна нитка лампи зеленого вогню. 3. Основна нитка лампи жовтого вогню. 4. Резервна нитка лампи жовтого вогню. 5. Основна нитка лампи другого жовтого вогню. 6. Резервна нитка лампи другого жовтого вогню. 7. Основна нитка лампи червоного вогню. 8. Резервна нитка лампи червоного вогню. 9. Лампа місячно-білого вогню. 10. Інші параметри	1. Дискретний. 2. Дискретний. 3. Дискретний. 4. Дискретний. 5. Дискретний. 6. Дискретний. 7. Дискретний. 8. Дискретний. 9. Дискретний	

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6
3	Світлофор вихідний		1. Лампа зеленого вогню. 2. Лампа жовтого вогню. 3. Лампа другого жовтого вогню. 4. Лампа червоного вогню. 5. Лампа місячно-білого вогню. 6. Інші параметри	1. Дискретний. 2. Дискретний. 3. Дискретний. 4. Дискретний. 5. Дискретний	
4	Світлофор маневровий		1. Лампа дозвільного показання. 2. Лампа заборонного показання. 3. Інші параметри	1. Дискретний. 2. Дискретний	
5	Світлофор додатковий (ПД, НД)		1. Лампа жовтого вогню. 2. Лампа другого жовтого вогню. 3. Лампа червоного вогню. 4. Інші параметри	1. Дискретний. 2. Дискретний. 3. Дискретний	
6	Рейкове коло		1. Контроль стану (вільно/зайнято). 2. Напруга на живильному кінці. 3. Напруга на релейному кінці. 4. Інші параметри	1. Дискретний. 2. Аналоговий (дискретний). 3. Аналоговий (дискретний)	
7	Живлення		1. Фідер А. 2. Фідер Б. 3. Резервне живлення. 4. Живлення робочих кіл стрілок. 5. Живлення контрольних кіл стрілок. 6. Живлення рейкових кіл. 7. Живлення світлофорів. 8. Інші види живлення	1. Аналоговий (дискретний). 2. Аналоговий (дискретний). 3. Аналоговий (дискретний). 4. Аналоговий (дискретний). 5. Аналоговий (дискретний). 6. Аналоговий (дискретний). 7. Аналоговий (дискретний). 8.....	



1	2	3	4	5	6
8	Кабелі		1. Контроль кабелів стрілок. 2. Контроль кабелів світлофорів. 3. Контроль кабелів рейкових кіл. 4. Інші кабелі	1. Аналоговий (дискретний). 2. Аналоговий (дискретний). 3. Аналоговий (дискретний). 4.....	
	Загальна кількість: дискретних входів..... аналогових входів...				

***Зверніть увагу! Якщо, наприклад, ви розраховуєте кількість дискретних модулів введення, то для розрахунку слід обирати тільки дискретні входні сигнали. Не можна до загальної кількості включати різнорідні сигнали, тобто дискретні сигнали слід враховувати окремо від аналогових, також і значення входної, або вихідної напруги та інші параметри.***

У МПЦ з об'єктними контролерами (ОК) ця процедура дещо ускладнена, тому що об'єктний контролер, як правило, має в одному конструктиві входні і вихідні кола. Вони спеціалізуються на окремих об'єктах – це контролери стрілок і контролери для керування світлофорами.

Як правило, до одного ОК підключено три поодинокі або дві спарені стрілки та рейкове коло. Фактично на кожну ізольовану секцію припадає один ОК. Контролер світлофора забезпечує включення в середньому восьми ламп із розрахунку на два світлофори.

***Увага! При формуванні архітектури системи не забувайте враховувати обраний тип резервування, бо це, як правило, призводить до збільшення кількості модулів.***

При визначенні переліку об'єктів контролю для станції доцільно скористатися даними табл. 3.3–3.8 з «Технічних рішень мікропроцесорної системи диспетчерської централізації та диспетчерського контролю. Опис автоматизованих функцій. Умови використання функцій МДЦ–У, ПрАТ Імпульс 2020. ИТКЯ. 421447. ПЗ – 1».

Таблиця 3.3

Приклад переліку основних параметрів контролю стану станційних світлофорів (застосовується для розроблення програмного забезпечення МПЦ)

Параметр контролю	Значення параметра контролю	Додаткові умови	Джерело інформації
1	2	3	4
1. Стан показання світлофора	Заборонне	Крім повторювального та попереджувального світлофора	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Дозвільне	Крім загороджувального світлофора	
	Заборонне, включено запрошувальний сигнал	Тільки для поїзних з запрошувальним сигналом	
	Погаслий	Технологічний стан або несправність лампи забороняючого показання	
	Невідповідність показань	Несправність лампи більш дозволяючого показання	
	Несправність схеми мигання	—	
	Несправний	—	Алгоритми контролю стану світлофорних ламп або релейної шафи світлофора
	Недостовірний	—	Діагностичний параметр алгоритму контролю стану світлофорних ламп

Продовження табл. 3.3

1	2	3	4
2. Стан світлофорної лампи	Несправний	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
3. Стан у маршруті	Обраний для маршруту	–	КО
	Не обраний для маршруту	У початковому стані	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Включення режиму автодії по головних коліях	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
4. Стан релейної шафи світлофора	У нормі	–	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Несправний	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Таблиця 3.4

Приклад переліку основних параметрів контролю стану стрілки  
(застосовується для розроблення програмного забезпечення МПЦ)

Параметр контролю	Значення параметра контролю	Додаткові умови	Джерело інформації
1	2	3	4
1. Положення	«Плюс»	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	«Мінус»	–	
	Короткочасна втрата контролю	До 6 с	
	Довготривала втрата контролю	Більше 20 с	

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4
	Розріз	Фіксація втрати контролю стрілки на зайнятій стрілочній секції	
	Недостовірне	—	Діагностичний параметр каналу контролю
2. Стан переведення	Допоміжне переведення стрілки	Від ДСП	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Робота на фрикцію	—	
	Недостовірний	—	Діагностичний параметр каналу контролю
3. Керування	Місцеве	—	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Централізоване	—	
	Недостовірне	—	Діагностичний параметр каналу контролю
4. Замикання стрілок горловини станції	Замкнені	—	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Розімкнені	—	
	Недостовірне	—	Діагностичний параметр каналу контролю
5. Індивідуальне замикання	Індивідуально замкнена	За наявності реалізації в МПЦ	Параметр алгоритму МДЦ-У
	Індивідуально розімкнена		
	Недостовірне	—	Діагностичний параметр каналу контролю
6. Макет	Встановлений	—	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Не встановлений	—	
	Недостовірне	—	Діагностичний параметр каналу контролю
7. Положення на макеті	Не встановлене	—	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	«Плюс»	—	
	«Мінус»	—	
	Недостовірне	—	Діагностичний параметр каналу контролю

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4
8. Стан стрілочного випрямляча	У нормі	—	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Несправність	—	
	Недостовірний	—	Діагностичний параметр каналу контролю
9. Стан курбельних заслінок	Підняті	–	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ).
	Опущені	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
10. Струм переведення	Наявність	У стані переведення стрілки	Вхідний аналоговий сигнал (від пристроїв ЗАТ)
	Відсутність		
	Робочий струм		
11. Електро-обіг рив стрілочних приводів	Вимкнений	–	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Увімкнений	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
12. Автоматичне очищення стрілок	Вимкнене	–	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Увімкнене	–	
	Недостовірне	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Перелік основних параметрів контролю стану ізолюваної ділянки (колії, стрілочної секції або безстрілочної секції) із зазначенням джерела даних, а також додаткові умови, які застосовуються, наведено в табл. 3.5.

Перелік основних параметрів контролю маршруту (поїзного або маневрового) із зазначенням джерела даних, а також додаткові умови, які застосовуються, наведено в табл.3.6.

Таблиця 3.5

Приклад переліку основних параметрів контролю стану ізольованої ділянки (застосовується для розроблення програмного забезпечення МПЦ)

Параметр контролю	Значення параметра контролю	Додаткові умови	Джерело
1	2	3	4
1. Стан зайнятості	Вільна	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Зайнята	–	
	Короткочасна зайнятість	до 6 с	Діагностичний параметр каналу контролю
	Недостовірний	–	
2. Стан у маршруті	Замкнена	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Штучно розмикається	–	
	Не замкнена	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
3. Стан зайнятості рейкового кола (кожного відгалуження)	Вільне	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Зайняте	–	
	Короткочасна зайнятість	до 6 с	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
4. Стан огороження колії	Встановлене		Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Не встановлене	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4
5. Вибір для штучного розмикання	Вибрана	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Не вибрана	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Таблиця 3.6

Приклад переліку основних параметрів контролю маршруту  
(застосовується для розроблення програмного забезпечення МПЦ)

Параметр контролю	Значення параметра контролю	Додаткові умови	Джерело
1	2	3	4
1. Стан маршруту	Встановлення	Встановлення початку та кінця маршруту, переведення стрілок	ФК від КО
	Замикання	–	
	Розмикання	–	
	Відміна	–	
	Відміна набору	–	
	Штучне розмикання секцій	–	
	Автоматичне встановлення	–	
Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю	
2. Напрямок	Парний	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Непарний	–	
3. Витримка часу	Вимкнена	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Відміна при вільній ділянці наближення	–	
	Відміна поїзного маршруту	–	

Продовження табл. 3.6

1	2	3	4
	Відміна маневрового маршруту	—	
	Штучне розмикання групи об'єктів	—	
	Несправність відміни маршруту	—	
	Недостовірна	—	Діагностичний параметр каналу контролю
4. Стан автоматичного встановлення маршрутів (АУМ)	Вимкнений на роздільному пункті	—	КО, ФК від АУМ
	Увімкнений на роздільному пункті	—	
	Вимкнений у горловині роздільного пункту	—	
	Увімкнений у горловині роздільного пункту	—	
	Режим пропускання поїздів «Пакетний»	—	
	Режим пропускання поїздів «Один поїзд»	—	
5. Стан резервного блоку реле напрямку (блока «НН»)	Вимкнений	—	Вхідний сигнал (від блоку/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Увімкнений	—	
	Недостовірний	—	Діагностичний параметр каналу контролю

Приклад переліку основних параметрів контролю стану переїзду на станції з зазначенням джерела даних, а також додаткові умови, які застосовуються, наведено в табл. 3.7.



Таблиця 3.7

Приклад переліку основних параметрів контролю стану переїзду на станції  
(застосовується для розроблення програмного забезпечення МПЦ)

Параметр контролю	Значення параметра контролю	Додаткові умови	Джерело
1	2	3	4
1. Стан	Закритий	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Відкритий	–	
	Справний	Виконання усіх умов: справний стан усіх переїзних світлофорів переїзду; справний стан загороджувальних світлофорів переїзду; справний стан схеми мигання; наявність основного та резервного фідерів живлення переїзду; наявність живлення схеми релейної шафи переїзду; нормальний стан напруги акумуляторної батареї переїзду; нормальний стан опору ізоляції кіл акумуляторної батареї (за наявності технічних засобів контролю опору ізоляції)	Алгоритм контролю справності пристроїв переїзної сигналізації
	Несправний	Поява будь-якої з подій: несправний стан одного з переїзних світлофорів переїзду; загороджувального світлофора переїзду; схеми мигання; відсутність основного та/або резервного фідерів живлення переїзду;	

Продовження табл. 3.7

1	2	3	4
		відсутність живлення схеми релейної шафи переїзду; несправний стан напруги акумуляторної батареї переїзду; зниження опору ізоляції кіл акумуляторної батареї (за наявності технічних засобів контролю опору ізоляції)	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
2. Сповіщення	Відсутнє	–	Вхідний сигнал (від виконавчої групи (блока, контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Присутнє	–	
	Недостовірне	–	Діагностичний параметр каналу контролю
3. Закриття черговим по переїзду	Виконано	–	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Відсутнє	–	
	Недостовірне	–	Діагностичний параметр каналу контролю
4. Закриття черговим по станції	Виконано	–	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Відсутнє	–	
	Недостовірне	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Продовження табл. 3.7

1	2	3	4
5. Стан шлагбаумів	Закритий	Для переїзду, який охороняється	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Відкритий		
	Підключений	Тільки для додаткових шлагбаумів переїзду з чотирма шлагбаумами	
	Підтримання черговим працівником по переїзду		
	Відключений		
Недостовірний	Для переїзду, що обслуговується черговим працівником	Діагностичний параметр каналу контролю	
6. Стан переїзного світлофора	Перегорання лампи червоного вогню	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Перегорання двох ламп червоного вогню	На одному з переїзних світлофорів	
	Несправність схеми мигання	–	
	Наявність живлення	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
7. Стан загороджувального світлофора	Вимкнений	Для переїзду, який охороняється	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Увімкнений		
	Перегорання основної нитки лампи червоного вогню		
	Наявність живлення		
	Недостовірний		Діагностичний параметр каналу контролю
8. Стан фідера живлення (основного, резервного)	Відсутність живлення	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Наявність живлення	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Продовження табл. 3.7

1	2	3	4
9. Стан напруги акумуляторної батареї переїзду	У нормі	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Зниження напруги	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
10. Стан живлення схеми релейної шафи переїзду	У нормі	–	Вхідний сигнал (від контактів реле) пристроїв ЗАТ)
	Несправність	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
11. Стан опору ізоляції кіл акумуляторної батареї	У нормі	За наявності технічних засобів контролю опору ізоляції	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Нижче норми		
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
12. Стан дверей шафи переїзду	Закритий	–	Вхідний сигнал (від контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Відкритий	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Приклад переліку основних параметрів контролю стану пристроїв електроживлення на станції з зазначенням джерела даних, а також додаткові умови, які застосовуються, наведено в табл. 3.8.

Приклад переліку основних параметрів контролю стану пристроїв  
електроживлення

Параметр контролю	Значення параметра контролю	Додаткові умови	Джерело
1	2	3	4
1. Стан фідера живлення («фідер 1», «фідер 2»)	Відсутність живлення	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Наявність живлення	–	
	Відключення навантаження	–	
	Підключення навантаження	–	
	Контроль часу перемикання між фідерами	У нормі – не більше ніж 1,3 с. Перевищення – більше ніж 1,3 с	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
2. Стан дизель-генераторного агрегата (ДГА)	Вмикання	–	Вхідний сигнал (від блока/ контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Підключення навантаження	–	
	Зниження рівня палива	–	
	Аварія	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
3. Стан акумуляторної батареї електричної централізації стрілок і сигналів (ЕЦ)	У нормі	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Зниження напруги	–	
	Вмикання форсованого заряду	–	
	Вмикання перетворювача напруги	–	
	Стан зарядного пристрою	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

Продовження табл. 3.8

1	2	3	4
4. Стан станційної батареї зв'язку	У нормі	–	Вхідний сигнал (від блока/ контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Несправний	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
5. Стан сигналізатора заземлення (опір ізоляції)	Увімкнений і опір ізоляції у нормі	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Увімкнений і опір ізоляції нижче норми	–	
	Вимкнений	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
6. Стан запобіжників	У нормі	–	Вхідний сигнал (від блока/ контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Несправний (перегорання)	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
7. Стан живлення стрілок	Підключене	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Відключене	–	
	Витримка часу на відключення	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
8. Стан живлення схеми кодування	Основне живлення	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Резервне живлення	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
9. Режим живлення світлофорів	День	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Ніч	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

1	2	3	4
10. Режим керування горінням ламп світлофорів	Ручний	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Автоматичний	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю
11. Стан технічних засобів живлення	У нормі	–	Вхідний сигнал (від блока/контактів реле пристроїв ЗАТ)
	Несправний	–	
	Недостовірний	–	Діагностичний параметр каналу контролю

*Зверніть увагу, що деякі стани пристроїв ідентифікуються програмно (наприклад недостовірний стан) і тому не потребують апаратного забезпечення, тобто окремих входів модуля введення контролера.*

### **3.4. Розроблення технічних рішень нижнього рівня**

#### **3.4.1. Розроблення технічних рішень**

До технічних рішень нижнього рівня належать схеми вмикання об'єктних контролерів, напільного обладнання, а саме схеми керування стрілками, вмикання ламп світлофорів, апаратура рейкових кіл. У разі використання централізованої структури без об'єктних контролерів виконавчі пристрої централізації та датчики підключаються безпосередньо до виводів модулів введення-виведення основного контролера.

Слід зазначити, що на показники функційної безпечності та надійності суттєво впливає конфігурація підключення модулів введення-виведення до об'єктів керування МПЦ.

На рис. 3.7 подані деякі варіанти конфігурації. Загалом їх може бути дуже багато. Конфігурація, наведена рис. 3.7, а, найбільш проста без контролю стану датчика і модуля введення, на рис. 3.7, б, в показана її реалізація для двоканальної структури з одним датчиком і двома Д1 і Д2. Це можуть бути контакти одного реле чи кнопки в різних групах. За рахунок цього можна виявити залипання одного з контактів – Д1 або Д2. Однак у розглянутих конфігураціях пошкодження всіх датчиків або сигнал перешкоди виявити неможливо.

У відповідних завданнях, коли необхідно з високим ступенем достовірності мати інформацію про стан контрольованого параметра, через контакти датчика на вхід модуля введення подається певна послідовність імпульсу (рис. 3.7, г, ж). У цьому випадку корисний сигнал відрізняється від перешкоди; крім того, остаточне рішення про стан датчика можна приймати не відразу, а з надходженням кількох сигналів.

Наприклад, фактом спрацьовування датчика вважатимуться надходження посліпль трьох імпульсів на відповідний вхід модуля введення. Зазвичай формується кілька імпульсних полюсів живлення ПІ, як у схемі на рис. 3.7, ж.

Зверніть увагу: конфігурації на рис. 3.7, г-ж відрізняються від варіантів на рис. 3.7, а, б наявністю модуля виведення, який виробляє імпульсне живлення, що надходить через контакти датчиків на модулі введення.

Зміни виведення також можуть бути різними (рис. 3.8). Варіант 1 найпростіший – без перевірки працездатності виходу з однополюсною комутацією. У варіанті 2 застосована двополюсна комутація. У цьому випадку пошкодження одного виходу не призводить до помилкового включення ІУ, однак контролю стану схеми нема. Варіанти 3 і 4 є розвитком схем 1 і 2 зі з'єднанням виходів за схемою «І».



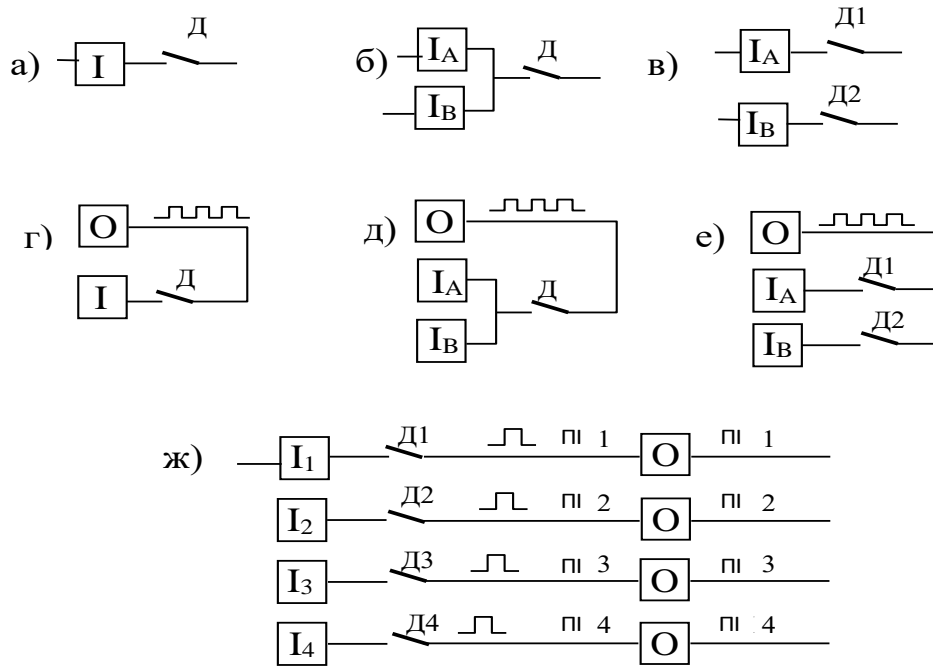


Рис. 3.7. Варіанти конфігурацій модулів введення

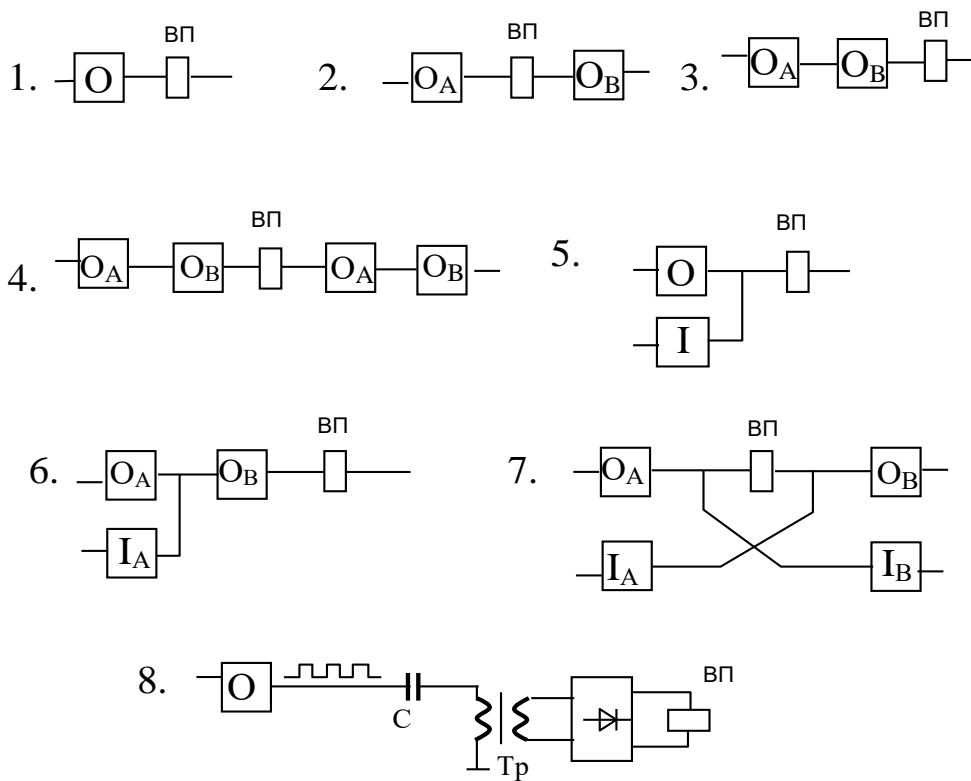


Рис. 3.8. Варіанти конфігурацій модулів виведення

Конфігурації 2-4 можна використовувати в багатоканальних структурах, проте стани ОА та ОВ не мають контролю. У схемах 5, 6, 7 передбачений контроль стану виходу, причому в конфігурації 6 вихід ОВ може виконувати захисну функцію: при пошкодженні ОА (електричний пробій вихідного транзистора або зварювання контактів реле) за його допомогою відбувається вимкнення виконавчого пристрою. Схема 7 у цьому сенсі більш досконала за рахунок перехресного контролю виходів каналами А і В. Вихід каналу А контролюється входом каналу В і навпаки; крім того, двополюсна комутація покращує показники безпеки схеми.

Очевидно, що варіантів змін вихідних кіл можна запропонувати досить багато залежно від характеру конкретної задачі та висунутих обмежень за вартістю. Цей фактор найчастіше є визначальним, тому що вартість одного входу чи виходу досить велика.

Для усунення цього недоліку використовується динамічний режим виходу. При пошкодженні елементів вихідного кола схема втрачає динамічні властивості, і умов спрацьовування ВП нема. На схемі 8 показано вмикання реле постійного струму на імпульсному сигналі виходу. Пошкодження модуля виведення в будь-якому випадку призводить до знеструмлення реле. Такі схеми завжди досить складні і тому виконуються зазвичай у вигляді окремого конструктиву.

Через схемну надмірність істотно подорожчає розроблення, особливо при значній кількості об'єктів керування. Проте збільшення кількості комутуючих і контрольних елементів відповідального кола проблему не вирішує, оскільки у статичному режимі дуже важко відрізнити пошкоджений стан виходу від непошкодженого.

Розглянемо приклади реалізації схемних рішень із підключення датчиків і виконавчих пристроїв до вихідних (вхідних) кіл модулів контролера типу «Quantum». Слід зазначити, що контролери інших типів можуть мати відмінності за кількістю периферійного обладнання,

компонуванням клемних колодок тощо, але загальні принципи підключення периферійних об'єктів залишаються в цілому незмінними.

Максимальна кількість кіл, що підключають до одного блока, становить 32 (рис. 3.9). Є модулі з ізоляцією кіл по входу та виходу. Останнє дуже важливе в тих випадках, коли контролер підключається до об'єкта керування та контролю, що має кілька полюсів живлення. Подібна ситуація характерна для систем залізничної автоматики, у яких схеми датчиків і виконавчих пристроїв одержують живлення від великої кількості шин живлення, об'єднувати які не можна.

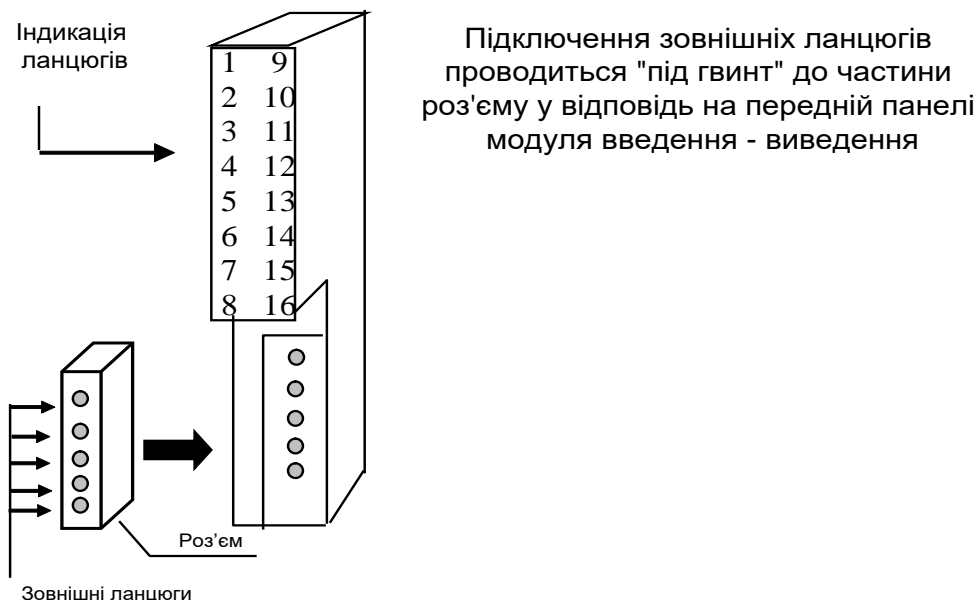


Рис. 3.9. Модуль введення-виведення з роз'ємом

Модулі дискретного введення сигналів змінного струму розраховані на напруги 24, 48, 115 і 230 В, а постійного струму відповідно на 5, 24, 10-60 і 125 В. Кількість каналів 16 або 32, за винятком 140 DDI 673 00 має два. Входи модулів можуть мати ізоляцію зовнішніх кіл один від одного, або ці кола об'єднуються в групи, і тоді має місце ізоляція між групами. У

групах, як правило, по вісім кіл, рідше два (табл. 3.9, 3.10). Дані про величину споживаного струму найчастіше стосуються модуля в цілому, а не окремого кола. Справедливість останнього підтверджується номіналом резистора на вході кола близько 2.5 кОм. Приклади підключення зовнішніх кіл до модулів дискретного введення змінного та постійного струму показано на рис. 3.10, 3.11.

Таблиця 3.9

Характеристики модулів дискретного введення TSX «Quantum»

Позначення модуля	Кількість каналів	Напруга, В		Кількість каналів у групі	Ізоляція кіл	Споживаний струм, мА
		Постійний струм	Змінний струм			
1	2	3	4	5	6	7
140 DAI 340 00	16		24	1	Ізольовані	180
140 DAI 353 00	32		24	8	За групами	250
140 DAI 440 00	16		48	1	Ізольовані	180
140 DAI 453 00	32		48	8	За групами	250
140 DAI 540 00	16		115	1	Ізольовані	180
140 DAI 543 00	16		115	8	За групами	180
140 DAI 553 00	32		115	8	За групами	250
140 DAI 740 00	16		230	1	Ізольовані	180
140 DDI 153 10	32	5 (TTL)		8	За групами	170
140 DDI 353 00	32	24		8	За групами	330
140 DDI 353 10	32	24		8	За групами	330
140 DDI 841 00	16	10 - 60		2	За групами	200
140 DDI 853 00	32	10 - 60		8	За групами	300
140 DDI 673 00	24	125		8	За групами	200

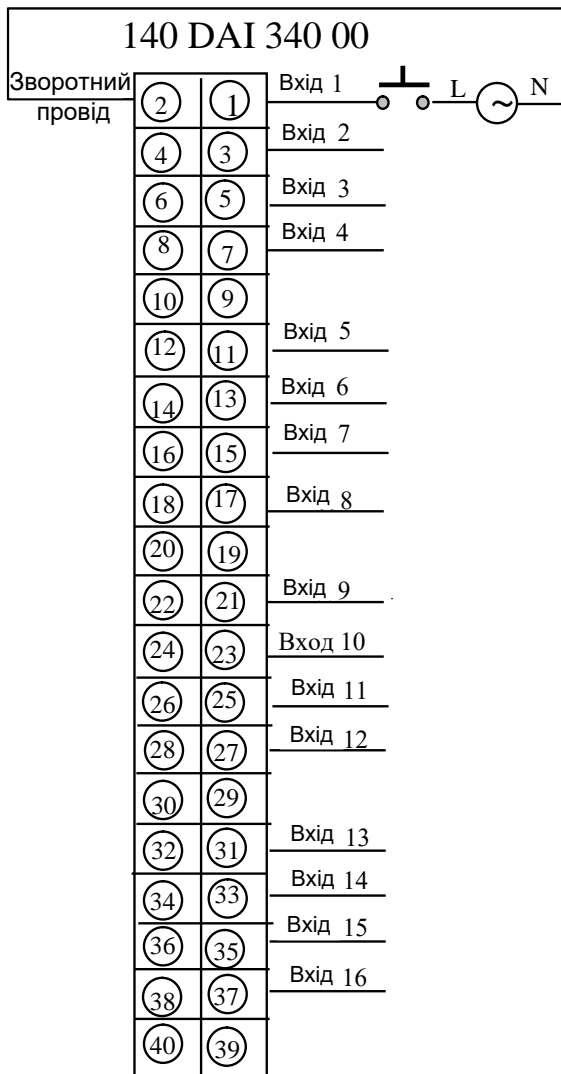
## Характеристика модулів дискретного виводу TSX «Quantum»

Позначення модуля	Кількість каналів	Напруга, В		Кількість каналів у групі	Ізоляція кіл	Споживаний струм, А
		Постійний струм	Змінний струм			
140 DAO 840 00	16		24 – 230	1	Ізольовані	4
140 DAO 840 10	16		24 – 115	1	Ізольовані	4
140 DAO 842 10	16		115 – 230	4	За групами	4
140 DAO 842 20	16		24 – 48	4	За групами	4
140 DDO 153 10	32	5(TTL)		8	За групами	0.5
140 DDO 353 00	32	24		8	За групами	0.5
140 DDO 353 10	32	24		8	За групами	0.5
140 DDO 843 00	16	10 – 60		8	За групами	2.0
140 DDO 885 00	12	24 – 125		2	За групами	0.75
140 DRA 840 00	16	релейний		1	Ізольовані	2.0
140 DRC 830 00	8	релейний		1	Ізольовані	5.0

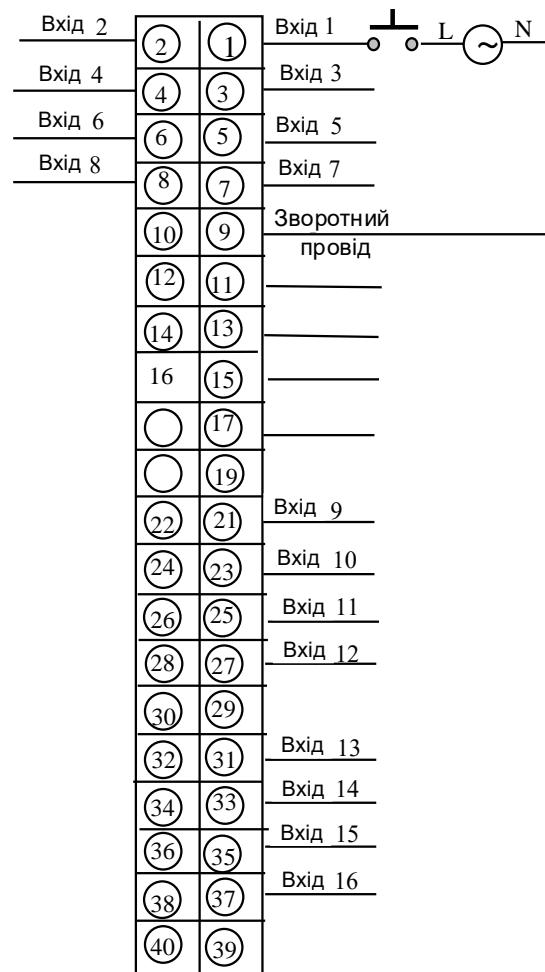
Дискретні модулі виведення поділяються на безконтактні та релейні. Безконтактні виходи більш доцільно використовувати в тих випадках, коли необхідно забезпечити швидкодію, більшу кількість спрацьовувань або роботу на реактивне навантаження. Усі релейні виходи мають ізоляцію кіл, а безконтактні можуть ізолювати між каналами та групами по чотири та вісім кіл, рідше по два, як у модуля 885 00.

Вихідні модулі змінного струму забезпечують підключення до 16 каналів, а постійного до 32. Релейні виходи завжди мають менше каналів (8 або 16) порівняно з безконтактними. Це пояснюють великими габаритами реле і відповідно меншою їхньою кількістю на друкованій платі.

Є два типи релейних модулів із контактом, що працює на замикання, і трійниковим контактом (рис. 3.12).



Входи ізольовані



Ізоляція за групами

Рис. 3.10. Схема підключення зовнішніх кіл до модулів дискретного введення змінного струму

За відсутності команди від контролера модулі виведення замкнуть загальний і тиловий контакти, а коли така команда буде подана – замикаються загальний і фронтний. Якщо використовують DRA 840 00, то робота здійснюється за принципом «контакт розімкнений» – «контакт замкнений». Наявність трійникового контакту дає змогу контролювати стан. Наприклад, якщо замкнені загальний і фронтний контакти, то загальний і тиловий мають бути розімкнені, і навпаки.

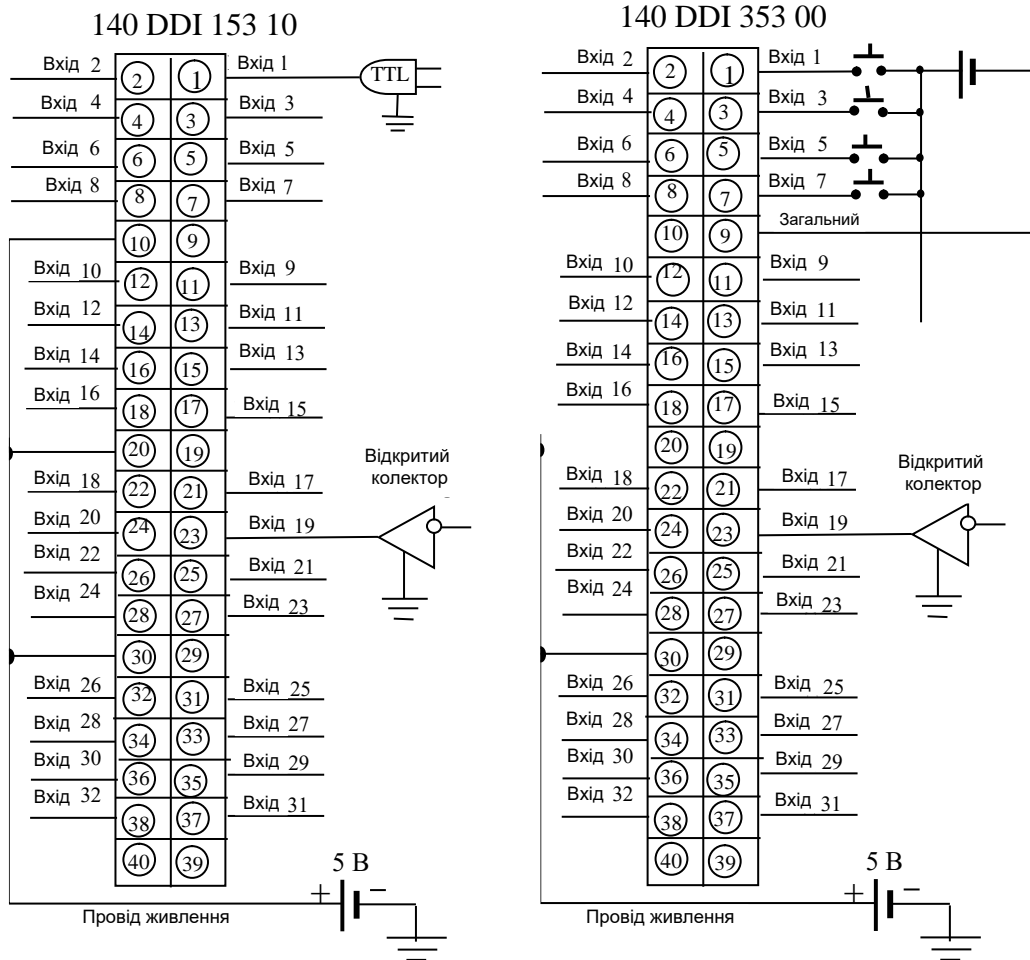


Рис. 3.11. Схема підключення зовнішніх кіл до модулів дискретного введення постійного струму

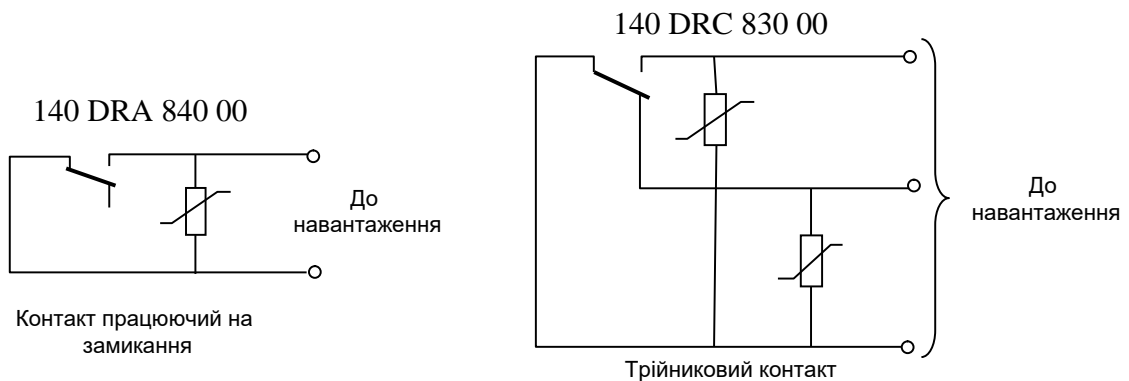


Рис. 3.12. Схеми вихідних кіл релейних модулів виведення

Модулі виведення з ізоляцією за групами передбачають встановлення плавких запобіжників для захисту від перевантажень (рис. 3.13). Крім того, окремі модулі мають електронний захист вихідних кіл від короткого замикання в монтажі та навантаженні. Модуль 140 DDO 153 10 має можливість безпосереднього підключення до логіки TTL з напругою живлення 5 В постійного струму.

