

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ  
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

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

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до курсового та дипломного проектування,  
практичних занять та самостійної роботи з дисципліни  
*«ІННОВАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТЕЛЕКЕРУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ»***

**Харків 2024**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 02 лютого 2024 р., протокол № 06.

Методичні вказівки призначено для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», які вивчають дисципліну «Інноваційні системи телекерування та контролю» денної та заочної форм навчання. Друге видання, перероблене та доповнене.

Наведено опис, структурні схеми та принципові схеми мікропроцесорної системи диспетчерської централізації «КАСКАД». Дані рекомендації з осигналізування станції, складання переліку об'єктів керування і контролю, схеми під'єднання їх до МСДЦ. Наведено індивідуальні завдання, а також рекомендації до самостійного вивчення курсу.

Укладачі:

доценти А. А. Прилипко, О. О. Сосунов,

старш. викл. М. В. Ушаков

Рецензент

доцент О. В. Щєбликіна

## ЗМІСТ

Вступ	4
1 Розробка структури МСДЦ «КАСКАД» на дільниці та обладнання центрального посту диспетчерської централізації	6
1.1 Розробка структури МСДЦ «КАСКАД» на дільниці	6
1.2 Розробка структури програмно-апаратного комплексу «ЦП КАСКАД»	8
2 Розробка комплексу лінійного пункту «ЛП КАСКАД»	12
2.1 Структура, складові частини та функції комплексу «ЛП КАСКАД»	12
2.2 Осигналізування лінійного пункту	20
2.3 Складання переліків об'єктів управління і контролю	21
2.4 Розробка переліків вхідних і вихідних змінних	30
2.5 Розробка монтажних схем модулів телеуправління і телесигналізації	39
2.6 Розробка схем узгодження пристроїв МСДЦ з ЕЦ проміжних станцій	42
3 Проектування підсистеми контролю стану перегінних пристроїв СЦБ	55
4 Проектування локальних мереж передачі даних	59
4.1 Топології локальних мереж	59
4.2 Приклад розрахунку терміну транспортування інформації локальною мережею кільцевого типу	62
Список літератури	68
Додаток А	69
Додаток Б	73
Додаток В	75
Додаток Г	76
Додаток Д	78
Додаток Е	79
Додаток Ж	80

## Вступ

Програмно-апаратний комплекс мікропроцесорної системи диспетчерської централізації (МСДЦ) «КАСКАД» впроваджується на дільницях залізничного транспорту з метою підвищення ефективності управління вантажними та пасажирськими перевезеннями. МСДЦ забезпечує:

- автоматизацію процесів збору, передавання, реєстрації та відображення інформації про поїзне положення та стан об'єктів керування у межах диспетчерської дільниці;

- телеуправління пристроями електричної централізації лінійних станцій в автоматичному та напівавтоматичному режимах;

- автоматизацію та максимальне спрощення операцій з керування рухом поїздів;

- підвищення безпеки руху;

- зменшення впливу суб'єктивного фактора при прийнятті рішень;

- надання інформації користувачам різних рівнів та служб через локальну та глобальну мережі зв'язку;

- використання сучасних графічних інтерфейсів, єдиного інформаційного простору, оперативного об'єднання або роз'єднання диспетчерських дільниць.

Метою даного курсового проєкту (КП) є вивчення основних принципів побудови мікропроцесорних систем диспетчерської централізації, їх узгодження з системами інтервального регулювання руху поїздів станцій і перегонів, конкретних технічних засобів з метою подальшої розробки, технічного обслуговування і проєктування систем та пристроїв на основі сучасних інформаційних технологій.

Для виконання курсового проєкту здобувач вищої освіти повинен знати загальну теорію систем телемеханічного управління і контролю на залізничному транспорті, принципи побудови мікропроцесорних та

мікроелектронних систем керування, комп'ютерних мереж, побудову і принцип дії систем диспетчерської централізації, мати навички з проєктування, налагодження і технічного обслуговування систем залізничної автоматики.

У виконуваному КП необхідно розробити проєкт обладнання дільниці залізниці системою МСДЦ «КАСКАД».

Вимоги до обсягу та конкретного змісту курсового проєкта наведено у завданні.

Пояснювальна записка має бути складена на аркушах стандартного розміру А4, повинна містити обґрунтування прийнятих рішень і пояснення до виконаних дій. Не слід включати до неї загальні відомості про систему або окремі пристрої МСДЦ, не визначені завданням. Схеми та рисунки, виконані на папері стандартних розмірів, повинні мати рамку та штамп. Їх розміщують наприкінці роботи у додатках, окремо від тексту пояснювальної записки.

# 1 Розробка структури МСДЦ «КАСКАД» на дільниці та обладнання центрального посту диспетчерської централізації

## 1.1 Розробка структури МСДЦ «КАСКАД» на дільниці

МСДЦ «КАСКАД» розроблена з урахуванням ієрархічної організації структури диспетчерського керування і має два рівня ієрархії, а саме:

- рівень центрів керування;
- рівень лінійних підприємств.

Перший рівень обладнується комплексами центрального посту «ЦП КАСКАД», другий – комплексами лінійного пункту «ЛП КАСКАД» (рисунок 1.1).

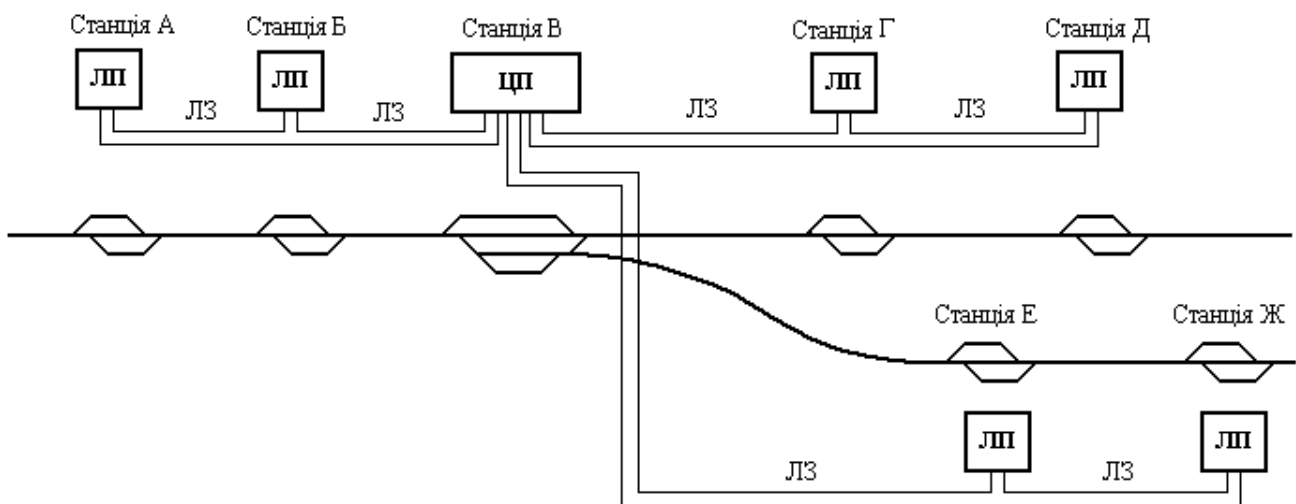


Рисунок 1.1 – Структурна схема обладнання дільниці системою МСДЦ «КАСКАД»

Комплекс «ЦП КАСКАД» розташовується безпосередньо в центрі управління перевезеннями і складається з робочих станцій автоматизованих робочих місць диспетчерського персоналу, об'єднаних локальною мережею, серверу, комунікаційного обладнання.

Комплекси «ЛП КАСКАД» географічно розташовуються на розподільних пунктах дільниці (станціях, блок-постах, роз'їздах) і мають в своєму складі мікропроцесорні контролери, комплекти уніфікованих комунікаційних модулів і модулів взаємодії з пристроями ЗАТ. Кількість і склад модулів залежать від складності об'єкту автоматизації.

Комплекс центрального поста «ЦП КАСКАД» об'єднаний з комплексами лінійних пунктів «ЛП КАСКАД» кільцевою локальною мережею зв'язку (рисунок 1.1) в єдину комп'ютеризовану систему централізованого управління.

Дільниця диспетчерського керування залежно від географічного розміщення може складатися з одного або декількох сегментів. Сегмент дільниці – це станції та перегони між ними, які географічно розташовані лінійно. Якщо одна або декілька станцій дільниці мають більш ніж один підхід, структура МСДЦ складається з декількох сегментів. Так, наприклад, на дільниці (рисунок 1.1) утворено три сегмента: перший – станції А, Б, В; другий – станції В, Г, Д; третій – станції В, Е, Ж. Дільнична станція В, яка містить центральний пост ДЦ, входить до всіх сегментів.

*У курсовому проєкті (розділ 1.1) необхідно виконати розподіл станцій по сегментах і перевірити можливість обладнання дільниці (за завданням), системою МСДЦ «КАСКАД». Якщо довжина дільниці, кількість станцій та ін. відповідає загальним характеристикам МСДЦ (таблиця 1.1), необхідно розробити структурну схему обладнання дільниці системою МСДЦ «КАСКАД», в іншому випадку – перерозподілити станції по сегментах і виконати перевірку знову. В КП необхідно письмово обґрунтувати запропоновану структуру мережі зв'язку, пояснити, яким чином буде забезпечуватись необхідна дальність зв'язку. На прикладі передачі команди управління пояснити механізм проходження сигналу ТУ з ЦП до найбільш віддаленого лінійного пункту.*

Таблиця 1.1 – Загальні характеристики МСДЦ «КАСКАД»

№ з/п	Найменування характеристики	Чисельне значення
1	Розмір сегменту диспетчерської дільниці	10-300 км
2	Кількість сегментів дільниці	1-10
3	Кількість станцій, роз'їздів, блок-постів сегменту дільниці	1-15
4	Кількість блок-дільниць на перегоні між станціями	1-20
5	Загальна чисельність станцій, роз'їздів, блок-постів дільниці	до 150
6	Пристрої контролю перегріву букс	не обмежено

## 1.2 Розробка структури програмно-апаратного комплексу "ЦП КАСКАД"

Програмно-апаратний комплекс «ЦП КАСКАД» виконує функції обробки, збереження, формування, захисту інформації, підтримує людино-машинний інтерфейс, забезпечує зв'язок глобальними та локальними мережами.

До складу програмно-апаратного комплексу «ЦП КАСКАД», розташованого в центрі управління перевезеннями (рисунок 1.2), належать:

- робоча станція – автоматизоване робоче місце (АРМ) поїзного диспетчера;
- робоча станція – автоматизоване робоче місце енергодиспетчера;
- робоча станція – автоматизоване робоче місце інженера СЦБ і зв'язку;
- локальна мережа АРМ;



- резервований сервер бази даних з робочим місцем системного адміністратора;

- канало-утворювальна апаратура зв'язку;

- джерела безперебійного живлення;

- системне та прикладне програмне забезпечення.

*АРМ поїзного диспетчера* забезпечує контроль і керування перевізним процесом. Вказані вище функції здійснюються на основі інформації, отриманої від пристроїв СЦБ. На екранах кольорових моніторів у режимі реального часу та за заданий період відображується поїзна ситуація з позначенням номеру (назви) та стану об'єктів контролю; положення рухомих одиниць (поїздів), їх номерів та напрямку руху (голови і хвоста поїзду) з автоматичною реєстрацією проходження по дільниці. МСДЦ здійснює автоматичне ведення системного журналу з реєстрацією сигналів телеуправління, телесигналізації, дій поїзного диспетчера, відображення за минулі періоди часу (до 30 діб) поїзної ситуації та стану об'єктів контролю на дільниці у вигляді комп'ютерної анімації («фільму») за будь-яким масштабом часу (реальним, прискореним, уповільненим, стоп, вперед/назад), відображення графіку прогнозного руху поїздів, діагностичної інформації, аналізує стан перевізного процесу у будь-якому режимі часу з потрібним ступенем деталізації.

Розподіл інформації на екранах моніторів здійснюється з метою забезпечення оптимального керування диспетчером перевізним процесом. Кількість моніторів визначається на етапі розробки проєкту залежно від кількості та складності станцій дільниці. Мінімальна кількість моніторів – три. За їхньою допомогою забезпечується відображення комплексного поїзного положення на дільниці; детальної мнемосхеми однієї із станцій керованої дільниці; графіків руху, іншої інформації.

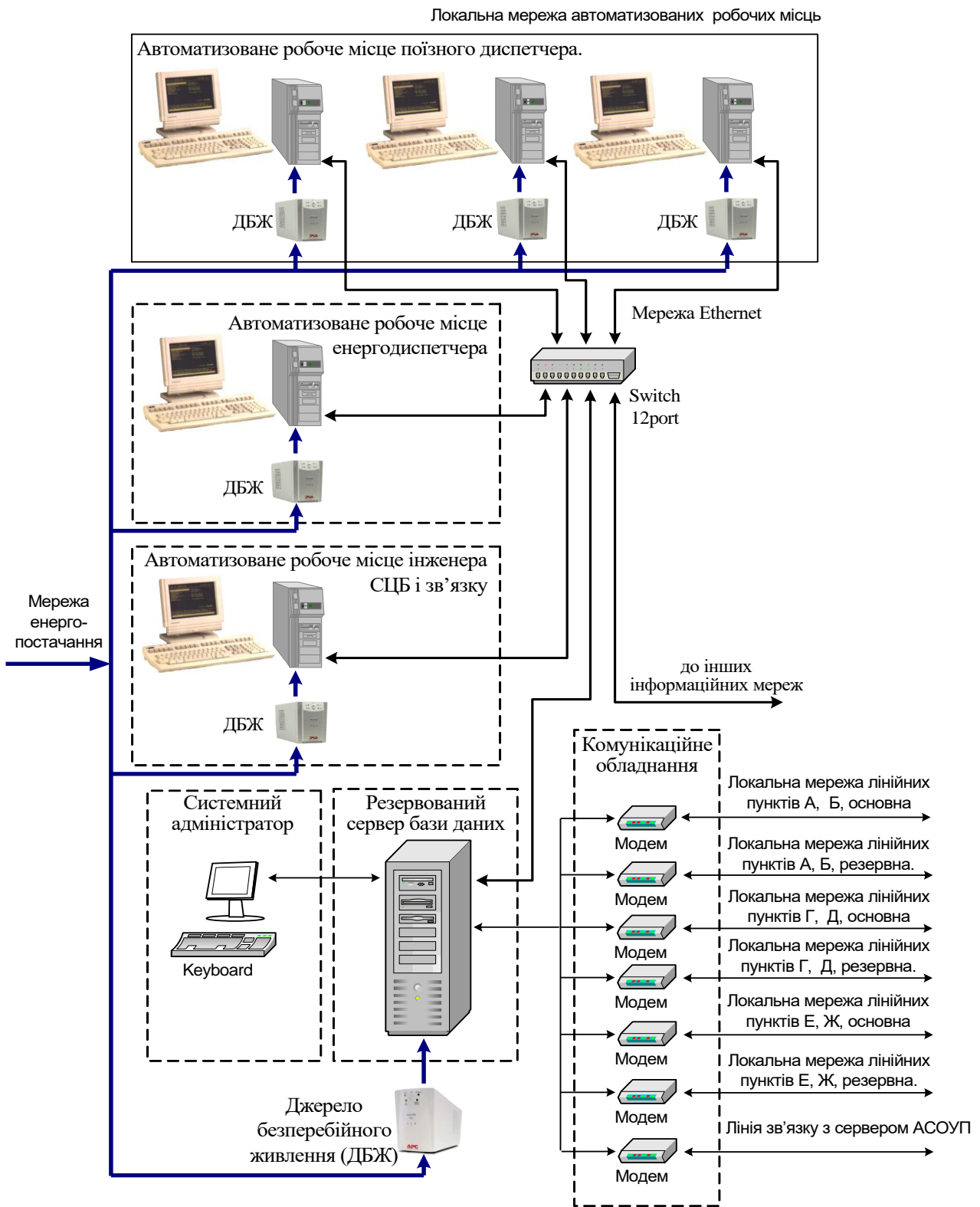


Рисунок 1.2 – Структурна схема програмно-апаратного комплексу «ЦП КАСКАД»

Управління перевізним процесом на дільниці здійснюється поїзним диспетчером дистанційно. МСДЦ забезпечує і підтримує такі режими функціонування:

- приготування поїзних та маневрових маршрутів за принципом «маршрутного набору»;
- автоматичну реалізацію поїзних маршрутів на дільниці за номером поїзда;
- настанову маршрутів у режимі «наскрізного пропуску»;
- відкриття та закриття світлофорів;
- переведення стрілок індивідуальне і маршрутне;
- відміну встановленого та невикористаного маршруту;
- зміну напрямку руху при вільних перегонах;
- штучне розмикання секцій маршрутів;
- автоматичне управління схрещенням і пропуском поїздів на заданих станціях;
- переключення режимів електроживлення світлофорів (день/ніч);
- управління закриттям переїздів;
- включення/виключення місцевого управління окремими об'єктами.

*Автоматизоване робоче місце енергодиспетчера* забезпечує контроль стану та управління пристроями енергопостачання на дільниці: відображення стану пристроїв енергопостачання у вигляді мнемосхем з позначенням номеру (назви) та стану об'єктів контролю, телеуправління пристроями енергопостачання, автоматичне ведення системного журналу з реєстрацією наказів телеуправління, стану об'єктів телесигналізації, діагностики та дій енергодиспетчера за масштабом часу, відображення діагностичної інформації.

*Автоматизоване робоче місце інженера СЦБ і зв'язку* призначене для контролю стану пристроїв СЦБ шляхом відображення перевізного процесу в режимі реального часу, відображення минулих подій і

необхідної довідкової інформації, відображення поїзної ситуації у вигляді мнемосхем та стану об'єктів контролю. АРМ відображує стан засобів зв'язку (міжстанційний зв'язок, голосове оповіщення, радіозв'язок), пожежно-охоронної сигналізації, здійснює реєстрацію та відображення результатів діагностування як МСДЦ, так і пристроїв ЗАТ.

Структурою диспетчерської дільниці (повздовжня, радіальна, зіркоподібна) визначається кількість основних і резервних ліній зв'язку, що з'єднують центральний пост системи і лінійні пункти окремих напрямків; кількість ліній, в свою чергу, визначає необхідну кількість аналогових модемів на ЦП.

*У курсовому проєкті (розділ 1.2) необхідно розробити структурну схему програмно-апаратного комплексу «ЦП КАСКАД» в залежності від структури дільниці (за завданням), письмово обґрунтувати використання того чи іншого обладнання та програмних засобів, дати пояснення щодо функцій основних вузлів ЦП, АРМів та системи в цілому, пояснити взаємодію складових частин комплексу при формуванні і передаванні команд управління, прийманні і відображенні контрольної інформації про стан об'єктів на станціях і перегонах.*

## **2 Розробка комплексу лінійного пункту «ЛП КАСКАД»**

### **2.1 Структура, складові частини та функції комплексу «ЛП КАСКАД»**

Комплекс «ЛП КАСКАД», (рисунок 2.1) призначено для застосування в системах централізованого (диспетчерського) керування об'єктами автоматики на залізничних станціях рівня лінійних підприємств, а також інформаційного забезпечення автоматизованих систем керування перевезеннями в складі єдиних диспетчерських центрів керування всіх рівнів.

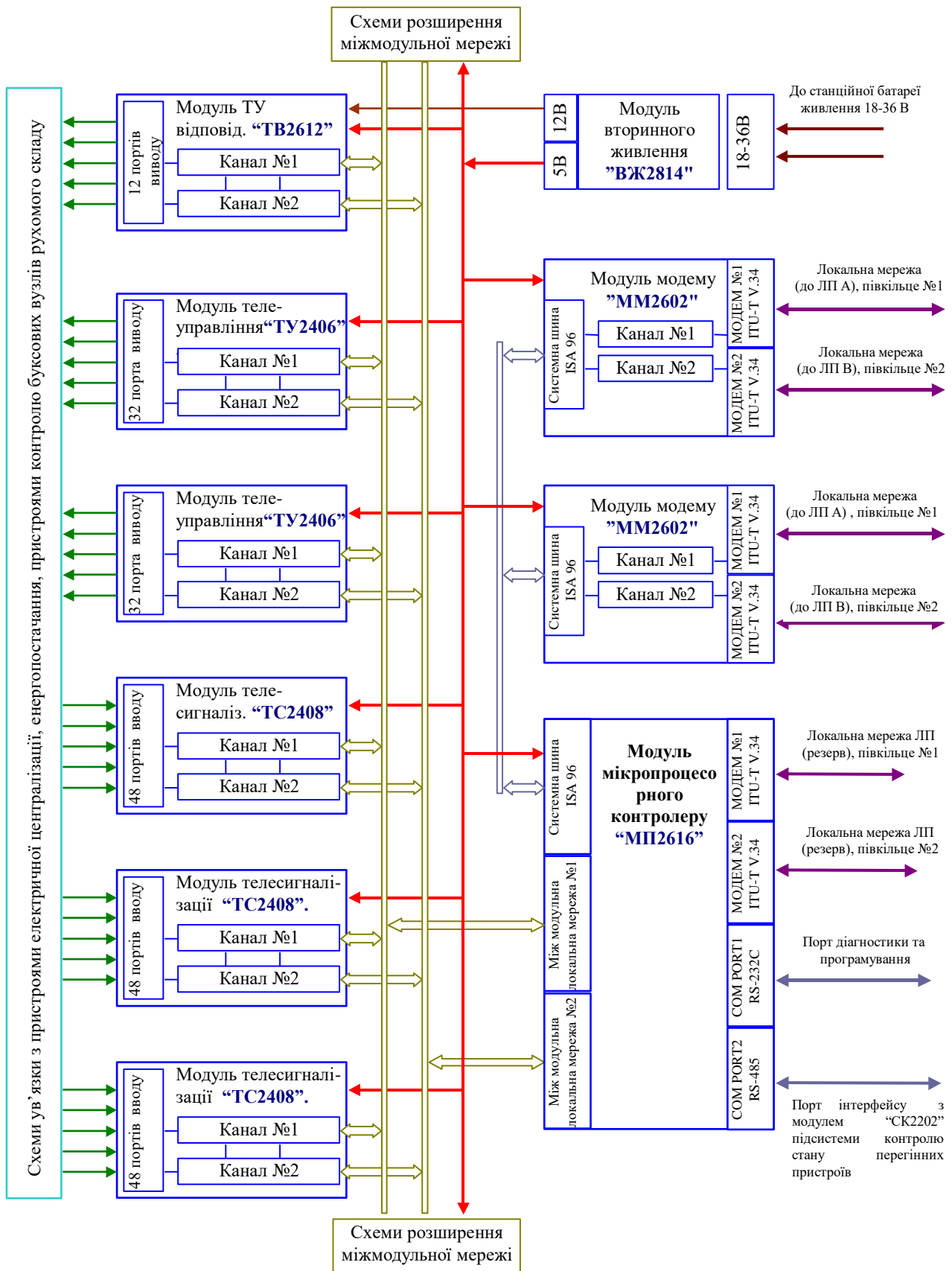


Рисунок 2.1 – Структурна схема комплексу «ЛП КАСКАД» станції Б

Технічні можливості комплексу «ЛП КАСКАД» забезпечують переведення на диспетчерське керування роз'їздів, блок-постів, залізничних станцій та інших об'єктів автоматизації, основні технічні характеристики яких наведено у таблиці 2.1.

Програмно-апаратний комплекс «ЛП КАСКАД» побудовано за модульним принципом. Система має два незалежних канали, включаючи канали зв'язку. Комплекс складається з уніфікованих модулів серії «КАСКАД-хх» розробки ТОВ «АНТРОН» (таблиця 2.2), які монтуються в електронні крейти і встановлюються в шафи. Кількість та склад модулів визначається та етапі технічного проєкту на підставі даних таблиці 2.1, таблиці 2.2 залежно від кількості об'єктів управління і контролю на конкретній станції.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики об'єктів автоматизації

№ з/п	Характеристика станцій	Кількість		
		колій	Стрілок	комплексів «ЛП КАСКАД»
1	Проміжні	Від 2 до 15	від 2 до 30	1
2	Дільничні	до 30	до 80	від 1 до 2
3	Вузлові	до 100	до 400	від 1 до 10

Функціонально модулі поділяються на три категорії:

1 Модулі взаємодії з пристроями СЦБ (вводу/виводу): «КАСКАД-ТС», «КАСКАД-ТУ», «КАСКАД-ТВ».

2. Загальносистемні модулі: «КАСКАД-МП», «КАСКАД-ММ».

3. Модулі живлення та електронного крейту: «КАСКАД-ВЖ», «КАСКАД-КР».

Таблиця 2.2 – Типи модулів, які входять до складу «ЛП КАСКАД»

№ з/п	Назва модулів	Умовна назва	Призначення	Порти вводу/виводу
1	Телесигналізації	«КАСКАД-ТС»	Введення контрольної інформації про стан об'єктів	48
2	Телеуправління	«КАСКАД-ТУ»	Формування команд управління виконавчими пристроями	32
3	Телеуправління відповідальний	«КАСКАД-ТВ»	Формування відповідальних команд управління	12
4	Модему	«КАСКАД-ММ»	Зв'язок з ЦП (суміжними ЛП)	4
5	Мікропроцесорного контролеру	«КАСКАД-МП»	Дешифрування команд ТУ, керування модулями ТУ, ТВ, опитування модулів ТС, формування пакетів контрольної інформації про стан об'єктів ЛП	2
6	Вторинного живлення	«КАСКАД-ВЖ»	Електроживлення електронних модулів (МТС, МТУ, МТВ, МП, ММ)	-
7	Електронного крейту	«КАСКАД-КР»	Розміщення та електричне з'єднання модулів	-

Кожен з модулів першої категорії взаємодіє з мікропроцесорним контролером через міжмодульну послідовну локальну мережу, яка магістрально об'єднує модулі і МПК. Обмін інформацією з модемними модулями КАСКАД-МП здійснює системною шиною ISA96. Для підключення підсистеми контролю стану пристроїв ЗАТ на перегоні (ДК-КАСКАД) процесорний модуль має відповідні апаратні і програмні засоби (com port1, com port2).

Для забезпечення високої надійності та можливості функціонування системи в різних режимах резервування, в складі «ЛП КАСКАД» передбачено дві локальних міжмодульних мережі, які об'єднують модулі основного і резервного каналів. Доступ до модулів (основного і резервного) може відбуватись з обох мереж. У разі пошкодження однієї з мереж або модуля система продовжує функціонувати, при цьому діагностика стану пристроїв реєструє відповідне ушкодження.

Взаємодія загальносистемних модулів з мікропроцесорним контролером відбувається через паралельну системну шину ISA96, причому основний та резервний комплекти мають свою незалежну шину та джерело живлення.

Модулі живлення мають системи електронного захисту від перенапруг, перевищення допустимого струму та температур з двох напрямків – від первинного джерела та навантаження. В свою чергу, кожен з модулів має індивідуальну систему захисту по струму та напрузі. Для захисту по струму використовуються запобіжники «PolySwitch Resettable Fuses», які при перевищенні допустимої межі струму відключають модуль від блоку живлення. Запобіжники відновлюють свої властивості при зникненні або усуненні перевантаження по струму. Захист від перенапруги забезпечується паралельною схемою силового напівпровідникового приладу «Transil diodes».



У такій системі багаторівневого захисту пошкодження одного з модулів, по мережі живлення, не призводить до відключення живлення основного або резервного комплектів.

Складовою частиною електронного крейту є печатні шестишарові плати, які виконують функції електричного з'єднання модулів у відповідні схеми, підключення роз'єднувачів взаємодії з пристроями СЦБ, захист ліній локальних мереж від електромагнітних завад та несанкціонованого доступу.