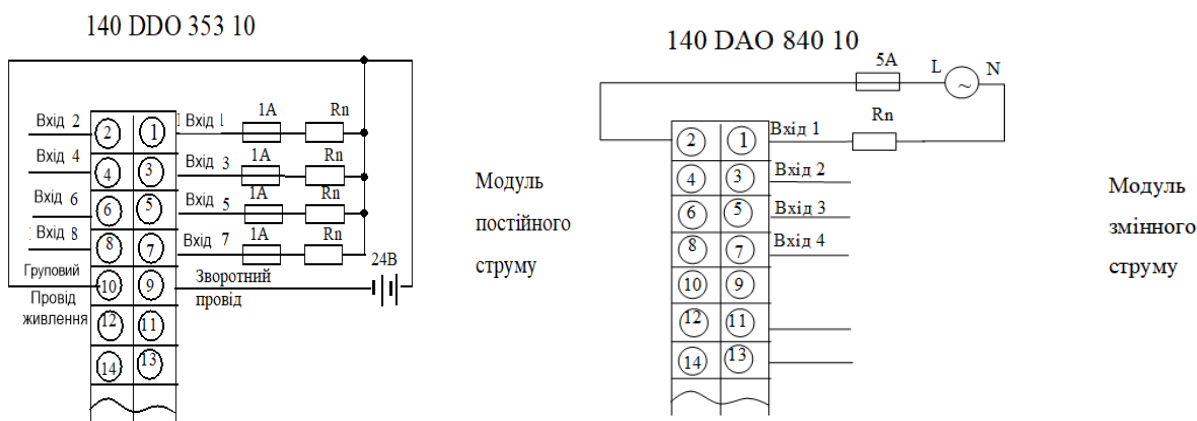


Рис. 3.13. Фрагменти підключення зовнішніх кіл до модулів виведення постійного та змінного струму

При розробленні схемних рішень нижнього рівня особливу увагу слід звертати на полярність живлення зовнішніх кіл контролера. У першу чергу це стосується модулів виведення електронного типу, які є чутливими до цього моменту. Для живлення зовнішніх кіл модулів введення критичною є якість напруги живлення, тут необхідно в першу чергу звертати увагу на стабільність напруги та рівень пульсацій.

Найбільш складним є підключення стрілочного електропривода до виходів контролера МПЦ. Це пояснюється жорсткими і специфічними вимогами функційної безпеки та значним значенням величини струму, який необхідно комутувати в робочому колі стрілки.



Окремі розробники контролерів пропонують для реалізації такої функції спеціалізовані модулі безпеки програмованого логічного контролера (ПЛК) Мікро. Напівформатний модуль безпеки TSX DPZ 10D2A (рис. 3.14) виконує повну діагностику схем безпеки. Він контролює роботу обладнання відповідно до вимог стандартів із безпеки EN 954-1, EN 418 та EN 60204-1. По суті модуль безпеки є комбінованим УВВ з інтелектуальними властивостями.

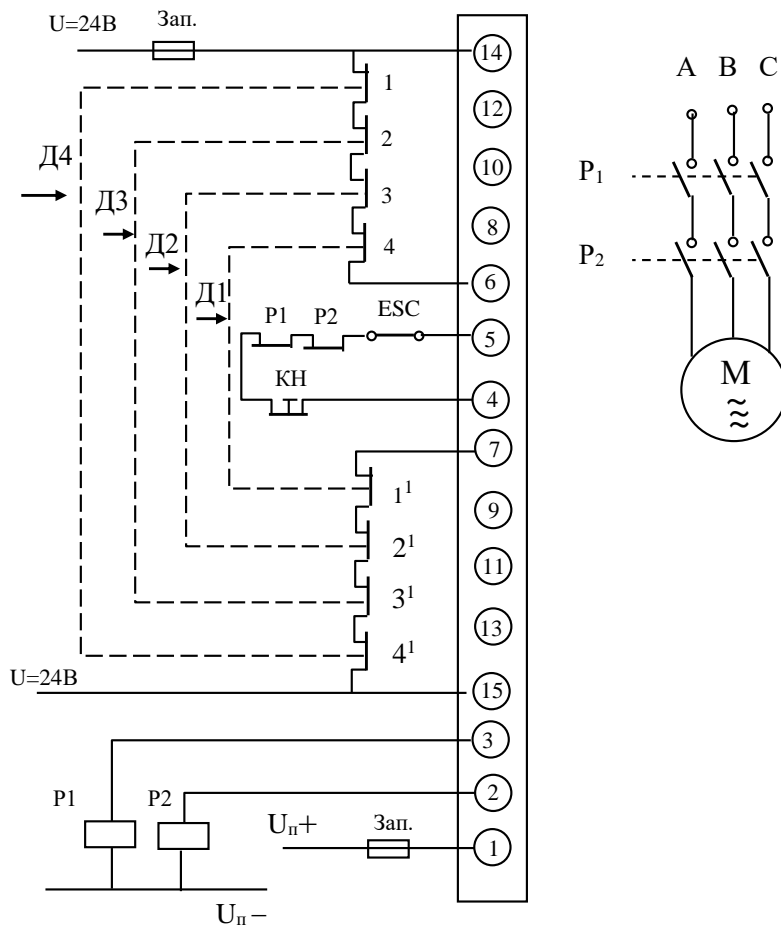


Рис. 3.14. Приклад вмикання трифазного електродвигуна з застосуванням безпечного модуля

Розглянемо принципи побудови схем із підвищеними вимогами безпеки на базі ПЛК Мікро. Наприклад, необхідно забезпечити вмикання

електромотора з дотриманням вимог безпеки, що перевіряють датчики Д1–Д4 з контактами 11; 21; 31; 41 відповідно. Комутацію силового кола здійснюють реле Р1 і Р2, контакти яких включені в коло електромотора за схемою «І». Вмикання реле Р1 і Р2 здійснюється з виходів 2 і 3 безпечного модуля після отримання відповідної команди процесора. При цьому безпечний модуль (рис. 3.14) перевіряє стан кожного з контактів 11, 21, 31, 41 датчиків Д1–Д4 і стан кола, утвореного контактами 1-4. Після збудження Р1 і Р2 перевіряється замкнений стан їхніх фронтних контактів.

При застосуванні об'єктних контролерів спеціалізованого призначення необхідно дотримуватися рекомендацій виробника стосовно підключення зовнішніх кіл. Наразі типових проєктних рішень із підключення зовнішніх кіл нема, як правило, на одній платі можуть знаходитися як вхідні, так і вихідні клеми.

Розглянемо побудову схемних рішень з включення об'єктів постового обладнання безпосередньо з модулів введення-виведення центрального контролера, зокрема схеми керування стрілочним електроприводом (рис. 3.15).

На принципових схемах можуть бути вказані тільки типи модулів. Номер клеми його роз'єму, як правило, показано на монтажній схемі. Нумерація модулів 103, 104, 105 і т. д. означає таке: цифра 1 вказує номер каркаса, а подальші призначені для нумерації модулів у каркасі. Наприклад, номер 103 означає, що цей модуль знаходиться на третьому місці в першому каркасі. Звичайне перші два місця каркаса відведені під модуль живлення і процесор. У монтажних схемах вказують адреси підключень усіх об'єктів до входів і виходів МК, а також полюси джерел живлення.

У табл. 3.11 наведений приклад монтажної схеми підключення модулів введення 140-DAI-353-00 контролера «Quantum» до пультабло електричної централізації.

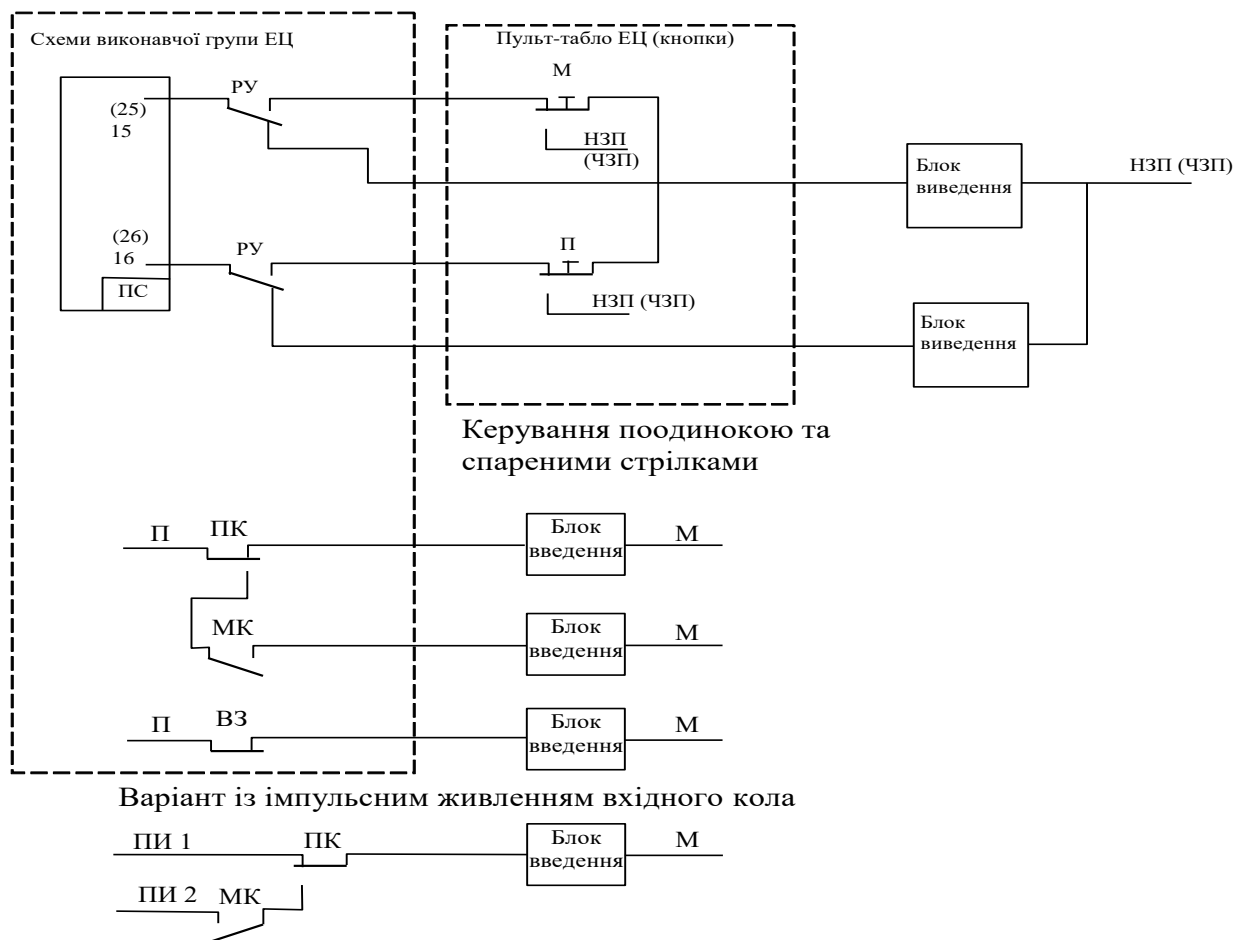


Рис. 3.15. Підключення блоків введення-виведення до схеми керування стрілкою

Таблиця 3.11

Приклад виконання монтажною схемою

103			104		
140-DAI-353-00			140-DAI-35-3-00		
1		П10-2 Св. Н Біл.	1		П5-1 Св. Ч Біл.
2		П10-6 Св. Н Зел.	2		П5-5 Св. Ч Зел.
3		П10-4 Св.Н Чер.	3		П5-3 Св. Ч Чер.
4		П10-28 Св.Ч1 Біл.	4		П5-25 Св. Н1 Біл.
5		П10-30 Св.Ч1 Зел.	5		П5-27 Св. Н1 Зел.
6		П10-23 Св. Ч2 Біл.	6		П5-24 Св.Н2Біл.
7		П10-25 Св. Ч2 Зел.	7		П5-26 Св. Н2 Зел.

Продовження табл. 3.11

103				104			
140-DAI-353-00				140-DAI-35-3-00			
8		П9-1	Св. М1Біл.	8		П6-15	Св. Н3 Біл.
9	19	7Н32-12	МС	9	9	103-39	МС
10			Не вик.	10			Не вик.
11		П9-16	Св. Ч3 Біл.	11		П6-17	Св. Н3 Зел.
12		П9-18	Св. Ч3 Зел.	12		П6-2	Св. М2 Біл.
13		П9-17	Св. М3 Біл.	13		П6-18	Св. М4 Біл.
14				14		П2-7	ЧСП Бел.
15				15		П2-9	ЧСП Чер.
16		П2-2	П1 Біл.	16		П2-8	П2 Біл.
17		П2-6	П1 Чер.	17		П2-12	П2 Чер.
18		П7-18	СП5 Біл.	18		П2-14	П3 Біл.
19	29	9	МС	19	29	9	МС
20			Не вик.	20			Не вик.
21		П7-20	СП5 Чер.	21		П2-18	П3 Чер.
22		П7-2	НАП Біл.	22		П2-22	СП4 Біл.
23		П7-4	НАП Чер.	23		П2-24	СП4 Чер.
24		П13-24	НКП Біл.	24		П2-1	ЧАП Біл.
25		П13-32	НКП Чер.	25		П2-3	ЧАП Чер.
26		П13-30	Н1ПУ Біл.	26		П1-32	ЧКП Біл.
27		П13-14	Н1ПУ Чер.	27		П1-24	ЧКП Чер.
28		П13-28	Н2ПУ Біл.	28		П1-30	Ч1ПУ Біл.
29	39	19	МС	29	39	19	МС
30			Не вик.	30			Не вик.
31		П13-4	Н2ПУ Чер.	31		П2-31	Ч1ПУ Чер.
32				32		П1-28	Ч2ПУ Біл.
33		П7-1	НСП Бел.	33		П1-4	Ч2ПУ Чер.
34		П7-3	НСП Чер.	34			

У той же час схеми розведення живлення (рис. 3.16) містять повну інформацію про номери клем кожного модуля з зазначенням електроживлення, що підведено.

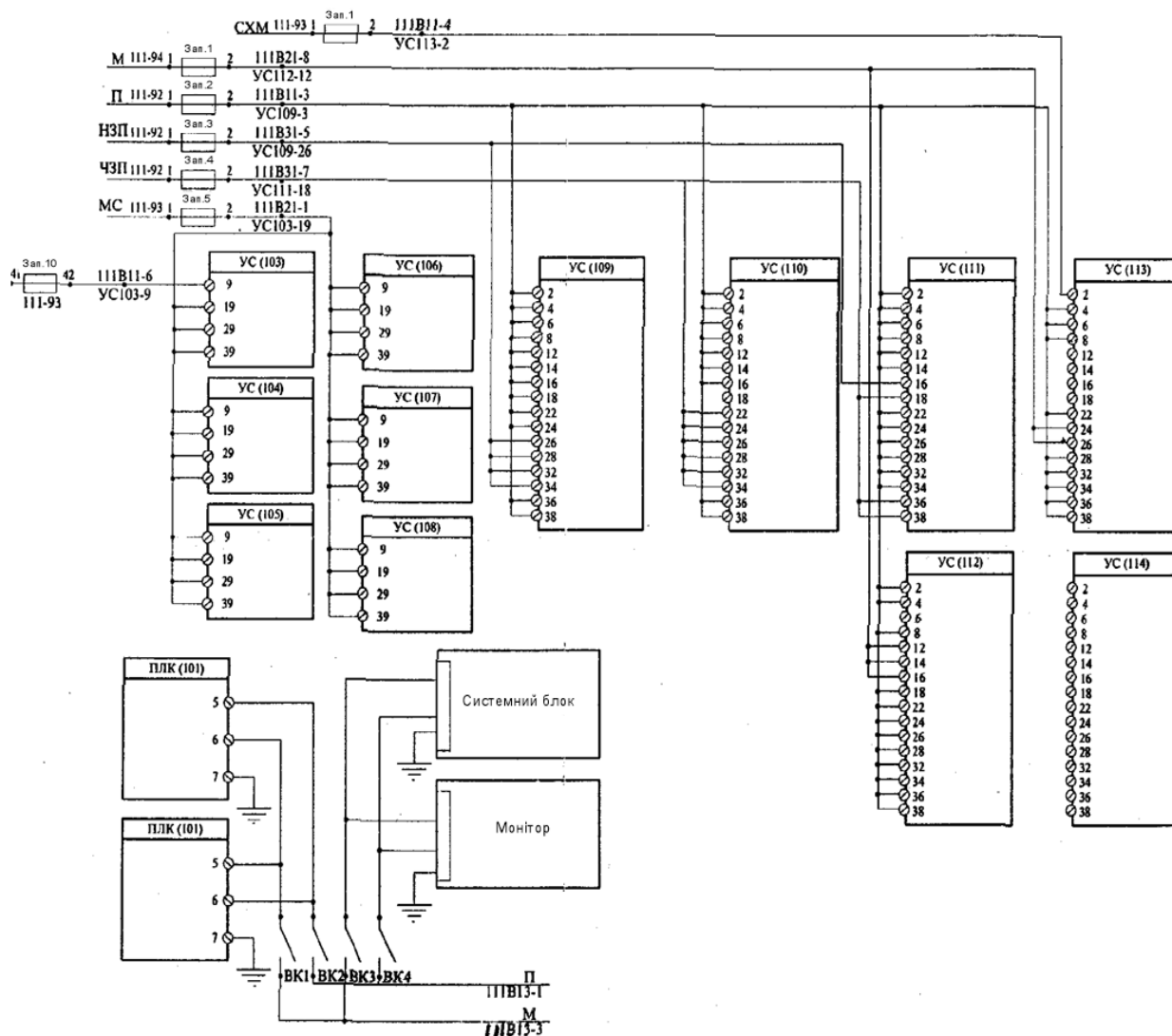


Рис. 3.16. Приклад підключення полюсів живлення до модулів контролера

Нижче наведені приклади підключення напільного обладнання, МПЦ «Ebilock», МПЦ «Стріла-10» та МПЦ-С, які можна розглядати як допоміжний ілюстративний матеріал. Виконуючи курсовий або дипломний проєкт, ви можете запропонувати власне бачення технічної реалізації.

### 3.4.2. Схеми керування світлофорами

*Технічні рішення МПЦ «Ebilock 950».* Основу схем керування вогнями світлофорів складає безпечний компаратор, який формує сигнали

на безпечний переривник і дешифратор сигнального показання тільки за умови присутності відповідної директиви в телеграмах А і В.

При вмиканні на світлофорі дозвільного сигнального показання з боку центрального процесорного модуля потрібне періодичне підтвердження (підписка) у виборі цього сигнального показання. Схеми об'єктного контролера маневрового і поїзного світлофорів подано на рис. 3.17 і 3.18 відповідно. Сигнальні лампи отримують живлення від трансформаторів СТ-4Г .

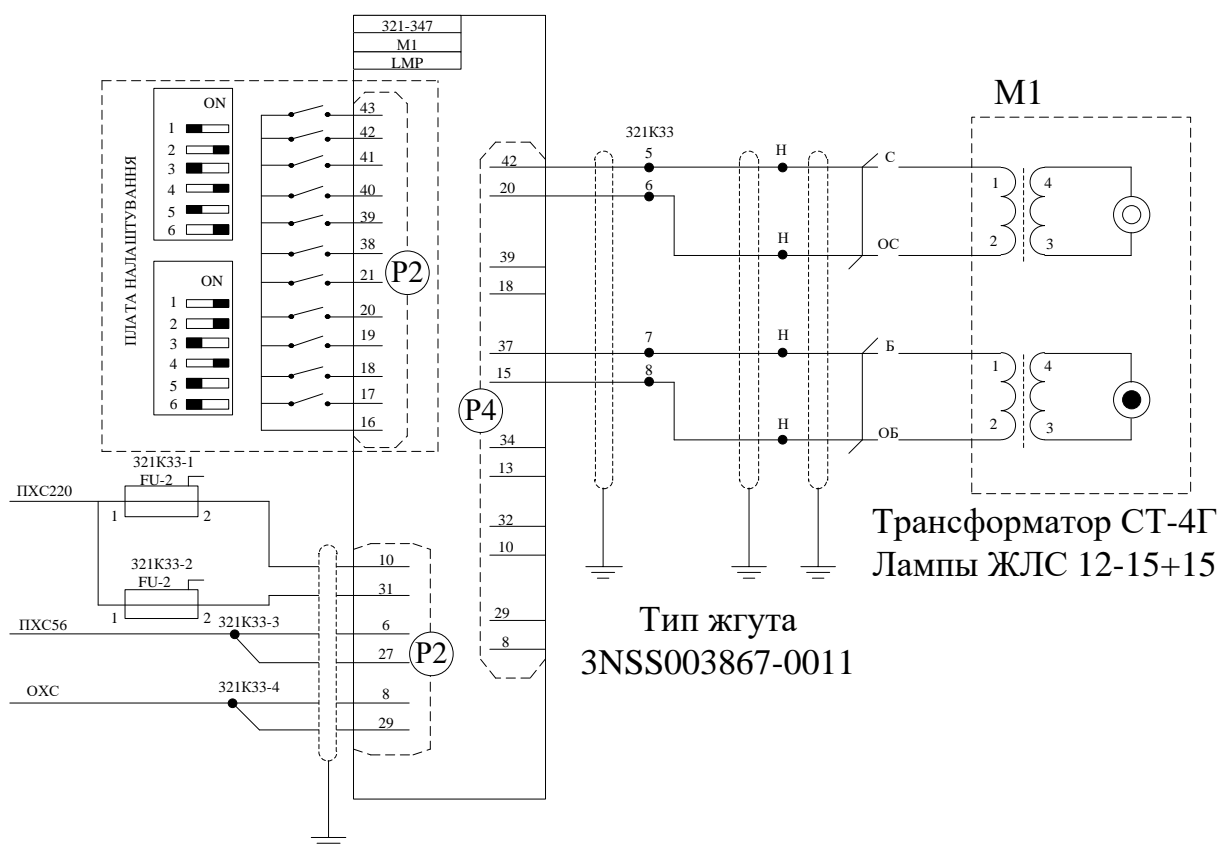


Рис. 3.17. Схема керування маневровим світлофором

Сигнальний ОК забезпечує:

– вмикання більш заборонних сигнальних показань замість необхідного у випадку виявлення несправності в лампах, необхідних для його відображення;

– «М'яке» вмикання ламп знижує навантаження на лампи при їхньому вмиканні з холодного стану. Вихідна напруга може бути між двома різними рівнями «високий» і «низький» залежно від необхідної яскравості світіння ламп (наприклад «день»/«ніч»).

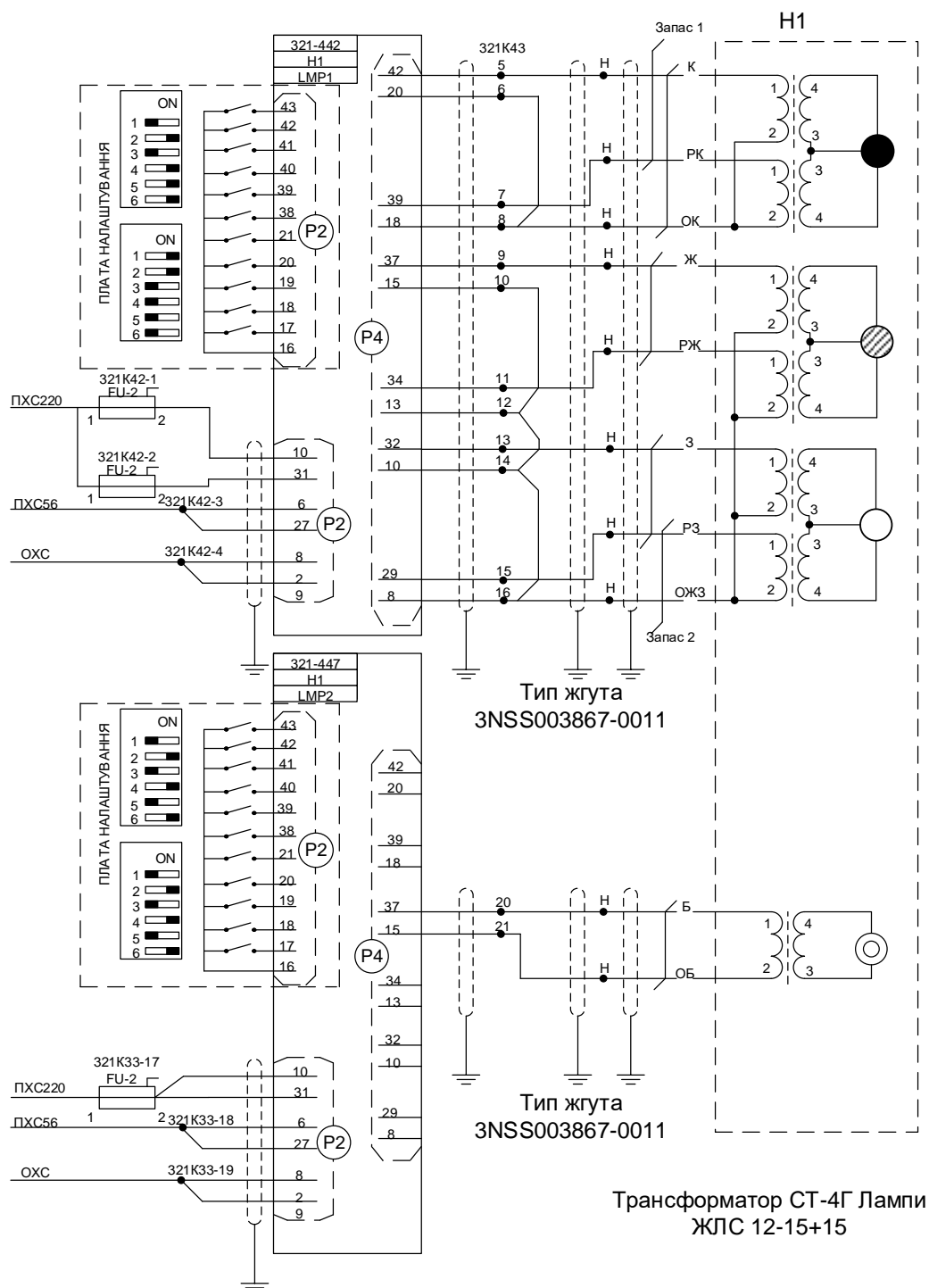


Рис. 3.18. Схема керування поїзним світлофором

*Технічні рішення МПЦ «Стріла-10».* Керування світлофорами відбувається за допомогою об'єктного контролера світлофора, який може вмикатися як із резервуванням, так і без нього. Для організації резервування використовують два ОКС однакового виконання.

Кожен із ОКС-Е забезпечує контроль і керування п'ятьма світлофорними лампами: чотири – з резервною ниткою, один – без резервної нитки.

Кожне посадкове місце має кодування, яким задають конфігурацію ОКС-Е: задіяний чи не задіяний вихід керування лампою, наявність резервних ниток лампи.

ОКС-Е застосовують для керування сигналами світлофора з потужністю ламп 15 і 25 Вт на відстані до 2,5 км з об'єднанням зворотних проводів ламп і без нього.

ОКС-Е-01 застосовують для керування сигналами світлофора на відстані до 4 км з об'єднанням зворотних проводів ламп потужністю 25 Вт; відстань до 7 км – без об'єднання зворотних проводів ламп потужністю 25 Вт; відстань до 8 км – з об'єднанням зворотних проводів ламп потужністю ламп 15 Вт; відстань до 12 км – без об'єднання зворотних проводів ламп потужністю 15 Вт. На рис. 3.19-3.21 наведено приклади схем підключення до контролера відповідно вихідного, маневрового та поїзного світлофорів.

Для світлофорів, розташованих на більшій відстані, але не більше 15 км, необхідно використовувати окремий контролер з підключенням без об'єднання зворотних проводів і дублюванням жил кабелю.



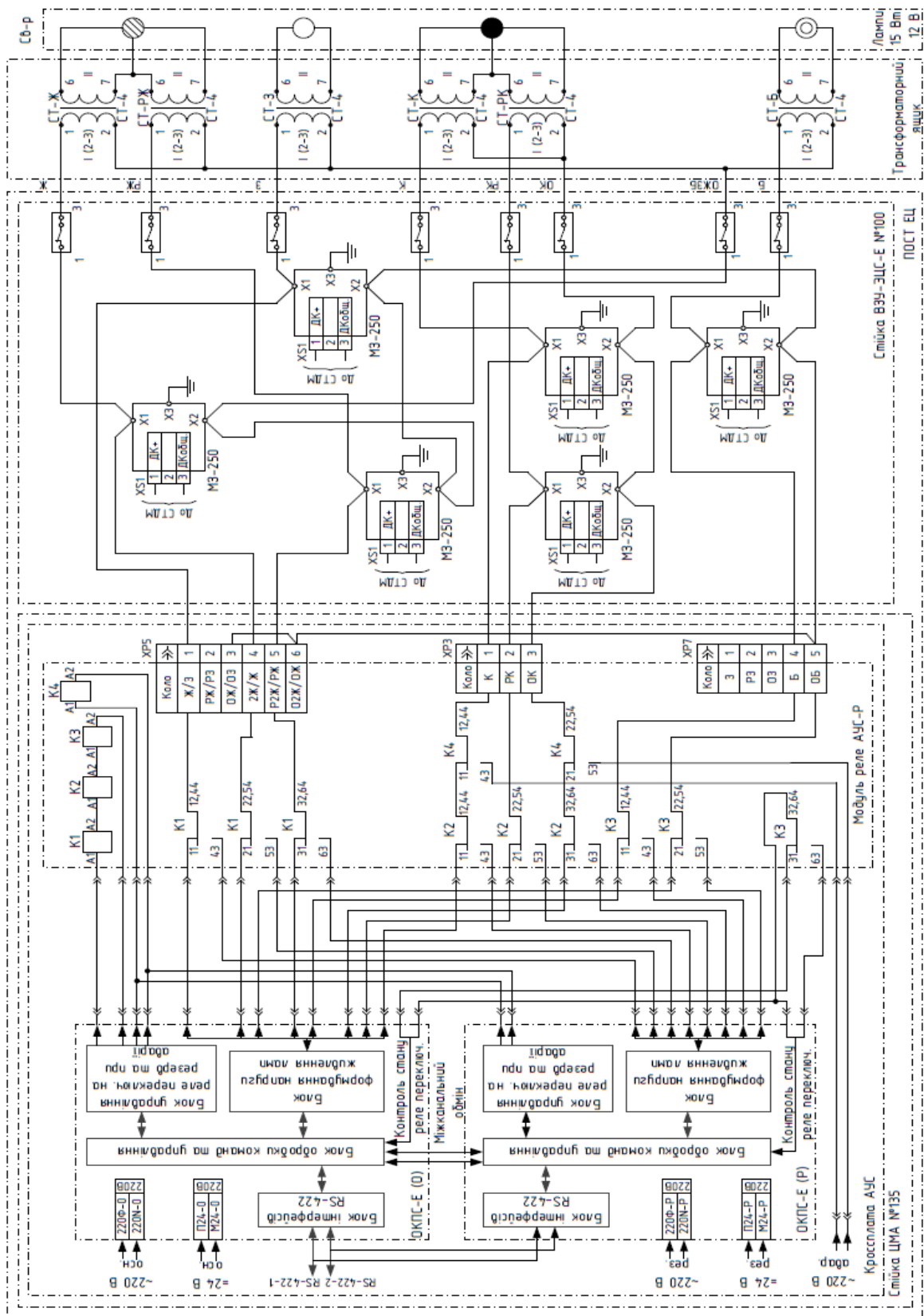


Рис. 3.19. Схема керування вогнями вихідного світлофора

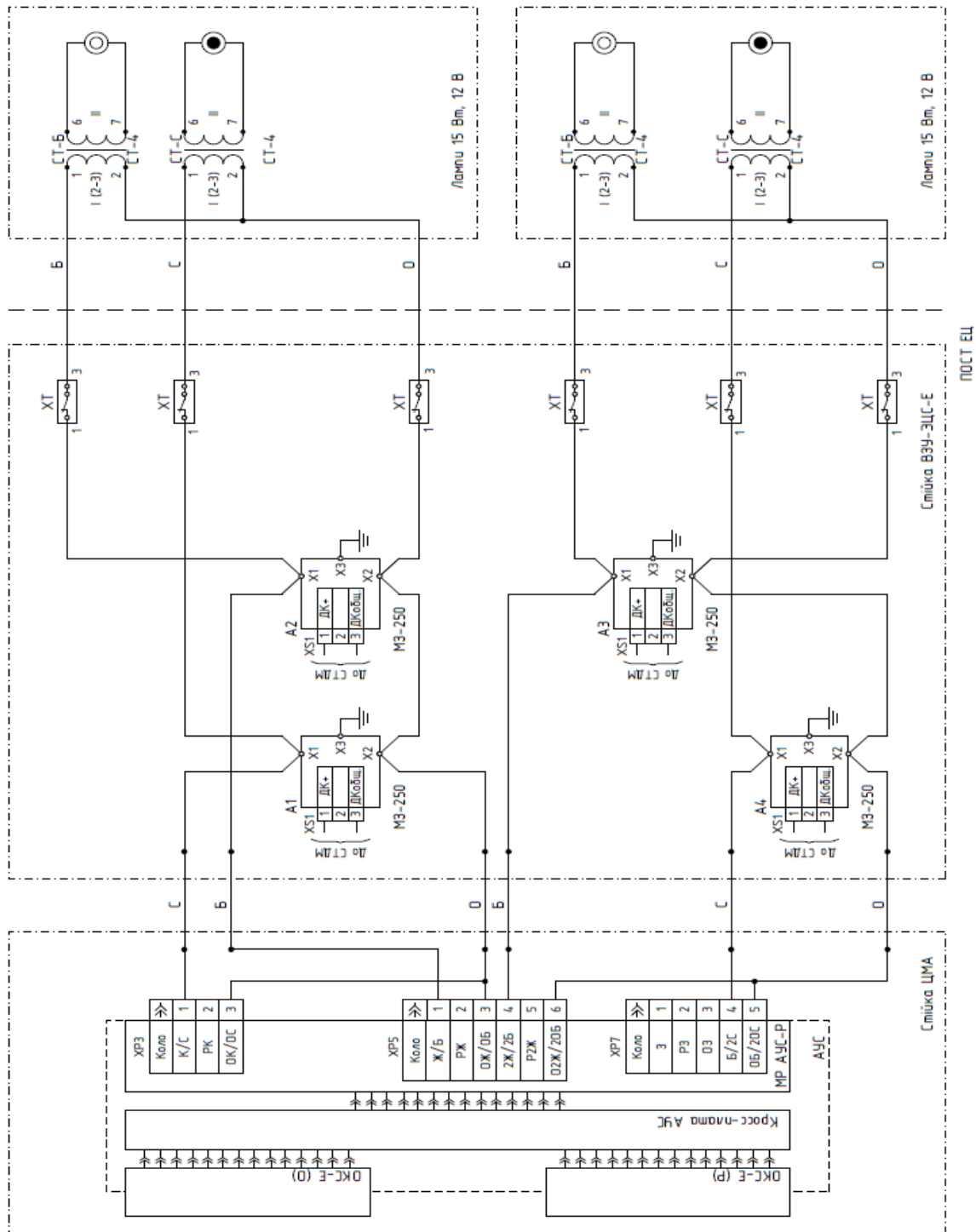


Рис. 3.20. Схема вмикання ламп маневрового світлофора

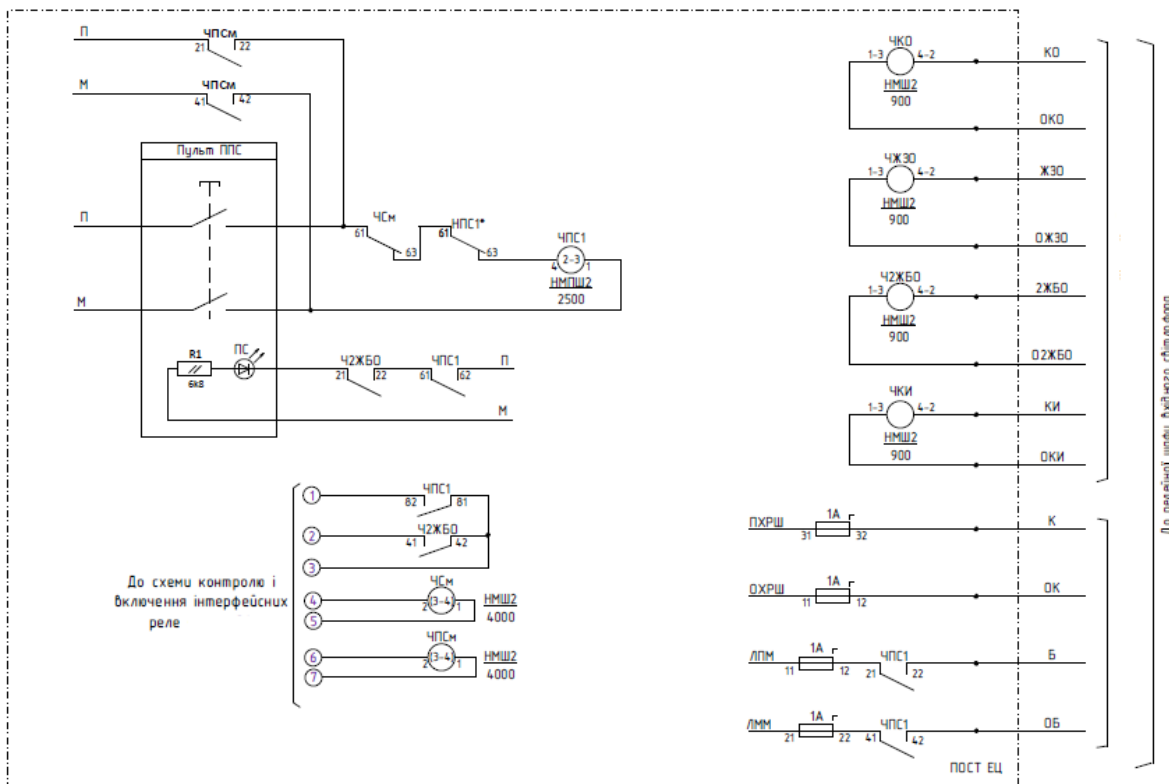
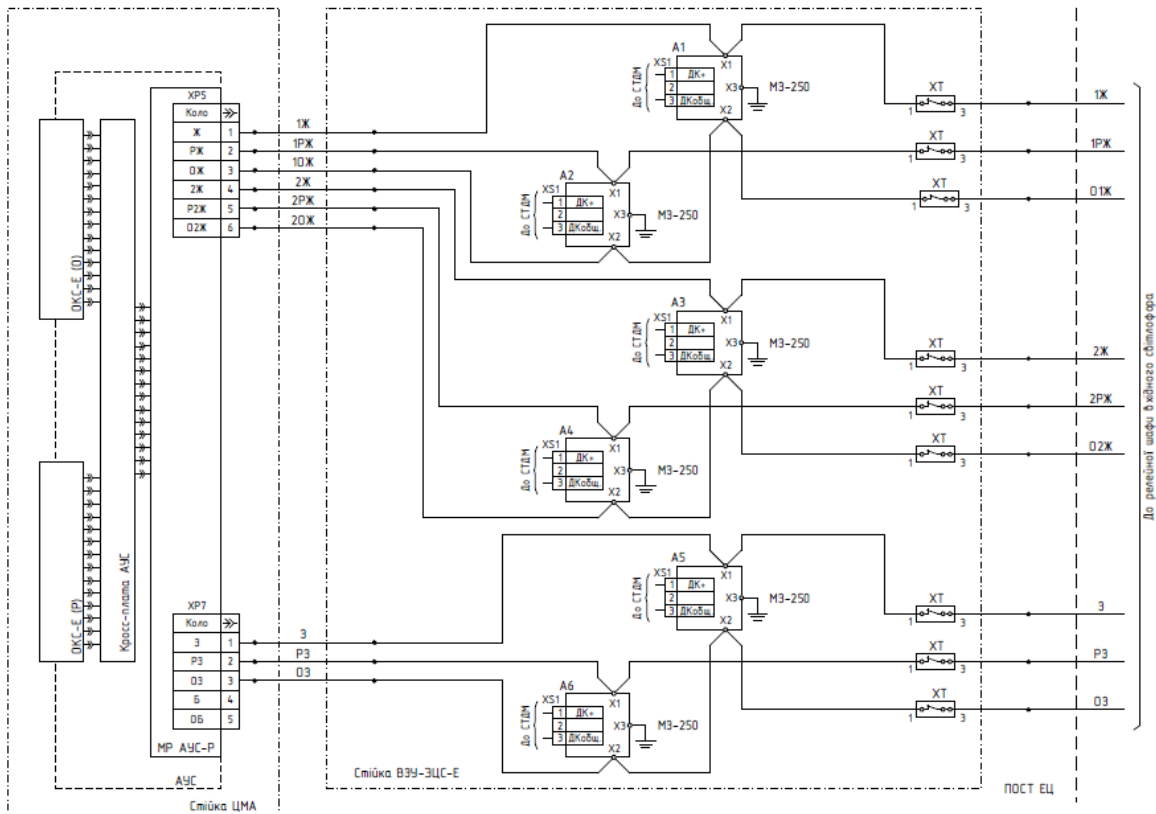


Рис. 3.21. Схема вмикання ламп вхідного світлофора

*Технічні рішення МПЦ-С.* Керування світлофорами здійснюється з виходів контролерів у двоканалному варіанті через пристрій безпечного вмикання. Світлофорні лампи вмикаються за схемою керування двониткових (для вхідних і вихідних) та одониткових ламп (для маневрових світлофорів). Керування лампами світлофорів здійснюється за допомогою об'єктних контролерів МКСВ. Схеми вмикання вогнів вхідних, вихідних і маневрових світлофорів наведені на рис. 3.22-3.24. На схемах показано підключення ламп світлофорів до контролера МКСВ, розташованого на посту ЕЦ. Підключення виконується через пристрій захисту УЗЛ. Для збереження матеріальних ресурсів зв'язок встановлюється через вже прокладену кабельну мережу.