Програмно-апаратний комплекс «ЛП КАСКАД» може функціонувати у таких основних режимах:

- двоканальної системи з незалежними каналами проходження інформації від місця її виникнення до місця використання, (два з двох);
- одноканальної системи з «гарячим» резервуванням всіх складових комплексу;
- одноканальної системи з «гарячим» резервуванням частини складових комплексу: модулів телеуправління, телесигналізації, або інших.
- одноканальної системи без резервування складових комплексу (детальніше див. [1, 2]).

Основні електричні характеристики програмно-апаратного комплексу «ЛП КАСКАД» визначаються електричними характеристиками застосованих модулів в складі комплексу [2].

Модуль електронного крейту «КАСКАД-КР.2204» забезпечує підключення уніфікованих модулів до джерел живлення, міжмодульної мережі, зовнішніх сигналів взаємодії з пристроями СЦБ. У своєму складі він не має активних напівпровідникових приладів. Модуль має 12 роз'єднувачів по 34 контакти для підключення зовнішніх сигналів, 12 роз'єднувачів по 96 контактів для підключення уніфікованих модулів. Зовнішній вид крейту «КАСКАД-КР» з боку лицьових панелей модулів наведено на рисунку 2.2. На задній стінці крейту розташовані дві печатні

плати з роз'єднувачами для підключення модулів та з'єднувальних шнурів з монтажними колодками.

Модулі взаємодії з пристроями СЦБ розташовуються відповідно до технічного проєкту за визначеними місцями загальною кількістю не більше 12 шт. на один крейт. Розташовують модулі починаючи з місця № 1, при цьому непарні номери (1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11) належать до основного комплекту, парні (2, 4, 6, 8, 10, 12) – до резервного комплекту. Спочатку розраховують необхідну кількість модулів телеуправління відповідальних команд «КАСКАД-ТВ» (основних і резервних), потім модулів телеуправління «КАСКАД-ТУ», і на завершення, модулів телесигналізації «КАСКАД-ТС».

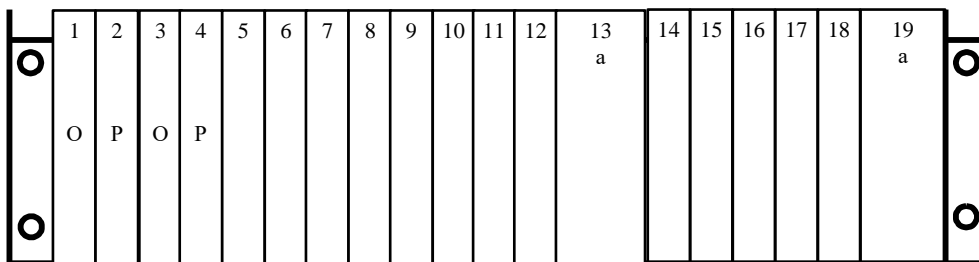


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд крейту «КАСКАД-КР»

Місце розташування № 19 призначене для модуля вторинного живлення «КАСКАД-ВЖ».

Місце розташування № 14 призначене для модуля мікропроцесорного контролера «КАСКАД-МП».

Місця розташування № 15, № 16, № 17, № 18 призначені для модулів модему «КАСКАД-ММ». Необхідна кількість модемів визначається залежно від структури локальної мережі LP-net.

Встановлення модулів взаємодії з пристроями СЦБ на місця 13..19 є недопустимим і блокується системою механічного захисту, також недопустимо встановлювати загальносистемні модулі на місця 1..12. Порушення системи механічного захисту або її розблокування призведе до пошкодження відповідного модуля. При зовнішній схожості модулів та їх роз'єднувачів вони мають різні схеми електричного з'єднання.

Адресація модулів взаємодії з пристроями СЦБ апаратно виконана на печатній платі модуля крейту «КАСКАД-КР» (див. схему електричну принципову [1]). Визначення свого місця в складі крейту («прив'язку»), а отже і сферу відповідальності, модулі здійснюють за допомогою виходів адреси на роз'ємах плат модулів, які мають позначення КА0...КА5. Використовується двійковий шестизначний код, молодший розряд КА0. Три старших розряди КА3...КА5 використовуються для адресації крейту, а молодші КА0...КА2 – модулів в межах одного крейту. Адреси основного та резервного модулів співпадають, але вони підключені до незалежних систем. Позначення адреси крейту виконується на етапі виробництва і зміна його в процесі експлуатації недопустима. Система адресації діє при наявності одного з джерел живлення (+5В).

Таким чином в межах одного крейту розташовуються 6 резервованих модулів взаємодії з пристроями СЦБ та комплект загальносистемних модулів. Для систем двоканальних та повністю резервованих мінімальна кількість електронних крейтів – 2, відповідно кількість резервованих модулів взаємодії з пристроями СЦБ – 12. Подальше розширення кількості об'єктів керування і контролю здійснюється шляхом нарощування кількості електронних крейтів (до трьох крейтів на одну шафу).

*У пояснювальній записці до розділу 2.1 необхідно навести призначення комплексу «ЛП КАСКАД» і виконувани ним функції; адаптовану до структури диспетчерської дільниці структурну схему комплексу лінійного пункту, що проєктується (за завданням); коротку*

*характеристику загальносистемних модулів і модулів взаємодії з пристроями СЦБ; письмово пояснити взаємодію складових частин комплексу «ЛП КАСКАД» при прийманні команд ТУ, адресованих даному ЛП, адресованих іншому лінійному пункту; при передаванні сигналів ТС у разі зміни стану об'єктів контролю. Адаптація структурної схеми ЛП полягає у позначенні підключених до модулів модемів фрагментів локальних мереж (вказати ЛП, з якими безпосередньо з'єднані модеми) згідно з запропонованою у розділі 1.1 структурною схемою обладнання ділянки пристроями МСДЦ.*

## **2.2 Осигналізування лінійного пункту**

Відповідно до заданої схеми станції необхідно виконати її осигналізування, користуючись при цьому відомими нормами і положеннями. На лінійному пункті (ЛП) усі поїзні і маневрові пересування повинні бути маршрутизовані, тому необхідно передбачити встановлення як поїзних, так і маневрових світлофорів. Поїзні світлофори встановлюються з боку всіх магістральних підходів до станції, а також з усіх знеособлених колій приймання-відправлення. Спеціалізовані колії повинні мати вихідний світлофор тільки в напрямку спеціалізації. У протилежній горловині з такої колії встановлюється маневровий світлофор.

Маневрові світлофори встановлюються з тупиків, маневрових витяжок (щоглові), з кожної колії (можливе суміщення з поїзним світлофором) і з боку перегону (з ділянок колії НП, ЧП за вхідним світлофором). У стрілочній горловині маневрові світлофори встановлюються залежно від колійного розвитку для оптимізації маневрової роботи.

Типи поїзних світлофорів, кількість і якість сигнальних показань визначаються вимогами Інструкції з сигналізації і ТРА станції (спеціалізацією колій, необхідністю кодування, безупинним пропусканням, відхиленнями по стрілках тощо).

Як приклад, на рисунку 2.3 наведена станція з виконаним осигналюванням. До станції примикають одноколіїні перегони, у непарній горловині є переїзд. Стрілки 20, 22, 24, 26 можуть передаватися на місцеве керування з маневрового стовпчика 2МК. У непарній горловині до станції примикають перегони під'їзних колій промислових підприємств. З цих напрямків рух регулюється сигналами маневрових світлофорів М1, М9. Світлофори мають світлофільтри червоного і білого кольору.

На схематичному плані станції необхідно вказати місця встановлення ізолюючих стиків, спеціалізацію колій, номери стрілок, світлофорів, найменування стрілкових і безстрілкових ділянок, колій приймання/відправлення; вказати стрілки, що знаходяться на ручному керуванні, централізовані, ті, що мають подвійне (з поста ЕЦ і з маневрової колонки ) керування.

Розроблений схематичний план є вихідним документом для складання переліків об'єктів контролю і управління.

### **2.3 Складання переліків об'єктів управління і контролю**

Зчитування інформації про стан контрольованих об'єктів, а також керування ними в системах управління технологічними процесами здійснюється мікропроцесорними контролерами (МПК) за допомогою модулів введення/виведення (або відповідними елементами у складі МПК). В МСДЦ «КАСКАД» функції МПК виконують модулі мікропроцесорних контролерів «КАСКАД-МП», функції модулів введення – модулі телесигналізації «КАСКАД-ТС», виведення командної інформації здійснюють модулі «КАСКАД-ТУ» і «КАСКАД-ТВ».

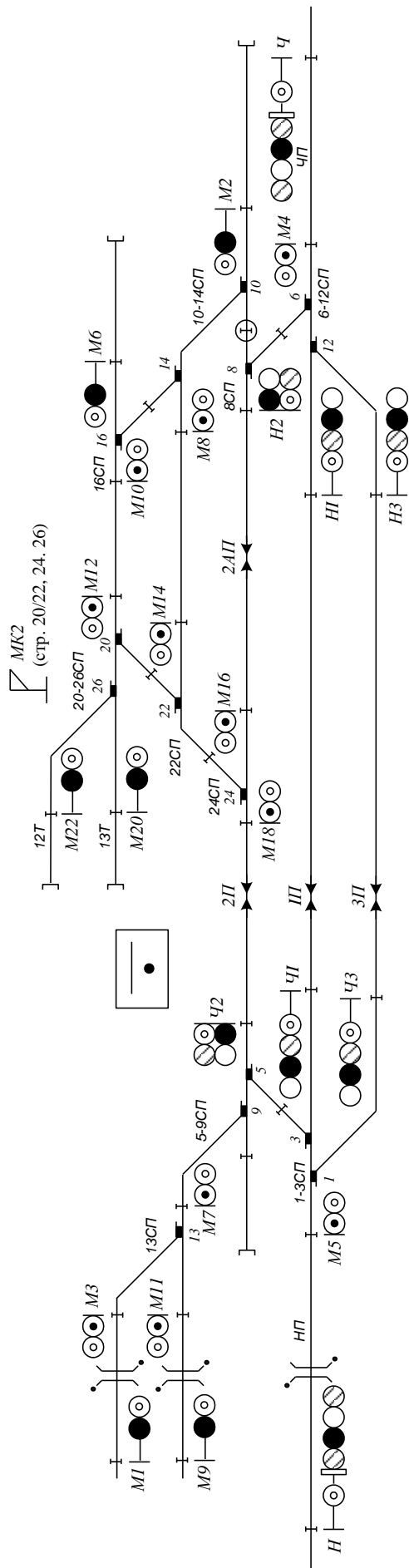


Рисунок 2.3 – Схематичний план станції з осигналюванням

На входи модулів «КАСКАД-ТС» повинні надходити сигнали з параметрами, наведеними в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри вхідних дискретних сигналів

№ з/п	Найменування параметра	Тип параметра
1	Тип сигналів	Дискретні
2	Розрядність	Один біт
3	Періодичність сигналів	Змінні у часі періодичні і неперіодичні сигнали
4	Тип напруги живлення	Постійна або змінна
5	Рівень логічної одиниці	8 .....27 В
6	Рівень логічного нуля	0 .... 7 В

У МСДЦ джерелами формування вхідних сигналів є електричні кола ЕЦ (контакти колійних, замикаючих, сигнальних, стрілкових контрольних реле та ін. або їх повторювачів), що замикають кола електроживлення ламп або світлодіодів табло. Входи модулів введення підключаються паралельно лампам табло. Таким чином, вся інформація про стан станційних пристроїв ЗАТ, яка виводиться на табло ЕЦ, буде надходити на входи модулів ТС МСДЦ, а відповідно, може бути відображена на екрані монітора детального виду станцій АРМ ДНЦ.

Перелік об'єктів контролю станції, схематичний план якої зображено на рисунку 2.3, наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Перелік об'єктів контролю

№ з/п	Тип об'єкта контролю	Найменування об'єктів контролю	Кількість, шт.	Кількість кіл на один об'єкт контролю, шт.	Загальна кількість електричних кіл, шт.
1	2	4	3	5	6
1	Стрілки без передавання на місцеве управління (без подвійного управління)	1,3/5,9,6/8, 10, 12, 14/16	7	2	14
2	Стрілки, що передаються на місцеве управління (з подвійним управлінням)	20, 22, 24, 26	4	2	8
3	Безстрілкові ділянки колії в горловинах станції	НП, ЧП, 16/20П	3	2	6
4	Стрілкові ділянки колії в горловинах станції	1-3СП, 5СП, 9СП, 6-12СП, 8СП, 10-14СП, 16СП, 20СП, 22СП, 24СП, 26СП	11	2	22
5	Передмаршрутні ділянки колії	М7П, М6П	2	2	4
6	Колії приймання-відправлення	ІП, ІІП, 2АП, 3П	4	2	8
7	Ділянки наближення/віддалення	Н1ПУ, Н2ПУ, Ч1ПУ, Ч2ПУ	4	2	8
8	Переїзди станційні	"Цукровий завод"; "Сільгосптехніка"; На головному ходу	3	3	9



Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
9	Вхідні світлофори з витримкою часу на відкриття	Н	1	5	5
10	Вхідні світлофори без витримки часу на відкриття	Ч	1	4	4
11	Вихідні і маршрутні світлофори з витримкою часу на відкриття	ЧІ, ЧІІ, ЧЗ	3	4	9
12	Вихідні і маршрутні світлофори без витримки часу на відкриття	НІ, НІІ, НЗ	3	3	6
13	Повторювачі вхідних світлофорів	-	0	1	0
14	Маневрові світлофори, суміщені з загороджувальними (на переїзді)	М1, М3, М9, М11	4	2	8
15	Маневрові світлофори	М5, М7, М2, М4, М6, М8, М10	7	2	14
16	Маневрові світлофори, що передаються на місцеве управління	М12, М14, М16, М18, М20, М22	6	2	12
17	Маневрова колонка	Маневрова колонка (стр. 20, 22, 24, 26)	1	2	2
18	Земля	«Земля»	1	1	1

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
19	Відміна	«Відміна групова», «Відміна поїзного», «Відміна маневрового», «Відміна вільного»	4	1	4
20	Штучне розмикання	«ШР»	1	1	1
21	Встановлення маршруту	«Встановлення поїзного парного», «Встановлення маневрового непарного», «Встановлення поїзного непарного», «Встановлення маневрового парного»	4	1	4
22	Фідери	«1 Фідер», «2 Фідер»	2	2	4
23	Сезонне управління	«СУ»	1	1	1
24	Контроль зайнятості перегону	«НКП», «ЧКП»	2	2	4
25	Напрямок руху на перегоні (для одноколійних перегонів)	«Парний прийом», «Парне відправлення», «Непарний прийом», «Непарне відправлення»	4	1	4

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
26	Замикання стрілок	«НЗС», «ЧЗС»	2	1	2
27	Подвійне зниження напруги	«ДСН»	1	1	1
28	Контроль перегорання запобіжників	«КПЛ»	1	1	1
29	Контрольно-габаритні пристрої	«КГЛ»	1	1	1
30	Макет стрілки	«Макет»	1	3	3
31	Режим сигналів	«РР», «АР», «НН», «ДН»	4	1	4
32	Резервна електростанція (контроль ДГА)	«РЭЗ», «РЭК», «Т»	3	1	3
33	Контроль батареї	«Б»	1	1	1
34	Дозвіл відправлення	«РОН», «РОЧ»	2	1	2
35	Сигналізація	«Охоронна ДСП», «Пожежна ДСП», «Охоронна рел.», «Пожежна рел.»	4	1	4
36	Високовольтні роз'єднувачі	«РВЧ», «РВН»	2	1	2
37	Блок-ділянки перегону (релейні шафи перегінних пристроїв ЗАТ)	14, 12, 10,8,6,4/9,2, 13, 11,7, 5, 3, 1, Переїзд 111 км	14		ДК-КАСК АД

Отримані чисельні значення кількості об'єктів контролю для заданої станції будуть використані при визначенні необхідної кількості модулів ТС.

Для визначення необхідної кількості модулів телеуправління необхідно мати інформацію про кількість об'єктів керування на станції, що проектується, і кількість команд, які передаються на адресу даного лінійного пункту.

Об'єктами керування є стрілки (в режимі індивідуального управління), кнопкові реле маршрутного набору, реле зміни напрямку руху на одноколійних перегонах, пристрої енергозабезпечення, пристрої сповіщення та ін. Перелік команд для керування станцією (рисунок 2.3) наведено в таблиці 2.5.

**Увага!** Наведений у таблиці перелік команд керування тільки орієнтовно дає змогу визначити необхідну кількість виходів модулів телеуправління, так як кількість команд, які передаються на адресу того чи іншого лінійного пункту здебільшого перевищує кількість об'єктів керування: наприклад, **дві** команди – «Замикання стрілок у непарній горловині», «Розмикання стрілок у непарній горловині», – змінюють стан **одного** об'єкта керування – реле Рзч. Остаточно кількість виходів модулів МТУ, а отже і кількість модулів, може бути визначена тільки після складання переліку вихідних змінних.

Таблиця 2.5 – Перелік команд керування

№	Команди управління	Об'єкт управління	Кількість вих. МТУ
1	2	3	4
1	Відміна набору	«кнопка» ОН	1
2	Відміна маршруту	Реле ВОГ, ОГ1, ОГ	2

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
3	Переведення стрілок в "+" або в "-"	«Стр. комутатор» ПУ, МУ	2 (на стрілку)
4	Зміна напрямку руху	«кнопки» «ЧСН», «НСН»	2
5	Переведення станції на сезонне управління	Реле ВСУ	1
6	Передавання групи об'єктів на місцеве управління	Реле МИ	1
7	Дозвіл відправлення	Реле «РОЧ», «РОН»	2
8	Вмикання/вимикання гудка (акустичний виклик в парній/непарній горловині)	Реле «ВАЧ», «ВАН»	2
9	Замикання/розмикання стрілок	Реле Рзч, Рзн	2
10	Відкриття поїзного сигналу (Встановлення поїзного маршруту)	Кнопкові реле поїзних світлофорів	1 на кнопку
11	Відкриття маневрового сигналу (Встановлення маневрового маршруту)	Кнопкові реле маневрових світлофорів, маневрових сигналів на вихідних світлофорах	1 на кнопку
12	Кінцеві кнопки поїзних маршрутів (на спеціалізованих коліях)	Кнопкові реле	1 на кнопку

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
13	Закриття/відкриття переїзду	«кнопка» «О», «З»	2 на переїзд
14	Штучне розмикання маршрутів	Реле РИ ізольов. секцій, ГРИ, ГРИП	2+ індивід. реле РИ ізол. секцій
15	Допоміжна зміна напрямку руху	«ДЧСН», «ДНСН»	2
15	Допоміжне управління	Реле ВСУ	1
16	Подвійне зниження напруги	Кнопка «ДСН»	1
17	Замикання/розмикання високовольтних роз'єднувачів в горловинах станції	Реле «РВЧ», «РВН»	2

Примітка:

- 1) штучне розмикання маршрутів можливе, якщо МСДЦ має програмні і апаратні засоби для передавання і виконання «відповідальних команд» (див. Завдання на КП);
- 2) індивідуальні реле штучного розмикання ізольованих секцій РИ повинні вмикатися модулями «КАСКАД-ТВ»;
- 3) схеми підключення об'єктів управління і контролю відповідають Типовому альбому МРЦ 13.

## 2.4 Розробка переліків вхідних і вихідних змінних

Від стану контрольованих об'єктів (джерел формування подій) залежить режим горіння індикаторних ламп на табло (пульті керування) ЕЦ. Входи модулів ТС підключені до контактів контрольованих об'єктів (колійних реле, стрілкових контрольних, замикаючих, реле напрямку і т. д.) паралельно лампам табло, тому при замиканні/розмиканні контактів

вмикається/вимикається відповідна лампа і змінюється напруга на вході модуля ТС. Таким чином, напруга на входах модулів несе інформацію про стан контрольованих об'єктів. Стан відповідного ключа модуля телекерування (замкнений/розімкнений) визначає стан підключеного до його виходу об'єкта керування. Для спрощення процедури і формалізації процесу розробки монтажних схем модулів ТС, ТУ і ТВ усім вхідним і вихідним змінним необхідно привласнити умовні імена. Приклади переліків вхідних і вихідних змінних наведені в таблицях 2.6 і 2.7 відповідно.

Таблиця 2.6 – Перелік вхідних змінних

№ з/п	Позначення змінної	Назва змінної	Примітки
1	2	3	4
		<i>1 Стрілки</i>	Пульт ЕЦ (стр. комутатор)
1	СТР1_З	Зел. лампа стр.1	
2	СТР1_Ж	Жов. лампа стр.1	
3	СТР3/5_З	Зел. лампа стр.3/5	
4	СТР3/5_Ж	Жов. лампа стр.3/5	
...	...	...	
		<i>2 Ділянки колії в горловинах станції</i>	Лампи табло
25	ЧП_Б	Біл.лампа ділянки колії ЧП	
26	ЧП_Чер.	Чер.лампа ділянки колії ЧП	
27	СП1_3_Б	Біл.лампа ділянки колії 1-3СП	
28	СП1_3_Чер.	Чер.лампа ділянки колії 1-3СП	
29	П16/20_Б	Біл.лампа ділянки колії 16/20П	
30	П16/20_Чер.	Чер.лампа ділянки колії 16/20П	
31	М7П_Б	Біла лампа ділянки колії М7П	
32	М7П_Чер.	Чер.лампа ділянки колії М7П	
...	...	...	

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
		<i>3 Колії прийому-відправлення</i>	Лампи табло
55	ІІ_Б	Біл. лампа колії ІІ	
56	ІІ_Чер.	Чер. лампа колії ІІ	
57	ІІІ_Б	Біл. лампа колії ІІІ	
58	ІІІ_Чер.	Чер. лампа колії ІІІ	
59	2АІ_Б	Біл. лампа колії 2АІ	
60	2АІ_Чер.	Чер. лампа колії 2АІ	
...	...	...	
		<i>4 Ділянки віддалення-наближення</i>	Лампи табло
63	Н1ПУ_Б	Біл. лампа ділянки Н1ПУ	
64	Н1ПУ_Чер.	Чер. лампа ділянки Н1ПУ	
65	Н2ПУ_Б	Біл. лампа ділянки Н2ПУ	
66	Н2ПУ_Чер.	Чер. лампа ділянки Н2ПУ	
67	Ч1ПУ_Б	Біл. лампа ділянки Ч1ПУ	
68	Ч1ПУ_Чер.	Чер. лампа ділянки Ч1ПУ	
...	...	...	
		<i>5 Блок-ділянки перегону</i>	Лампи табло (у випадку обладнання . перегону пристроями ЧДК)
71	Б/д14_Б	Біл. лампа блок-ділянки Б14	
72	Б/д12_Б	Біл. лампа блок-ділянки Б12	
73	Б/д10_Б	Біл. лампа блок-ділянки Б10	
74	Б/д9_Б	Біл. лампа блок-ділянки Б9	
75	Б/д7_Б	Біл. лампа блок-ділянки Б7	
76	Б/д5_Б	Біл. лампа блок-ділянки Б5	
...	...	...	



Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
		<i>6 Переїзди</i>	
84	ПЕР_Схт_Б	Біл. лампа пер. "Сільгосптехніка"	Лампи табло
85	ПЕР_Схт_Чер.	Чер. лампа пер. "Сільгосптехніка"	
86	ПЕР_Схт_Ж	Жов. лампа пер. "Сільгосптехніка"	
87	ПЕР_114_Б	Біл. лампа пер. "114 км"	
88	ПЕР_114_Чер.	Чер. лампа пер. "114 км"	
89	ПЕР_114_Ж	Жов. лампа пер. "114 км"	
...	...	...	
		<i>7 Вхідні світлофори</i>	
95	Ч_З	Зел. лампа св. Ч	Лампи табло вх. світлофорів
96	Ч_Б	Біл. лампа св. Ч	
97	Ч_Зк	Зел. комірка (ячейка) св.Ч	
98	Ч_Чер.	Чер. лампа св.Ч	
...	...	...	
		<i>8 Вихідні і маршрутні світлофори</i>	
104	Ч_З	Зел. лампа св. ЧІ	Лампи табло вих. світлофорів
105	Ч_Б	Біл. лампа св. ЧІ	
106	Ч_Зк	Зел. комірка (ячейка) св.ЧІ	
...	...	...	
		<i>9 Маневрові світлофори</i>	
119	МІ_Б	Біл. лампа св. МІ	Лампи табло маневрових. світлофорів
120	МІ_Зк	Зел. комірка (ячейка) св. МІ	
...	...	...	
		<i>10 Маневрова колонка</i>	
140	МК2_Б	Біл. лампа маневрової колонки стр. 20,22,24,26	Лампи табло маневрової. колонки
141	МК2_Чер.	Чер. лампа маневрової колонки стр. 20,22,24,26	
...	...	...	

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
		<i>11 Сигналізатор заземлення</i>	
142	ЗЕМЛЯ	Чер. лампа сигналізатора	
...	...	...	
		<i>12 Відміна маршруту</i>	
143	ОТ_ГР	Чер. лампа групової відміни	Лампи табло
144	ОТ_МАН	Чер. лампа відміни маневров. м-ту	
145	ОТ_СВ	Чер. лампа відміни вільного м-ту	
146	ОТ_П	Чер. лампа відміни поїзного м-ту	
		<i>13 Штучне розмикання</i>	
147	ШР	Чер. лампа ИР	
		<i>14 Встановлення маршрутів</i>	
148	ВСТМ__Н_Ж	Біла лампа категорії маршруту, що встановлюється	Лампи табло контролю набірної групи
149	ВСТМ__Н_З	Зел. лампа категорії маршруту, що встановлюється	
150	ВСТМ__Ч_Ж	Біла лампа категорії маршруту, що встановлюється	
151	ВСТМ__Ч_З	Зел. лампа категорії маршруту, що встановлюється	
		<i>15 Фідери</i>	
154	ФІД2_Чер.	Чер. лампа 2-го фідера	Лампи табло
155	ФІД2_З	Зел. лампа 2-го фідера	
...	...	...	

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
		<i>16 Сезонне управління</i>	Лампи табло
156	СУ_3	Зел. лампа сезонного управління	
		<i>17 Контроль зайнятості перегону</i>	
157	НКП_Б	Біл. лампа непарного контролю	
158	НКП_Чер.	Чер. лампа непарного контролю	
159	ЧКП_Б	Біл. лампа парного контролю	
160	ЧКП_Чер.	Чер. лампа парного контролю	
		<i>18 Напрямок руху на перегоні</i>	
161	ЧП_3	Зел. лампа парного приймання	
162	ЧО_Ж	Жов. лампа парного відправлення	
163	НП_3	Зел. лампа непарного приймання	
164	НО_Ж	Жов. лампа непарного відправлення	
		<i>19 Замикання стрілок</i>	
165	НЗС_Чер.	Чер. лампа замикання непарних стрілок	
166	ЧЗС_Чер.	Чер. лампа замикання парних стрілок	
		<i>20 Подвійне зниження напруги</i>	
157	ДСН_Чер.	Чер. лампа "ДСН"	
		<i>21 Контроль перегорання запобіжників</i>	
168	КПА_Чер	Чер. лампа сигналізації перегорання запобіжників	
		<i>22 Контрольно-габаритні пристрої</i>	
169	КГЛ_Чер.	Чер. лампа	
		<i>23 Дозвіл відправлення</i>	
170	РОН_Б	Біл. лампа дозволу непарного відправлення	

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
171	РОЧ_Б	Біл. лампа дозволу парного відправлення	
		<i>24 Режим сигналів</i>	
172	РР_Б	Біл. лампа сигналу "РР"	
173	АР_Б	Біл. лампа сигналу "АР"	
174	НН_Б	Біл. лампа сигналу "НН"	
175	ДН_Б	Біл. лампа сигналу "ДН"	
		<i>25 Резервна електростанція</i>	
176	Т_Чер.	Чер. лампа резервної "Т"	
177	РЕЗ_З	Зел. лампа резервної "РЕЗ"	
178	РЕЗ_Чер.	Чер. лампа резервної "РЕК"	
		<i>26 Контроль батареї</i>	
179	БАТ_Б	Біл. лампа	
		<i>27 Макет стрілки</i>	
180	МакСТР_Чер.	Чер. лампа	
181	МакСТР_Ж	Жов. лампа	
182	МакСТР_З	Зел. лампа	
		<i>28 Сигналізація</i>	
183	ОХР_ДСП	Охоронна сигналізація ДСП	
184	ОХР_РЕЛ	Охоронна сигналізація релейної	
185	ПОЖ_ДСП	Пожежна сигналізація ДСП	
186	ПОЖ_РЕЛ	Пожежна сигналізація релейної	