Керування світлофорами відбувається за допомогою АРМ ДСП з використанням типових алгоритмів роботи систем централізації. За допомогою маніпулятора можна встановити маршрут, натиснувши на кнопку світлофора початку маршруту (світлофор підсвітиться білим кольором), потім на кнопку світлофора кінця маршруту також підсвітиться білим кольором). Після цього весь маршрут підсвітиться білою лінією, приблизно через 2 с кнопки світлофорів стануть темно-зеленими, що означає успішне встановлення маршруту, на вихідному світлофорі загориться дозвільне показання. Якщо встановлення маршруту неможливе, висвітиться повідомлення про неможливість встановлення маршруту і причина неможливості.

Також можливе індивідуальне керування світлофором. Для цього черговий на мнемосхемі натискає на кружечок світлофора, після чого з'явиться діалогове вікно, у якому описані можливі маніпуляції світлофором, а саме відміна маршруту від цього світлофора, повторне відкриття, поставлення на макет, зняття з макета, блокування за неможливості користування світлофором, порушення умов безпечності, зняття з блокування. Відправлення команд керування така сама, як і при керуванні стрілкою.

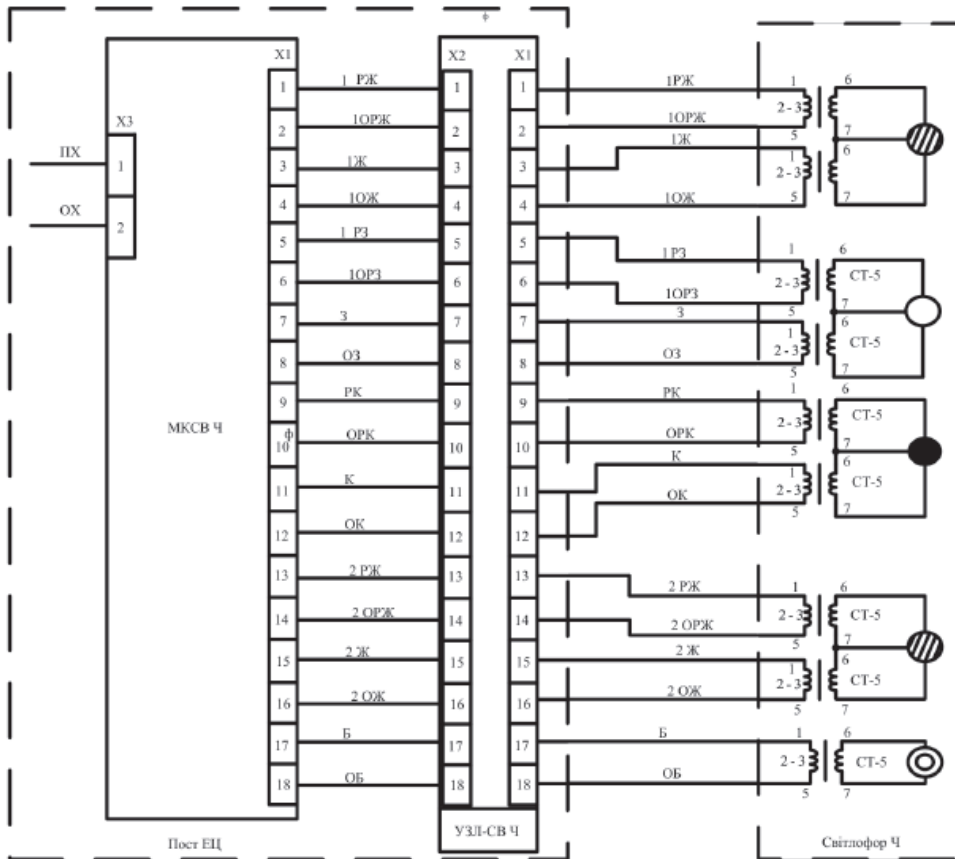


Рис. 3.22. Схема вмикання ламп вхідного світлофора

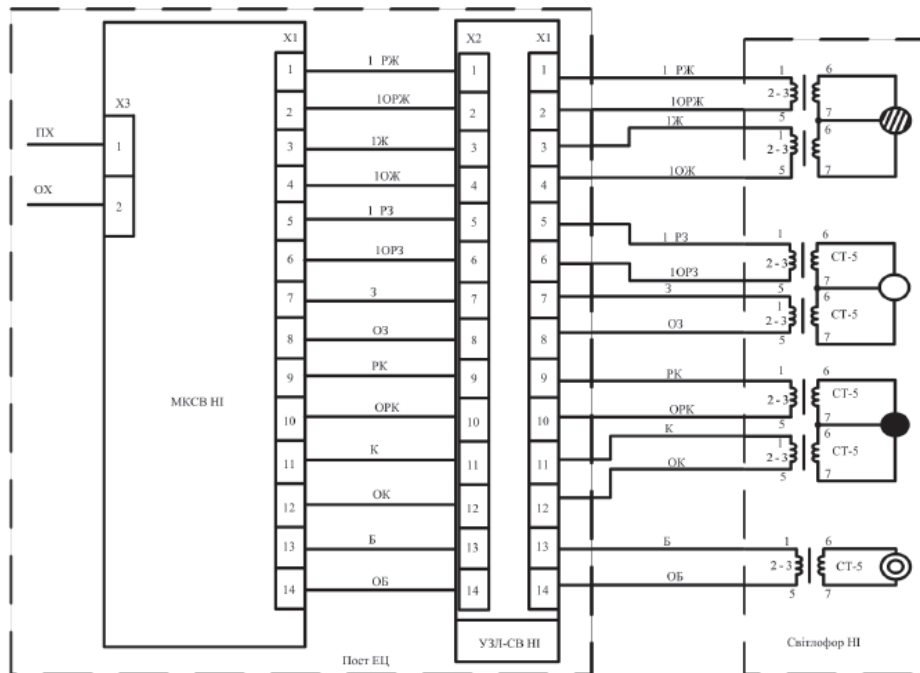


Рис. 3.23. Схема вмикання ламп вихідного світлофора

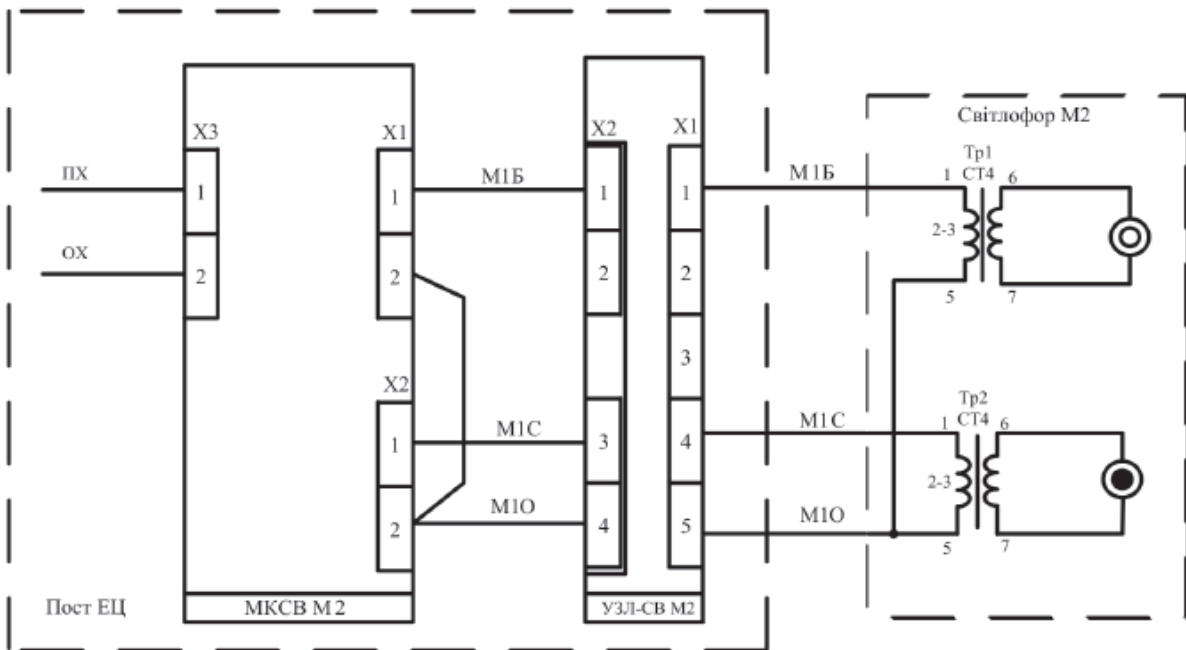


Рис. 3.24. Схема вмикання ламп маневрового світлофора

Команди від АРМ через комутатори зв'язку D-Link надходять до трьох ЕОМ, з'єднаних за схемою мажоритування «два з трьох», мережею Ethernet. ЕОМ перевіряють положення стрілок у маршруті, якщо необхідно їх перевести, то відправляють команди на МКСТ на переведення стрілок у необхідне положення, після переведення стрілок відправляють команду на МКСВ для відкриття світлофора відправлення. Після встановлення маршруту стрілки та світлофори, що входять до маршруту, замикаються, тобто користування ними неможливе до розімкнення маршруту.

**Технічні рішення МПЦ-У. Схема керування вхідним світлофором.** Керування вхідним світлофором здійснюють за допомогою схеми ув'язки МПЦ-У з релейною шафою вхідного світлофора. Схеми електричних з'єднань і підключень МПЦ-У у світлофорних головках встановлюють двониткові лампи потужністю 25 Вт. Керування лампами дозвільних показань вхідного світлофора здійснюється за допомогою МСС-1 через сигнальні трансформатори типу СТ-5, які знаходяться в релейній шафі. Дозвіл на вмикання резервних ниток дозвільних ламп здійснюється за

допомогою інтерфейсного реле СО, яке встановлено в релейній шафі вхідного світлофора. Схема керування запрошувальним сигналом складається з інтерфейсних реле ПС та ПСМГ, розташованих у релейній шафі вхідного світлофора. При цьому за допомогою контактів реле ПС здійснюється комутація живлення ЛМ-ЛП в електричних колах Б-ОБ, а за допомогою «фронтових» контактів реле ПСМГ – генерація імпульсів мигання. Параметри імпульсів мигання запрошувального сигналу такі: тривалість імпульсу має бути в межах від 0,95 до 1,05 с; напруга в паузі – від 52 до 68 В; тривалість паузи – від 0,45 до 0,55 с; інтенсивність мигання – 37-43 мигань за хвилину.

Керування інтерфейсними реле здійснюється за допомогою МБФ-1. Апаратура схеми керування червоного вогню світлофора розміщена в релейній шафі вхідного світлофора. У нормальному режимі електроживлення червоної лампи здійснюється з поста ЕЦ напругою в межах від 200 до 248 В (номінальна напруга – 230 В). У разі відсутності централізованого електроживлення червоної лампи застосовують резервне живлення від місцевого джерела живлення 230 В або акумуляторних батарей типу АБН-80 чи інших, що мають аналогічні характеристики. Для контролю стану ламп розжарювання, а також стану релейної схеми шафи вхідного світлофора застосовують такі реле: ОЖЗ – контроль стану верхнього жовтого вогню світлофора; ЖЗО – стан верхнього жовтого та зеленого вогнів світлофора; 2ЖБО – стан нижнього жовтого та місячно-білого (запрошувального) вогнів світлофора; КО – стан основної та резервних ниток червоного вогню світлофора; КИ – несправність у релейній шафі вхідного світлофора (рис. 3.25).

*Схема керування вихідним світлофорами* (рис. 3.26). На вихідному світлофорі встановлюють одно- або двониткові лампи потужністю 15 Вт. Для керування вогнями вихідних і повторювальних світлофорів застосовують два модулі МСС-1. Підключення світлофорів відбувається в

такий спосіб: однопіткові лампи та основні нитки розжарювання двоніткових ламп вихідного світлофора, лампа повторювального світлофора підключаються до одного МСС-1; резервні нитки розжарювання двоніткових ламп вихідного світлофора – до іншого МСС-1. Сигнальні трансформатори розташовані в колійному ящику або світлофорній головці.

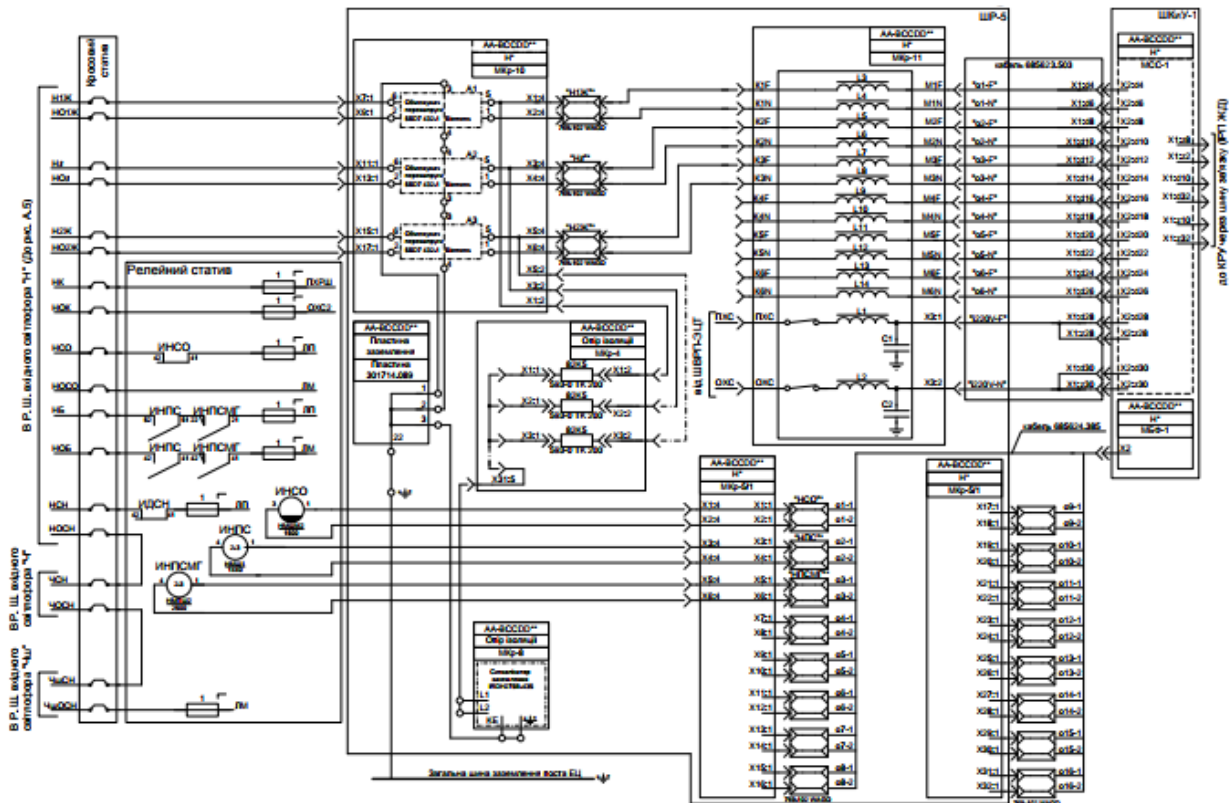


Рис. 3.25. Схема керування входним світлофором

*Схема керування маневровим світлофором.* Для керування та контролю вогнями маневрових світлофорів застосовують модуль світлових сигналів МСС-1.

На світлофорах встановлюють однопіткові лампи потужністю 15 Вт (рис. 3.27).

На кожний маневровий світлофор встановлюють окремий модуль МСС-1. Сигнальні трансформатори розташовують в колійному ящику або світлофорній головці.



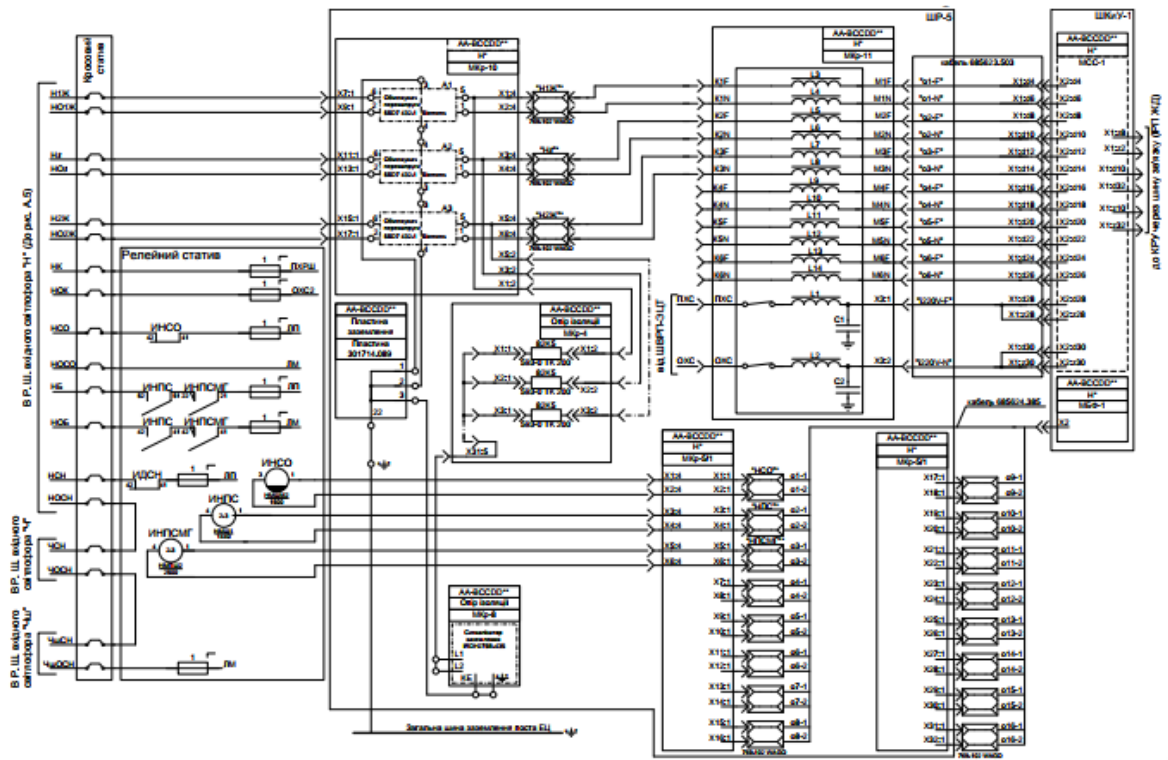


Рис. 3.26. Схема керування вихідним світлофором

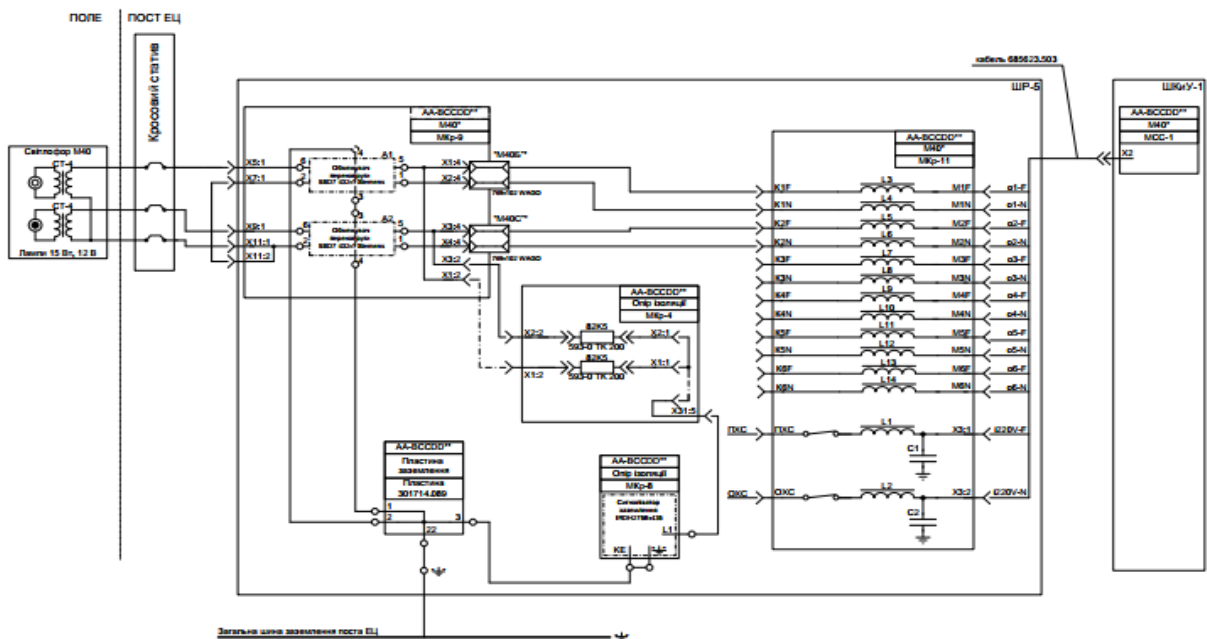


Рис. 3.27. Схема керування маневровим світлофором

### 3.4.3. Схеми керування стрілочними електроприводами

*Технічні рішення МПЦ «Ebilock 950».* У системі МПЦ «Ebilock 950» застосовують семипровідну схему вмикання стрілки, де три проводи використовують як робочі кола, а чотири – як контрольні. Стрілочний об'єктний контролер складається з плати ССМ і однієї або двох плат МОТ1.

Він дає змогу керувати кількома електроприводами (спарені стрілки, стрілки з рухливим осередком), але не більш ніж з двома стрілочними електроприводами, об'єднаними в один логічний об'єкт. Приклади схем керування поодинокую стрілкою та спареними стрілками наведені на рис. 3.28, 3.29.

Також для підключення контактів реле в стрілочному контролері використовують безпечні входи плати МОТ1 (один вхід на плату). Не задіяні для безпеки входи плати ССМ використовують в стрілочному об'єктному контролері для роботи зі стрілкою в режимі місцевого та резервного керування.

Положення стрілки приймають плюсовим, якщо напруга в контрольному колі в жилах Л5-Л7 17-27 В = (+ на Л5) і Л4-Л6 30-40 В; положення стрілки приймають мінусовим якщо, напруга в контрольному колі в жилах Л5 -Л7 30-40 В і Л4-Л6 17-27 В = (+ на Л6).

Зміна напрямку обертання двигуна досягається зміною чергування фаз у робочому колі стрілки.

Стрілочний об'єктний контролер підтримує використання таких типів електродвигунів для стрілочних електроприводів: однофазний змінного струму, трифазний змінного струму, постійного струму.

Електродвигун стрілочного електропривода підключають безпосередньо до об'єктного контролера, це виключає необхідність застосування додаткових пристроїв.

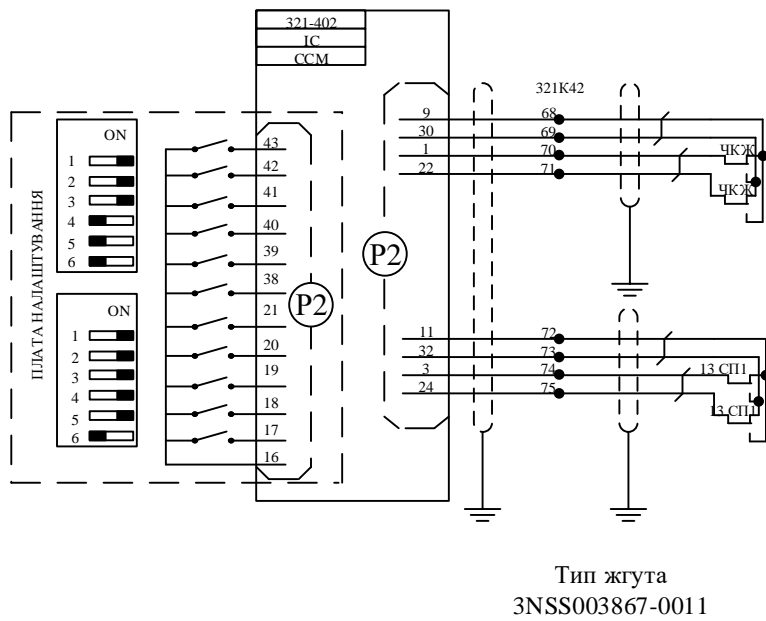
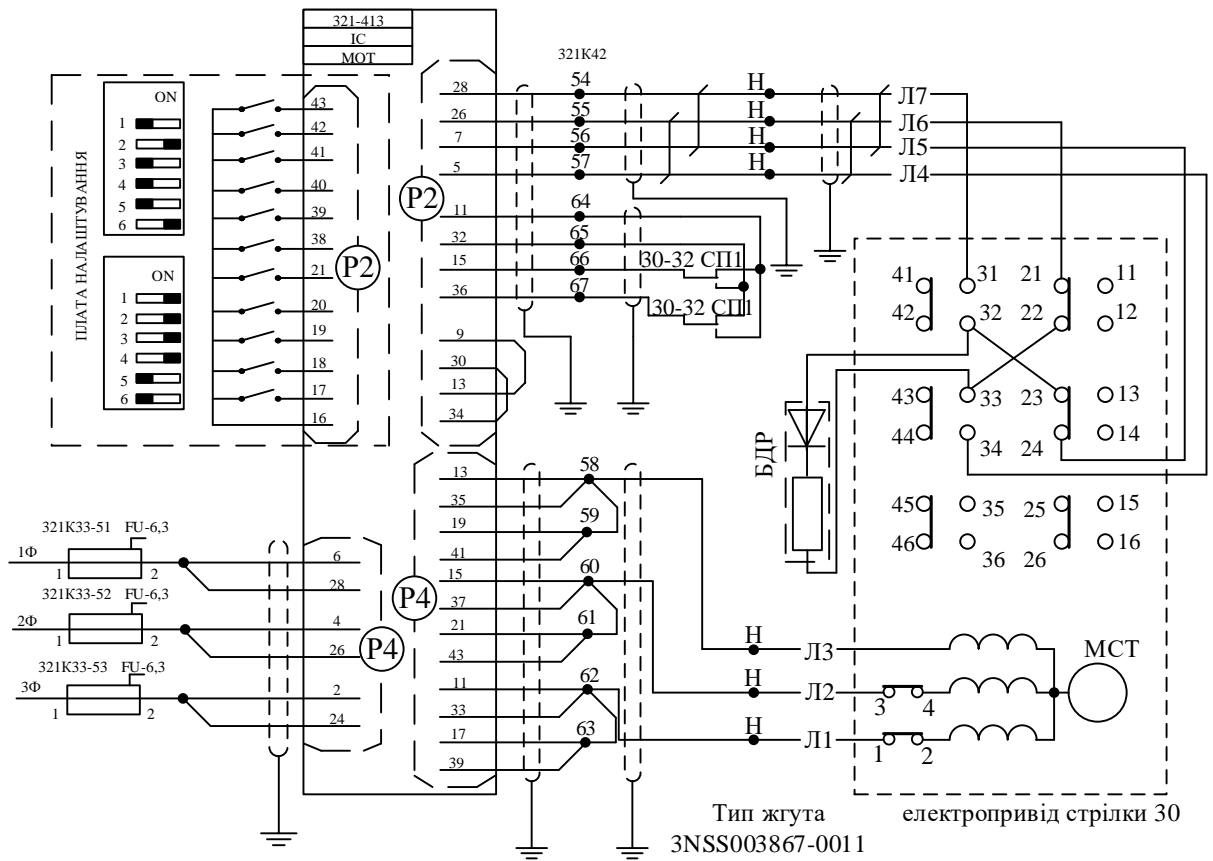


Рис. 3.28. Схема керування поодинокую стрілкою

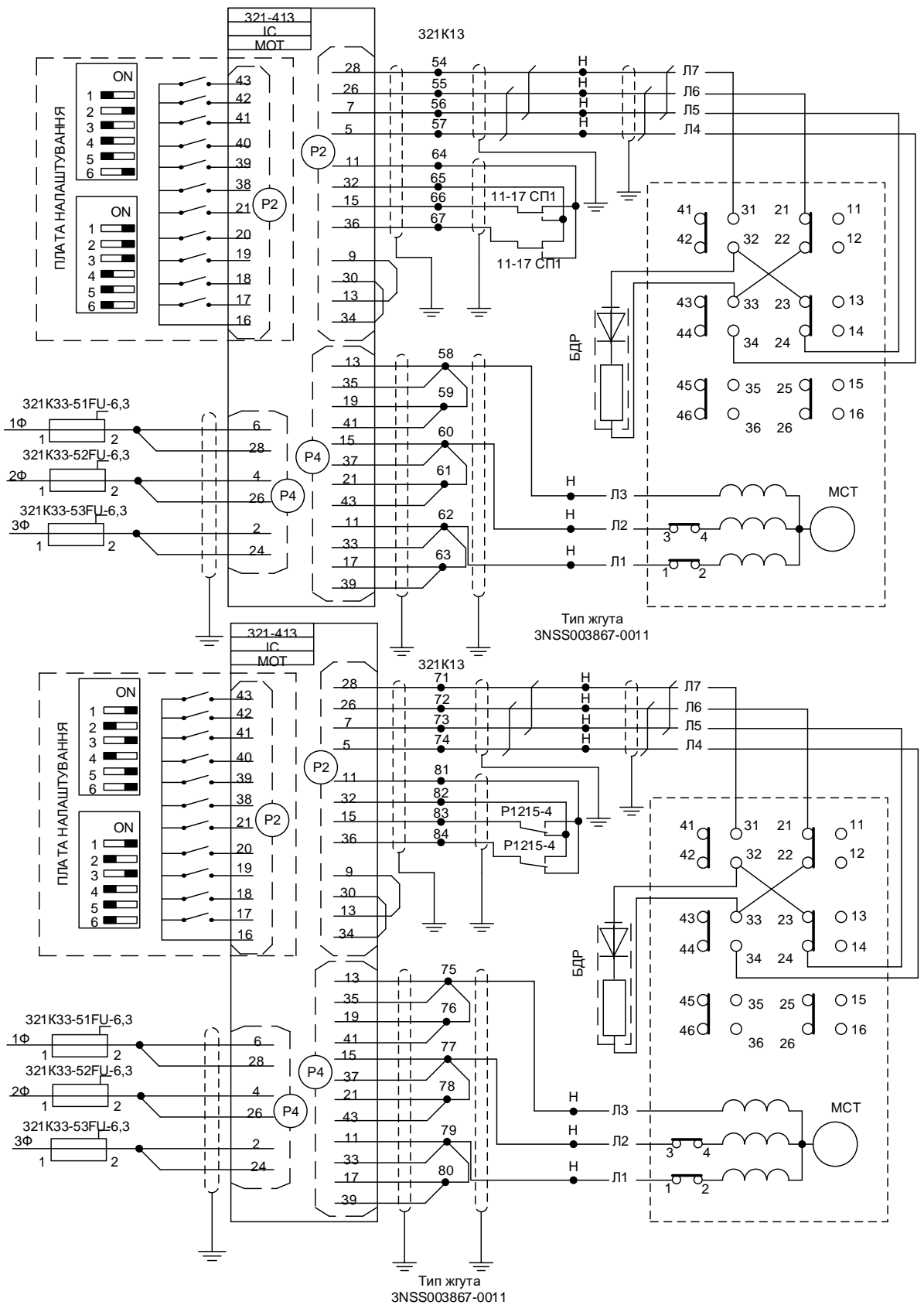


Рис. 3.29. Схема керування спареними стрілками

**Технічні рішення МПЦ «Стріла-10».** Керування стрілками відбувається за допомогою об'єктного контролера ОКПС-Е, призначеного для забезпечення вмикання електродвигуна стрілочного привода шляхом формування трифазної напруги живлення змінного струму для 5-, 7- та 9-провідних схем керування.

ОКПС-Е забезпечує:

- керування електродвигуном стрілочного привода;
- аналіз параметрів сигналу в контрольному колі привода стрілки;
- контроль струму, споживаного електродвигуном у момент обертання;
- контроль цілості обмоток електродвигуна;
- контроль положення стрілки;
- індикацію положення стрілки;
- обмін інформацією з керуючою системою.

Структурна схема керування стрілочними електроприводами наведена на рис. 3.30, а схема підключення обмоток електродвигунів стрілочних електроприводів на рис. 3.31.

Контролер стрілки забезпечує формування трифазної напруги для живлення електродвигунів змінного струму серії МСТ, МСА, ДАТ, ДПУ шляхом формування постійної напруги для живлення електродвигунів постійного струму серій ДП, МСП, а також контролює положення стрілки у схемах підключення стрілки, застосовуваних на залізничних лініях і лініях метрополітену.

**Технічні рішення МПЦ-С.** Об'єктні контролери МКСТ, розташовані на посту ЕЦ, забезпечують керування електродвигунами одиночних і спарених стрілок (рис. 3.32). Вони взаємодіють з електроприводами через наявну кабельну мережу. У системі кожна стрілка з пари контролюється та керується окремо. Стрілки можуть переводитися як окремо, так і по маршруту.