Таблиця 2.7 – Перелік вихідних змінних

№ з/п	Позначення змінної	Назва змінної (зміст команди)	Примітки
1	2	3	4
1	Кн.св.Н	Вмикання кнопкового реле св. Н	«зелена» кнопка світлофора Ч1  «біла» кнопка світлофора Ч1
2	Кн.св.Ч1П	Вмикання кнопкового реле св. Ч1 (поїзних маршрутів)	
3	Кн.св.Ч1М	Вмикання кнопкового реле св. Ч1 (маневрових маршрутів)	
...	...	...	
10	Кн.св.М3	Вмикання кнопкового реле св. М3	
11	Кн.св.М5	Вмикання кнопкового реле св. М5	
...	...	...	
17	стр.1ПУ	Переведення стрілки 1 в «плюсове» полож.	імітація перемикання стрілкового комутатора
18	стр.1МУ	Переведення стрілки 1 в «мінусове» полож.	
19	стр.9/11ПУ	Переведення стрілок 9/11 в «плюс»	
20	стр.9/11МУ	Переведення стрілок 9/11 в «мінус»	
...	...	...	
24	СН_Н	Індикація зміни напрямку руху	
25	Кн.СН_св.Н	Зміна напрямку по непарному перегону	
28	СН_Ч	Індикація зміни напрямку руху	
29	Кн.СН_св.Ч	Зміна напрямку по парному перегону	
30	Кн.ОГ(ОГ)	Керування груповим реле відміни ОГ	

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4
31	Кн.ОГ(ВГ)	Керування груповим реле відміни ВГ	
...	...	...	
34	СУ	Вмикання/вимикання сезонного управління	вкл.-дозвіл, викл.-заборона
35	РОН	Дозвіл відправлення в Н напрямку	вкл.-дозвіл,
36	РОЧ	Дозвіл відправлення в Ч напрямку	викл.-заборона
37	ГРИ(ГРИ)	Управління реле штучн. розмикання ГРИ	Норм. розімкн. конт.
38	ГРИ(ГРИП)	Управління реле штучн. розмикання ГРИП	Норм. замкн. конт.
39	Кн.11СП_РИ	Управл. індивід. реле РИ секції 11СП	
40	Кн.16/20П_РИ	Управл. індивід. реле РИ секції 16/20П	
...	...	...	
52	Кн.ДСН	Управління режимом ДСН	
...	...	...	
<b>Примітка:</b> в таблицях 2.6 і 2.7 методичних вказівок наведені неповні переліки вхідних і вихідних змінних станції (рисунок 2.3).			

*У курсовому проєкті необхідно скласти повні переліки змінних для лінійного пункту, що проєктується.*

## **2.5 Розробка монтажних схем модулів телеуправління і телесигналізації**

*На підставі кількості об'єктів управління і контролю, керуючись даними таблиць 2.2, 2.6, 2.7 і інформацією, наведеною в п.п. 2.1 необхідно визначити потрібну кількість модулів взаємодії з пристроями СЦБ («КАСКАД-ТУ», «КАСКАД-ТС», «КАСКАД-ТВ»), загальносистемних модулів («КАСКАД-МП», «КАСКАД-ММ»), модулів живлення і електронного крейта («КАСКАД-ВЖ», «КАСКАД-КР»), закріпити їх за місцями в крейті і скласти схему розміщення модулів.*

Слід нагадати, що фактична необхідна кількість модулів вдвічі перевищує розрахункову, оскільки кожний модуль у складі крейта повинен резервуватися (місця 2, 4, 6, 8, 10, 12 – для резервних модулів).

У випадку, коли в результаті розрахунку необхідної кількості модулів взаємодії з пристроями СЦБ виявилось, що для їх встановлення потрібно понад 12 місць, в проєкті необхідно передбачити встановлення другого крейту. Об'єднувальні плати крейтів з'єднуються між собою спеціальним пласким кабелем-шлейфом (шнур сигнальний з'єднувальний «ШСЗ-01.26», див. Технічне описання КАСКАД ТО-ЛП [2]). Модулі модемів, живлення і мікропроцесорного контролера в другий крейт не встановлюються.

Безпосереднє підключення зовнішніх електричних кіл (об'єктів управління і контролю, ліній зв'язку і електроживлення) здійснюється до клем клемних колодок, які входять до складу шафи управління ЛП. Приклад схеми розміщення клемних колодок наведено у Додатку В. Клемні колодки підключаються до модулів ТУ, ТС, ТВ, ММ 32-жильними кабелями-шлейфами (шнур сигнальний з'єднувальний «ШСЗ-01.32»). Роз'єми для підключення шлейфів встановлені на об'єднувальній платі крейту (з протилежного відносно до модуля, боку) і на відповідній клемній колодці. До кожної клемної колодки може бути підключено залежно від

кількості задіяних виводів відповідного модуля ТУ або ТС, один або два шлейфа – за допомогою одного шлейфа можна підключити клеми 16-и об'єктів управління і 24-х об'єктів контролю. З'єднувальний шнур між модулем ТВ і клемною колодкою модуля завжди один (максимальна кількість вихідних ключів модуля «КАСКАД-ТВ» – 12).

*У курсовій роботі необхідно «закріпити» клемні колодки за модулями крейта (крейтів) і скласти схему розміщення клемних колодок (див. Додаток В).*

Спеціалізація виводів модулів «КАСКАД-ТС», «КАСКАД-ТУ», «КАСКАД-ТВ» наведена на рисунку Г.2 Додатка Г.

Входи модулів ТС об'єднуються в гальванічно непов'язані групи. Кожна група має три індивідуальні входи і один загальний для підключення загальної для цієї групи контрольованих об'єктів шини джерела живлення. Приклад підключення контрольованих об'єктів до однієї групи входів наведено на рисунку 2.4, де КО1-КО3 – контрольовані об'єкти, ПГР – пристрої гальванічної розв'язки, КК – клемна колодка; ШС3-01.32 – з'єднувальний шнур.

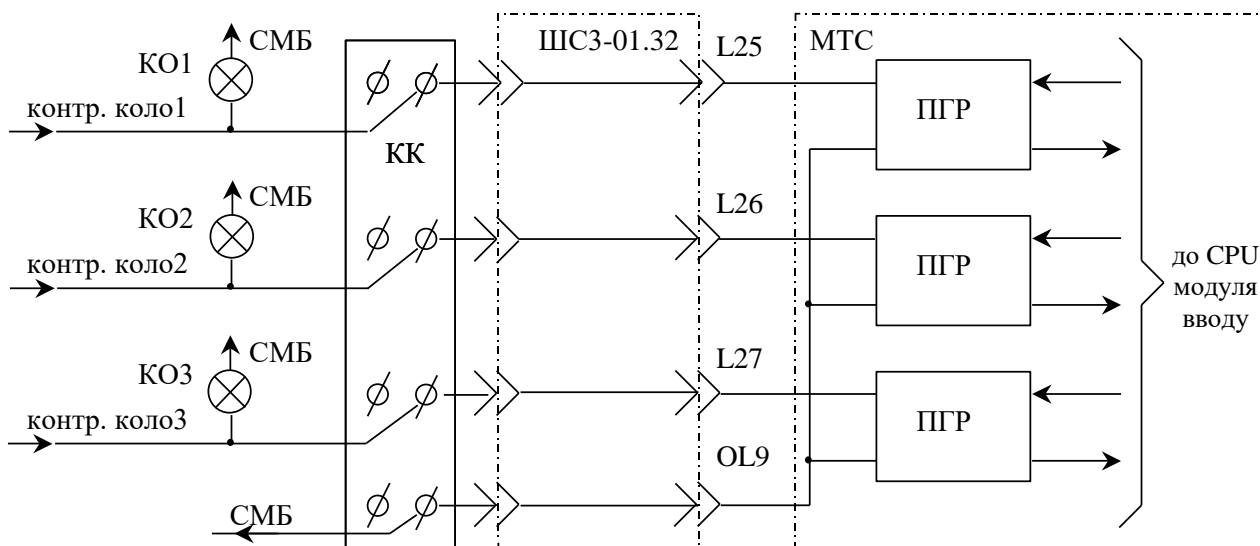


Рисунок 2.4 – Схема підключення об'єктів контролю



До однієї групи можуть бути включені контрольовані об'єкти (лампи табло тощо), які мають однакове джерело живлення (полюси живлення). До виводу OL ... повинен підключатися негативний полюс джерел живлення постійного струму або зворотній джерел змінного струму (СМБ і МС, наприклад).

Вихідні ключі модулів ТУ і ТВ незалежні, гальванічно не пов'язані один з одним. Для управління одним об'єктом модулі ТУ мають два виводи. Нормальний стан електронних ключів (нормально замкнений або нормально розімкнений) встановлюється програмно залежно від необхідного стану об'єкта управління. Можливі схеми підключення об'єктів управління до модулів виводу наведені на рисунку 2.5, де ОУ1, ОУ2 – об'єкти управління, К-ТУ – ключі модулів телеуправління, КК – клемна колодка, ШСЗ-01.32 – з'єднувальний шнур.

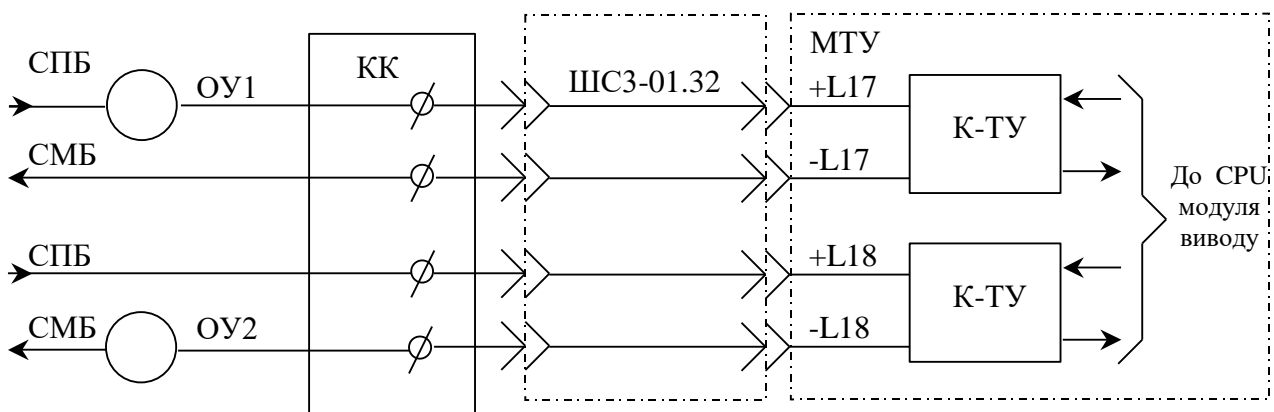


Рисунок 2.5 – Схема підключення об'єктів управління

*У курсовому проєкті необхідно розподілити об'єкти контролю і управління по модулях ТС і ТУ (ТВ) і розробити монтажні схеми модулів і клемних колодок. Приклади фрагментів монтажних схем наведені в Додатку Г.*

## **2.6 Розробка схем узгодження пристроїв МСДЦ з ЕЦ проміжних станцій**

У наведеному нижче розділі розглянуто загальні принципи узгодження МСДЦ з ЕЦ проміжних станцій, як найбільш поширених на ділянках з диспетчерською централізацією. Схеми узгодження МСДЦ з БМРЦ дещо відрізняються від розглянутих, але принципових відмінностей в схемах узгодження немає.

**Увага!** В наведених прикладах схем вихідні клеми модулів ТУ, ТВ або вхідні клеми модулів ТС відповідають позначенням виводів клемних колодок відповідних модулів.

У курсовому проєкті необхідно розробити схеми узгодження МСДЦ з ЕЦ **проміжних станцій**; на схемах електронних ключів модулів ТУ або вхідних кіл модулів ТС вказати номери модулів і контактів клемних колодок.

Кнопкові реле (рисунок 2.6) призначені для фіксації команд оператора (ДСП або ДНЦ) при завданні маршруту, а реле напрямку – для визначення та фіксації категорії і напрямку встановлюваного маршруту: парне поїзне (Ч), непарне поїзне (Н), парне маневрове (ЧМ), непарне маневрове (НМ).

Кількість кнопкових реле відповідає кількості поїзних та маневрових кнопок за виключенням випадків, коли на одну кнопку встановлюється два кнопкових реле.

Позначаються кнопкові реле за найменуванням кнопки (світлофора) з додаванням літери «К».

Кнопкові реле в схемі маршрутного набору утворюють дві групи: парну та непарну, відповідно з парними (Ч, ЧМ) та непарними (Н, НМ) реле напрямку. Схема кнопкових реле побудована так, що в кожній групі може бути збуджене тільки одне кнопкове реле.