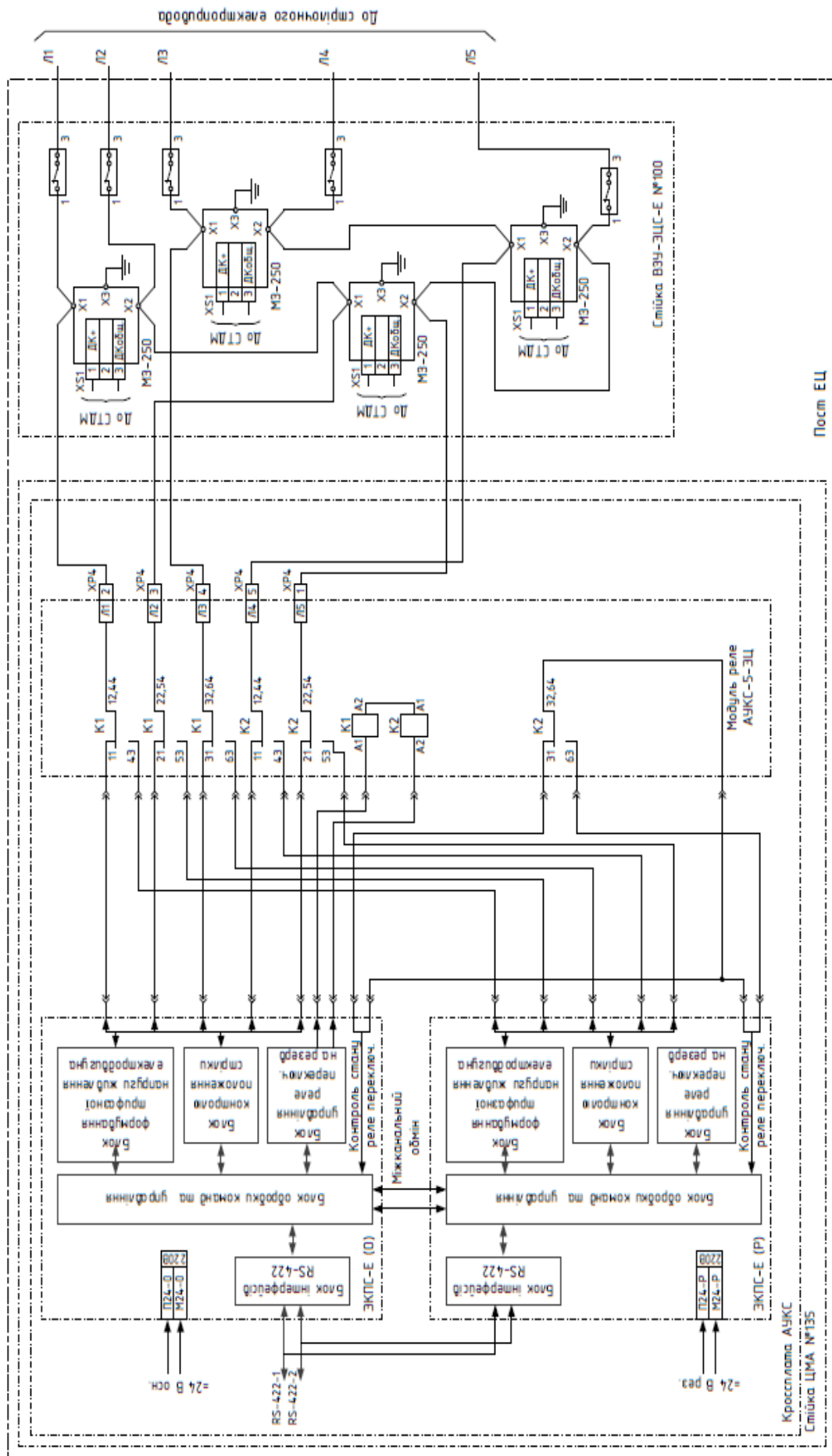
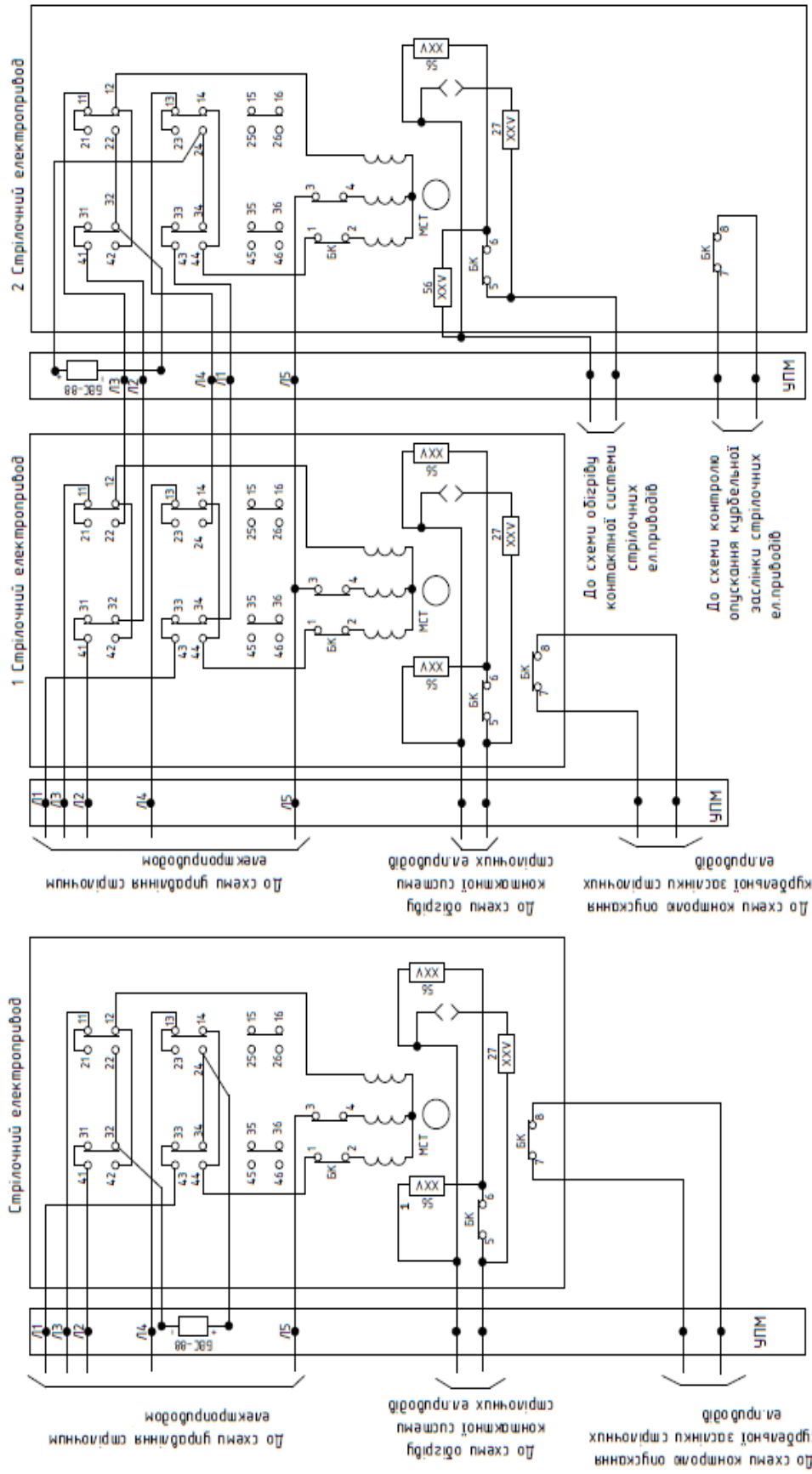


Рис. 3.30. Структурна схема керування стрілочним електроприводом



а) Схема включення подинного стрілочного електроприладу

б) Схема включення парних стрілочних електроприладів

Рис. 3.31. Схема підключення обмоток електродвигунів стрілочних електроприладів

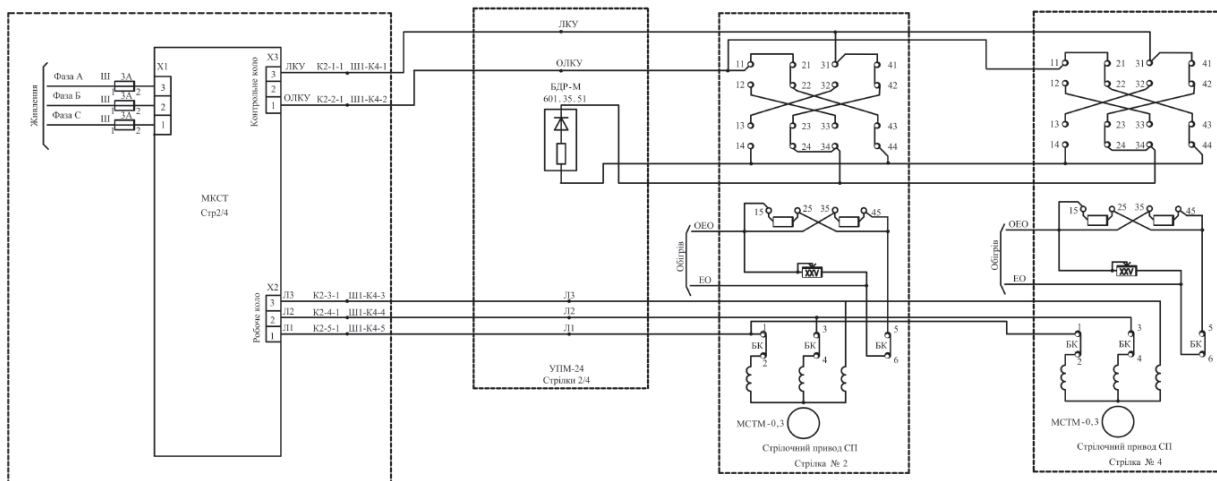
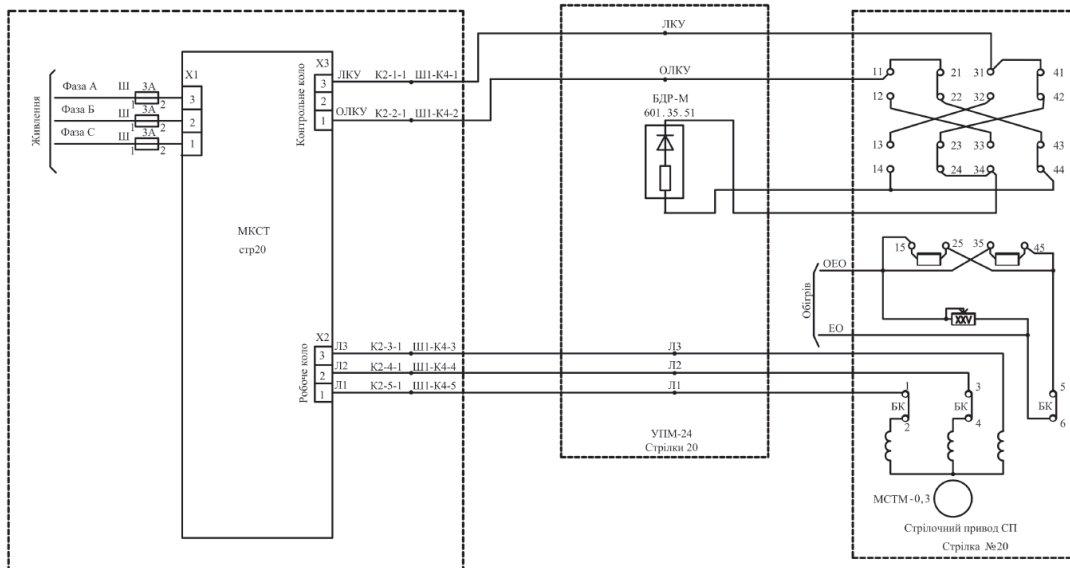


Рис. 3.32. Схема підключення обмоток електродвигунів стрілочних електроприводів

На робочому місці диспетчера станції (АРМ ДСП) відображена мнемосхема станції. За допомогою маніпулятора «миша» можна перевести стрілку, натиснувши на її зображення. Після цього з'являється діалогове вікно, у якому описані можливі дії зі стрілкою: переведення в плюсове та мінусове положення, крайні положення за допомогою допоміжного контролю, фіксація стрілки в одному положенні, якщо рух по-іншому



неможливий, а також розблокування, встановлення на макет одного з положень, зняття з макета, блокування за неможливості руху через стрілку. Обрана команда передається через комутатори D-Link до двоканальної мережі на три ЕОМ. Вони приймають команду і перевіряють можливість її виконання.

Якщо команду неможливо виконати, на АРМ ДСП з'являється повідомлення з зазначенням причини неможливості маніпуляції зі стрілкою. Якщо виконання можливе, то команда через контролери зв'язку надходить до відповідного контролера МКСТ, який керує цією стрілкою, і він здійснює переведення стрілки. Команди з блокування, фіксації і встановлення на макет виконуються самими ЕОМ, у їхній пам'яті відзначається, яку стрілку треба заблокувати чи виконати іншу перелічену вище дію.

Загальне рішення з отриманої команди приймається трьома ЕОМ, з'єднаними за схемою «два з трьох». Зворотний зв'язок відбувається у зворотному порядку: від стрілки до МКСТ, через контролер зв'язку до трьох ЕОМ, а потім виведення інформації на АРМ ДСП.

**Технічні рішення МПЦ-У.** Для контролю та керування стрілочними електроприводами застосовують модуль стрілки МСт-2. Кількість каналів з контролю та керування стрілочними каналами – два. Кожен використовують для керування і контролю одиночної або двох спарених стрілок та електричних з'єднань МПЦ-У. МСт-2 при взаємодії з пристроями централізації забезпечує переведення однієї зі стрілок у положення «+» або «-». Одночасне переведення двох стрілок на одному модулі не виконується.

Функція переведення стрілки зберігається в разі втрати контролю за умови вільної стрілочної секції; захисному стані для всього модуля, у якому здійснюється заборона на виконання переведення стрілок для двох каналів, а також відсутній контроль положення стрілок, підключених до

цих каналів; захисному стані одного каналу модуля керування стрілкою, у якому здійснюється заборона на виконання переведення стрілки (спарених стрілок); захисному стані одного каналу модуля контролю положення стрілки, у якому здійснюється заборона на виконання переведення стрілки (спарених стрілок), а також відсутній контроль положення стрілок.

МСт-2 переходить у захисний стан за появи однієї з умов: наявність помилки (збою) у логічній частині МСт-2; відмова схеми керування стрілкою або контролю положення стрілки, наявність несправності в колах живлення логіки МСт-2; відсутній зв'язок із верхнім рівнем системи у двох і більше каналах протягом 320 мс і більше. МСт-2 встановлюють у каркас контролера введення-виведення КВВ-3 шафи контролю та керування ШКіУ-1. При переведенні стрілки у плюсове положення модуль МСт-2 виконує комутацію силової напруги 230 В у вихідні лінійні проводи Л1, Л2 та Л5.

При переведенні стрілки в мінусове положення модуль виконує комутацію силової напруги 230 В у вихідні лінійні проводи Л3, Л4 та Л5. Для контролю положення стрілок у МСт-2 формуються різнополярні прямокутні імпульси напруги контролю амплітудою в межах від 60 до 65 В. Тривалість імпульсів контролю 80 мс зі скважністю  $q=4$  для кожної полярності. Підключення кіл керування та контролю стрілки до МСт-2 здійснюється через модулі кросові МКр-2 і МКр-10. До складу модуля МКр-10 входять три модулі грозозахисту типу 5SD7 432-1 виробництва фірми «Siemens». Модуль кросовий МКр-2 призначений для введення силового живлення та підключення до МСт-2 кіл контролю та керування двох одиночних або двох пар спарених стрілок. Кожна клема МКр-2 та МКр-10 дає змогу підключати провідники перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>.

Підключення кіл керування і контролю стрілкою до МКр-10 здійснюється через клеми Х7 (Х8) і Х9 (Х10) або Х11 (Х12) і Х13 (Х14), або Х15 (Х16) і Х17 (Х18). МКр-10 дає змогу збільшувати поперечний

переріз живильних проводів залежно від дальності об'єктів керування методом нарощування кількості лінійних проводів (наприклад, для збільшення поперечного перерізу провідника живлення стрілки можна підключити необхідну додаткову кількість провідників до клем X7:1, X7:2, X7:4, X8:1, X8:2, X8:4, X8:5 зі складу МКр-10). При ув'язці між МКр-10 і МКр-2 підключення проводів до МКр-10 здійснюється до клем X1-X5 через розетки типу 769-105 виробництва фірми «Wago», що дає додаткову можливість гарантованого вимкнення кіл керування і контролю стрілкою. Ув'язка між МКр-2 і МСт-2 виконується кабелем типу 685624.394 виробництва ПрАТ «СНВО «Імпульс». При цьому до МКр-2 можуть бути підключені або один МСт-2 (два канали контролю та керування) або два МСт-2 (по одному каналу контролю та керування). Схема керування поодинокую та спареною стрілками наведена на рис. 3.33.

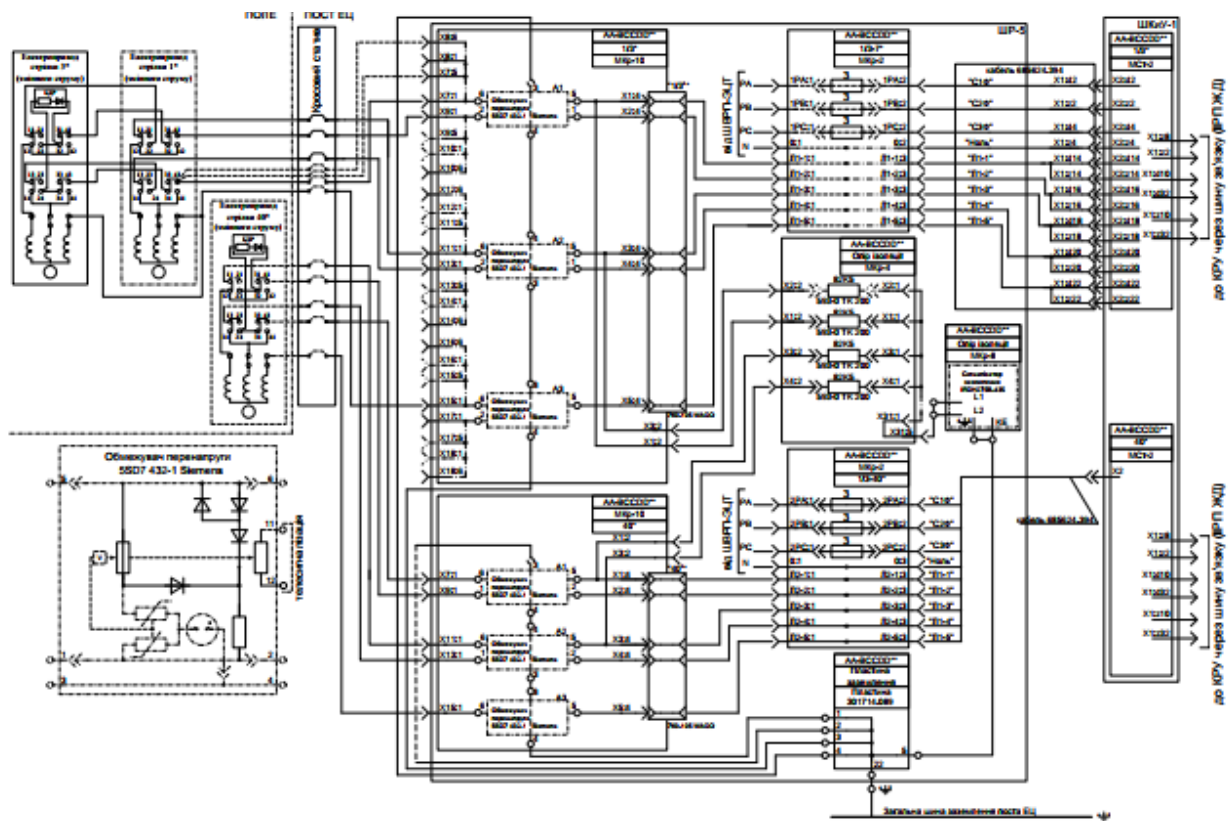


Рис. 3.33. Схема керування поодинокую та спареною стрілками

На схемі є такі позначення: проєктні назви приладів і їхнє маркування; проєктна адреса модуля, де АА – проєктна назва шафи, у якій знаходиться модуль, – сторона розташування модуля в шафі (А – передня, В – задня, СС – поверх розташування модуля (от 1 до 20), DD – місце модуля на рівні).

Для сполучення електроприводів із постовим обладнанням використовують кабель СБзПу або інші, що мають аналогічні характеристики. Для збільшення поперечного перерізу провідника Л1 підключення виконувати до клем Х7:1, Х7:2, Х7:4, Х7:5, Х8:1, Х8:2, Х8:4, Х8:5, Х8:6. Аналогічно виконується підключення провідників Л2-Л5 при збільшенні їхнього поперечного перерізу.

### **3.5. Розроблення технічних рішень для підключення апаратури рейкових кіл**

Приклади схем вмикання для МПЦ «Стріла-10» наведені на рис. 3.34, 3.35, контроль роботи рейкових кіл виконується шляхом підключення контактів повторювачів колійних реле до входів об'єктних контролерів.

У схемах рейкових кіл використовують датчики типу WAD-AIK-BUS для вимірювання аналогових сигналів напруги і типу МДТ4 разом із датчиками WAD-AIK-BUS для вимірювання аналогових сигналів струму.

Підключення датчиків типу WAD-AIK-BUS вимірювання напруги до РК здійснюється за допомогою захисних резисторів опором 8,2 кОм у кожному проводі, при цьому струм у колі вимірювання не перевищує 50 мкА. Це забезпечує неможливість спрацьовування колійного реле в разі появи несправностей у пристроях ТДМ. Підключення датчиків типу МДТ4 разом із WAD-AIK-BUS для визначення наявності сигналів АЛСН

здійснюється за допомогою трансформатора струму, який ввімкнений у розрив кола кодування рейкового кола. Опір обмотки трансформатора не перевищує 0,2 Ом, це значення опору не змінює загальні електричні характеристики рейкового кола.

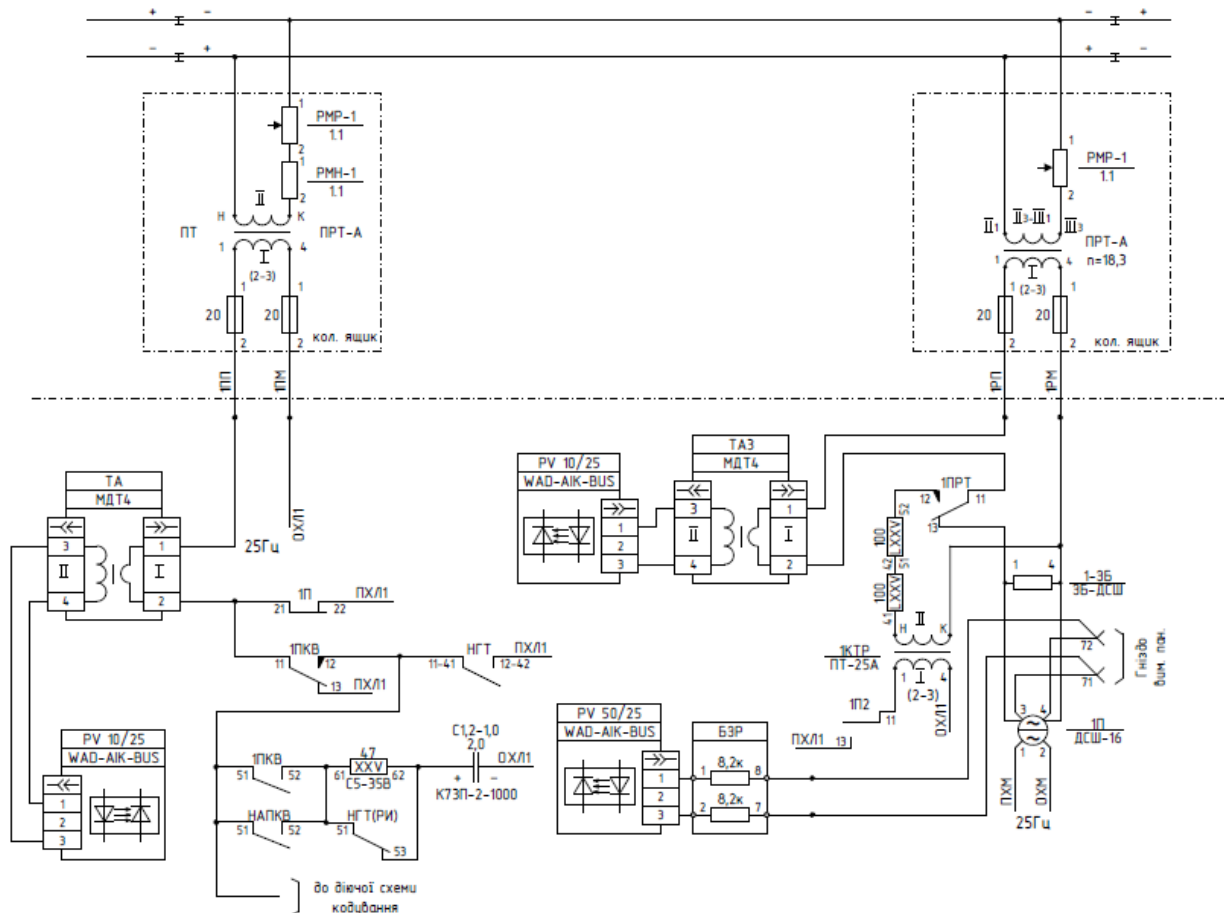


Рис. 3.34. Схема контролю нерозгалуженого рейкового кола

У системі МПЦ «Ebilock 950» контакти реле рейкових кіл підключаються до об'єктних контролерів стрілок (схеми підключення колійних реле на рис. 3.28, 3.29).

Основним призначенням апаратури електронної системи лічення осей (ЕСЛО) є контроль вільності ділянок колії на перегонах і станціях будь-якого ступеня складності і будь-якої конфігурації і подальше використання отриманої інформації для реалізації складних систем

регулювання рухом поїздів. При цьому задіяна уніфікована апаратура, яку використовують у всіх пристроях СЗА із застосуванням електронної системи лічення осей. Попри всю різноманітність варіантів застосування системи, у ній використовують одні й ті самі універсальні базові вузли, що поставляють на ділянки будівництва.

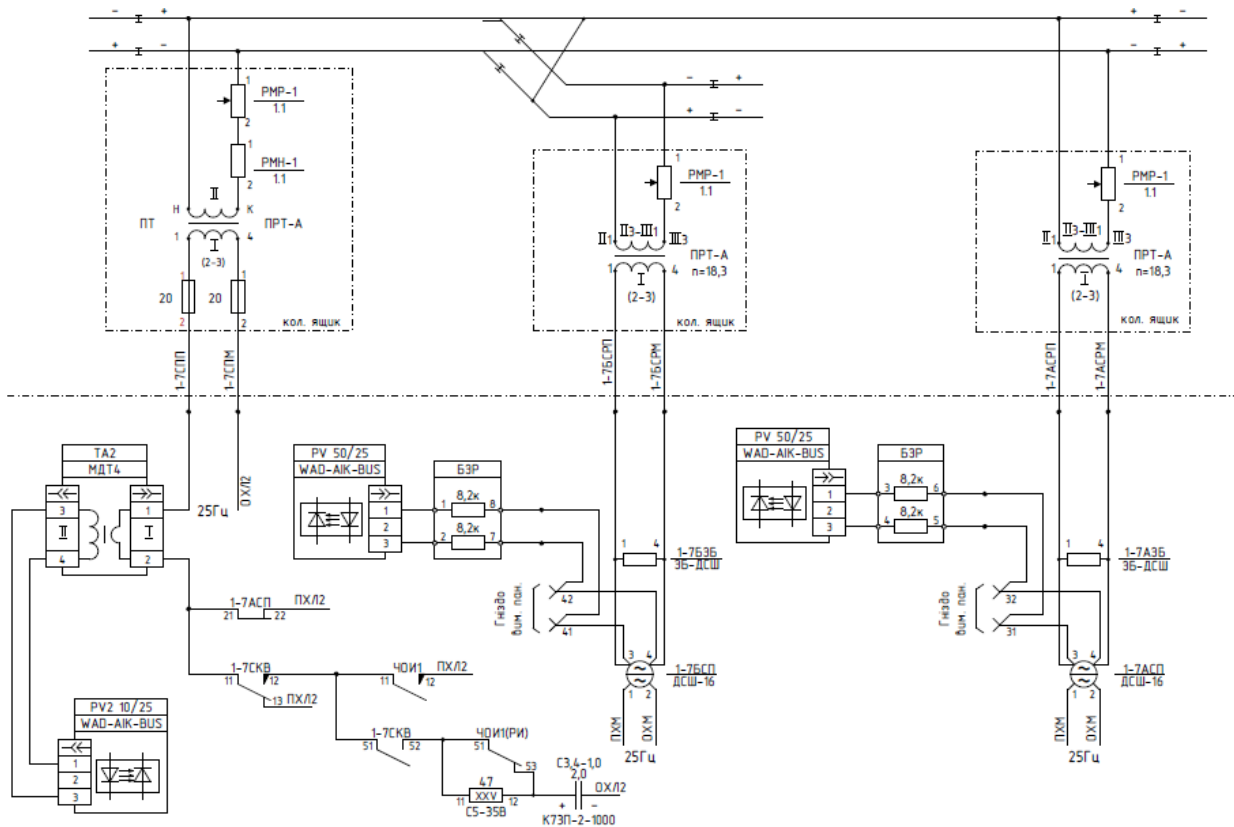


Рис. 3.35. Схеми контролю розгалуженого рейкового кола

Очевидно, що ЕСЛО функціонує при будь-якому, аж до нульового опорі ізоляції, баласті. Її можна застосовувати на ділянках із металевими шпалами і стяжками, у тому числі і суцільнометалевих мостах.

Первинним джерелом отримання інформації для подальшого її перетворення в ЕСЛО служить рейковий датчик (РД). Для установлення РД за допомогою комплекту кріплень на рейки будь-якого типу не потрібне свердління рейок, що значно полегшує процес монтажу або

заміни РД. Знижуються і експлуатаційні витрати, зменшується час заміни РД, не потребуючи установлення датчиків і залучення працівників служби колії. Очевидно, що при цьому зменшується час затримок поїздів, зумовлених можливою відмовою РД.

Постові пристрої складаються з касети блока приймачів зі встановленими в ній платами постових пристроїв (ППУ) і платою джерела живлення з системою збору даних (ІП); пристрою сполучення інтерфейсів (УСІТ); пульта «Скидання помилкової зайнятості».

Постові пристрої, аналізуючи інформацію про кількість осей, приймають рішення про вільність або зайнятість ділянок колії, керують вмиканням (вимкненням) колійних реле і є джерелом інформації для керівних та інформаційних систем більш високих ієрархічних рівнів.

Проведемо порівняльний аналіз схемотехнічної реалізації структурних вузлів ЕСЛО і виконуваних ними функцій. Для цього розглянемо можливі варіанти розроблення функційних вузлів апаратури і оцінимо ступінь їхньої практичної техніко-економічної та експлуатаційної оптимальності.

Узагальнена функція, яку виконує ЕСЛО, може бути подана як [14-20]

$$F_n = f(V_{\phi M}), \quad (3.1)$$

де  $F_n$  – дискретна функція, що визначає ввімкнений або вимкнений стан колійного реле П;

$V_{\phi M}$  – дискретний аргумент, що відповідає присутності або відсутності феромагнітної маси певної форми і об'єму (колісної пари – КП) над рейковим датчиком.

Вони визначаються так [14-20]:

$$F_{\Pi} = \begin{cases} 1, \text{при вільності } l_{\text{ЕСЛО}}, \\ 0, \text{при зайнятості } l_{\text{ЕСЛО}}, \end{cases} \quad (3.2)$$

$$V_{\Phi M} = \begin{cases} 1, \text{при КП} = 1, \\ 0, \text{при КП} = 0. \end{cases}$$

Структурна схема, яка визначає функційну взаємодію початкового елемента системи (РД) із кінцевим (реле  $\Pi$ ) і відповідає найбільш загальному виразу (3.2), наведена на рис. 3.36 [14-20].

Тут інформація, одержувана від першого рейкового датчика (РДА), надходить у перший напільний електронний модуль (НЕМ А) і далі передається на плату постових пристроїв (ППУ), де на підставі порівняння даних, отриманих також від другого (НЕМ В), приймається рішення про можливість ввімкнення або вимкнення колійного реле  $\Pi$ . Напільні електронні модулі працюють незалежно один від одного і конструктивно виконані в одному або декількох корпусах. Передавання інформації від НЕМ у лінійне коло (на ППУ) синхронізовано єдиною тактовою частотою роботи апаратури ЕСЛО, що дорівнює  $f_c$ .

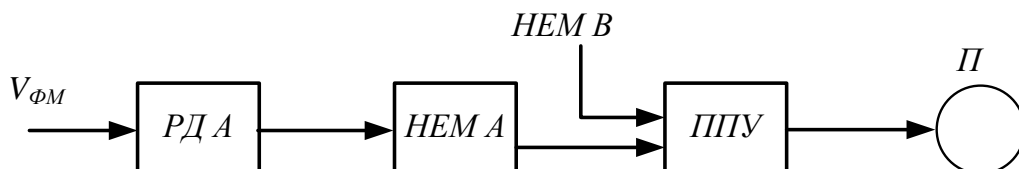


Рис. 3.36. Узагальнена структурна схема взаємодії РД та колійного реле

Функція (3.1) є складною і складовою, у неї входять аргументи, кожен із яких являє собою певну функцію тієї чи іншої міри апаратної та інформаційної складності. Тому доцільно розглянути окремо кожен із цих аргументів, що реалізуються за певним структурним або принциповим схемотехнічним рішенням.

На платі розміщено 16 вихідних відмовостійких каналів, призначених для вмикання реле (рис. 3.37, 3.38).



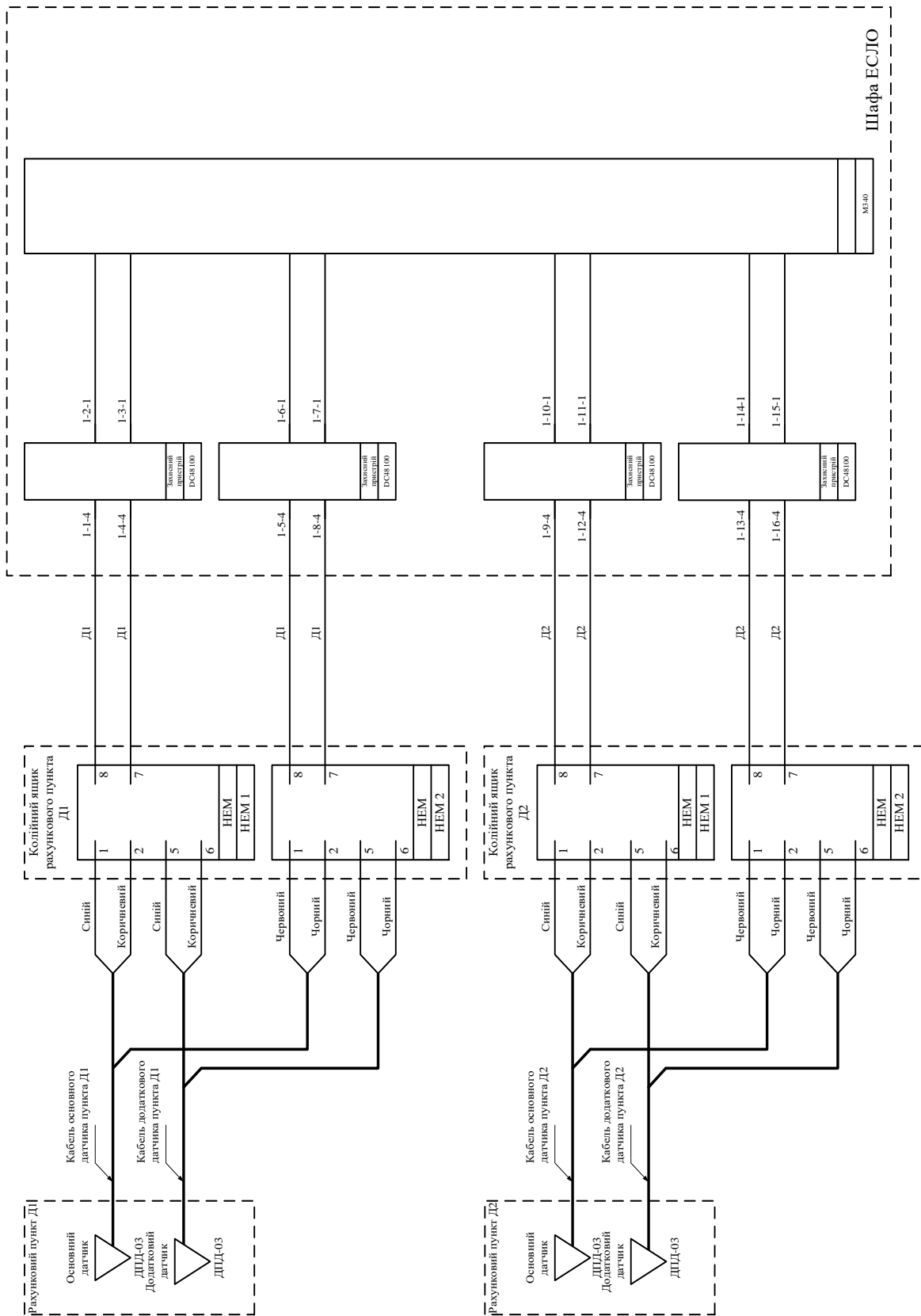


Рис. 3.37. Схема підключення колійних датчиків

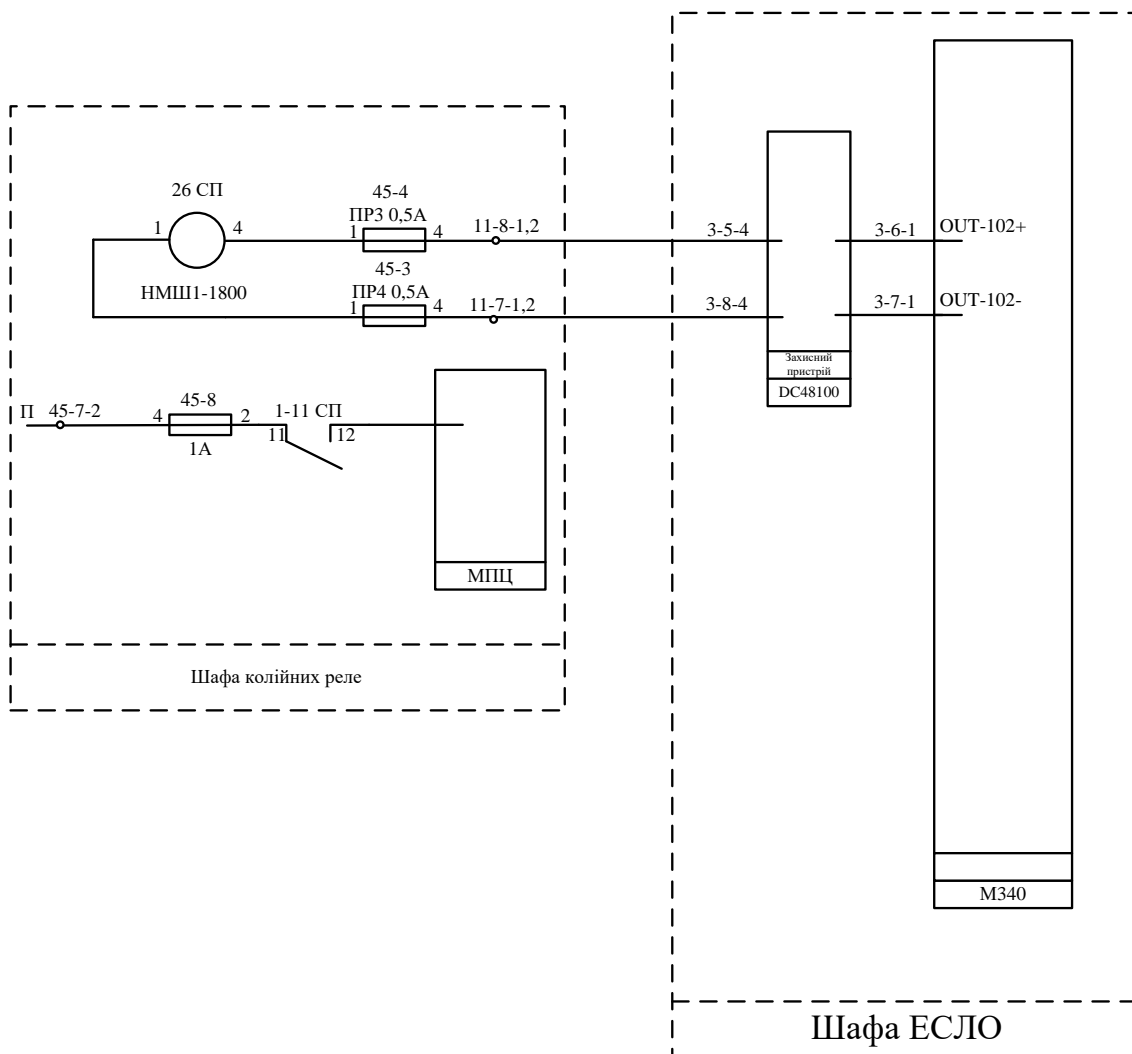


Рис. 3.38. Схема вмикання колійного реле ділянки 26СП

Основна причина неможливості повної та безпосередньої заміни пристроїв стиснення з використанням РЦ на електронні системи лічення осей – відсутність в останніх режиму АЛС. Очевидно, що для згаданих «другорядних» колійних ділянок цілком можливе використання пристроїв ЕСЛО, зберігши кодування тільки ділянок колії і стрілочних секцій згідно з ПТЕ. Для цього розроблені і застосовані практично реалізовані технічні рішення з комбінованого застосування пристроїв ЕСЛО на станційних дільницях колії і стрілочних секціях.

## **4. Проектування і розрахунок кабельних мереж**

### **4.1. Загальні положення**

Кабельні мережі колійних пристроїв ЕЦ призначені для з'єднання жилами кабелю між собою і постом централізації: світлофорів, стрілочних приводів, приладів рейкових кіл, релейних шаф.

Кабельні мережі проектують на основі двониткового плану станції, на якому нанесено трасу кабелю з урахуванням розташованого колійного обладнання та його відстані (ординати) від поста ЕЦ. Кабельну трасу вибирають для прокладання групових кабелів усіх кабельних мереж. Трасу кабельних мереж прокладають по узбіччю крайньої колії або в міжколійях малодійних ліній, вільних від ліній електропостачання, повітропроводів для пневматичного очищення стрілок, водовідводів та інших пристроїв з урахуванням можливості застосування машин і механізмів при кабельних роботах. Траса має бути по можливості прямолінійною; за необхідності колії перетинають під прямим кутом. Траси кабелю не мають проходити під гостряками і хрестовинами стрілочних переводів, у шпальних ящиках, розташованих ближче 1,5 м від стиків рейок і 3 м від відсмоктувальних фідерів електрифікованих ділянок.

Кількість кабелів, що укладають, має бути мінімальною. Однак проводи від стрілок, світлофорів, живильних і релейних трансформаторів рейкових кіл групують, як правило, у різних кабелях.

Вибір марок кабелів залізничного зв'язку, автоматики і телемеханіки (з мідними жилами, волоконно-оптичних і комбінованих – з оптичними волокнами та мідними жилами) для прокладання в земляному полотні залізниць проводиться з урахуванням таких факторів:

– місця прокладання: безпосередньо у ґрунті в пластмасових трубопроводах; кабельних жолобах; мостами; шляхопроводами; у тунелях; колекторах;

- типу ґрунту земляного полотна;
- способу прокладання – механізованого чи ручного, безтраншейного чи у траншею;
- виду тяги на ділянках прокладання кабелів: тепловозної чи електричної (постійного чи змінного струму);
- системи передавання пристроїв зв'язку, системи ТУ-ТС пристроїв автоматики і телемеханіки;
- перспективи електрифікації ділянки з тепловозною тягою в найближчі 10-15 років;
- електромагнітного впливу контактної мережі та повітряних ліній усіх напруг;
- впливу на кабель розтягувальних, вигинальних зусиль, які виникають при прокладанні;
- впливу на кабелі розтягувальних, вигинальних і стискальних зусиль, які виникають у процесі експлуатації внаслідок деформації земляного полотна;
- впливу вібрацій від рухомого складу, що прямує;
- температури навколишнього середовища;
- агресивності навколишнього середовища до металевої оболонки та броні кабелю.

Кабелі зв'язку та сигнально-блокувальні, які підлягають прокладанню в земляному полотні залізниць, мають відповідати таким вимогам:

- бути стійкими до вібрацій вертикального та горизонтального напрямків з частотою від 5 до 100 Гц і прискоренням до 1 g ( $9,8 \text{ м/с}^2$ );
- бути стійкими до розтягувальних зусиль, які виникають у процесі експлуатації, і витримувати допустимі розтягувальні зусилля 2,5 ...30,0 кН при прокладанні у ґрунтах, у тому числі у ґрунтах скелястих і тих, що схильні до мерзлотних деформацій, не менше 20 кН, а при прокладанні в кабельній каналізації у пластмасових трубопроводах – 1,0...2,5 кН;

– бути стійкими до розчавлення та витримувати допустиме розчавлювальне зусилля при прокладанні у ґрунтах – 0,4...1,0 кН/см; прокладанні у пластмасових трубопроводах – 0,2...1,0 кН/см.

Кабелі, які прокладають безпосередньо у ґрунті, пластмасових трубопроводах, кабельній каналізації, колекторах, кабельних жолобах, мостах, шляхопроводами та в тунелях, мають бути стійкими до змін температури навколишнього середовища від плюс 60 °С до мінус 40 °С. При прокладанні на відкритому повітрі кабелі мають бути стійкими до температури зовнішнього середовища від мінус 60 °С до плюс 70 °С і впливу ультрафіолетового випромінювання.

При прокладанні по мостах і шляхопроводах у жолобах чи трубопроводах слід застосовувати кабелі з пластмасовими оболонками або алюмінієвими чи сталевими оболонками з пластмасовими зовнішніми шлангами. Пластмасові оболонки чи шланги мають бути виготовлені з негорючого матеріалу. Прокладання по мостах кабелів у свинцевих оболонках не допускається.

Для прокладання в тунелях чи колекторах слід застосовувати кабелі з пластмасовими оболонками або кабелі з металевими оболонками і шлангами з негорючого матеріалу. Допускається прокладання броньованих кабелів без зовнішнього покриття.

У тому випадку, коли кабель, що виходить з ґрунту, будуть прокладати по мосту, шляхопроводу, у тунелі чи колекторі, його шланг має бути виготовлений із негорючого матеріалу.

Для прокладання в кабельних жолобах за межами споруд слід використовувати кабелі тих самих марок, що і для прокладання безпосередньо у ґрунті.

Усі кабелі зв'язку, автоматики і телемеханіки, що прокладають за межами службово-технічних будівель, повинні мати захист від повздовжнього розповсюдження вологи у вигляді гідрофобного заповнення, водоблокувальних матеріалів чи надлишкового тиску повітря.

Металеві оболонки, екрани та броня кабелів мають забезпечувати розрахунковий коефіцієнт захисної дії від зовнішніх електромагнітних впливів.

Основні марки кабелів зв'язку, автоматики і телемеханіки, які можуть прокладати в земляному полотні залізниць, наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Основні марки кабелів зв'язку, автоматики і телемеханіки

Марка кабелю	Особливості конструкції	Рекомендовані умови прокладання
1	2	3
ТУ У 31.3-0021453-008-2001		
СБВГ	Кабель сигнально-блокувальний з мідними жилами, ізоляцією з поліетилену (ПЕ), в оболонці з полівінілхлоридного (ПВХ) пластикату	Прокладання одного кабелю у приміщеннях, сухих каналах і тунелях, в умовах агресивного середовища, за відсутності механічних впливів на кабель
СБВГнг	Те саме в оболонці з ПВХ пластикату зниженої горючості	Те саме для прокладання в пучках
СБВГнгд	Те саме в оболонці з ПВХ пластикату з низьким виділенням диму та корозійно активних газів	Те саме для прокладання на об'єктах, де разом із вимогами з нерозповсюдження горіння висувають вимоги до зниженого газодимовиділення за горіння і тління
СБВБГ	Те саме в оболонці з ПВХ пластикату, з бронею з двох сталевих стрічок	Прокладання одного кабелю в сухих каналах кабельної каналізації, тунелях, колекторах, у місцях, де можливі механічні впливи на кабель, у тому числі незначні розтягувальні зусилля
СБВБГнг	Те саме в оболонці з ПВХ пластикату зниженої горючості	Те саме для прокладання в пучках

Продовження табл. 4.1

1	2	3
СБВБГнгд	Те саме в оболонці з ПВХ пластикату з низьким виділенням диму та корозійно активних газів	Те саме для прокладання на об'єктах, де разом із вимогами з нерозповсюдження горіння висувають вимоги до зниженого газодимовиділення за горіння і тління
СБВБбШвнг	Те саме в оболонці з ПВХ пластикату зниженої горючості, з бронею з двох сталевих стрічок, у шлангу з ПВХ пластикату зниженої горючості	Для прокладання в пучках у сухих каналах кабельної каналізації, тунелях, колекторах в умовах агресивного середовища, у місцях, де можливі механічні впливи на кабель, у тому числі незначні розтягувальні зусилля
СБВБбШвнгд	Те саме в оболонці та шлангу з ПВХ пластикату з низьким виділенням диму та корозійно активних газів	Теж саме для прокладання на об'єктах, де разом із вимогами з нерозповсюдження горіння висувають вимоги до зниженого газодимовиділення за горіння і тління
СБПБбШв	Кабель сигнально-блокувальний з мідними жилами, ізоляцією з поліетилену (ПЕ), в оболонці з ПЕ, з бронею з двох сталевих стрічок, у шлангу з ПВХ пластикату	У каналах, тунелях, колекторах, землі (траншеях), в умовах агресивного середовища, якщо кабель не зазнає значних розтягувальних зусиль
СБЗПБбШв	Те саме з гідрофобним заповненням осердя	Те саме в умовах підвищеної вологості
СБПБбШп	Те саме в оболонці з ПЕ, з бронею з двох сталевих стрічок, у шлангу з ПЕ	У землі (траншеях), в умовах агресивного середовища, якщо кабель не зазнає значних розтягувальних зусиль
СБЗПБбШп	Те саме з гідрофобним заповненням осердя	Те саме в умовах підвищеної вологості
СБПу	Кабель сигнально-блокувальний з мідними жилами, з ізоляцією з (ПЕ), у потовщеній оболонці з ПЕ	У землі (траншеях), в умовах агресивного середовища за відсутності механічних впливів на кабель

Продовження табл. 4.1

1	2	3
СБЗПу	Те саме з гідрофобним заповненням осердя	Те саме в умовах підвищеної вологості
СБПАШп	Кабель сигнально-блокувальний з мідними жилами, з ізоляцією з (ПЕ), в алюмінієвій оболонці, у шлангу з ПЕ	У землі, за наявності зовнішніх електричних впливів і відсутності механічних впливів на кабель
СБЗПАШп	Те саме з гідрофобним заповненням осердя	Те саме в умовах підвищеної вологості
СБПАБпШп	Кабель сигнально-блокувальний з мідними жилами, ізоляцією з ПЕ, в алюмінієвій оболонці, з бронею з двох сталевих стрічок, у шлангу з ПЕ	У землі за наявності зовнішніх електричних впливів, у місцях, де можливі механічні впливи на кабель, у тому числі незначні розтягувальні зусилля
СБЗПАБпШп	Те саме з гідрофобним заповненням осердя	Те саме в умовах підвищеної вологості
СБПАуБпШп	Кабель сигнально-блокувальний із мідними жилами, з ізоляцією з ПЕ, у посиленій алюмінієвій оболонці, з бронею з двох сталевих стрічок, у шлангу з ПЕ	У землі, місцях, де можливі механічні впливи на кабель, у тому числі незначні розтягувальні зусилля, і місцях, де необхідний підвищений захист електричних кіл від зовнішніх електричних впливів
СБЗПАуБпШп	Те саме з гідрофобним заповненням осердя	Те саме в умовах підвищеної вологості
ТУ У 31.3-05758730-018		
СБЭВГ	Кабель сигнально-блокувальний із мідними жилами, ізоляцією з ПЕ, у полівінілхлоридній оболонці, з екраном	У приміщеннях, сухих каналах і тунелях, в умовах агресивного середовища за відсутності механічних впливів на кабель і за необхідності захисту електричних кіл від впливу зовнішнього електричного поля



1	2	3
СБВББШв	Кабель сигнально-блокувальний з мідними жилами, ізоляцією з ПЕ, у полівінілхлоридній оболонці, броня з двох сталевих стрічок у полівінілхлоридному захисному шлангу	У сухих каналах, тунелях, колекторах, в умовах агресивного середовища за відсутності значних механічних впливів на кабель

Сигнально-блокувальні кабелі мають струмопровідні мідні жили діаметром 1 мм і перерізом 0,785 мм<sup>2</sup> з поліетиленовою ізоляцією і пластмасову оболонку. Електричний опір постійному струму за довжини кабелю 1 км і температури 200 °С складає не більше 23,5 Ом. Для зниження витрат кольорового металу випускають сигнально-блокувальний кабель діаметром 0,9 мм і перерізом 0,636 мм<sup>2</sup> і опором на 1 км довжини не більше 29 Ом. Випуск кабелю з діаметром жил 1 мм поступово припиняють.

Основними елементами кабелів (рис. 4.1) є:

1) струмопровідні жили;  
 2) ізоляція жил (застосовують паперову, поліетиленову, стерофлексну);

3) поясна ізоляція (для захисту жил від механічних і теплових впливів за накладання оболонки або броні, застосовують поліетиленові, полівінілхлоридні або поліетилентерефталатні стрічки, стрічки з кабельного паперу);

4) екрани (для захисту електричних кіл від зовнішніх електромагнітних впливів. Алюмінієві та свинцеві оболонки кабелів, крім прямих функцій, виконують роль екрана. Для обладнання екрана застосовують мідні, алюмінієві, алюмополіетиленові (алюмінієва фольга з поліетиленовим підшаром) або металізовані паперові стрічки);

5) оболонка кабелю (захищає ізоляцію жил від впливу світла, вологи, хімічних речовин, підвищує механічну міцність кабелю, запобігає механічним пошкодженням ізольованих жил. Можуть бути металевими (алюмінієві, свинцеві або сталеві), пластмасовими (полівінілхлоридні або поліетиленові), гумовими або металопластмасовими);

6) бронепокрив (для захисту кабелів від механічних пошкоджень. Бронепокриви можуть складатися зі сталевих стрічок, сталевих плоских проводів або круглих проводів);

7) зовнішній покрив (може бути волокнистим або пластмасовим. Застосовують звичайні волокнисті зовнішні покриття (у марці кабелів не позначені) і негорючі (у марці кабелів позначені літерою Н). Посилену подушку кабелю в комбінації з негорючим захисним покритвом позначають літерами ЛН).

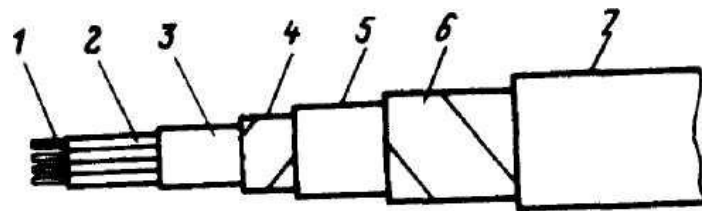


Рис. 4.1. Конструкція сигнально-блокувального кабелю

Призначення й особливості конструкції кабелю (матеріал оболонки та ізоляції жил, вид захисного покриття тощо), номінальна кількість жил, пар або четвірок, діаметр або переріз струмопровідних жил позначають літерами й цифрами, що становлять марку кабелю. У позначенні марки кабелю літери СБ показують, що це сигнально-блокувальний кабель, літера П – поліетиленова ізоляція жил. Оболонки кабелів можуть бути пластмасовими (поліетиленовими, полівінілхлоридними) або металевими (свинцевими, алюмінієвими).

Літери П, В, С або А відповідно позначають, що оболонка виконана з поліетилену, полівінілхлориду, свинцю або алюмінію, літера Г – відсутність броньових і зовнішніх покривів.

Захисний покрив сигнально-блокувальних кабелів складається з подушки, броньового й зовнішнього покривів. Подушка може бути нормальною, посиленою й особливо посиленою, з поліетиленовим або полівінілхлоридним шлангом. У марці кабелю нормальну подушку ніяк не позначають, посилену позначають літерою Л, особливо посилену – 2Л, з поліетиленовим шлангом – П, полівінілхлоридним шлангом – В. Якщо подушка відсутня, то це позначають літерою Б. Літери, що характеризують подушку, записують після літер, що характеризують бронепокрив кабелю. Бронепокрив зі сталевих стрічок, плоского або круглого сталевого оцинкованого проводу відповідно позначають літерами Б, П і К, які пишуть після позначення матеріалу оболонки. Негорючий покрив пишуть після позначення матеріалу оболонки. Нормальний зовнішній покрив у марці кабелю не позначають. Негорючий покрив пишуть після позначення матеріалу оболонки й позначають літерою Н, з поліетиленовим шлангом – літерами Шп, а полівінілхлоридним – Шв.

Літери, що характеризують конструкцію зовнішнього покриву або його відсутність, записують після позначення типу бронепокриву або, за його відсутності, матеріалу оболонки.

Приклади:

СБПБ – кабель із мідними жилами з поліетиленовою ізоляцією в поліетиленовій оболонці, броньований двома сталевими стрічками з зовнішнім покривом поверх броні;

СБВБ – кабель із мідними жилами з поліетиленовою ізоляцією в полівінілхлоридній оболонці, броньований двома сталевими стрічками з зовнішнім покривом поверх броні;

СБВГ – кабель із мідними жилами з поліетиленовою ізоляцією в оболонці з полівінілхлоридного пластику, без сталевих стрічок;

СБПБГ – те саме в поліетиленовій оболонці, броньований двома сталевими стрічками;

СБПСБ – кабель із мідними жилами, поліетиленовою ізоляцією, у свинцевій оболонці, броньований сталевими стрічками з захисним зовнішнім покривом;

СБПС – кабель із мідними жилами, поліетиленовою ізоляцією у свинцевій оболонці.

Кабелі з пластмасовими оболонками простої скрутки випускають із кількістю жил 3, 4, 5, 12, 16, 30, 33, 42, парної скрутки – кількістю жил 3x2(6), 4x2(8), 7x2(14), 10x2(20), 12x2(24), 14x2(28), 19x2(38), 24x2(48), 27x2(54), 30x2(60). Кабелі марки СБВГ можуть мати також одну пару. Кабелі з алюмінієвими оболонками випускають парної скрутки з кількістю жил 3x2(6), 4x2(8), 7x2(14), 10x2(20), 12x2(24), 14x2(28), 19x2(38), 24x2(48), 27x2(54). Кабелі зі свинцевими оболонками марок СБПСБ виготовляють із такою самою кількістю жил (пар), як і кабелі з пластмасовими оболонками, від 14(7x2) до 48(24x2).

Будівельна довжина (нормальна довжина в одному відрізку) кабелів сигналізації і блокування має бути не менше 300 м.

Кабелі марок СБПБ, СБПАШп, СБПАБпШп, СБПСБ, СБПСШв застосовують для з'єднання апаратури, яка встановлена в службово-технічних приміщеннях, з напільним обладнанням СЦБ (світлофорами, стрілочними електроприводами тощо), а також для з'єднання цього обладнання між собою при прокладанні в землі (траншеях).

Кабелі марок СБПБ, СБВБ, СБПСБ, СБПу прокладають в умовах агресивного середовища, а СББШв, СБПАШп, СБПАБпШп, СБПСШв і СБПАКпШк – високого агресивного середовища.

При прокладанні в службово-технічних приміщеннях застосовують кабелі марок СБВГ, СБВБГ, СБПСШв. Допускається вводити до службово-технічних будівель кабелі марок СБПБ, СББШп, СБПАШп, СБПАБпШп,

СБПАКпШп зі зняттям зовнішньої поліетиленової оболонки, а також кабелі марки СБПУ за умови прокладання їх до кросових стативів.

*Характеристика кабельного обладнання.* Кабельне обладнання забезпечує підключення кабелів до напільних пристроїв, з'єднання кабелів тощо. У першу чергу до цих пристроїв слід віднести кабельні муфти, стійки та кабельні ящики.

Розділення кабелю для колійних пристроїв СЦБ здійснюють в універсальних кабельних муфтах УКМ-12 і УКМ-24, розгалужувальних кабельних муфтах, кабельних стійках, колійних трансформаторних ящиках типу ТЯ-1, ТЯ-2 і ящиках для реле типу РЯ-1, стаканах світлофорів із металевими щоглами з однією або двома кабельними муфтами, на стативах релейних і кросових приміщень, кабельних муфтах колійних дросель-трансформаторів, кабельних муфтах електропневматичних клапанів автоматичного очищення стрілок від снігу (ЕПК), релейних шафах.

Універсальні кабельні муфти УКМ-12 і УПМ-24 випускають кінцевими УКМ-12 або проміжними УПМ-24 першої, другої, третьої і четвертої збірок (рис. 4.2).

Муфти першої збірки призначені для розділення кабелів, які підводять до світлофорів із залізобетонними щоглами, карликових світлофорів, маневрових стовпчиків. Муфти другої і третьої збірки – для закладення кабелів, встановлення апаратури рейкових кіл і підключення її до рейок. Муфти четвертої збірки – для закладання кабелів, що підводять до стрілочних електроприводів. Крім того, муфти другої-четвертої збірок можна використовувати для з'єднання кабелів. У муфтах II й III складань встановлюють малогабаритну апаратуру рейкових кіл, у муфті IV складання – блок випрямлячів і резисторів БДР. Для закріплення блока БДР знімають дві клемні панелі.

Для підключення проводів і жил кабелів всередині муфт установлені клемні панелі на сім контактів. Муфти УКМ-12 I й IV збірок комплектують

двома клемними панелями, до них можна підключити 14 жил кабелю. УКМ-12 II й III збірок мають одну клемну панель, до якої можна підключити сім жил кабелю. УПМ-24 I й IV збірок обладнані чотирма клемними панелями, до них можна підключити 28 жил кабелю. УПМ-24 II й III збірок оснащені трьома клемними панелями для підключення 21 жили кабелю.

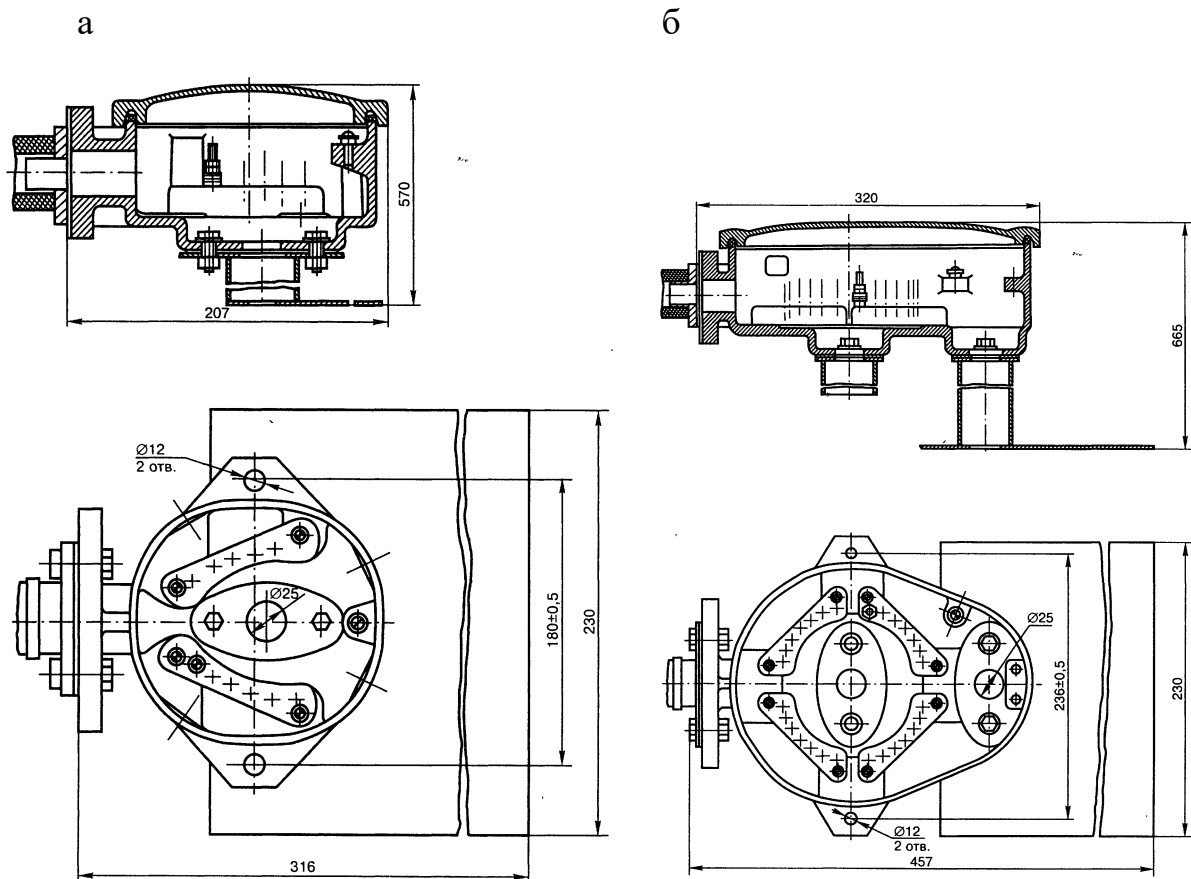


Рис. 4.2. Конструкція кабельної муфти:

а – УКМ-12- IV; б – УПМ-24- IV

Розгалужувальні кабельні муфти призначені для обладнання відгалужень від групового кабелю до світлофорів, колійних ящиків рейкових кіл і стрілочних електроприводів та іншого обладнання. Муфта обладнана розеткою для підключення телефону. Застосовують муфти РМ-4-28 для відгалуження чотирьох, РМ-7-49 семи і РМ-8-112 восьми

кабелів (рис. 4.3). Цифри 28, 49 і 112 у позначенні типу муфти показують кількість затискачів клемних панелей для підключення жил кабелів. У муфти на чотири й сім відгалужень вводять по одному груповому кабелю, а в муфту на вісім відгалужень – два.

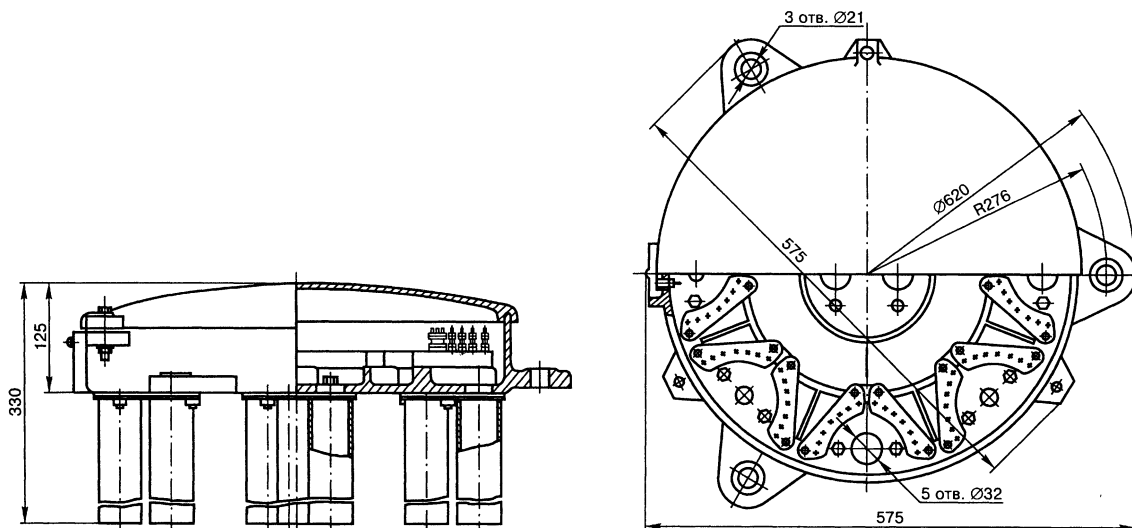


Рис. 4.3. Конструкція розгалужувальної муфти RM8-112

Кабельні стійки (бутлег) використовують для монтажу кабелю й підключення його жил до рейок. Виготовляють два типи стійок – кінцеві й прохідні (рис. 4.4).

У корпусі кінцевої стійки один отвір для введення кабелю, а в корпусі прохідної стійки – два такі отвори. Кінцева стійка укомплектована двоштирною клемою й двома перемичками, які підключені до рейок. Прохідну стійку комплектують двома двоштирними клемами, двома перемичками й заземлювальним тросом.

Колійні трансформаторні ящики типів ПЯ-1, ТЯ-1, ТЯ-2 призначені для встановлення в них трансформаторів, реле, резисторів та інших приладів СЦБ, які застосовують в рейкових колах, схемах керування і контролю положення стрілок, а також для безпосереднього підключення приладів за допомогою перемичок до рейок.

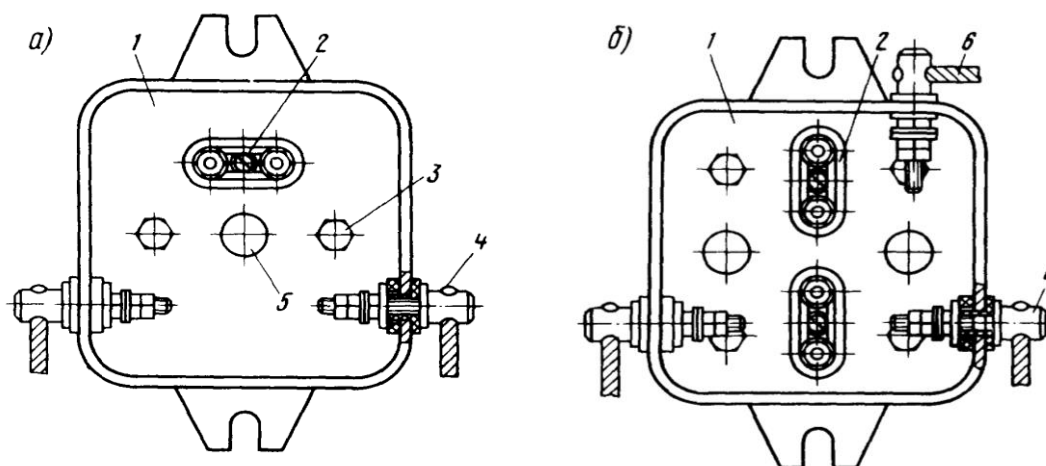


Рис. 4.4. Конструкція кабельних стійок:

а – кінцева; б – прохідна

Кабельні мережі проєктують за двонитковим планом станції, на якому розставлені світлофори, стрілочні електроприводи, апаратура рейкових кіл, зазначено відстань від поста ЕЦ. Трасу прокладання кабелів на станціях показують на схематичних і двониткових планах станцій.

Починають із вибору траси прокладання магістрального кабелю і місць встановлення розгалужувальних муфт. Траса магістрального кабелю має проходити по узбіччю крайньої колії, або в міжколіях малодіяльних колій. Вона має бути по можливості прямолінійною і проходити паралельно найближчій залізничній колії. За необхідності колії перетинаються під прямим кутом, при цьому траса кабельної лінії не має проходити під гостряками та хрестовинами стрілочних переводів і наближатися до них на відстань більше 3 м.

У всіх випадках траса прокладання кабелів повинна мати найменшу довжину, мінімальну кількість перетинань і зближень із наземними та підземними комунікаціями (щоб уникнути пошкодження кабелів у разі ремонту цих комунікацій) і природними перешкодами. При прокладанні траси кабелів рекомендується обходити ділянки, що містять речовини, які



руйнівню діють на металеві оболонки кабелів (насипний ґрунт зі шлаками й будівельним сміттям, зола, вапно, органічні речовини, солончаки тощо), і зони, небезпечні через вплив електрокорозії.

Для розроблення траси прокладання кабелю на схематичному плані показують місця розміщення стрілочних електроприводів, світлофорів, ДТ, трансформаторних шухляд із зазначенням їхніх ординат, як показано на рис. 2.1-2.3. Потім вибирають трасу прокладання магістрального кабелю і умовною лінією (– N –) показують її на плані. Наступним кроком проєктування є розставлення розгалужувальних муфт. Індекс розгалужувальної муфти складається з перших літер слів, що характеризують призначення кабелю і порядкового номера муфти.

У кабельних мережах для групування однотипних об'єктів використовують розгалужувальні муфти РМ; кінцеві і проміжні УКМ-12, УПМ-24, а також трансформаторні ящики ТЯ. Від поста до РМ прокладають груповий кабель, а від розгалужувальної муфти до кожного об'єкта (об'єктам) – індивідуальні кабелі, місця прокладання яких наносять на план.

При розділенні кабелів у розгалужувальних муфтах на ізолюючих колодках кожний провід індивідуального кабелю з'єднують із проводом групового кабелю. Тому при виборі муфт РМ слід урахувати кількість отворів у муфті і затискачів для кріплення проводів кабелю. Основні параметри муфт РМ, УКМ-12; УПМ-24 і ТЯ наведені в табл. 4.2.

За призначенням кабельної мережі муфтам РМ привласнюють літерні позначення з порядковою парною чи непарною цифрою (залежно від горловини), наприклад СТ1 – стрілочна, С1 – сигнальна, Р1 – релейна, П1 – живильна. Лічення муфт має починатися з найвіддаленіших.

## Основні параметри муфт РМ, УКМ-12; УПМ-24 і ТЯ

Муфта або ящик	Кількість отворів		Кількість затискачів для підключення жил кабелю
	Вхідних	Вихідних	
Розгалужувальна кабельна муфта: РМ4-28 (на чотири напрямки)	1	4	7x4 (28)
РМ7-49 (на сім напрямків)	1	7	7x7 (49)
РМ8-112 (на вісім напрямків)	2	8	16x7 (112)
Універсальна муфта: кінцева типу УКМ-12	1		2x7(14)
проміжна типу УПМ-24	2		4x7 (28)
Трансформаторний ящик типу ТЯ-1	4		9 (збірка 1) 15 (збірка 2)
типу ТЯ-2	4		9
Стійка кабельна кінцева	1		1x2
Стійка кабельна проміжна	2		2x2
Стакан світлофорний із кабельною муфтою	1		2x12
Стакан світлофорний із двома кабельними муфтами	2		2x2x12

Монтаж кабелю колійних пристроїв СЦБ здійснюють:

- на стативах у релейних і кросових приміщеннях;
- у релейних шафах;
- колійних трансформаторних ящиках типу ПЯ-1 (4, 5, 6, 9 або 15 клем і чотири вводи);
- кабельних муфтах електропневматичних клапанів (ЕПК) автоматичного очищення стрілок від снігу;
- універсальних кабельних кінцевих муфтах типу УКМ-12 (14 клем, один ввід);
- універсальних кабельних проміжних муфтах типу УПМ-24 (28 клем, два вводи);

– розгалужувальних кабельних муфтах типу РМ4-28 (28 клем, один вхід, чотири виходи), РМ7-49 (49 клем, один вхід, сім виходів) чи РМ8-112 (112 клем, два входи, вісім виходів).

При монтажі кабелів у кабельних муфтах кожний провід індивідуального кабелю з'єднують із проводом групового кабелю кріпленням їх гайками зі встановленням шайб на гвинтовій клемі ізоляційної колодки. Тому при виборі типу муфт РМ слід брати до уваги кількість входів і виходів і клем для кріплення проводів кабелю.

Розгалужувальні муфти з кабельних мереж переносять на двонитковий план, де вказують їхні найменування та ординату.

Найменування розгалужувальних муфт складається з перших літер найменування кабелю та номера за чергою (наприклад  $\frac{C1}{(1024)}$  – муфта в кабельній мережі світлофорів непарної горловини, за номером 1, що встановлена на ординаті 1024 м від поста ЕЦ, а позначення  $\frac{CT4}{(380)}$  – муфта в кабельній мережі стрілок парної горловини, за номером 4, що встановлена на ординаті 380 м від поста ЕЦ).