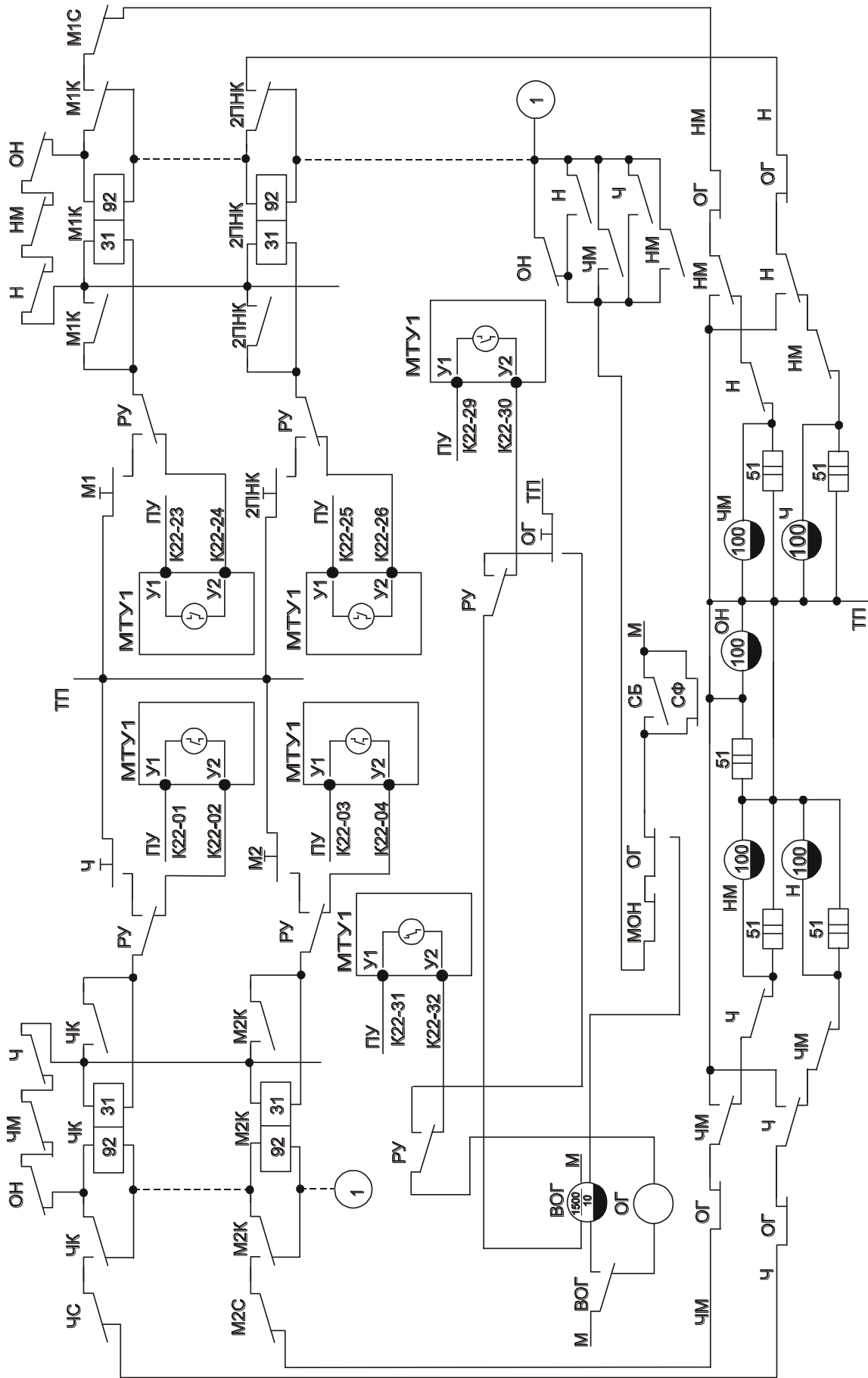


Рисунок 2.6 – Схема кнопкових реле та реле напругку

Тиловим контактом реле ОН перевіряє вільність маршрутного набору. Тиловими контактами реле Н та Ч виключається збудження більш, ніж одного кнопкового реле в групі у випадку помилкових дій ДСП. Контакт реле МОН служить для вимикання маршрутного набору при переході на індивідуальне управління стрілками. Реле ОГ виконує скасування або відміну встановленого маршруту. Контакт реле СФ підключений паралельно контакту реле СБ для вимикання маршрутного набору, якщо стрілковий електродвигун довгий час працює на фрикцію.

Після прийому й дешифрації команди ТУ, що надійшла з ЦП (на встановлення маршруту прийому на другу колію по світлофору Ч, наприклад) мікропроцесорний контролер «КАСКАД-МП» формує і передає команди модулю (модулям) МТУ. МСДЦ для встановлення маршруту повинна вплинути на ЕЦ керованої станції так само, ніби ця станція знаходиться під керуванням ДСП: імітувати в необхідній послідовності натискання кнопок на пульті електричної централізації і збудити кнопкові реле ЧК і Н2К. Для цього МТУ1 за командою «КАСКАД-МП» замикає відповідний ключ і на виводі К22-02 (клемна колодка модуля МТУ1) з'являється полюс ПУ(ТП), кнопкове реле ЧК збуджується. Після збудження реле ЧК своїми контактами перемикає коло свого живлення на обмотку опором 92 Ом та шунтує обмотку опором 31 Ом. Одночасно реле ЧК своїм контактом готує коло збудження парного поїзного реле напрямку Ч. Доки на вивід К22-02 через замкнений ключ МТУ буде подаватись висока напруга ПУ(ТП) реле Ч виявиться зашунтованим, оскільки до обох виводів його обмотки (до моменту розмикання ключа МТУ або відпускання кнопки Ч) буде підключено однаковий полюс станційної батареї ПУ(ТП).

В ЕЦ проміжних станцій напрямок і категорія маршруту визначаються системою в момент відпускання першої (початкової) кнопки встановлюваного маршруту, тобто, в момент розмикання відповідного

ключа модуля телекерування. Саме після того, як полюс ПУ(ТП) відключається від виводу К22-02 модуля МТУ1 (або ДСП відпустить кнопку Ч) шунт з обмотки реле Ч буде знято; струм протікає від полюса ПУ(ТП) через обмотку реле Ч (100 Ом), тилові контакти реле напрямків Н та НМ, тиловий контакт сигнального реле М2С та обмотку опором 92 Ом кнопкового реле ЧК до негативного полюсу батареї (М). Кнопкове реле ЧК буде залишатися в збудженому стані, реле напрямку Ч притягне якір.

Паралельно обмоткам реле Ч, Н, ЧМ, НМ та ОН встановлені резистори опором 51 Ом для утримання якорів кнопкових реле. Реле Ч, притягнувши якір, зашунтує своїм фронтним контактом контакт реле ОН в колі утримання кнопкового реле та реле напрямку, а тиловим контактом розірве коло збудження інших кнопкових реле даної групи, виключаючи скидання («сброс») маршрутного набору при помилкових діях ДСП. Тиловими контактами реле Ч розмикає коло збудження непарних реле напрямків Н та НМ, а фронтними підключає до схем блокування кнопкових реле парної групи реле закінчення набору ОН.

Після того, як модуль «КАСКАД-МП» сформує і передасть чергову команду на вмикання кнопкового реле кінця маршруту, на виході К22-26 клемної колодки модуля МТУ1 з'являється полюс ТП, (імітація натискання черговим по станції кнопки Н2), збуджується реле Н2К, а після розмикання ключа модуля ТУ (відпускання кнопки) послідовно з реле Н2К збуджується реле ОН. Кнопкові реле, реле напрямку та закінчення набору залишаються під струмом до повної реалізації маршруту та збудження сигнального реле.

**Для скасування завдання та встановлених маршрутів на пульті управління встановлена групова кнопка скасування ОГ, а в схемі маршрутного набору – групове реле скасування ОГ та групове допоміжне реле скасування ВОГ. Завданий, але не використаний маршрут скасовується, якщо МП контролер формує керуючий сигнал, після чого на**

модулі МТУ1 (вивід К22-30) з'являється полюс ПУ (ТП), а на виводі К22-32 полюс ПУ (ТП) зникає (цей ключ «нормально замкнений»). Реле ОГ після знеструмлення розмикає кола блокування кнопкових реле, реле напрямку та закінчення набору.

**Щоб скасувати встановлений маршрут** МП контролер формує сигнал керування, після чого на модулі МТУ1 (вивід К22-30) з'являється полюс ПУ (ТП), а на виводі К22-32 полюс ПУ зникає (якщо станція перебуває на резервному управлінні необхідно натиснути групову кнопку ОГ), потім контролер повинен сформувати керуючий сигнал, щоб на модулі МТУ1 (вивід К22-02) з'явився полюс ПУ (ТП) (імітація натискання кнопки початку маршруту, що скасовується) до закриття сигналу.

Скасування маршрутів виконується з витримкою часу, що залежить від виду замикання маршруту. Витримка часу здійснюється пристроями ЕЦ.

*У КП необхідно розробити повну схему кнопкових реле заданої станції. Схема кнопкових реле повинна містити кнопкові реле всіх поїзних, маневрових світлофорів, а також кнопкові реле колій (для маршрутів приймання на спеціалізовані колії), допускати можливість керування станцією як з АРМ ДНЦ, так і з пульта ЕЦ (у режимі резервного управління).*

### **Схема штучного розмикання маршруту**

Штучне розмикання маршруту застосовується у випадку пошкодження рейкового кола однієї з секцій маршруту або при порушенні послідовності збудження колійних реле після прослідування поїзда за маршрутом. Маршрути розмикаються штучно за допомогою індивідуальних реле штучного розмикання РИ кожної секції і двох групових реле ГРИ та ГРИП (рисунок 2.7).

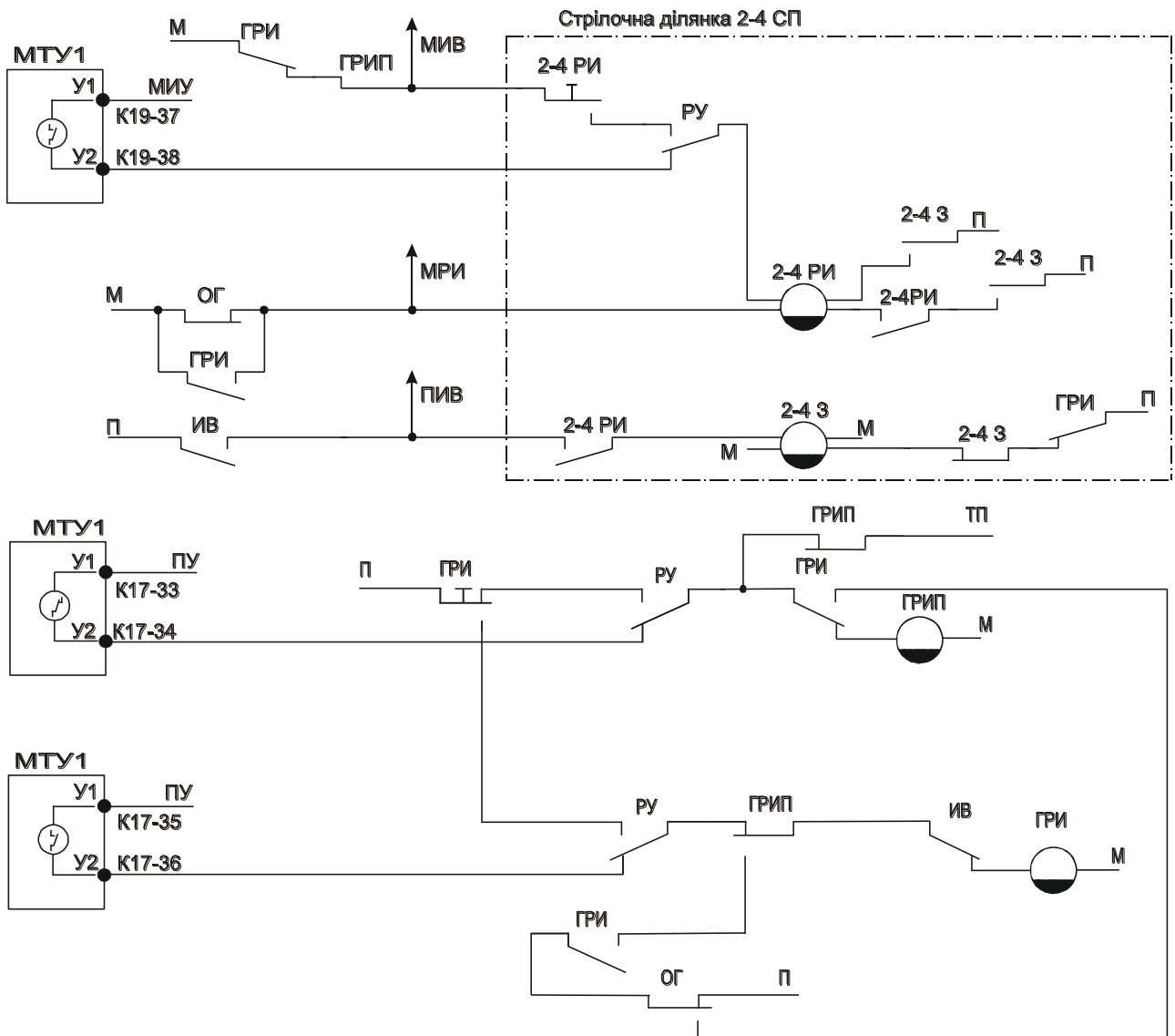


Рисунок 2.7 – Схема штучного розмикання маршрутів

Реле РИ мають дві ввімкнені окремо обмотки збудження і блокування, які живляться від полюса П через тилові контакти замикаючого реле, а від полюса М – через шини МИВ і МРИ. Для штучного розмикання секцій маршруту спочатку необхідно збудити індивідуальні реле штучного розмикання замкнених секцій (2-4 РИ), а потім групове реле штучного розмикання (одночасно необхідно вимкнути протиповторне реле штучного розмикання ГРИП). Для керування груповими реле ГРИ і ГРИП задіяні два комутуючих пристрої (ключі) модулів виводу МТУ1 – нормально розімкнений і нормально замкнений

відповідно. Для керування індивідуальними реле штучного розмикання використовуються нормально розімкнені ключі по одному на реле ...РІ.

Як і у випадку встановлення або скасування маршрутів для штучного розмикання маршрутів мікропроцесорний контролер лінійного пункту «КАСКАД –МП» повинен сформувати послідовність команд для модуля (модулів) ТУ, яка б відповідала послідовності дій ДСП у аналогічних ситуаціях.

Слід зауважити, що штучне розмикання маршрутів – відповідальна операція, здатна вплинути на безпеку руху поїздів, якщо дії ДСП (ДНЦ) виявляться хибними. Крім того, у разі пошкодження електронного ключа модуля МТУ (короткого замикання) команда на вмикання індивідуального реле штучного розмикання будь-якої секції може бути сформована несанкціоновано. Тому при проєктуванні схем штучного розмикання маршрутів доцільно застосовувати модулі виводу відповідальні («КАСКАД-ТВ»).