**Прокладання траси кабелю.** Кабельні мережі проєктують на основі двониткового плану станції, на якому нанесено трасу кабелю з урахуванням розташованого колійного обладнання та його відстані (ординати) від поста ЕЦ. Кабельну трасу вибирають для прокладання групових кабелів усіх кабельних мереж. Трасу кабельних мереж прокладають по узбіччю крайньої колії або в міжколіях малодійних ліній, вільних від ліній електропостачання, повітропроводів для пневматичного очищення стрілок, водовідводів та інших пристроїв, з урахуванням можливості застосування машин і механізмів при кабельних роботах. Траса має бути по можливості прямолінійною; за необхідності колії перетинають під прямим кутом, при цьому траса кабельної лінії не має

проходити під гостряками та хрестовинами стрілочних переводів і наближатися до них на відстань більше 3 м.

Траси кабелю не мають проходити під гостряками і хрестовинами стрілочних переводів, у шпальних ящиках, розташованих ближче 1,5 м від стиків рейок і 3 м від відсмоктувальних фідерів електрифікованих ділянок.

Кількість кабелів, що укладають, має бути мінімальною. Однак проводи від стрілок, світлофорів, живильних і релейних трансформаторів рейкових кіл групують, як правило, у різних кабелях.

У всіх випадках траса прокладання кабелів повинна мати найменшу довжину, мінімальну кількість перетинань і зближень із наземними та підземними комунікаціями (щоб уникнути пошкодження кабелів у разі ремонті цих комунікацій) і природними перешкодами. За прокладання траси кабелів рекомендують обходити ділянки, що містять речовини, які руйнівню діють на металеві оболонки кабелів (насипний ґрунт зі шлаками й будівельним сміттям, зола, вапно, органічні речовини, солончаки тощо), і зони, небезпечні через вплив електрокорозії.

**Угрупування об'єктів по кабельних мережах.** Об'єкти парної та непарної горловини станції групують у різні кабельні мережі. Угрупування однотипних об'єктів і визначення місць встановлення розгалужувальних муфт РМ виконують за планом станції. Для економії міді за угруповання об'єктів вибирають таке місце встановлення РМ, при якому виключалося б повернення у бік поста кабелю, що виходить з муфти. Розгалужувальні муфти встановлюють у районі найбільшого зосередження об'єктів на ординаті найближчого до поста ЕЦ об'єкта певної групи. Від групової муфти до кожного об'єкта прокладають окремий кабель. До об'єктів, які розташовані на відстані більше 25 м від муфти, індивідуальні кабелі можна об'єднувати у груповий і прокладати до найближчого з них, а потім до наступного і т. д. (для декількох об'єктів). Розгалужувальні муфти встановлюють не частіше ніж за 100 м одна від одної, тому що збільшення кількості розрізів кіл є небажаним.

Допускається послідовна обв'язка однотипних об'єктів з обов'язковим передбаченням біля них апаратури для обробки кабелів (трансформаторні ящики, кінцеві та проміжні муфти). При послідовній обв'язці допускається підключення трьох-чотирьох стрілок, світлофорів, п'яти живильних і релейних трансформаторів.

Якщо поблизу поста ЕЦ є поодинокі об'єкти, то можливе введення в пост індивідуальних кабелів кількістю для одиночних об'єктів не більше трьох і довжини не менше 100 м.

У разі проектування слід прагнути групувати таку кількість об'єктів, щоб магістральний кабель мав максимальну жильність. Для полегшення обслуговування і зменшення взаємного впливу кіл різного призначення всі кабельні лінії розбивають на чотири групи: стрілочні приводи, світлофори, живильні і релейні трансформатори рейкових кіл. Проводи від цих об'єктів групують в різних кабелях.

Залежно від призначення кабельної мережі муфтам РМ привласнюють літерні позначення з порядковою парною чи непарною цифрою (залежно від горловини), наприклад СТ1 – стрілочна, С1 – сигнальна, Р1 – релейна, П1 – живильна. Лічення муфт має починатися з найвіддаленіших.

Монтаж кабелю колійних пристроїв СЦБ здійснюється:

- на стативах у релейних і кросових приміщеннях;
- у релейних шафах;
- колійних трансформаторних ящиках типу ПЯ-1 (4, 5, 6, 9 або 15 клем і чотири вводи);
- кабельних муфтах електропневматичних клапанів (ЕПК) автоматичного очищення стрілок від снігу;
- універсальних кабельних кінцевих муфтах типу УКМ-12 (14 клем, один ввід);

– універсальних кабельних проміжних муфтах типу УПМ-24 (28 клем, два вводи);

– розгалужувальних кабельних муфтах типу РМ4-28 (28 клем, один вхід, чотири виходи), РМ7-49 (49 клем, один вхід, сім виходів) чи РМ8-112 (112 клем, два входи, вісім виходів).

У разі монтажу кабелів у кабельних муфтах кожний провід індивідуального кабелю з'єднують із проводом групового кабелю кріпленням їх гайками зі встановленням шайб на гвинтовій клемі ізоляційної колодки. Тому при виборі типу муфт РМ слід брати до уваги кількість входів і виходів і клем для кріплення проводів кабелю.

Розгалужувальні муфти з кабельних мереж переносять на двонитковий план, де вказують їхні найменування та ординату.

Найменування розгалужувальних муфт складається з перших літер найменування кабелю та номера за чергою (наприклад  $\frac{C1}{(1024)}$  – муфта в кабельній мережі світлофорів непарної горловини, за номером 1, що встановлена на ординаті 1024 м від поста ЕЦ, а позначення  $\frac{CT4}{(380)}$  – муфта в кабельній мережі стрілок парної горловини, за номером 4, що встановлена на ординаті 380 м від поста ЕЦ).

Необхідну кількість робочих жил групового та індивідуального кабелів визначають із розрахунку або підсумовуванням робочих жил вхідних кабелів, і залежно від отриманого результату визначають кількість запасних жил. У сигнальних кабелях ємністю до 10 жил приймають одну запасну жилу, до 20 жил – дві, понад 20 – три. В індивідуальному кабелі довжиною до 100 м запасні жили можна не передбачати.

У пристроях залізничної автоматики для з'єднання кіл колійних електричних установок застосовують сигнально-блокувальні кабелі з мідними жилами, поліетиленовою ізоляцією і в пластмасовій оболонці.

Кабелі з поліетиленовою ізоляцією і в пластмасовій оболонці призначені для з'єднання кіл електричних установок СЦБ із номінальною напругою до 380 В змінного струму та до 700 В постійного струму.

Для прокладання траси кабелю можна використовувати кабель марки СБПз з гідрофобним наповнювачем. Кабелі марки СБПз виготовляють із такою кількістю жил: звичайна скрутка — 3, 4, 5, 12, 16, 30, 33, 42; парна скрутка — 3×2, 4×2, 7×2, 10×2, 12×2, 14×2, 19×2, 24×2, 27×2, 30×2. Діаметр жили складає 0,9 мм.

Розрахунок кабельних ліній для об'єктів електричної централізації полягає у визначенні довжини кабелів до них і перерізів живильних проводів у кабелі залежно від відстані віддалення об'єктів від поста ЕЦ.

Довжину кабелю від поста ЕЦ до муфти РМ або об'єкта централізації розраховують за формулою

$$L_K = 1,03 \times (L + 6 \times n + L_B + 1,5 + 1), \quad (4.1)$$

де 1,03 – коефіцієнт, що враховує збільшення на 3 % довжини кабелю на вигини в траншеї й осідання ґрунту (від загальної довжини кабелю);

$L$  – відстань від осі поста ЕЦ до РМ або об'єкта централізації за обчисленими ординатами на однопитковому (двонитковому) плані станції, м;

$6 \times n$  – відстань переходу під коліями (6 м – колія та міжколія,  $n$  – кількість пересічних колій), м;

$L_B$  – довжина кабелю на введення в будівлю поста (15 м при кросовій системі монтажу), м;

1,5 – піднімання кабелю з дна траншеї і на оброблення кабелю, м;

1 – запас довжини кабелю в муфті на випадок перерозділки в разі довжини кабелю 50 м й більше, м.

Слід зазначити, що наведену формулу (4.1) застосовують для всіх можливих варіантів прокладення кабельної магістралі, у тому числі і між коліями. У випадку, коли магістраль прокладають поза колійним розвитком, як це зображено на двонитковому плані станції, вона спрощується.

Довжина кабелю від РМ до об'єкта або між об'єктами розраховують за формулою

$$L_K = 1,03 * [L + 6 \times n + 2 \times (1,5 + 1)]. \quad (4.2)$$

Отримані результати при підрахунках округляють до числа, кратного 5, зважаючи на дискретність значень довжин кабелю в межах близько 200 м, можна стверджувати, що такі розрахунки є досить приблизними.

Крім того, при розрахунках слід ураховувати, що довжина кабелю в бухті – 300 м, тому на стикуванні двох кабелів слід встановлювати з'єднувальну муфту. На кожну з'єднувальну муфту слід виділити додатково по 5 м кабелю. Майте також на увазі, що біля кожного світлофора знаходиться апаратура рейкових кіл, тому і довжина кабелів буде близькою.

Прокладення кабелю відбувається за принципом від одного об'єкта до іншого, наприклад магістральний кабель протягують від будівлі поста централізації до розгалужувальної муфти за фактичним використанням довжини.

## **4.2. Кабельна мережа світлофорів**

Кабельна мережа світлофорів поєднує кола вихідних, маневрових світлофорів, релейних шаф вхідних світлофорів і кола маршрутних



показчиків. Шафу вхідного світлофора складають кола керування та контролю вхідних світлофорів, живлення апаратури, ув'язки ЕЦ з АБ, живлення рейкових кіл дільниць наближення і перших секцій станції.

Дальність керування вогнями світлофорів із центральним живленням і лампами потужністю 15 Вт, напругою 12 В, включеними у вторинну обмотку трансформатора СТ-4, який розміщується в головці світлофора, складає 3 км без дублювання, тому в межах станції кількість жил до світлофорів визначають кількістю проводів за принциповою схемою.

Прямі і зворотні проводи сигнальних трансформаторів віддалених світлофорів прокладають у різних групових кабелях. Від РМ до світлофорів прямі і зворотні проводи прокладаються в одному кабелі.

За великих відстаней жили кабелю не дублюють. У цьому випадку слід використовувати схему включення вогневого реле у вторинну обмотку сигнального трансформатора, тому що за великої ємності між жилами кабелю вогневе реле при перегорянні лампи може не ввімкнутися.

Вилучені на велику відстань світлофори живляться від окремого трансформатора релейної панелі чи трансформатора, що живить світлофори, жили яких не проходять в одному кабелі з віддаленими світлофорами, або через окремий ізолюючий трансформатор. Дублювання жил у кабелях до сигнальних трансформаторів не відбувається. При довжині кабелю понад 4,5 км передбачено місцеве живлення ламп світлофорів з установленням відповідних реле.

Жильність кабелю від поста ЕЦ до РШ вхідних світлофорів визначають схемою включення світлофорів і схемою ув'язки пристроїв ЕЦ з перегінними пристроями. Лінійні кола перегінних пристроїв – кабельні.

Сигнальні трансформатори встановлюються для щоглових світлофорів у трансформаторних ящиках; карликових – у головках світлофорів. Зворотні проводи для дозвільних і заборонних показань поїзних світлофорів передбачені роздільні, а маневрових – загальні.

Кількість жил від поста ЕЦ до РШ вхідного світлофора визначають за принциповою схемою, вона дорівнює 37 жилам Н(Ч): 3,ОЗ, 1Ж, О1Ж, 2Ж, О2Ж, К, ОК, СО, ОСО, КО, ОКО, ЖЗО, ОЖЗО, 2ЖБО, О2ЖБО, ОЖЗ, А, ОА, Б,ОБ, СН, ОСН – 23 жили; НД(ЧД): 1Ж, 2Ж, ОЖ, К,ОК – п'ять жил; 1ПП: ПП, ПМ – дві жили; ПУП: ПП, ПМ – дві жили; НДП(ЧДП): ПП, ПМ – дві жили; КОХ, ПТ, НТ – три жили.

Кількість жил від поста ЕЦ до вихідного світлофора дорівнює кількості ниток вогнів світлофора плюс дві зворотні. Наприклад, для п'ятизначного світлофора з двонитковими лампами: 1Ж, Р1Ж, 3, РЗ, 2Ж, 2РЖ, Б, ОЖЗБ, К, РК, ОК – 11 жил; чотиризначного світлофора з двонитковими лампами: 1Ж, Р1Ж, 3, РЗ, Б, ОЖЗБ, К, РК, ОК – дев'ять жил; п'ятизначного світлофора з одноститковими лампами: 1Ж, 3, 2Ж, ОЖЗ, Б, К, РК, ОКБ – вісім жил; чотиризначного світлофора з одноститковими лампами: Ж, 3, ОЖЗ, Б, К, РК, ОКБ – сім жил. Кількість жил до маневрового світлофора дорівнює трьом (Б, С, О).

Під час виконання проектних робіт спочатку необхідно згрупувати світлофори для підключення їх до окремих розгалужувальних муфт (за принципами, розглянутими вище), а потім скласти кабельну мережу світлофорів (рис. 4.5). Після виконання вказаних робіт переходять до розрахунку довжини і жильності кабелю між відповідними об'єктами кабельної мережі. За перевищення в одному кабелі максимальної кількості жил його розділяють на два або декілька кабелів. До релейної шафи вхідного світлофора, як правило, прокладають окремий кабель.

Приклад виконання схеми кабельної мережі світлофорів і підключення кабелів до сигнальних муфт показано на рис. 4.5 і 4.6.

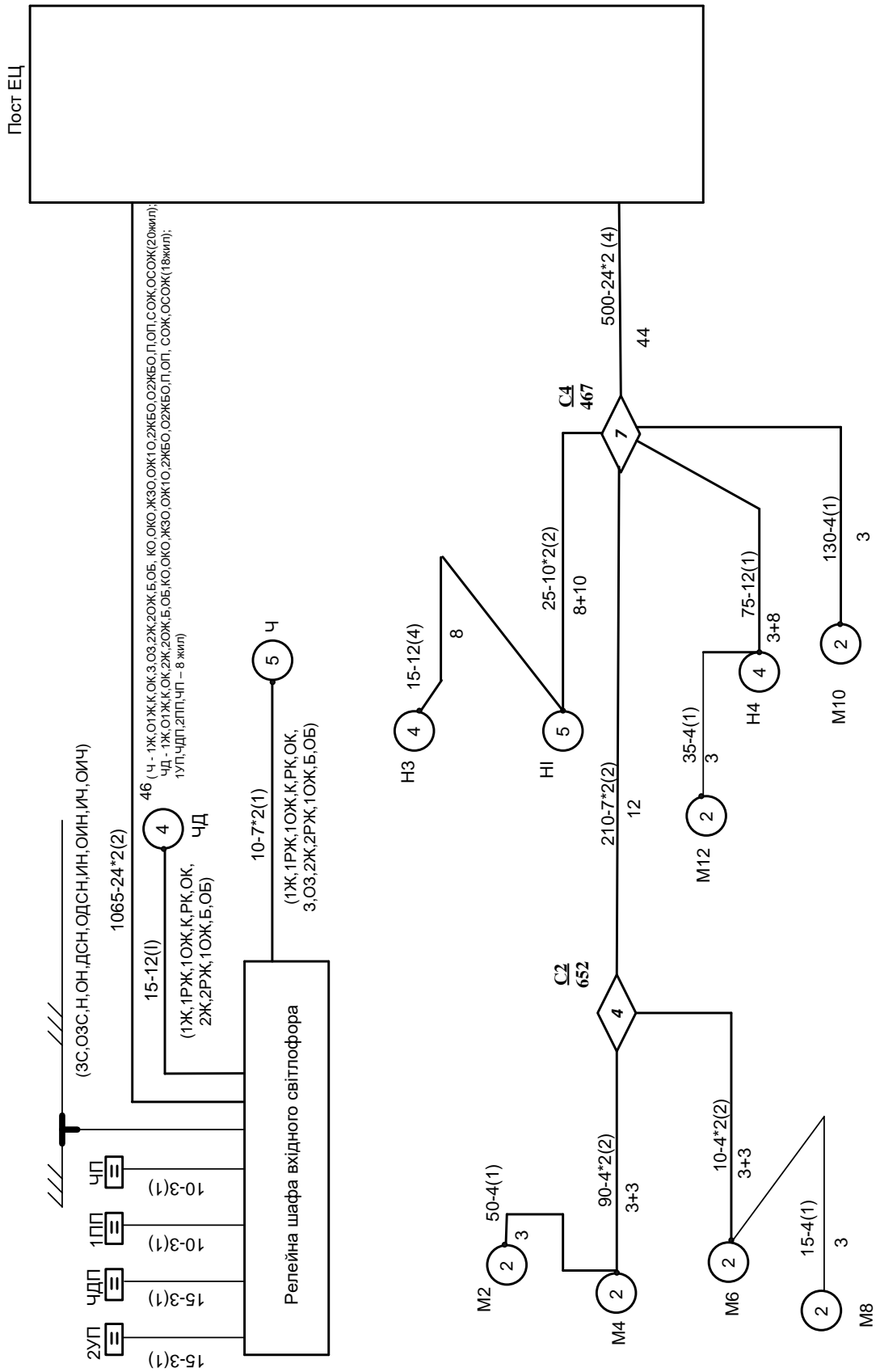


Рис. 4.5. Приклад виконання схеми кабельної мережі світлофорів.

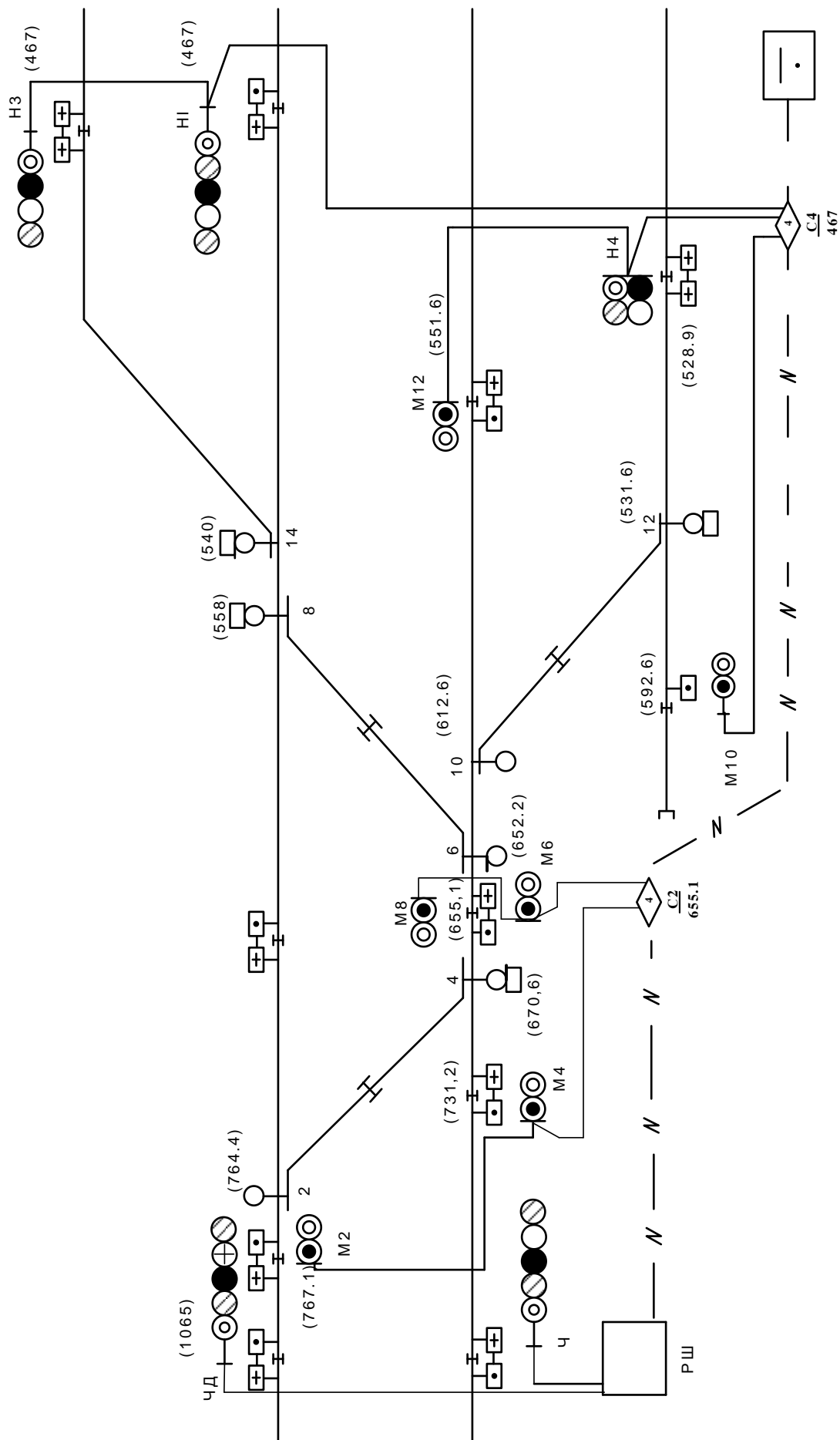


Рис. 4.6. Приклад підключення кабелів до сигнальних муфт.

### 4.3. Кабельна мережа стрілок

Кабельна мережа стрілок включає такі кола: керування і контроль положення стрілок, електрообігрів стрілочних приводів, керування автоматичним очищенням стрілок від снігу (у курсовому проєкті не виконують) і схеми місцевого керування.

Кількість проводів до стрілочного електропривода визначають за типовими схемами. Жильність кабелю до стрілочного електропривода залежить від схеми керування стрілкою, системи живлення, типу електродвигуна, довжини кабелю.

Беручи до уваги незначний час безупинної роботи стрілочного електропривода, у жилах стрілочного кабелю допускають значне падіння напруги, що перевищує норми, які діють для електричних мереж, що довгочасно знаходяться під навантаженням. Цим досягається збільшення дальності дії силової мережі без дублювання жил. Прокладання кабелів ведеться за схемою кабельної мережі, яка складена на підставі схематичного та двониткового планів станції для кожної групи стрілок із дотриманням їхнього взаємного розташування. Стрілочні кабельні лінії сполучаються з лініями електричного обігріву автоперемикачів електроприводів, пневматичного обдування гостряків у загальному кабелі та місцевого керування. Електричний обігрів здійснюється через резистори, що включаються у вторинну обмотку групового трансформатора ПОБС-5А, первинна обмотка одержує живлення з поста ЕЦ. Автоматичне очищення стрілок в Україні практично не застосовується внаслідок низької ефективності очищення. Натомість є окремі успішні приклади застосування електрообігріву гостряків стрілок.

На станції керування стрілками ЕЦ здійснюється приводами СП-6 із двигунами постійного (МСП-0,15, МСП-0,25 або ДП-0,25 напругою 160 В) або змінного струму (МСТ-0,3 або МСТ-0,6 напругою 190/110 В).

Спарені стрілки переводяться послідовно. Стрілка, до якої підведено кабель з посту, переводиться першою. Поруч з першою зі спарених (відносно поста ЕЦ) і кожною поодинокую стрілками розташовується апаратура керування і контролю, що встановлена у трансформаторному ящику (виключно для двопровідної схеми керування). Якщо двигун змінного струму, то встановлюють універсальну муфту типу УКМ-12. Біля другої зі спарених стрілок, незалежно від типу двигуна, для монтажу кабелю встановлюють універсальну муфту типу УПМ-24.

Кількість проводів підраховують за принциповою схемою керування стрілочним електроприводом. У проєкті можна застосувати двопровідну схему для керування електродвигуном постійного струму або п'ятипровідну схему для керування електродвигуном змінного струму (відповідно до завдання). Жили кіл пневмообдувки для скорочення обсягу розрахунків можна не передбачати.

Якщо використовують двопровідну схему керування стрілочним приводом із двигуном постійного струму, до поодинокій або першій зі спарених стрілок необхідні дві жили, між спареними стрілками п'ять жил. Дублювання жил залежно від довжини кабелю і типу стрілочного переводу визначають за табл. 4.3, 4.4.

Якщо використовують п'ятипровідну схему керування стрілочним приводом із трифазним двигуном змінного струму, до одиночної або першій зі спарених стрілок необхідно п'ять жил, між спареними стрілками теж п'ять жил. Дублювання жил залежно від довжини кабелю і типу стрілочного переводу визначають за табл. 4.5, 4.6.

Електроприводи виробляють із вмонтованими всередині привода пристроями електрообігріву (два резистори типу ПЕВ-25-56 Ом, які увімкнені послідовно; напруга на резисторах не має перевищувати 26 В; потужність, споживана двома резисторами, становить 25 Вт). Живлення пристроїв електрообігріву відбувається з поста ЕЦ змінним струмом

частотою 50 Гц, напругою 220 В, з подальшим зниженням напруги на трансформаторах ПОБС-5А, що встановлюють у районі розміщення стрілочних приводів. На один трансформатор ПОБС-5А для електрообігріву підключають не більше п'яти стрілочних електроприводів. Незалежно від схеми керування стрілочним приводом, до поодинокі або першої зі спарених стрілок необхідно дві жили, між спареними стрілками також дві жили.

Таблиця 4.3

Максимально припустима довжина кабелю для двопровідної схеми керування стрілочним приводом СП-6 з електродвигуном постійного струму МСП-0,15-160 В з центральним живленням 220 В

Тип стрілочного переводу	Одиночні Р50 – 1/9, 1/11		Одиночні Р65 – 1/9, 1/11; поворотна серцевина Р65 – 1/11; гнучка серцевина Р65 – 1/18		Одиночні Р50 – 1/18, Р65 – 1/11, гнучкі гостряки, перехресні Р50 – 1/9, 1/11		Одиночні Р65 – 1/18; перехресні Р65 – 1/9; гнучка серцевина Р65 – 1/11		Кількість жил кабелю до приводу	
									Одинокі або перші зі спарених стрілок	Між спареними стрілками (з них дві контрольні без дублювання)
Зусилля переведення кГс	110		160		210		300			
Розрахунковий струм, А	1,5		1,7		1,9		2,35			
Час переведення, с	2,7		3,0		3,4		3,9			
Опір лінійного проводу, Ом	37,4		32		29		23			
Переріз жили кабелю, мм <sup>2</sup>	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63		
Максимально-припустима довжина кабелю от посту ЕЦ до приводу, м	800	630	680	540	620	500	490	390	2	5
	1060	850	910	730	830	660	660	520	3	6
	1590	1270	1360	1090	1240	1020	980	800	4	8
	1910	1530	1630	1300	1500	1200	1170	940	5	9
	2380	1900	2040	1630	1860	1500	1170	1180	6	11
	2720	2170	2330	1860	2120	1700	1680	1340	7	12
	3180	2540	2720	2170	2480	2000	1960	1570	8	14
		2980	3180	2480	2760	2200	2200	1730	9	15
				2700	3000	2400	2500	1960	10	17
						2600	2670	2140	11	18
								2350	12	20
								2510	13	21

Таблиця 4.4

Максимально припустима довжина кабелю для двопровідної схеми керування стрілочним приводом СП-6 з електродвигуном постійного струму МСП-0,25-160 В з центральним живленням 220 В (для стрілок на подвійному керуванні)

Тип стрілочного переводу	Одиночні Р50 – 1/9, 1/11		Одиночні Р65 – 1/9, 1/11; поворотна серцевина Р65 – 1/11; гнучка серцевина Р65 – 1/18		Одиночні Р50 – 1/18, Р65 – 1/11, гнучкі гостряки, перехресні Р50 – 1/9, 1/11		Одиночні Р65 – 1/18; перехресні Р65 – 1/9; гнучка серцевина Р65 – 1/11		Кількість жил кабелю до приводу										
	Одиночної або першої зі спарених стрілок										Між спареними стрілками (з них дві контрольні без дублювання)								
Зусилля переведення кГс	110		160		210		300												
Розрахунковий струм, А	2,0		2,4		3,2		4,0												
Час переведення с	1,9		2,2		2,3		2,5												
Опір лінійного проводу, Ом	27		22		16		13												
Переріз жили кабелю, мм <sup>2</sup>	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63											
Максимально-припустима довжина кабелю від поста ЕЦ до приводу, м	580	460	480	380	350	280	270	210	2	5									
	770	620	630	510	460	370	360	280	3	6									
	1160	930	950	760	680	550	530	420	4	8									
	1400	1120	1140	910	830	660	640	510	5	9									
	1740	1400	1410	1140	1030	820	790	630	6	11									
	2000	1600	1630	1300	1180	940	920	740	7	12									
		1810	1900	1520	1300	1100	1060	840	8	14									
				1740	1510	1210	1170	930	9	15									
				1900	1720	1370	1320	1060	10	17									
					1880	1500	1480	1100	11	18									
					2000	1600	1580	1270	12	20									
						1710	1640	1310	13	21									
						1800	1850	1480	14	23									
							1970	1570	15	24									
								1620	16	26									
								1790	17	27									



Таблиця 4.5

Максимально припустима довжина кабелю для п'ятипровідної схеми керування стрілочним приводом СП-6 з електродвигуном змінного струму МСТ-0,3-190/110 В з центральним живленням 230 В

Тип стрілочного переводу	Одиночні Р50 – 1/9, 1/11		Одиночні Р65 – 1/9, 1/11; поворотна серцевина Р65 – 1/11; гнучка серцевина Р65 – 1/18		Одиночні Р50 – 1/18, Р65 – 1/11, гнучкі гостряки, перехресні Р50 – 1/9, 1/11		Одиночні Р65 – 1/18; перехресні Р65 – 1/9; гнучка серцевина Р65 – 1/11		Кількість жил кабелю до приводу одиночної, першої зі спарених стрілок та між спареними приводами					
	Зусилля переведення, кГс	110	160	210	300									
Розрахунковий струм, А	1,4	1,45	1,5	1,65										
Час переведення с	4,15	4,2	4,25	4,3										
Опір лінійного проводу, Ом	28		25		22		13		Номера проводів					Всього
Переріз жили	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	1	2	3	4	5	
Максимально-припустима довжина кабелю от посту ЕЦ до приводу, м	1200	960	1060	850	940	750	580	460	1	1	1	1	1	5
	1440	1150	1260	1010	1130	900	700	560	1	1	1	1	2	6
	1800	1440	1580	1260	1420	1140	870	700	2	1	2	1	2	8
	2400	1920	2120	1700	1880	1500	1160	930	2	2	2	2	2	10
	2700	2160	2380	1900	2110	1690	1300	1040	2	2	2	2	3	11
	3080	2460	2700	2160	2400	1920	1500	1200	3	2	3	2	3	13
	3600	2880	3170	2540	2810	2250	1730	1380	3	3	3	3	3	15
	3900	3120	3450	2760	3060	2450	1960	1570	3	3	3	3	4	16
	4300	3440	3770	3020	3360	2690	2100	1680	4	3	4	3	4	18
		3840	4230	3380	3750	3000	2310	1840	4	4	4	4	4	20
			3670	4000	3200	2460	1970	4	4	4	4	5	21	
			3960	-	3470	2660	2130	5	4	5	4	5	23	
					3750	2890	2310	5	5	5	5	5	25	

Таблиця 4.6

Максимально припустима довжина кабелю для п'ятипроводної схеми керування стрілочним приводом СП-6 з електродвигуном змінного струму МСТ-0,6-190/110 В з центральним живленням 230 В (для стрілок у маневрових районах)

Тип стрілочного переводу	Одиночні Р50 – 1/9, 1/11	Одиночні Р65 – 1/9, 1/11; поворотна серцевина Р65 – 1/11; гнучка серцевина Р65 – 1/18		Одиночні Р50 – 1/18, Р65 – 1/11, гнучкі гостряки, перехресні Р50 – 1/9, 1/11		Одиночні Р65 – 1/18; перехресні Р65 – 1/9; гнучка серцевина Р65 – 1/11		Кількість жил кабелю до приводу одиночної, першої зі спарених стрілок та між спареними приводами						
		Зусилля переведення кГс	110	160	210	300								
Розрахунковий струм, А	1,8	2,0	2,2	3,0										
Час переведення с	1,6	1,7	1,8	1,9										
Опір лінійного проводу, Ом	13		10		8		6		Номера проводів					
Переріз жили	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	1	2	3	4	5	Всього
Максимально-припустима довжина кабелю от посту ЕЦ до приводу, м	560	450	420	330	360	290	250	200	1	1	1	1	1	
	670	540	560	340	430	340	300	240	1	1	1	1	2	6
	840	670	640	540	540	430	370	300	2	1	2	1	2	8
	1120	900	850	680	420	580	500	400	2	2	2	2	2	10
	1260	1000	960	770	810	650	560	450	2	2	2	2	3	11
	1430	1140	1090	870	920	730	640	510	3	2	3	2	3	13
	1630	1340	1270	1010	1080	860	750	600	3	3	3	3	3	15
	1830	1460	1390	1110	1180	940	810	650	3	3	3	3	4	16
	2000	1600	1520	1210	1300	1040	900	720	4	3	4	3	4	18
	2240	1800	1680	1360	1440	1150	1000	800	4	4	4	4	4	20
	2000		1520		1260		900	4	4	4	4	5	21	
	2200		1690		1400		990	5	4	5	4	5	23	

При передаванні стрілок із поста ЕЦ на керування з маневрових колонок кількість жил з'єднувального кабелю залежить від прийнятої схеми місцевого керування, кількості стрілок, що передаються, відстані між постом ЕЦ і пунктом місцевого керування. Від розгалужувальної муфти до маневрової колонки слід передбачити такі кола: живлення маневрової колонки ПХКС і ОХКС – дві жили; коло вмикання реле РВ – одна жила; живлення гудка ГВ, ОГВ – дві жили; коло живлення реле СМУ – одна жила для кожної стрілки, що передана на місцеве керування; для контролю

стану стрілки на пульті місцевого керування від колонки до стрілочного привода передбачено дві жили для контролю плюсового та мінусового стану на кожну стрілку, що передана на місцеве керування, та одна жила зворотна. Приклади кабельної мережі стрілок наведено на рис. 4.7, 4.8. Приклад підключення кабелів до стрілочних муфт наведено на рис. 4.9.

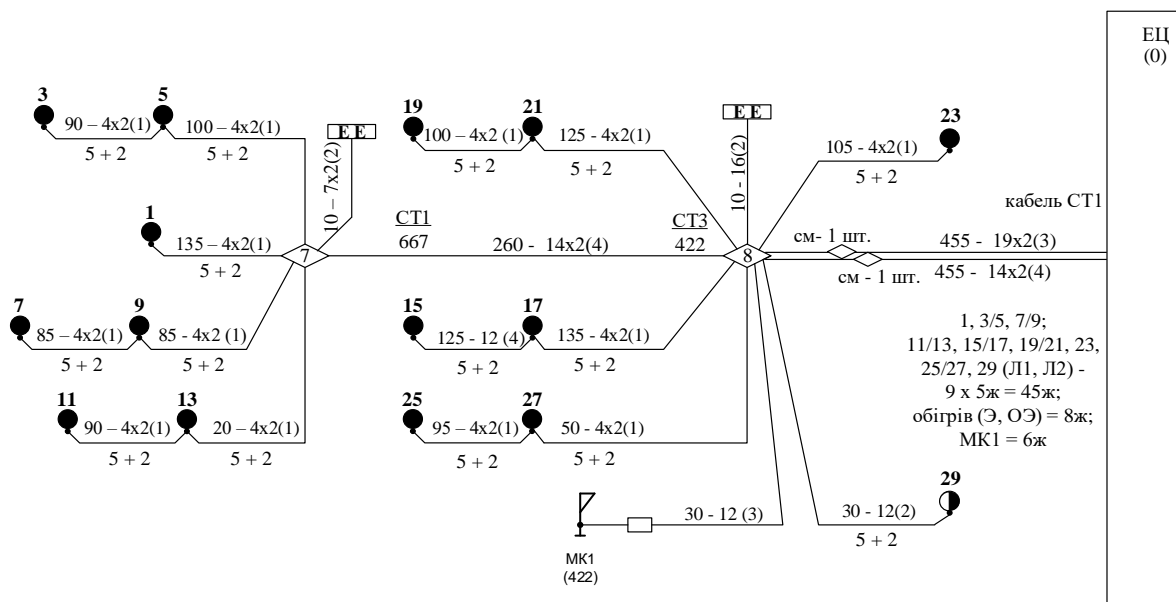


Рис. 4.7. Кабельна мережа стрілок для п'ятипровідної схеми керування стрілочним приводом із електродвигуном змінного струму МСТ-0,3-190/110 В

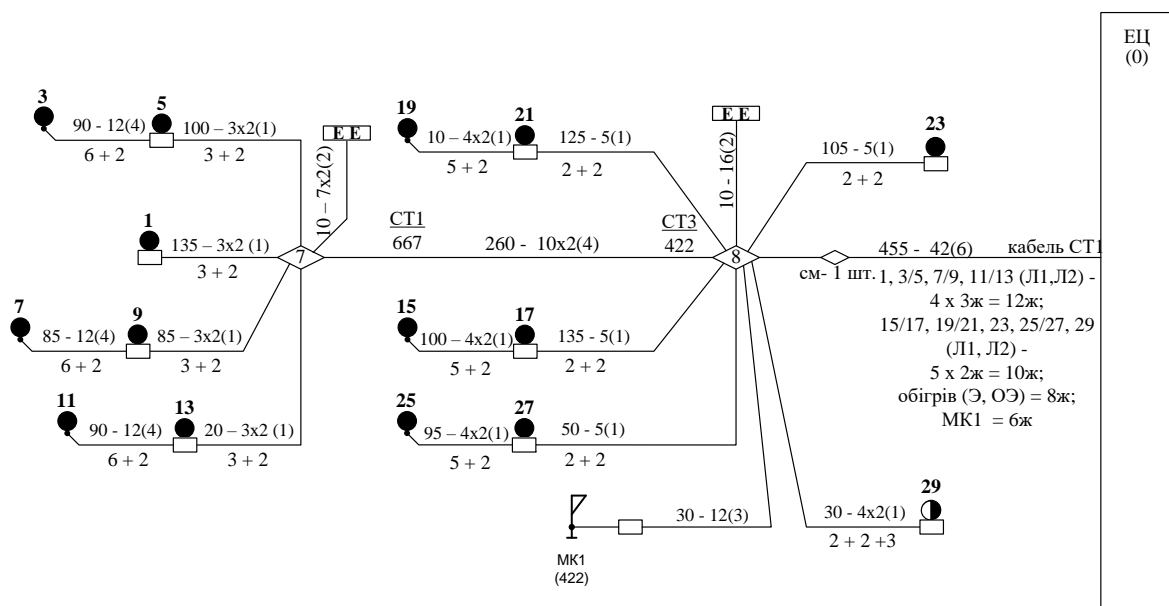


Рис. 4.8. Кабельна мережа стрілок для двопровідної схеми керування стрілочним приводом із електродвигуном постійного струму МСП-0,1-160 В

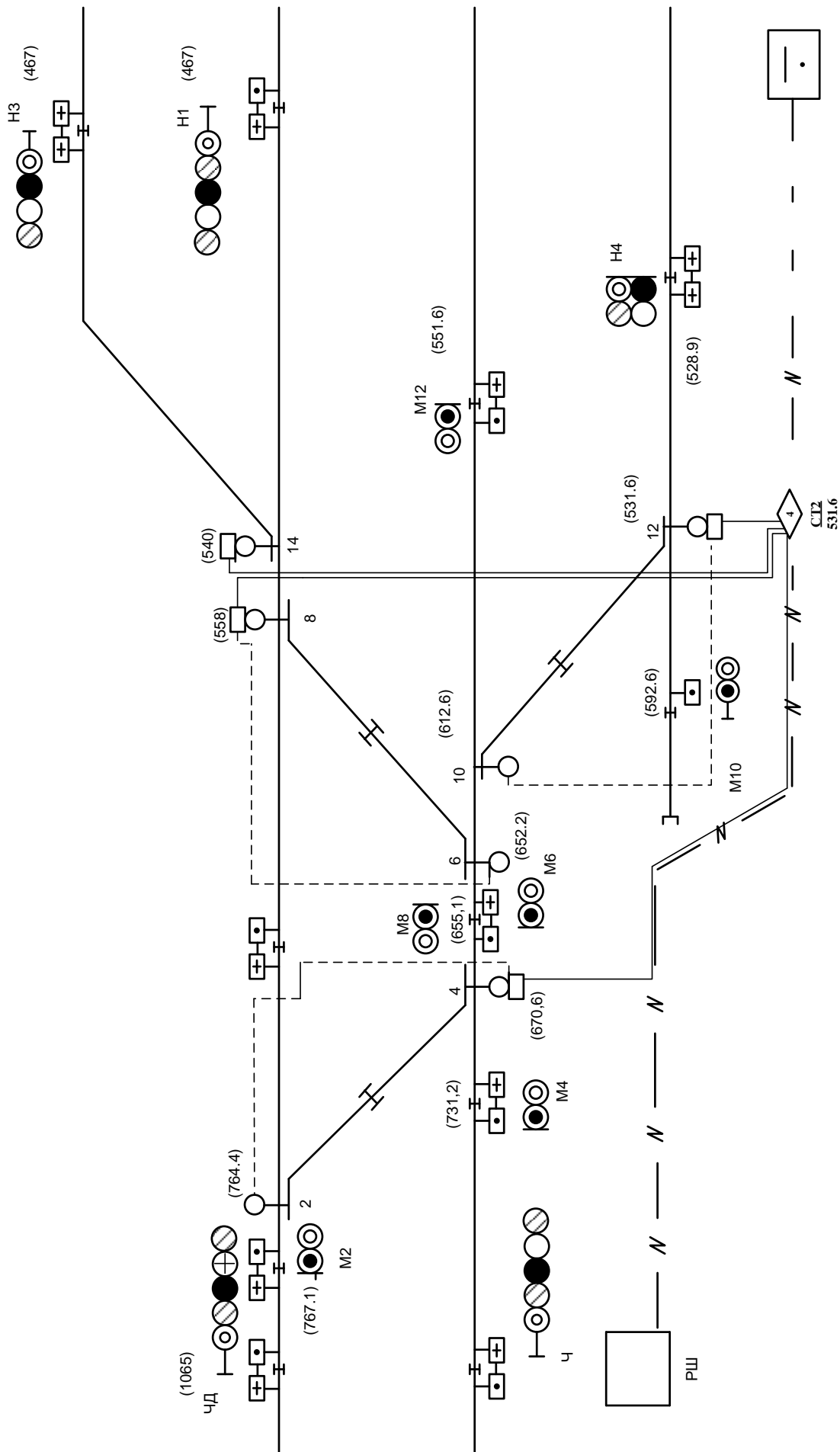


Рис. 4.9. Приклад підключення кабелів до стрілкових муфт.