При формуванні керуючого сигналу після приймання команди з ЦП на штучне розмикання маршруту, або при натисканні кнопки РІ (при резервному управлінні) від шини МІВ, яка живиться через тиловий контакт реле ГРІ та фронтовий ГРІП, перевіряється вільність комплексу витримки часу, збуджується реле штучного розмикання секції РІ і самоблокується від шини МРІ. В колі шини МРІ перевіряється відсутність відміни маршруту.

Після збудження реле РІ всіх секцій маршруту, які підлягають штучному розмиканню, натискається групова кнопка ГРІ з лічильником кількості натискань і збуджується реле ГРІ. Для контролю надійної роботи лічильника кількості натискань застосовується протиповторне реле ГРІП, яке фіксує повернення кнопки у вихідний стан. Реле ГРІ збуджується, своїми контактами вмикає схему реле витримки часу ІВ та залишається на самоблокуванні через тиліові контакти реле ГРІП та ІВ.

Реле РІ фронтовим контактом підключає обмотку збудження замикаючого реле З до шини ПІВ, живлення в яку подається після витримки часу контактом реле ІВ.

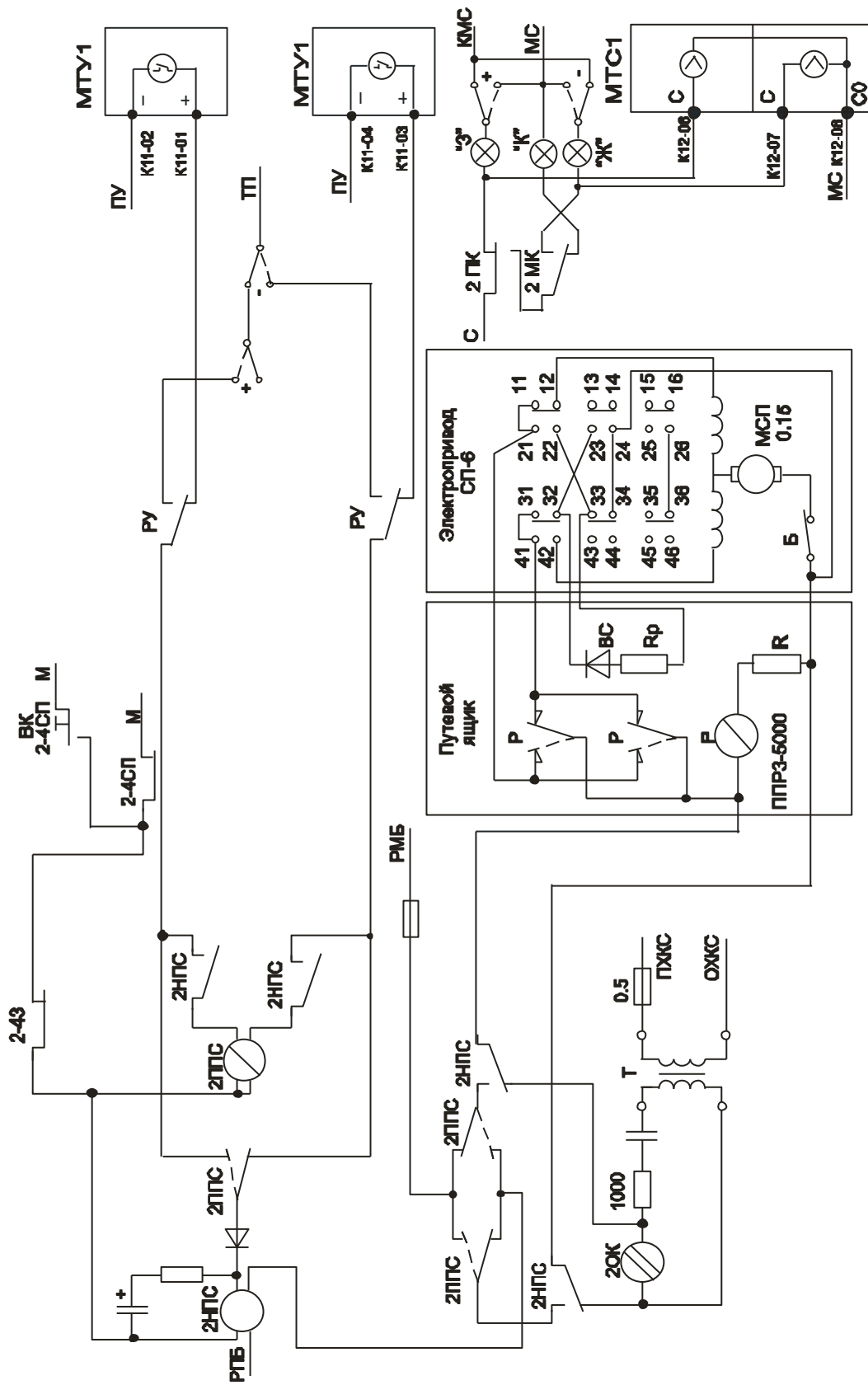


Для надійного збудження замикаючого реле при штучному розмиканні секцій реле ГРИ має уповільнення на відпускання якоря. Збудившись, реле ИВ відключає живлення кола блокування реле ГРИ, а контактами замикаючих реле обриваються кола реле РИ, схема переходить у вихідний стан.

### **Розробка схем управління стрілками**

Схеми управління стрілочними приводами на ділянках з ДЦ мають ряд особливостей. По-перше, не допустима тривала робота електродвигунів приводів на фрикцію: інформація про стан пристроїв ЕЦ з лінійних пунктів надходить на пост ДЦ з деяким запізненням, ДНЦ, враховуючи його завантаження, не завжди має можливість відслідковувати процес встановлення окремого маршруту на конкретній станції, а це може призвести до ушкодження апаратури. Тому схеми керування стрілками повинні бути доповнені схемою скидання, тобто вимикання двигуна стрілочного приводу при тривалій роботі на фрикцію. У цьому випадку стрілка залишиться в проміжному положенні, що при диспетчерському управлінні не є бажаним. Для виключення такого стану схеми керування стрілками повинні бути доповнені пристроями автоматичного повернення стрілок у вихідне положення (рисунок 2.8).

Досвід показує, що в більшості випадків стрілка, що зупинилася в середньому положенні, при повторній спробі переведення доходить до крайнього положення. Тому при ДЦ застосовується схема управління стрілкою з дворазовим переведенням. Схема повинна забезпечувати автоматичне повернення стрілки у вихідне положення при тривалій роботі двигуна на фрикцію, автоматичне вмикання двигуна для повторного переведення й автоматичне повернення стрілки у вихідне положення, якщо стрілка знову не переводиться. На пост ДЦ передається сповіщення про несправність у відповідній горловині.



Рисуніок 2.8 – Схема управління стрілкою

Оскільки на проміжних станціях з малопотужними джерелами живлення схеми керування здійснюються, здебільшого, послідовне переведення стрілок, це дає змогу мати додаткові схеми скидання, автоповернення, і повторного переведення не для кожної стрілки індивідуально, а для всієї станції.

**Реалізація перерахованих вище функцій керування стрілочними приводами в мікропроцесорних системах ДЦ здійснюється на програмному рівні.**

У результаті формування мікропроцесорним контролером «КАСКАД-МП» управляючого сигналу на переведення стрілки в плюсове положення, наприклад, відкривається ключ модуля МТУ1 (вихід **K11-01**) і замикається коло живлення реле 1НПС. 1НПС знеструмлює реле 1ОК та збуджує реле 1ППС струмом зворотної полярності.

Реле 1ППС перекидає поляризований якір і підключає відповідну обмотку живлення двигуна стрілочного приводу.

Аналогічно стрілка переводиться і у мінусове положення, тільки полюс ПУ(ТП) надходить у схему керування стрілкою з виводу **K11-03** МТУ1.

Після закінчення переведення контактами автоперемикача виключається двигун. У результаті знеструмлюється реле 1НПС. Контакт 1НПС підключається реле 1ОК.

Введення в МСДЦ інформації про положення стрілки здійснюється за допомогою модуля МТС1 (виводи K12-06 та K12-07). Через замкнені контакти реле ПК(МК) полюс С залежно від положення стрілки подається на контрольні лампи стрілочного комутатора і паралельно на відповідний вхід модуля ТС.

Переведення стрілки у допоміжному режимі (якщо секція 1-3СП хибно зайнята), може здійснюватися тільки у випадку, коли станція знаходиться на резервному (ручному) управлінні натисканням кнопки ВК 1-3СП.

В КП необхідно навести адаптовану до умов розроблюваної станції схему керування стрілочним приводом (за завданням). Якщо вказана в завданні стрілка є однією із стрілок з'їзду, в ПЗ необхідно навести схему керування спареною стрілкою. В пояснювальній записці необхідно письмово пояснити, як буде здійснюватись індивідуальне переведення (не маршрутне) стрілки з робочого місця ДНЦ і контроль стану положення стрілки.

### **Схема індикації завдання маршруту**

Після того як сигнал керування на замикання ключа МТУ1 К22-01, К22-02 буде знято (див. п.п. 2.6, встановлення парного маршруту) збуджується реле напрямку Ч і на табло ЕЦ вмикається зелена індикаторна лампа контролю набірної групи, яка вказує напрямок встановлюваного маршруту. До закінчення процедури встановлення маршруту (замикання і розмикання ключа МТУ1 кнопкового реле кінця маршруту), реле закінчення набору ОН знеструмлене, лампа в індикаторі напрямку отримує живлення через тиловий контакт реле ОН від шини СМ та світиться в блимаючому режимі, сигналізуючи про необхідність закінчення завдання маршруту (рисунок 2.9).

Одночасно з живленням лампи одержує живлення модуль МТС1 (вивід К12-03 клемної колодки).

Після збудження кнопкового реле кінця маршруту на мнемосхемі станції контактом кнопкового реле вмикається зелена лампочка в комірці (ячейке) світлофора, за який встановлюється маршрут, а після зняття керуючого сигналу і вимикання кнопкового реле збуджується реле ОН та перемикає живлення індикатора напрямку на неперервний режим. На вивід К12-02 клемної колодки модуля МТС1 подається неперервне живлення, сигналізуючи про закінчення набору маршруту.

Робота схеми під час встановлення маршрутів інших категорій відбувається аналогічно.

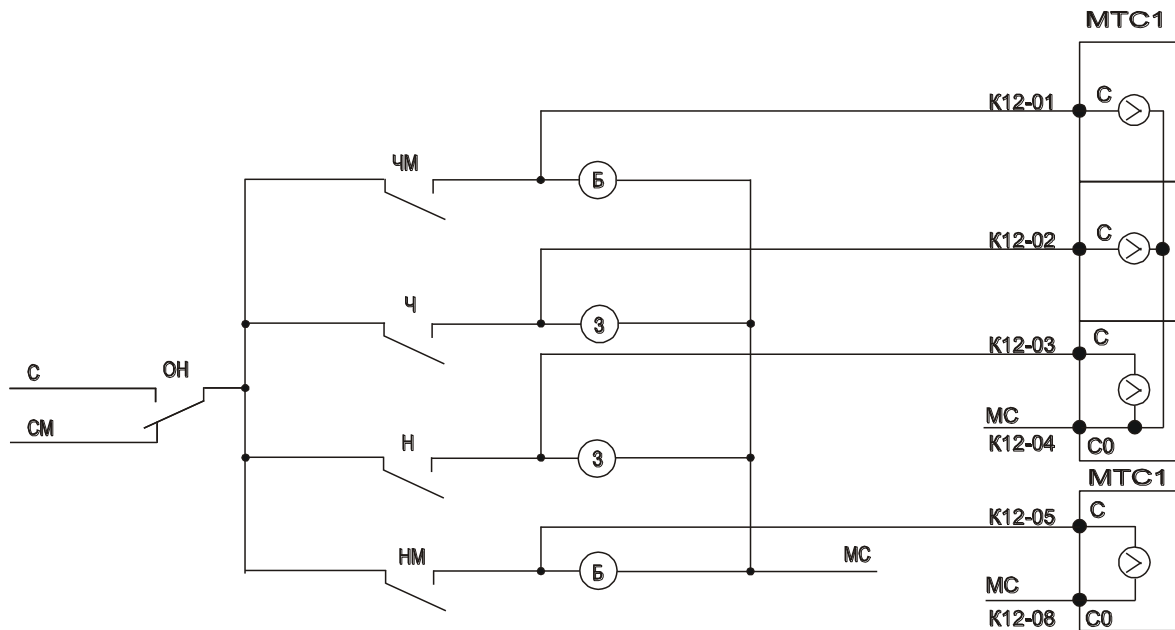


Рисунок 2.9 – Схема індикації завдання маршруту

### Схема індикації відміни та штучного розмикання маршрутів

Для контролю дій ДСП при відміні та штучному розмиканні маршрутів на табло ЕЦ встановлено п'ять контрольних ламп з червоними світлофільтрами. Введення інформації в МСДЦ про роботу станції у вказаних режимах здійснюється за допомогою модуля МТС1 (рисунок 2.10), входи якого підключено паралельно лампам ОС, ОМ, ОП, РИ, ОГ. Залежно від стану реле ОВ, ВОГ, ГРИ, ИВ, ПВ, МВ, ОВ, ВВ полюси живлення С або СМ можуть бути подані на виводи К12-25 – К12-27 або на К12-29 - К12-30 клемної колодки МТС1.

### Схема допоміжного управління

Для завдання варіантних маршрутів або у випадку несправності схеми відповідності, мікропроцесорний контролер "КАСКАД-МП" сформує і передасть модулю МТУ2 команду на замикання відповідного ключа (вивід К22-60 колодки). У результаті полюс ПУ(ТП) подається на реле ВУ (рисунок 2.11), реле ВУ притягує якір і замикає електричні кола допоміжного управління.

Контроль допоміжного управління з боку ДНЦ здійснюється завдяки підключенню відповідного входу модуля МТС1 до контрольних контактів реле ВУ.