Для запобігання обмерзання контактів автоперемикача електроприводи випускають із вмонтованими всередині привода пристроями електрообігріву. Над контактами автоперемикача встановлюють два резистори ПЭВ-25-56 Ом, ввімкнені паралельно; напруга на них не має перевищувати 26 В.

Живлення пристроїв електрообігріву подається з поста ЕЦ змінним струмом частотою 50 Гц, напругою 220 В, з наступним зниженням на трансформаторах типу ПОБС-5А. Трансформатори встановлюють у трансформаторних ящиках поруч із розгалужувальною муфтою стрілочних електроприводів.

До одного трансформатора ПОБС-5А підключають не більше п'яти стрілочних електроприводів.

Для одержання на резисторах обігріву напруги  $U_K$  не більше 26 В з поста ЕЦ на первинну обмотку ПОБС-5А подається змінний струм напругою 220 або 237 В. Допустиме спадання напруги в кабелі приймають відповідно 70 чи 87 В.

Допустиме спадання напруги в кабелі  $\Delta U_K$  розраховують за формулою

$$\Delta U_K = 2L_K r I_P, \quad (4.3)$$

де  $L_K$  – довжина кабелю до колійної коробки, м;

$I_P$  – розрахунковий струм у первинній обмотці ПОБС-5А, А (табл. 4.7);

$r = 0,0235$  опір жил кабелю, Ом/м.

Таблиця 4.7

Розрахункові струми, споживані первинною обмоткою трансформатора  
ПОБС-5А

Кількість стрілок	1	2	3	4	5
Розрахунковий струм, А	0,21	0,35	0,57	0,83	1,1

Якщо на первинній обмотці трансформатора ПОБС-5А від 190 до 220 В, то спарені електроприводи підключені по двох жилах паралельно. До першої стрілки прокладають дві жили і між спареними стрілками також дві жили.

Якщо напруга на первинній обмотці трансформатора ПОБС-5А від 150 до 180 В, то резистори кожної стрілки вмикають по окремих жилах. До першої зі спарених стрілок прокладають чотири жили, а між спареними – дві жили.

Наприклад, на рис. 4.9 до трансформатора  $E_2$  підключені стрілки 14, 6, 8, а до трансформатора  $E_4$  – 2, 4, 10, 12.

Спадання напруги до трансформаторів  $E_2$  і  $E_4$  розраховують за виразом (4.3):

$$\Delta U_{E2} = 2 \cdot (565 + 5) \cdot 0,0235 \cdot 0,57 = 15,3 \text{ В},$$

$$\Delta U_{E4} = 2 \cdot (565 + 5) \cdot 0,0235 \cdot 0,83 = 22,3 \text{ В}.$$

Відповідно на первинні обмотки трансформаторів  $E_2$  і  $E_4$  буде надходити напруга

$$U_{E2} - \Delta U_{E2} = 220 - 15,3 = 204,7 \text{ В (205 В)},$$

$$U_{E4} - \Delta U_{E4} = 220 - 22,3 = 197,7 \text{ В (198 В)}.$$

За такої напруги на трансформаторах спарені стрілки підключені паралельно. Після розрахунку напруги на первинній обмотці трансформатора ПОБС-5А (табл. 4.8) необхідно перевірити, щоб довжина кабелю до стрілок була в межах табличних значень.

Наприклад, до трансформатора  $E_4$ , до якого підключена стрілка 4, надходить 198 В. Від трансформатора  $E_4$  до стрілки 4:  $155 + 5 = 160$  м. За таблицею знаходимо, що за напруги 198 В (беремо найближче більше

значення – 200 В) до першої зі спарених стрілок має бути відстань від 25 до 170 м. Між спареними стрілками має бути відстань від 60 до 140 м. За розрахунком, між стрілками 2 і 4 – 115 м. Отже, 160 і 115 м відповідають даним табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Залежність допустимої довжини кабелю між трансформатором ПОБС 5А і приводом стрілки

Напруга на первинній обмотці трансформатора ПОБС-5А, В	Довжина кабелю, м, між трансформатором ПОБС-5А і приводом стрілки при двох жилах			
	До одиночної стрілки	До першої зі спарених стрілок	Між спареними стрілками	До одиночної і спареної стрілки
220	180-410	65-220	140-60	-
210	145-360	45-195	140-60	-
200	105-315	25-170	140-60	-
190	70-265	5-145	140-60	-
180	-	-	-	70-265
170	-	-	-	35-210
160	-	-	-	10-170
150	-	-	-	70-125

Після визначення кількості жил кабелю для керування, очищення, обігріву стрілок дані підсумовують і визначають жильність типового кабелю з урахуванням запасних жил.

#### 4.4. Кабельні мережі релейних трансформаторів рейкових кіл

Для рейкових кіл складають кабельні мережі релейних і окремо живильних трансформаторів.

Кабельну мережу релейних трансформаторів не допускається об'єднувати з іншими кабельними мережами. Від поста ЕЦ до кожного

релейного кінця необхідно запроектувати дві жили. Максимальна довжина кабелю без дублювання жил між колійним реле і дросель-трансформатором або колійним реле і релейним трансформатором наведена в табл. 4.9 і залежить від типу рейкових кіл.

Таблиця 4.9

Максимальна довжина кабелю рейкових кіл

Нормаль	Максимальна довжина кабелю без дублювання, м			Рід тяги
	РП, РМ	Кодувальний трансформатор	Живильний кінець ПП, ПМ	
РЦ 25-12	2500	-	1250	Електротяга постійного струму
РЦ 25-05с	2500	2500	За розрахунком	Електротяга змінного струму

За довжини більше 2500 м від поста ЕЦ дублювання жил виконується за допустимим опором кабелю – 150 Ом і розраховується за формулою

$$r_k = r_0 \cdot l_k \cdot \frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq 150 \text{ Ом}, \quad (4.4)$$

де  $r_k$  – опір кабелю, Ом;

$r_0$  – 0,029, Ом/м, опір 1 м кабелю (питомий опір кабелю);

$n_n, n_0$  – кількість прямих і зворотних жил кабелю.

З виразу (4.4) кількість прямих і зворотних жил дорівнює

$$\frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq \frac{150}{r_0 \cdot l_k}. \quad (4.5)$$



При виконанні цього пункту проєкту необхідно, по-перше, згрупувати релейні кінці для підключення їх до окремих розгалужувальних муфт (за принципами, розглянутими вище); по-друге, скласти кабельну мережу релейних трансформаторів рейкових кіл аналогічно рис. 4.10 (приклад кабельної мережі релейних трансформаторів рейкових кіл за електротяги постійного струму); по-третє, розрахувати довжину та жильність кабелю між відповідними об'єктами кабельної мережі.

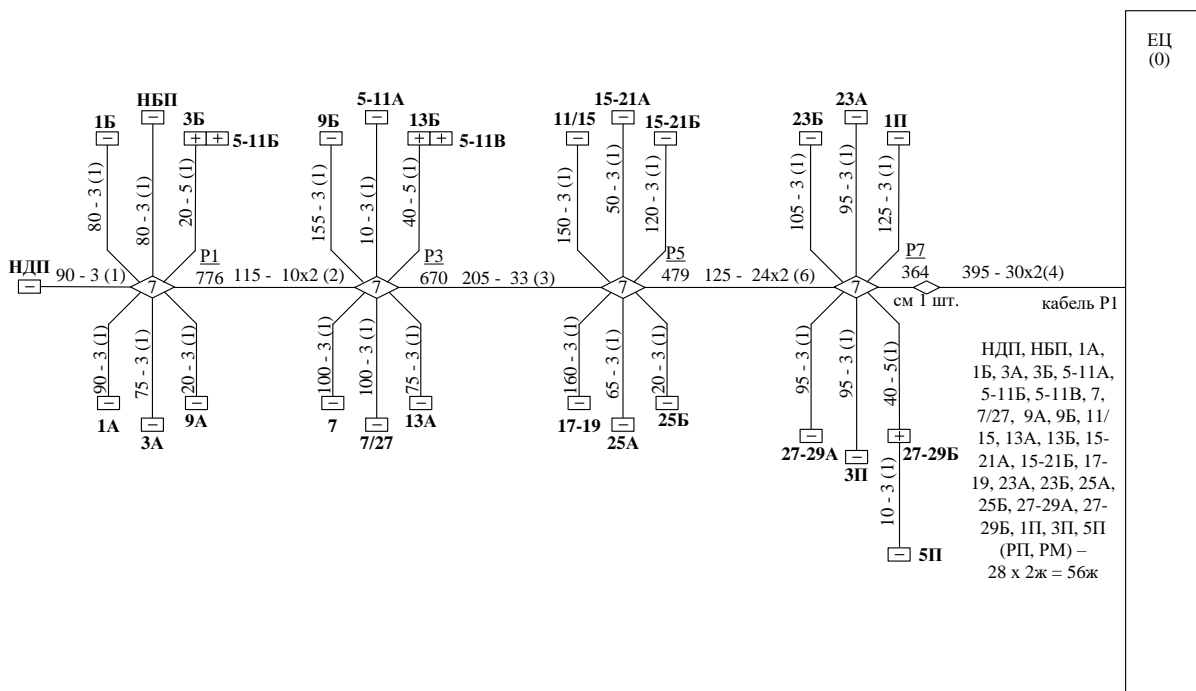


Рис. 4.10. Кабельні мережі релейних трансформаторів рейкових кіл

#### 4.5. Кабельні мережі живильних трансформаторів рейкових кіл

Живильні трансформатори станційних рейкових кіл змінного струму частотою 25 Гц одержують напругу від перетворювачів ПЧ-50/25-300.

Кабельна мережа живильних трансформаторів поєднує жили, необхідні для живлення рейкових кіл, що кодуються; живильний трансформатор кожного рейкового кола, що кодується, незалежно від його типу і довжини, підключається за окремою парою проводів. У

фазочутливого рейкового кола дублювання жил живильного кінця не виконується за довжини кабелю менше 3000 м.

Живильні трансформатори рейкових кіл групують в окремі промені так, щоб порушення живлення одного променя виводило з дії, по можливості, меншу кількість маршрутів. Промінь живлення групують по горловинах станції, районах і залежно від розташування їх на коліях один відносно одного і траси кабелю. Складання кабельної мережі живильних трансформаторів необхідно виконати після згрупування рейкових кіл по проміннях живлення.

Побудова кабельних мереж живильних трансформаторів залежить від типу рейкових кіл.

За електротяги постійного струму до кожного дросель-трансформатора живильного кінця необхідно підключити два проводи. Максимальна довжина жили без дублювання складає 1250 м. У разі більшого віддалення живильного кінця від поста ЕЦ дублювання виконують із розрахунку, що опір кабелю не перевищує 75 Ом за формулами (аналогічно кабельним мережам релейних кінців)

$$r_k = r_0 \cdot l_k \cdot \frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq 75 \text{ Ом}; \quad (4.5)$$

$$\frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq \frac{75}{r_0 \cdot l_k}. \quad (4.6)$$

Кількість жил кабелю між колійними трансформаторами і постом ЕЦ одноступінчатого рейкового кола визначають за припустимим падінням напруги в кабелі ( $\Delta U_k$ ) і розрахунковим струмом ( $I_a$ ) у первинній обмотці трансформатора ПТ за формулою

$$r_k = 0,029 \cdot l_k \cdot \frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} = \frac{\Delta U_k}{I_a}, \quad (4.7)$$

де  $\Delta U_k$  – допустиме падіння напруги (20 В);

0,029 – опір 1 м кабелю, Ом/м;

$l_k$  – довжина кабелю до об'єкта;

$I_a$  – струм у жилі, який визначається за таблицями нормалі РЦ-25-12 ( $\approx 0,05$  А).

За електротяги змінного струму максимальна довжина кабелю до дросель-трансформаторів дорівнює 2500 м. У разі більшої довжини кабелю розрахунок дублювання жил виконують із урахуванням максимально припустимого опору кабелю 150 Ом за формулою

$$\frac{n_n + n_o}{n_n \cdot n_o} \leq \frac{R_{max}}{r_o \cdot l_k}, \leq \frac{150}{0,029 \cdot l_k}, \quad (4.8)$$

де  $r_o$  – опір 1 м кабелю (питомий опір кабелю), 0,029 Ом/м;

$l_k$  – довжина кабелю;

$R_{max}$  – максимальний опір жили кабелю.

Промінь живлення для рейкових кіл без дросель-трансформаторів визначається в такий спосіб. Для рейкових кіл без кодування і з кодуванням з релейного кінця при двоколіній АБ живлення ізолюючих трансформаторів здійснюється від променя живлення (рис. 4.11). Жильність променя живлення розраховують за припустимим падінням напруги в кабелі ( $\Delta U=20$  В) і розрахунковим струмом  $I_{розр.}$ , який визначають згідно з нормами рейкових кіл [14–23].

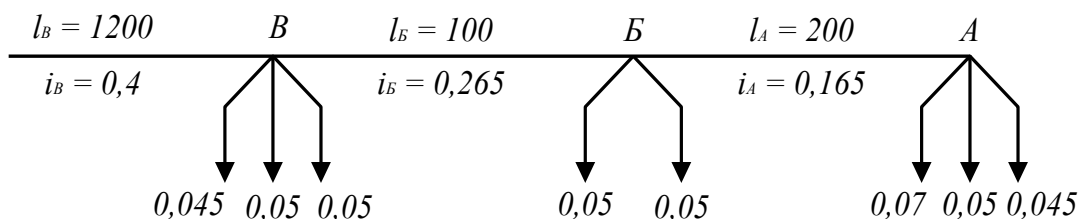


Рис. 4.11. Розрахунок променів живлення

При виконанні цього пункту проєкту необхідно, по-перше, згрупувати живильні кінці для підключення їх до окремих розгалужувальних муфт (за принципами, розглянутими вище); по-друге, скласти кабельну мережу живильних трансформаторів рейкових кіл (рис. 4.12) (приклад кабельної мережі живильних трансформаторів рейкових кіл за електротяги постійного струму); по-третє, розрахувати довжину та жильність кабелю між відповідними об'єктами кабельної мережі.

Приклад схеми кабельної мережі живильних трансформаторів із зазначенням довжини і жильності кабелю на кожному її відрізку та підключення до муфт наведені на рис. 4.12, 4.13.

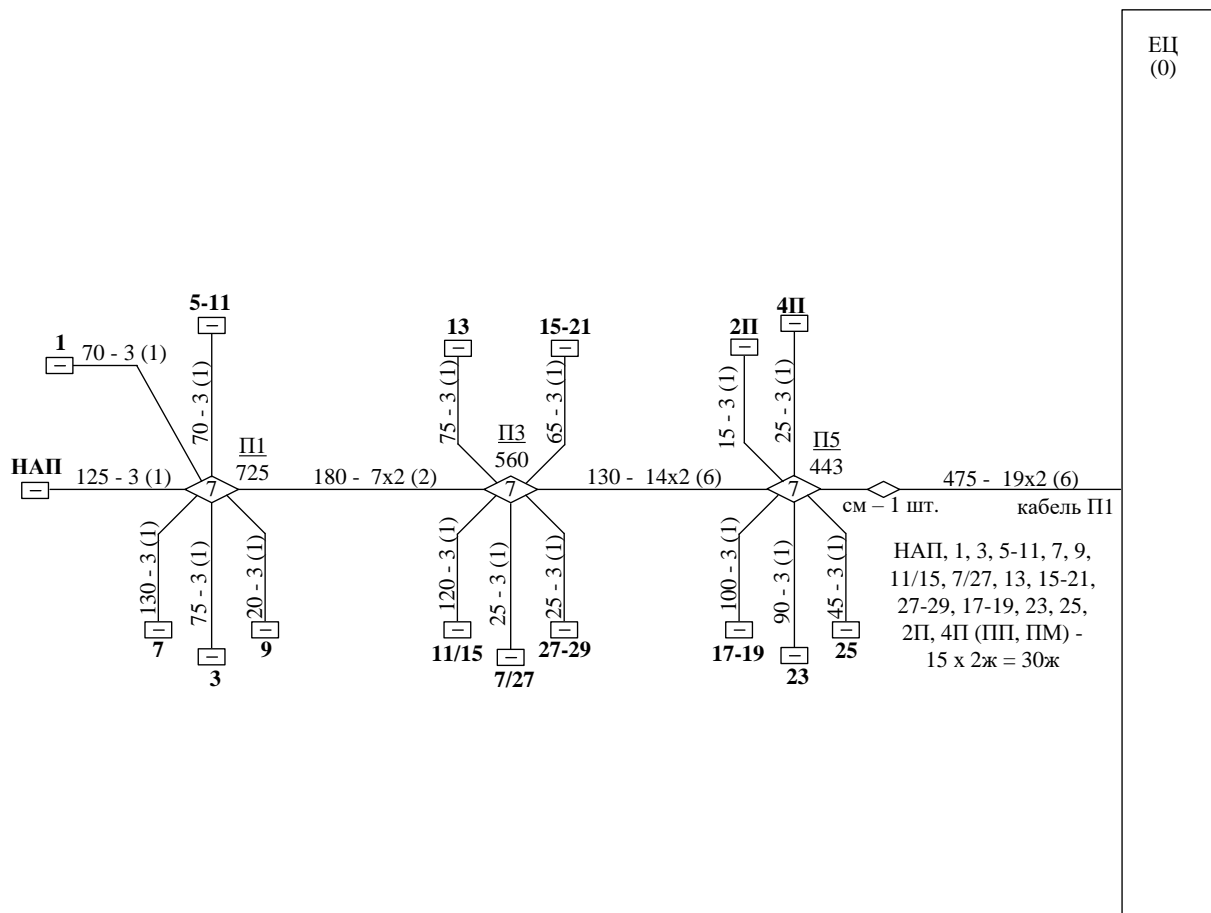


Рис. 4.12. Кабельні мережі живильних трансформаторів рейкових кіл

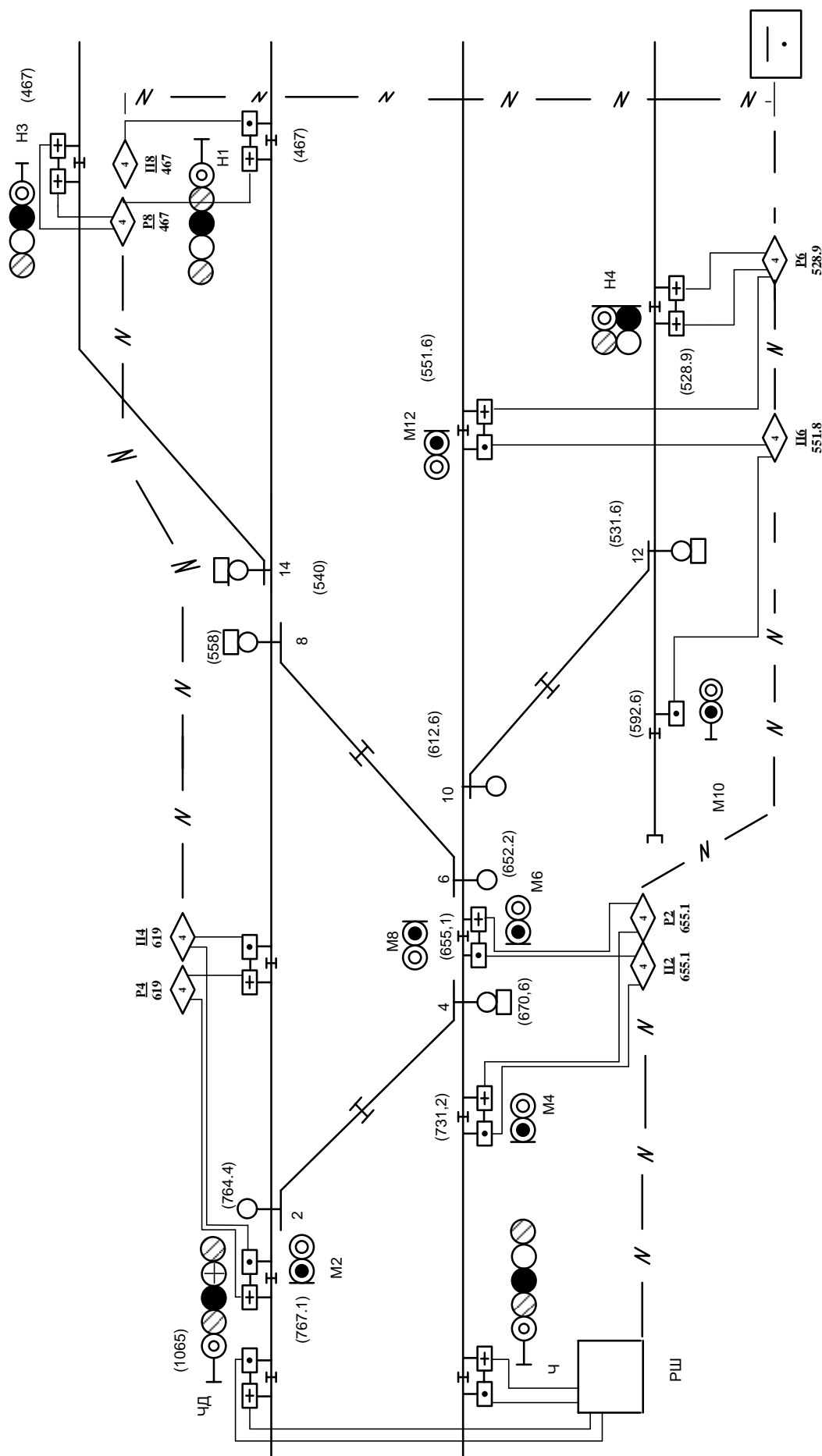


Рис. 4.13. Приклад підключення кабелів рейкових кіл до муфт.

#### 4.6. Кабельна мережа точкових колійних датчиків

Точкові колійні датчики набувають усе більшого значення в сучасних системах МПЦ, особливо на промисловому транспорті.

Спочатку необхідно здійснити розставлення точкових колійних датчиків (ТД) на схематичному плані станції. При цьому слід дотримуватися головного принципу: колійні датчики мають забезпечувати контроль усіх можливих видів пересувань рухомого складу в межах контрольованої ділянки.

ТД встановлюють:

- у створі зі станційними світлофорами;
- на стрілочних ділянках,
- на кінцях безстрілочних ділянок.

Найпростішу схему встановлення ТД застосовують для перегонів і безстрілочних ділянок, вона має два комплекти обладнання, що розташовується на кінцях ділянки (рис. 4.14).

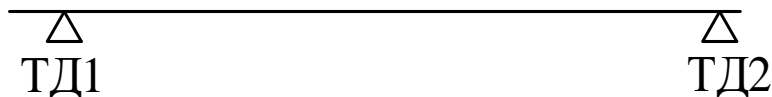


Рис. 4.14. Розміщення ТД для нерозгалужених ділянок

Для розгалужених ділянок реалізація ускладнена через кількість стрілок і варіанти поїзних і маневрових пересувань. Найпростішим є варіант із однією стрілкою, за якого датчики встановлюють перед входом на стрілку та в містах виходу при мінусовому чи плюсовому положенні стрілки (рис. 4.15).

Ситуація складніша на стрілочних ділянках зі складним колійним розвитком, тут слід брати до уваги розташування стрілок, щоб не

допустити пропускання рухомої одиниці. Прикладом такої розгалуженої ділянки буде стрілочна колія з двома стрілками в одному напрямку (рис. 4.16).

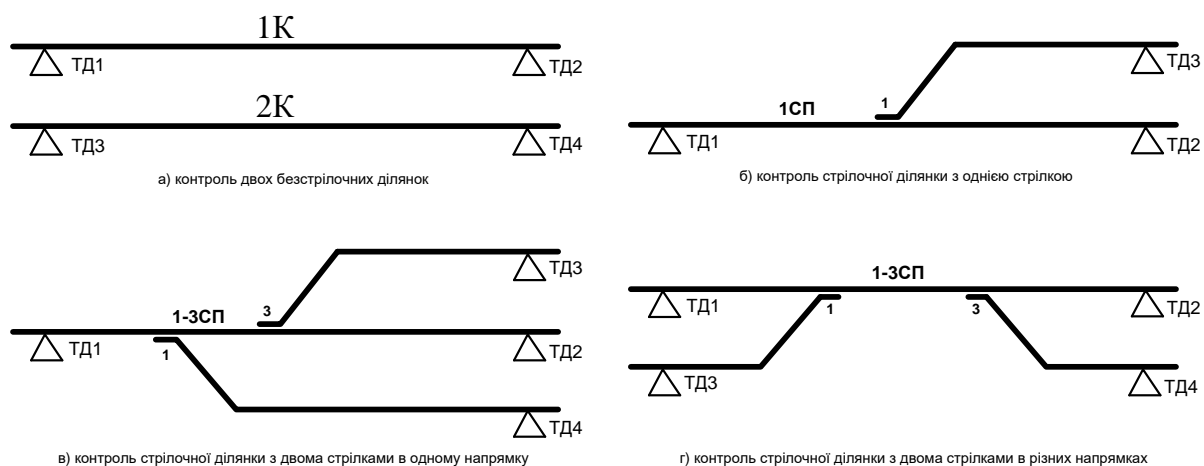


Рис. 4.15. Варіанти розміщення ТД для розгалужених ділянок

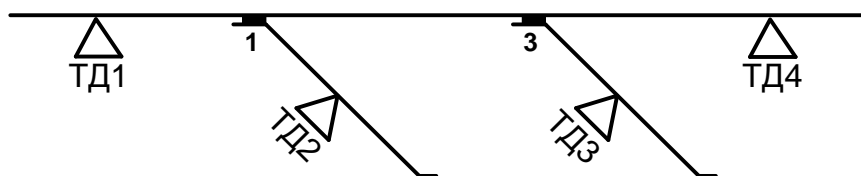


Рис. 4.16. Варіант розміщення ТКД для розгалужених ділянок із двома стрілками в одному напрямку

Наступна конфігурація дещо подібна до попередньої, але має стрілки, розташовані в різних напрямках (рис. 4.17).

Аналогічно до варіантів на рис. 4.16, 4.17 встановлюють ТД на ділянках зі спареними стрілками: два датчики перед гострыками стрілок та один посередині, для контролю пересування рухомого складу в разі мінусового положення стрілки (рис. 4.18).

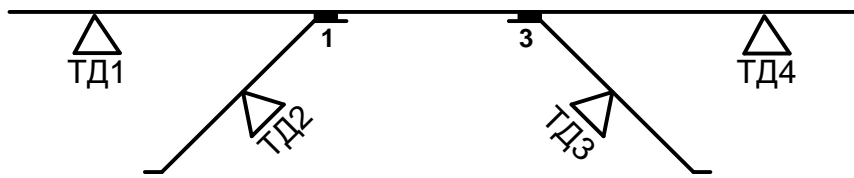


Рис. 4.17. Варіант розміщення ТД для розгалужених ділянок із двома стрілками в різних напрямках

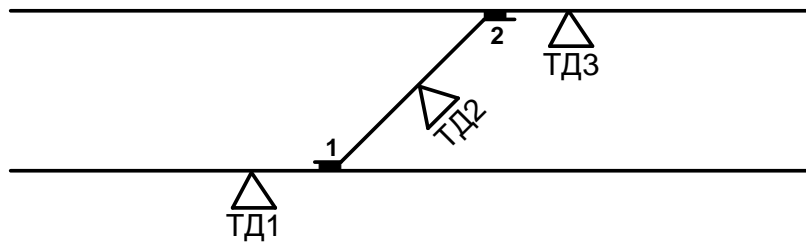


Рис. 4.18. Варіант розміщення ТД для розгалужених ділянок зі спареними стрілками

Датчик, встановлений усередині, забезпечує контроль пересування рухомого складу за мінусового положення стрілки.

Технічними рішеннями для проектування напільного обладнання системи з точковими датчиками передбачено прокладання окремої кабельної пари від кожного з напільного модуля до постових пристроїв. Це показано на прикладі кабельного плану горловини станції (рис. 4.19).

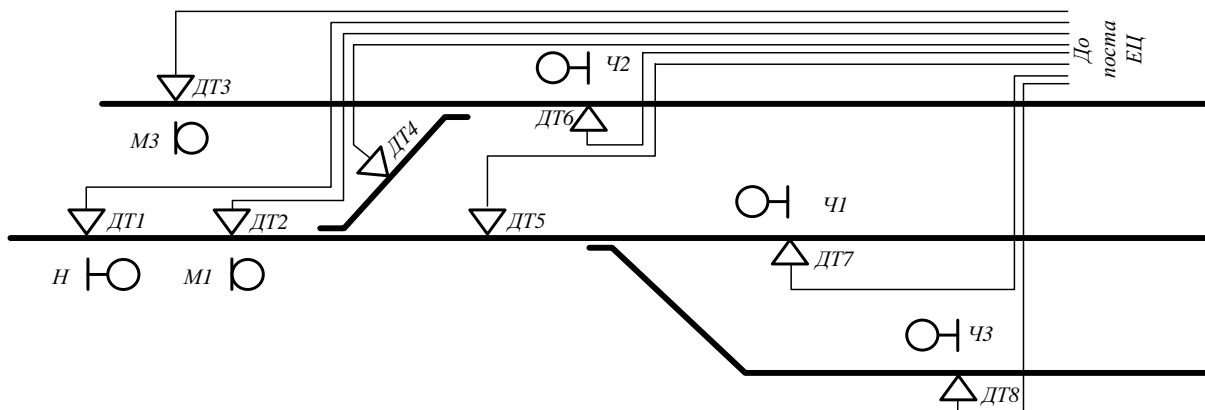


Рис. 4.19. Фрагмент кабельного плану точкових датчиків для горловини станції



Оскільки для зв'язку напільного обладнання з постовим застосовують єдине для всієї станції технічне рішення і єдину змінну напругу  $U_{\text{вх}} = U_{\text{вх}} \sin 2\pi f_c t$ , то для передавання інформації та електроживлення можливе використання одного двопроводового кола. При цьому всі напільні модулі станції (або горловини станції) можуть бути включені паралельно, а передавання на пост ЕЦ інформації про кількість осей ділянок колії або секцій здійснюється способом часового розподілу інтервалів передавання інформації, що синхронізуються частотою мережі змінної напруги.

Тому кабельний план тієї самої горловини станції тепер набуде такого вигляду, як на рис. 4.20, з якого видно, що матеріалоємність кабельної продукції станції може бути істотно знижена.

Матеріалоємність кабельної продукції, тобто витрати кабелю для першої схеми (рис. 4.19) може бути виражена такою залежністю [14–23]

$$G_{\text{каб}1} = f\left(\sum_{i=1}^k l_{\text{каб}.1}\right),$$

де  $i$  – довжина кабелю від  $i$ -го напільного модуля до поста ЕЦ;

$k$  – загальна кількість напільних модулів у горловині станції.

Для другої схеми (рис. 4.20) аналогічна залежність має вигляд [6]

$$G_{\text{каб}2} = f\left(\sum_{m=1}^k l_{\text{каб}.(m-n)}\right),$$

де  $l_{\text{каб}.(m-n)}$  – довжина кабелю між напільними модулями  $m$  та  $n$ .

Вочевидь, при рівних значеннях  $k$ , оскільки  $l_{\text{каб}1} > \Delta l_{\text{каб}2} (m-n)$  (крім випадку, коли  $m=1$ ),  $G_{\text{каб}1} > G_{\text{каб}2}$ , що визначає економічну доцільність застосування кабельної мережі за схемою на рис. 4.20.

На схемі рис. 4.20 суцільними лініями кабельного плану показано магістральне з'єднання напільних модулів із постом ЕЦ. Для підвищення надійності функціонування станційних пристроїв системи рахування осей можливе за кільцеве підключення напільних модулів. Це забезпечить працездатність кабельної мережі в разі появи будь-якого одного місця обриву.

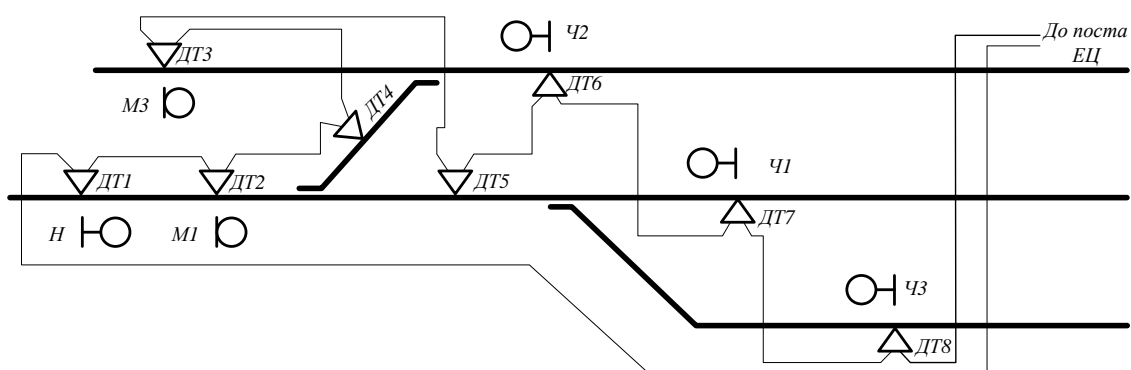


Рис. 4.20. Фрагмент кабельного плану точкових датчиків для горловини станції з магістральним з'єднанням напільних модулів

На сьогодні не існує типових проєктних рішень стосовно підключення точкових датчиків до апаратури обробки їхніх сигналів. Тому при проєктуванні кабельної мережі слід дотримуватися рекомендацій виробника цієї продукції. На рис. 1.2 показано схематичний план станції, на якій встановлена система з точковими датчиками та рейковими колами.

Наприклад системи лічення осей фірми Frauscher (Фраушер), яка є однією з провідних у світі, передбачають підключення кабелю точкового датчика до напільного електронного модуля. Сигнал із напільного модуля в цифровій формі за стандартним протоколом спеціальним кабелем подається до поста централізації. На думку розробників, напільні модулі можуть бути поєднані у вигляді локальної мережі, також є обмеження

щодо довжини кабелю від точкового датчика до електронного напільного модуля.

Функціонування системи лічення осей базується на ліченні осей, які в'їжджають і виїжджають з ділянки колії (FMA).

Якщо вісь рейкового транспортного засобу перетинає датчик колеса на початку ділянки колії (FMA), система лічення осей збільшує показання лічильника відповідної ділянки колії (FMA) на одну вісь. У випадку, коли вісь рейкового транспортного засобу перетинає датчик колеса наприкінці ділянки колії (FMA), система лічення осей зменшує показання лічильника відповідної ділянки колії (FMA) на одну вісь. Ця процедура працює в обох напрямках руху.

Шляхом порівняння кількості підрахованих і відрахованих осей можна зробити висновок про статус ділянки колії (FMA) («вільно» або «зайнято»). Залежно від показань лічильника та/або стану ділянки колії (FMA) відбувається формування такої інформації:

- якщо показання лічильника ділянки (FMA) дорівнює «0», плата оцінки виводить статус «вільно» для цієї ділянки (FMA) за умови, що нема станів несправності;
- якщо показання лічильника ділянки (FMA)  $>$  «0», плата оцінки виводить статус «зайнято» для цієї ділянки;
- якщо показання лічильника ділянки (FMA) є від'ємним, плата оцінки виводить статус «зайнятий» або «несправний» (відмовний статус), а також індикацію помилки;
- якщо апаратура ділянка колії (FMA) несправна, незалежно від показань лічильника, оцінна плата виводить статус «несправний».

На початку та наприкінці кожної ділянки колії (FMA) є датчик колеса, який утворює лічильну точку разом із платою захисту від перенапруги BSI та лічильною платою АЕВ (рис. 4.21). Це дає змогу зафіксувати проходження всіх типів залізничних транспортних засобів, які

рухаються по колії, а також напрямок руху за допомогою двох електронних сенсорних систем.

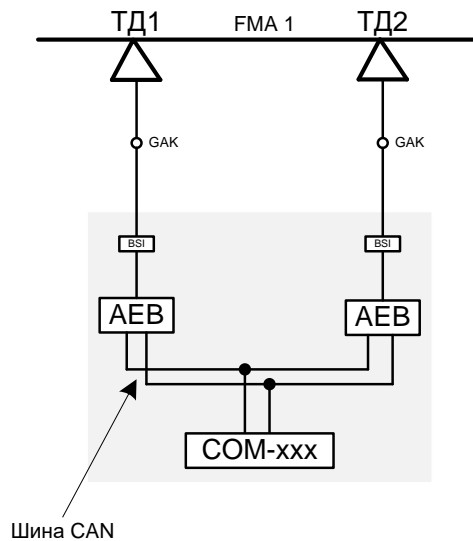


Рис. 4.21. Структурна схема апаратури лічення осей

Усі компоненти FAdC мають два канали, крім того, система може бути спроектована з резервуванням.

Інформація про вісь від датчика колеса передається через чотирижильний кабель до плати оцінювання АЕВ, з'єднаний з іншими платами АЕВ через шину CAN. Після оцінювання інформації про осі АЕВ генерує індикацію вільності або зайнятості. Ця індикація передається від АЕВ до плат СОМ, які також підключені до шини CAN. Індикацію «вільно» або «зайнято» можна вивести для подальшої обробки за допомогою важливого протоколу через інтерфейс Ethernet на СОМ. Індикація зайнятості також може виводитися через так званий сухий контакт реле (без напруги) від ІО-ЕХВ, підключеного до АЕВ.

Якщо дві секції ділянки (FMA) контролюються одним АЕВ, тоді загальна кількість плат АЕВ, які можна підключити до головної лічильної плати, не має перевищувати 20 одиниць, за схемою на рис. 4.22.

Максимальна кількість осей на ділянці колії (FMA) становить 8191.

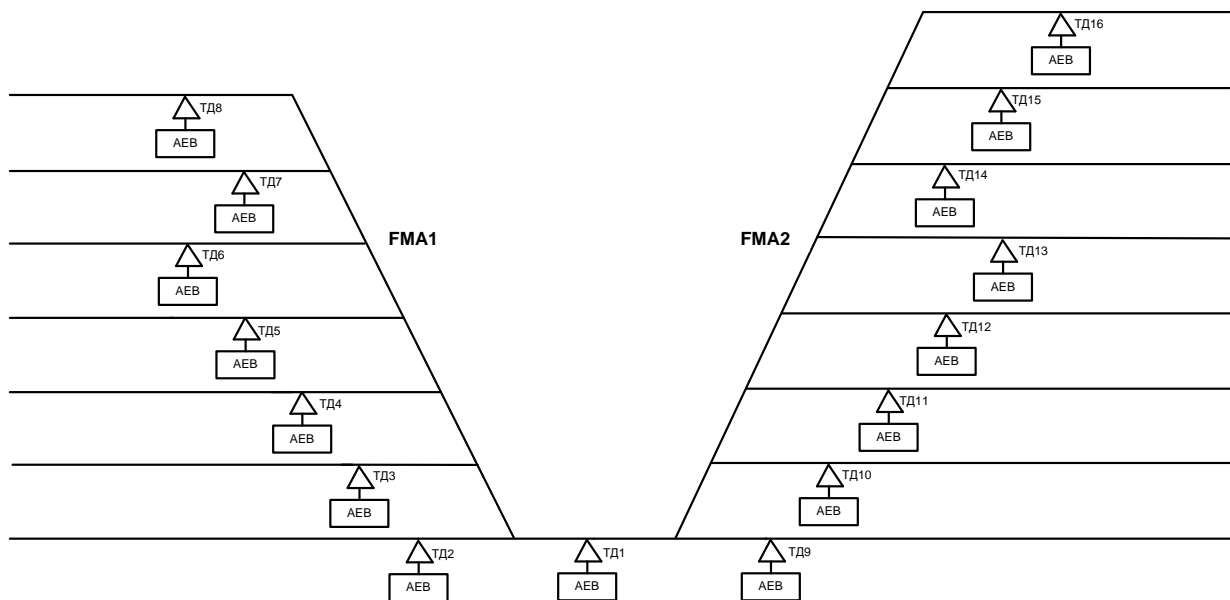


Рис. 4.22. Схема підключення лічильних плат для двох ділянок з максимальним навантаженням

Перед використанням АЕВ його необхідно налаштувати відповідно до проектної документації та переконатися, що інформація є повною і правильною.

Далі розглянемо схему підключення колійних датчиків до апаратури оброблення сигналів, яке може знаходитися у приміщенні поста централізації або у спеціальній шафі.

Джерело живлення, необхідне для роботи датчика колеса, забезпечується через інтерфейс «датчик колеса». Вихідна напруга гальванічно відокремлена від джерела живлення системи. Кабель точкового колійного датчика має обмежену довжину, тому він приєднується до колійної сполучної коробки ГАК. Сполучна коробка забезпечує під'єднання до кабелю, який сполучений із постовим обладнанням.

Для захисту від перенапруги встановлюють плати BSI004 (для колісного датчика RSR180) або BSI005 (для колісного датчика RSR123) і, за бажанням, кабельний розподільник і/або кабельна кінцева рама КА

мають бути між колійною сполучною коробкою GAK і з'єднувальною платою BP-PWR (рис. 4.23). З'єднувальну коробку з боку колії можна замінити штекерним з'єднанням.

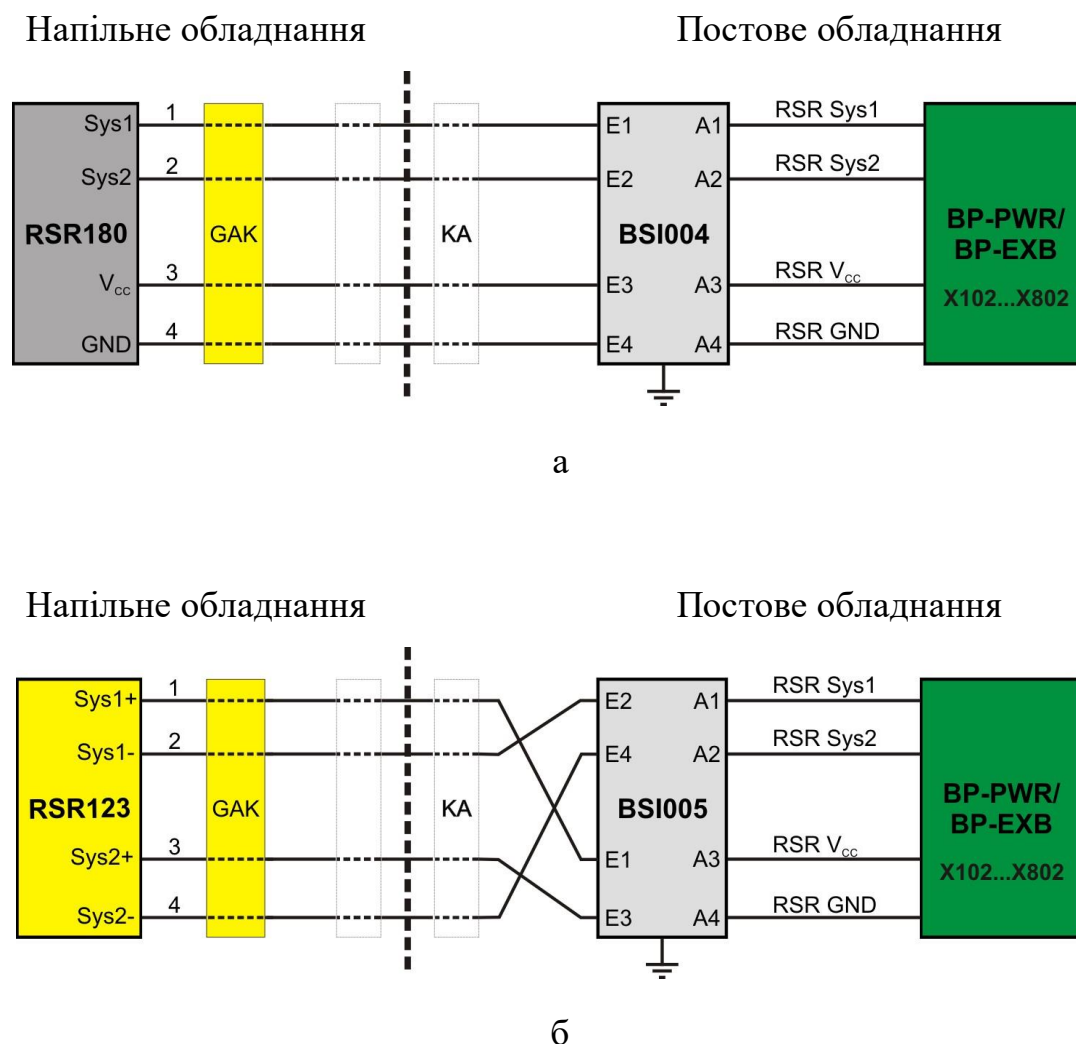


Рис. 4.23. Схеми підключення точкового колійного датчика до постового обладнання: а – датчика колеса RSR180; б – датчика колеса RSR123

Колеса RSR180 і RSR123 відрізняються діаметром обода, для магістрального залізничного транспорту це RSR180.

У колійній з'єднувальній коробці GAK кабель датчика коліс з'єднується з кабелем, який проходить до внутрішнього обладнання.

Колійна з'єднувальна коробка служить лише як затискний вузол і взагалі не містить електроніки. Як правило, для кожного датчика колеса використовують одну з'єднувальну коробку на колії. У стандартній версії близько чотирьох датчиків коліс можна підключити до колійної з'єднувальної коробки, якщо це можливо, залежно від довжини кабелів датчиків коліс (наприклад у точках). У верхній частині з'єднувальної коробки з боку колії встановлена алюмінієва пластина, яку можна позначити або вигравірувати відповідно. З'єднувальну коробку біля колії можна замінити за бажанням штекерним з'єднанням.

Впровадження точкових датчиків на магістральному транспорті України ускладнено вимогами забезпечення кодування станційних колій із безупинним пропусканням поїздів. На рис. 4.24 наведено приклад виконання схематичного плану станції з рейковими колами і точковими датчиками.

Головні та бокові колії, по яких передбачено кодування, додатково обладнують типовими рейковими колами, інші ділянки та колії – точковими датчиками, що виконують функцію контролю наявності рухомого складу в їхніх межах. Такий підхід забезпечує можливість модернізації станцій, де відбувається кодування головних і бокових колій, що примикають до них, із мінімізацією витрат на переукладання кабельної мережі. Отже, вимога обов'язкового кодування головних колій станцій магістрального залізничного транспорту України може бути реалізована в системах із точковими датчиками саме суміщенням апаратури рейкових кіл із пристроями кодування.

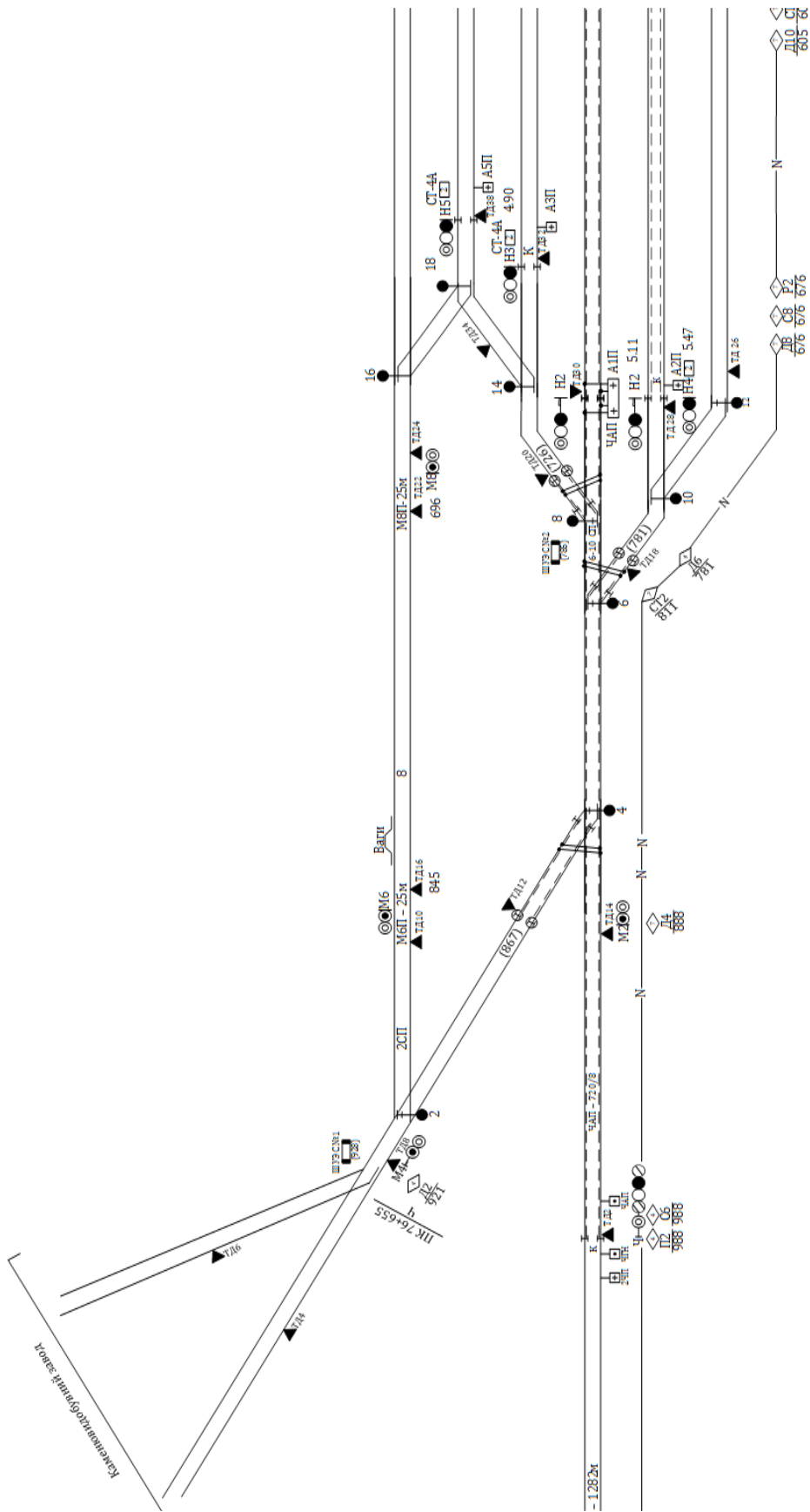


Рис. 4.24. Пример схематического плана станции с рейковыми колами та точковими датчик;



## 5. Індивідуальні завдання для розвитку практичних навичок і творчих здібностей

У цьому розділі наведено індивідуальні завдання для закріплення матеріалу, викладений у посібнику.

### 5.1. Завдання до розділу 1. Розроблення схематичного плану станції з осигналюванням

Перелік можливих варіантів завдань наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

#### Варіанти індивідуальних завдань

Вид тяги*	ЕТ		ЕП		ЕТ		ЕП	
Довжина приймально-відправних колій, м	850		1250		1050		850	
Відстань між осями суміжних колій, м	5,3		5,5		6,0		6,5	
Горловина	парна		непарна		парна		непарна	
Тип стрілочного двигуна	Постійного струму		Постійного струму		Змінного струму		Змінного струму	
Станція (рис. 5.1)	Маршрут для розроблення електричних схем (маршрут обирається за двома останніми цифрами шифру здобувача)							
	номер	приймання на колію	номер	відправлення з колії	номер	маневри на колію	номер	маневри з колії
І	2	3	4	5	6	7	8	9
а	01	4	02	5	03	8	04	6
б	05	2	06	6	07	7	08	4
в	09	9	10	7	11	1	12	2
г	13	4	14	6	15	5	16	3
д	17	10	18	6	19	8	20	3

Продовження табл. 5.1

<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
е	21	5	22	6	23	7	24	4
ж	25	4	26	4	27	9	28	7
з	29	8	30	10	31	1	32	2
и	33	7	34	2	35	3	36	1
к	37	2	38	7	39	6	40	10
л	41	1	42	9	43	5	44	6
м	45	10	46	6	47	3	48	2
н	49	6	50	3	51	2	52	10
о	53	3	54	2	55	10	56	5
п	57	2	58	2	59	12	60	6
р	61	2	62	10	63	5	64	7
с	65	10	66	12	67	8	68	3
т	69	9	70	4	71	4	72	7
у	73	5	74	7	75	6	76	4
ф	77	4	78	3	79	9	80	6
а	81	12	82	6	83	6	84	3
б	85	7	86	4	87	3	88	2
в	89	4	90	11	91	7	92	1
г	93	6	94	3	95	4	96	2
д	97	3	98	12	99	1	100	8

*Примітка.* ЕП, ЕТ – електротяга постійного та змінного струму відповідно.

Конкретний варіант визначає викладач, можливі інші завдання, але вони мають бути узгоджені з викладачем. Схематичні плани станцій для виконання індивідуальних завдань наведені на рис. 5.1. Розрахунок ординат здійснюється відповідно до методики, наведеної в першому розділі посібника, і числових даних індивідуального завдання, зведених у табл. 5.1.

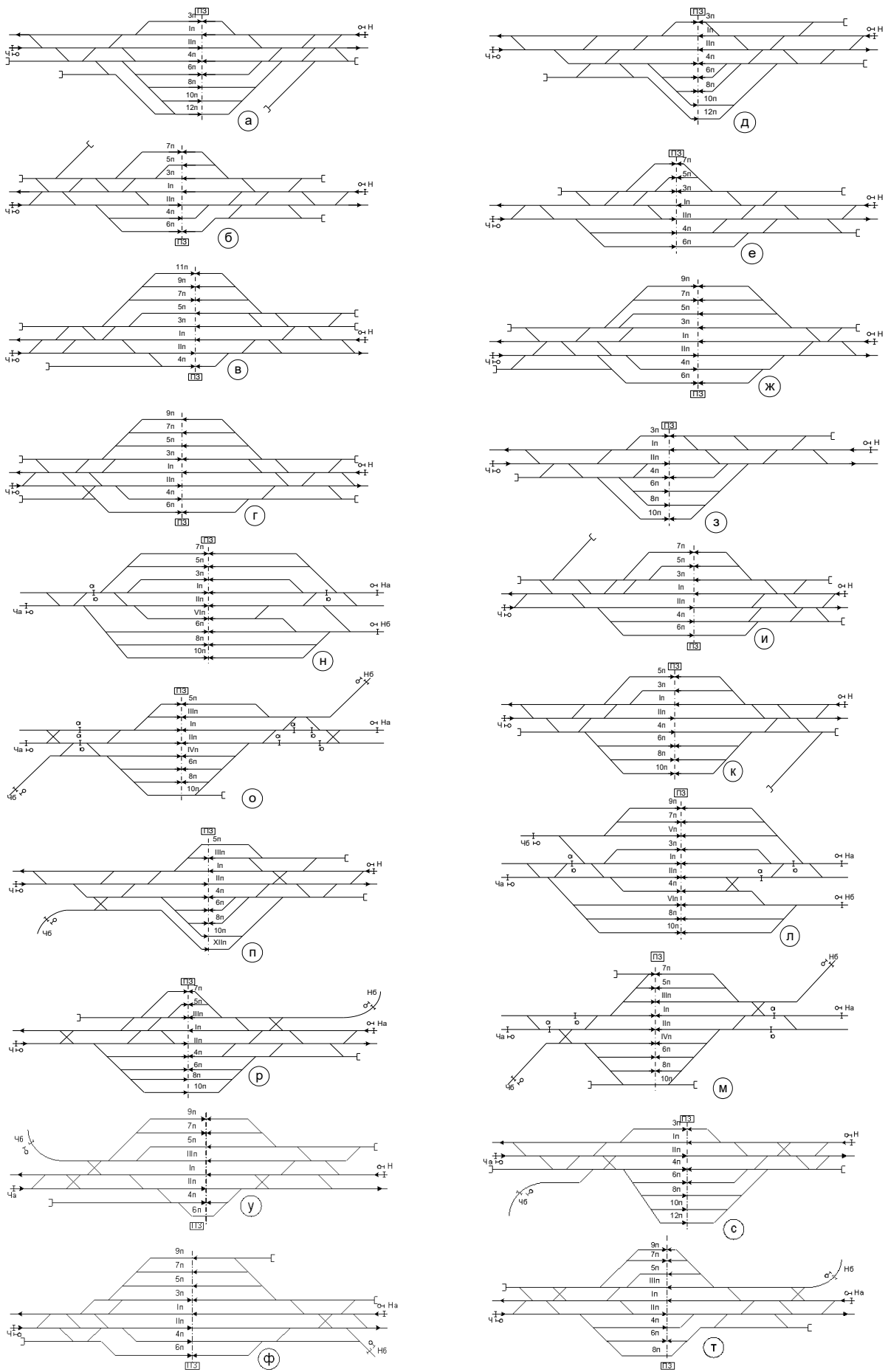


Рис. 5.1. Схематичні плани станцій для виконання індивідуальних завдань

На схематичному плані станції у встановлених позначеннях мають бути показані колії, ізолюючі стики, стрілки, сигнали, пости централізації, релейні шафи, батарейні шафи. Крім того, необхідно дати характеристику станції й обґрунтувати розміщення сигналів, визначити колії безупинного пропускання поїздів, за наявності тупиків вказати їхнє можливе призначення; пояснити встановлення маневрових світлофорів, визначити умови безпечного виконання місцевої маневрової роботи; за наявності негабаритних стиків визначити умови безпечного пересування рухомого складу в цій частині станції.

## **5.2. Завдання до розділу 2. Розроблення схеми ізоляції колій станції**

Двонитковий план розробляють для горловини схематичного плану станції, який був виконаний у попередньому завданні. На двонитковому плані необхідно показати колії і стрілки (у двонитковому зображенні), стрілочні електроприводи, світлофори, пости централізації та інші будівлі, до яких проводять кабель; релейні шафи, батарейні шафи, ізолюючі стики, стрілочні з'єднувачі, дросель-трансформатори, кабельні стійки, розгалужувальні муфти, трансформаторні ящики, трасу магістральних кабелів.

Слід пояснити розміщення стрілочних з'єднувачів, особливості контролю бокових відгалужень рейкових кіл, встановлення колійних реле на відгалуженнях та інші питання, пов'язані зі сталим функціонуванням рейкових кіл. У разі виникнення необхідності перенесення ізолюючих стиків це також потребує надання необхідних пояснень.

Також необхідно пояснити, як саме забезпечено кодування головних і бокових колій безупинного пропускання поїздів, обґрунтувати трасу прокладання кабельної магістралі.

Після розроблення схеми каналізації тягового струму доцільно пояснити умови пропускання зворотного тягового струму, звернувши особливу увагу на тупики та нестандартні ситуації. Особливої уваги потребують питання боротьби з асиметрією тягового струму, забезпечення стійкості кодування рейкових кіл. У разі встановлення відсмоктувальних фідерів необхідно пояснити не тільки питання асиметрії тягового струму, а й безпеки навченого персоналу.

### **5.3. Завдання до розділу 3. Розроблення технічних рішень МПЦ**

Необхідно розробити такі схемні рішення:

- загальна структура системи;
- структурна схема підсистеми верхнього рівня;
- схема підключення об'єктних контролерів до центральної частини системи(за наявності);
- схеми керування стрілкою, маневровим і поїзним світлофором, схема знімання інформації з апаратури рейкових кіл.

Надати пояснення:

- про будову структурної схеми МПЦ, принципи досягнення показників функційної безпечності, відмовостійкості та ремонтпридатності;
- способи резервування, дублювання та інші технічні та організаційні заходи для забезпечення встановлених показників функціонування;
- будову підсистеми верхнього рівня, способи введення команд і відображення інформації, забезпечення інформаційної взаємодії компонентів системи (опис локальних мереж МПЦ);

– будову підсистеми середнього рівня (логіки централізації), способи досягнення безпечності її роботи за реалізації функцій, критичних до безпеки;

– будову підсистеми нижнього рівня, опис функціонування схемних рішень включення напільного обладнання.

Проаналізувати роботу МПЦ при пошкодженнях окремих компонентів (елементів контролерів, АРМів персоналу, мережевого обладнання, схем узгодження тощо).

#### **5.4. Завдання до розділу 4. Кабельні мережі**

Схема кабельної мережі світлофорів і маршрутних покажчиків (якщо останні передбачені). Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в табл. 5.2.

Схема кабельної мережі стрілок із зазначенням довжини і жильності кабелю по кожному її відрізу. Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в табл. 5.2.

При виконанні цього пункту необхідно, по-перше, згрупувати стрілки для підключення їх до відповідних розгалужувальних муфт; по-друге, скласти кабельну мережу стрілок; по-третє, підрахувати довжину кабелю між об'єктами; по-четверте визначити кількість жил до кожної стрілки з урахування дублювання по довжині кабелю від стрілки до поста ЕЦ.

Схема кабельної мережі живильних трансформаторів із зазначенням довжини і жильності кабелю на кожному її відрізу. Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в табл. 5.2.

Схема кабельної мережі релейних трансформаторів із зазначенням довжини і жильності кабелю на кожному її відрізу. Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в табл. 5.2.

## Розрахунок довжини та кількості жил кабелів

Назви РМ (С, СТ, Р, П) і об'єктів	Ордината об'єкту згідно з двонитковим планом станції	Відстань між ординатами об'єктів ЕЦ по двонитковому плану – $L, м$	Кількість переходів під колією – $n$	Довжина переходу під колією, або міжколійна відстань $b, м$	Довжина кабелю на введення в пост ЕЦ та (або) відстань від траси кабелю до об'єкта – $L_{в}, м$	Додаткова довжина кабелю $1,5 + 1$ або $2(1,5 + 1) - L_{д}, м$	Довжина кабелю від поста ЕЦ до муфти РМ або об'єктної муфти, або між об'єктами – $L_{к}(м)$	Необхідне число робочих жил групового й індивідуального кабелів	Кількість необхідних запасних жил	Всього жил (не менш)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пост ЕЦ → перша РМ (ордината)										
Перша РМ (ордината) → об'єкт (ордината)										
Перша РМ (ордината) → друга РМ (ордината)										
Друга РМ (ордината) → об'єкт (ордината)										

Навести опис конструкції та схеми обробки сигналів обраного точкового колійного датчика, обґрунтувати розставлення їх та принцип побудови кабельної мережі. Навести схему розстановлення точкових датчиків на станції, структурну схему підключення точкового датчика до апаратури оброблення його сигналів і схему кабельної мережі колійних точкових датчиків для обраної станції.

### 5.5. Оформлення результатів роботи

Дані для проєктування обираються здобувачем із завдання, виданого викладачем, або за двома останніми цифрами навчального шифру з табл. 5.1 і рис. 5.1.

Результати розроблення оформляють у вигляді креслень і розрахунково-пояснювальної записки. Не слід переписувати текст пояснень, вказівок або текст із літературних джерел.

Записку слід оформляти відповідно до наведених у посібнику рекомендацій і вимог до проектно-конструкторської документації. При виконанні курсового або дипломного проекту необхідно дотримуватися вимог і рекомендацій щодо оформлення креслень і пояснювальної записки, викладених у методичних вказівках [11]. Розмір аркуша креслення має бути кратний розміру стандартного аркуша розрахунково-пояснювальної записки (210×297 мм).

Виправлення за зауваженнями роблять на чистому боці аркуша або додатковому аркуші. **Категорично заборонено переписувати або передруковувати ті аркуші, на яких є зауваження.**



## Бібліографічний список

### *Основна*

1. Безопасность атомных станций: Информационные и управляющие системы / М. А. Ястребенецкий, В. Н. Васильченко, С. В. Виноградская и др.; под ред. М. А. Ястребенецкого. Киев: Техника, 2004. 472 с.

2. Варбанець М. Г. Системи залізничної автоматики і телемеханіки: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2008. 190 с.

3. Автоматика і комп'ютерні системи на станціях: навч. посіб. Ч. 2. Датчики та виконавчі пристрої систем централізації / О. Ф. Демченко, Л. О. Ісаєв, В. Й. Піддубняк та ін. Харків: Регіон Інформ, 1999. 144 с.

4. Електроприводи стрілочних переводів / С. Г. Буряковський, В. В. Смірнов, А. С. Маслій та ін. Київ: ДП «ІНФОТЕХ», 2023. 178 с.

5. Забезпечення функціональної безпеки критичних інформаційно-керуючих систем: монографія / В. С. Харченко та ін. Харків: Константа, 2019. 287 с.

6. Программируемые контроллеры для систем управления. Ч. 2. Характеристики микроконтроллеров и ПЛК / Г. И. Загарий, Н. О. Ковзель, В. С. Коновалов и др. Харьков: ХФИ «Транспорт Украины», 2002. 270 с.

7. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД»: навч. посіб. / М. І. Данько, В. І. Мойсеєнко, В. З. Рахманов та ін. Харків, 2005. 176 с.

8. Мойсеєнко В. І., Бутенко В. М. Безпечність спеціалізованих комп'ютерних систем: навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 112 с.

9. Мойсеєнко В. І. Мікропроцесорні системи залізничної автоматики: навч. посіб. Харків: «Регіон інформ», 1999. 127 с.

10. Мойсеєнко В. І., Пархоменко С. Л., Чепцов М. М., Коцюба Т. А. Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів: навч. посіб. / за заг. ред. В. І. Мойсеєнка. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 402 с.

11. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2004. 38 с.

12. Самсонкін В. М., Мойсеєнко В. І. Теорія безпеки на залізничному транспорті: монографія. Київ: Видавництво «Каравела», 2014. 248 с.

13. Peterson D. Techniques of safety management: a systems approach. Am. Soc. Saf. Eng. 2003. 20 (6). P. 20–26.

14. Martin Rosenberger. Future challenges to wheel detection and axle counting. Modern Wheel Sensor Systems. SIGNAL + DRAHT (103) 9/2011. P. 37-42.

15. Gerhard Grundnig. The future challenges of wheel detection and axle counting. Modern axle counting systems. SIGNAL + DRAHT (103) 12/2011. Part 2. P. 44-51.

16. Martin Rosenberger, Christian Pucher. Added value through wheel detection with speed output. Wheel detection. SIGNAL + DRAHT (105) 5/2013. P. 32-36.

17. Система рахунку осей Clearguard ACM 100. Пристрої визначення вільності ділянок шляху ефективного управління залізничним транспортом. URL: <https://support.industry.siemens.com/cs/products/3rh2131-1kg40-0la4/cont-relay-railway-2no-1nc-dc125v-supdio?pid=202013&mlfb=3RH2131-1KG40-0LA4&mfn=ps&lc=ru-RU> (дата звернення 04.01.24).

18. Stefan Lugschitz, Christian Pucher. New applications through axle counter communications over open networks. Axle Counter. SIGNAL + DRAHT (106) 10/2014. P. 36-41.

19. Kuchar K., Holasova E., Pospisil O., Ruotsalainen H., Fujdiak R. and Wagner A. Hunting Network Anomalies in a Railway Axle Counter System. 2023. Vol. 23, Is. 6. 23(6). 3122. URL: <https://doi.org/10.3390/s23063122>.

20. Axle Counter Overlay System. URL: [https://www.frauscher.com/en/fields-of-application/references/Axle-Counter-Overlay-System-UK\\_re\\_1939](https://www.frauscher.com/en/fields-of-application/references/Axle-Counter-Overlay-System-UK_re_1939) (дата звернення 04.01.24).

21. Gerhátová Z., Zitrický V., Klapita V. Industry 4.0 Implementation Options in Railway Transport. *Transp. Res. Procedia*. 2021. 53. 23–30.

22. Heinrich M., Gölz A., Arul T., Katzenbeisser S. Rule-based Anomaly Detection for Railway Signalling Networks. *arXiv*. 2020. arXiv:2008.05241.

23. Nguyen X. H., Nguyen X. D., Huynh H. H., Le K. H. Realguard. *Sensors*. 2022. 22. 432.

### *Додаткова*

1. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 19 с. URL: <https://www.uz.gov.ua/files/file/documents/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3%204151-2003.pdf>.

2. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 35 с. URL: <https://www.uz.gov.ua/files/file/documents/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3%204178-2003.pdf> (дата звернення 21.02.24).

3. Збірник технологічних карт з обслуговування системи МПЦ типу 01.ESB-UA-2008 ст. Доманинці Львівської залізниці: затв. Укрзалізницею 28.01.2010 р. Львів, 2010. 97 с.

4. Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) на залізницях України ЦШЕОТ/0018: наказ МТУ від 12.10.1999 р. № 492. Зміни до Інструкції (накази МТЗУ від 21.11.2008 р. № 1413, від 18.12.2009 р. № 1314). URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN15936> (дата звернення 21.02.24).

5. Інструкція з сигналізації на залізницях України. Київ: Транспорт України, 2000. 237 с.
6. Інструкція з руху поїздів та маневрової роботи залізниць України. Київ: Транспорт України, 2005. 505 с.
7. Методика доказу безпеки функціонування мікроелектронних комплексів систем управління та регулювання рухом поїздів: наказ УЗ від 17.08.2001 р. № 452-Ц. URL: <https://www.uz.gov.ua/files/file/documents/Методика%20доказу%20ФБ.pdf>.
8. Періодична науково-технічна література. URL: <http://lib.kart.edu.ua/home.jsp?locale=uk> (дата звернення 24.02.24).
9. Положення про залізничну станцію: наказ від 05.12.2000 р. № 555-Ц. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1041328-04#n14> (дата звернення 04.02.24).
10. Правила технічної експлуатації залізниць України. Київ: Транспорт України, 2000. 256 с.
11. Практичні рекомендації з проведення комісійних місячних оглядів головних, приймально-відправних колій, стрілочних переводів на цих коліях на станціях залізниць України ЦД-ЦП-ЦШ-0032: наказ від 30.08.2007 р. № 427-Ц. Київ, 2007. 26 с.
12. СТП 13-005:2020. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Порядок технічного обслуговування. Київ: Акціонерне товариство «Українська залізниця», 2020. 110 с.
13. СТП 13-007:2020. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технічний процес обслуговування. Київ: Акціонерне товариство «Українська залізниця», 2020. 515 с.
14. Типові матеріали для проектування виконавчої групи ЕЦ з визначенням місць підключення до мікропроцесорного маршрутного набору ТМП-540/0356/08-ЦЮ: наказ від 15.08.2008 р. № 369-Ц. Київ, 2008. 117 с.

*Приклад оформлення титульного аркуша, змісту і завдання*

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Український державний університет залізничного транспорту**  
**Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування**  
**рухом поїздів**

**КУРСОВИЙ ПРОЄКТ**

з дисципліни *(обрати свою)*  
**АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА**  
**ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЯХ**

**(СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ**  
**СТАНЦІЯХ)**

**Розроблення технічних рішень системи**  
**керування рухом поїздів на станції**

Розробив здобувач гр.....  
(ПІБ).....  
Перевірив  
*вчене звання і посада викладача та ВІП*  
.....

Харків, 20\_\_

## Зміст

(Бланк завдання для розроблення курсового проєкту)

Вступ

1. Розроблення схематичного плану станції з осигналюванням
2. Розроблення схеми ізоляції колій станції
  - 2.1. Розроблення двониткового плану станції
  - 2.2. Розроблення схеми каналізації зворотного тягового струму
3. Розроблення технічних рішень мікропроцесорної централізації
  - 3.1. Структурна схема системи
  - 3.2. Розроблення технічних рішень верхнього рівня
  - 3.3. Розрахунок необхідної кількості модулів введення-виведення
  - 3.4. Розроблення технічних рішень нижнього рівня
    - 3.4.1. Схеми керування стрілочними приводами
    - 3.4.2. Схеми керування сигналами
    - 3.4.3. Схеми колійних датчиків контролю стану станційних ділянок
4. Проєктування і розрахунок кабельних мереж станції
  - 4.1. Кабельна мережа світлофорів
  - 4.2. Кабельна мережа стрілок
  - 4.3. Кабельна мережа живильних трансформаторів релейних кіл
  - 4.4. Кабельна мережа релейних трансформаторів
  - 4.5. Кабельна мережа колійних точкових датчиків

Список літератури

Примітка: п. 4.3-4.5 виконувати за варіантом завдання.

## **Завдання**

1. Схематичний план станції.
2. Вид тяги на дільниці.
3. Схема керування стрілочним електроприводом.
4. Схеми керування вхідним і вихідним світлофорами.
5. Тип рейкових колійних датчиків.
6. Тип структури системи МПЦ.

Навчальний посібник

**Мойсеєнко** Валентин Іванович,  
**Сотник** Василь Олександрович,  
**Змій** Сергій Олексійович  
та ін.

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ  
НА СТАНЦІЯХ

Відповідальний за випуск **Мойсеєнко В. І.**

Редактор **Ібрагімова Н. В.**

---

Підписано до друку 15.03.2024 р.  
Умовн. друк. арк. 11,5. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.