Таким чином, керування будь-якими об'єктами лінійних пунктів та контроль їх стану здійснюється аналогічно розглянутим прикладам.

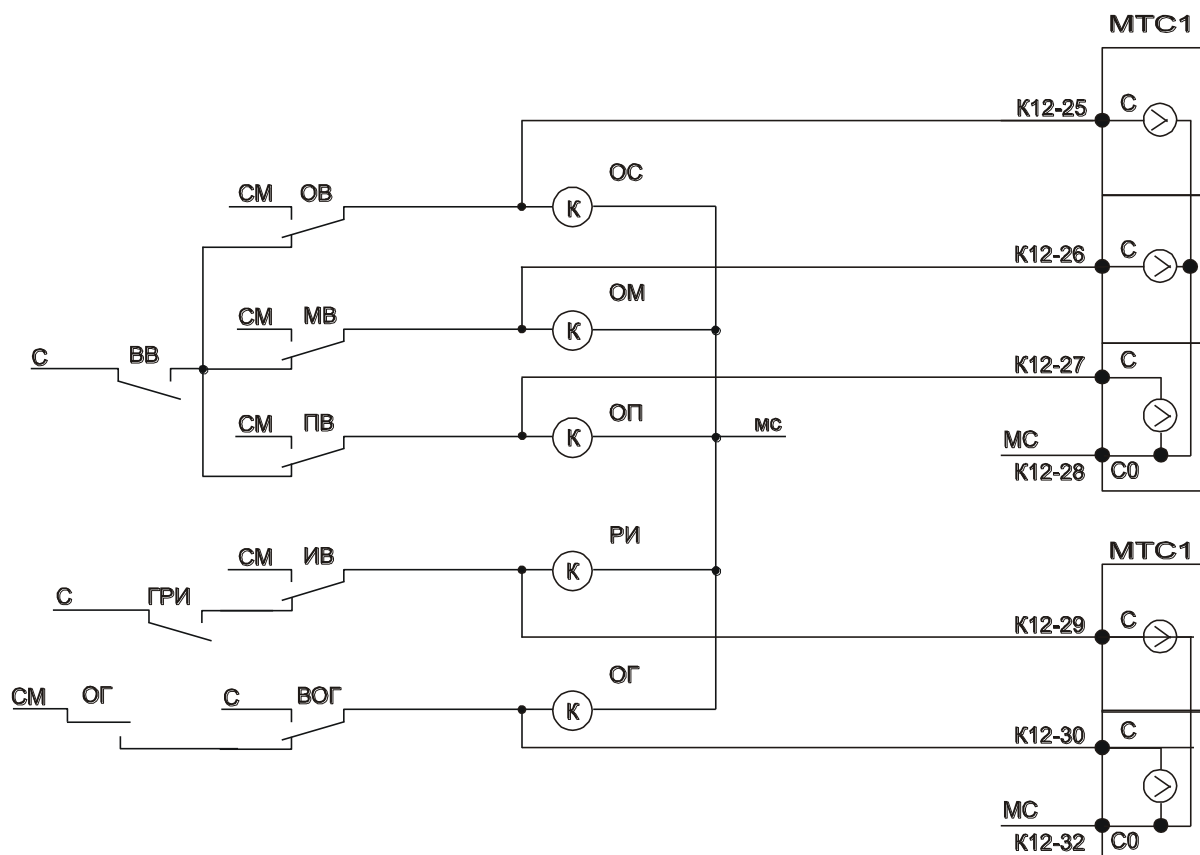


Рисунок 2.10 – Індикація відміни та штучного розмикання маршрутів

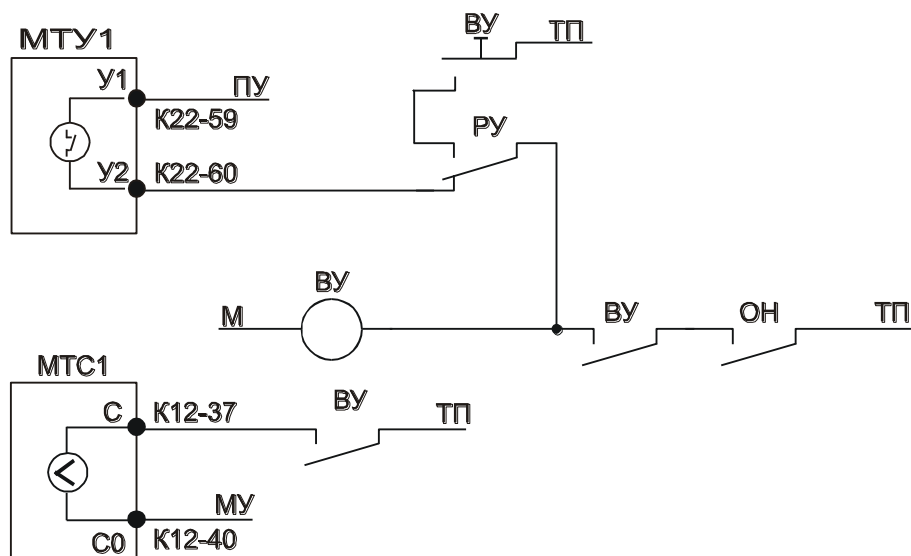


Рисунок 2.11 – Схема допоміжного управління

### **3 Проектування підсистеми контролю стану перегінних пристроїв СЦБ**

У системах ДЦ «НЕВА», «ЛУЧ», «ТЕМП» тощо стан блок-ділянок на перегонах, стан пристроїв СЦБ в релейних шафах контролюється апаратурою частотного диспетчерського контролю ЧДК. Однак загальновідомо, що навіть модернізовані системи ЧДК мають ряд суттєвих недоліків: низька інформативність систем, мала швидкість передачі інформації, неможливість передавання діагностичної інформації про стан пристроїв автоблокування при зайнятій блок-ділянці (вимкненому сигнальному реле Ж) тощо. МСДЦ «КАСКАД» має в своєму складі комплект мікроелектронних технічних засобів для контролю стану пристроїв ЗАТ на перегонах, а також приймально-передавальну апаратуру, яка дозволяє ефективно використовувати наявні лінії зв'язку (ДСН-ОДСН).

До складу підсистеми «ДК-КАСКАД» входять мікропроцесорні контролери ПК2202 і СК2202. Модуль мікропроцесорного контролеру ПК2202 призначений для організації диспетчерського контролю за пристроями СЦБ на перегоні. Це інтегрований мікроелектронний пристрій, який забезпечує зчитування до 14 дискретних сигналів стану сигнальної установки (ТС) за рахунок отримання інформації про стан контрольних реле: контролю живлення в основному та резервному фідерах; ДСН; контролю рейкових кіл блок-дільниці (для АБТ); контролю показань прохідних світлофорів; напрямку встановленого руху; контролю справності електричних кіл (ниток розжарювання) ламп прохідних світлофорів; контролю стану блок-дільниці; охоронної сигналізації. Крім цього, модуль може застосовуватись для управління двома пристроями (реле) з нормально замкненими/розімкненими контактами (ТУ). Об'єктами управління ПК2202 звичайно є реле ДСН. Внутрішнім перемикачем на

платі ПК2202 встановлюється номер модуля для «прив'язки» до конкретної сигнальної установки перегону. Внутрішні два модеми (пристрої доступу) призначені для підтримки протоколів обміну локальною мережею «DKnet». Живлення модуля здійснюється змінним струмом з напругою 10-18 В. Конструктивно модуль виконаний в захищеному пластиковому корпусі розмірами 25x100x120 мм. Підключення зовнішніх сигнальних провідників – під «гвинт».

Структурна схема модуля ПК2202 наведена на рисунку 3.1.

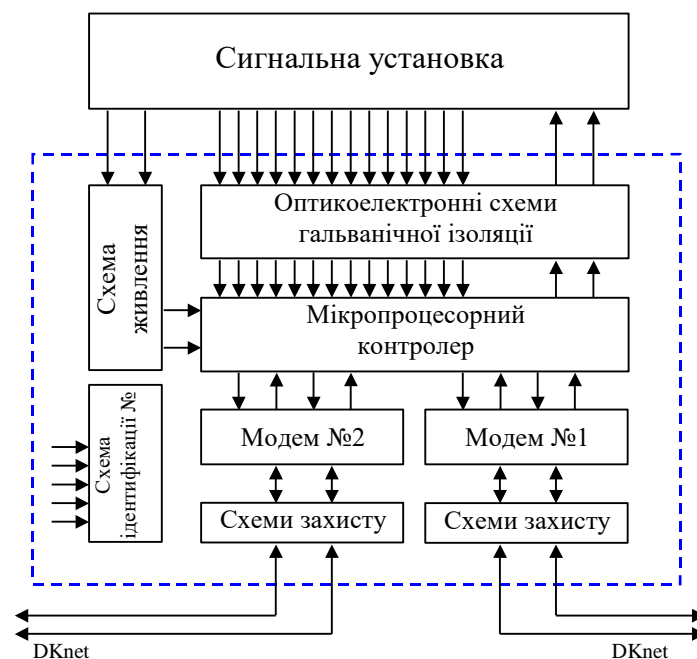


Рисунок 3.1 – Структурна схема модуля ПК2202

Схема підключення контролера ПК2202 до передвхідної сигнальної установки наведена у додатку Е.

Модуль мікропроцесорного контролеру СК2202 призначений для організації диспетчерського контролю за пристроями СЦБ на перегоні, індикації стану сигнальних установок на перегоні, зв'язку з системами ДЦ вищого рівня. Модуль СК2202 встановлюється на посту ЕЦ залізничної станції. СК2202 забезпечує збір та обробку інформації з 14 сигнальних



установок на перегоні, управління пристроями (реле) сигнальних установок (ДСН). Стан сигнальних установок відображається на світлодіодному табло, детальна інформація про кожну з 14 сигнальних установок транспортується через інтерфейс RS485 пристроям ДЦ вищого рівня. «ДК-КАСКАД» допускає нарощування чисельності модулів СК2202, а відповідно і контрольованих сигнальних установок. Подальше використання інформації можливе через «ЛП КАСКАД» у разі обладнання дільниці системою МСДЦ, або іншими – наприклад ПЕОМ з відповідним програмним забезпеченням. У складі модуля – модем для підтримки протоколів обміну локальною мережею «ДКnet» і технічні засоби фізичного рівня інтерфейсу «RS485».

Структурна схема модуля СК2202 наведена на рисунку 3.2.

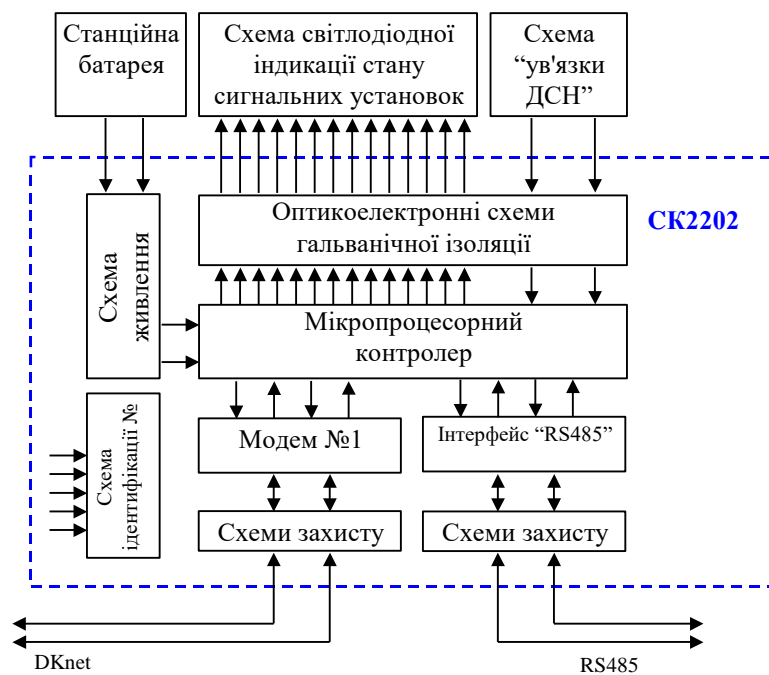


Рисунок 3.2 – Структурна схема модуля СК2202

Приклад схеми підключення контролера СК2202 до засобів відображення інформації про стан перегінних пристроїв ЗАТ, а також апаратури ЛП-КАСКАД наведено у додатку 3.

*У курсовому проєкті необхідно розробити структурну схему локальної мережі зв'язку DKnet, схему підключення об'єктів контролю і управління сигнальної установки (за завданням) до модуля ПК2202, схеми підключення підсистеми ДК-КАСКАД до ЛП-КАСКАД (див додаток 3), навести схеми підключення пристроїв відображення інформації про стан сигнальних установок на перегоні до модуля СК2202 (табло світлодіодної індикації стану ДК-КАСКАД). У ПЗ необхідно письмово пояснити, де і у якому вигляді буде відображатись інформація про перегорання лампи червоного вогню на світлофорі, керованому пристроями сигнальної установки, вказаної в завданні.*

**Увага ! Пристроями ДК-КАСКАД необхідно обладнати перегін з боку парної горловини розроблюваної за завданням станції. Кількість колій на перегоні визначається схематичним планом лінійного пункту (див. завдання на КП). До одного фрагмента локальної мережі DKnet може бути підключено 14 сигнальних установок АБ. На двоколіїних перегонах в сигнальні установки різних колій повинні встановлюватись окремі контролери ПК2202; в спарені сигнальні установки на одноколіїних перегонах може бути встановлено один ПК2202 (якщо кількість об'єктів контролю не перевищує 14).**

## 4 Проектування локальних мереж передачі даних

### 4.1 Топології локальних мереж

#### Локальна мережа зіркоподібного типу.

Локальна мережа зіркоподібного типу використовується в складі «ЦП КАСКАД» для підключення АРМ диспетчерського персоналу і віддалених мережних з'єднань. Схема зіркоподібного підключення клієнтів локальної мережі Ethernet наведена на рисунку 4.1.

Підключення віддаленого «АРМ Ш» до локальної мережі виконується за рахунок включення двох цифрових модемів «SDSL».

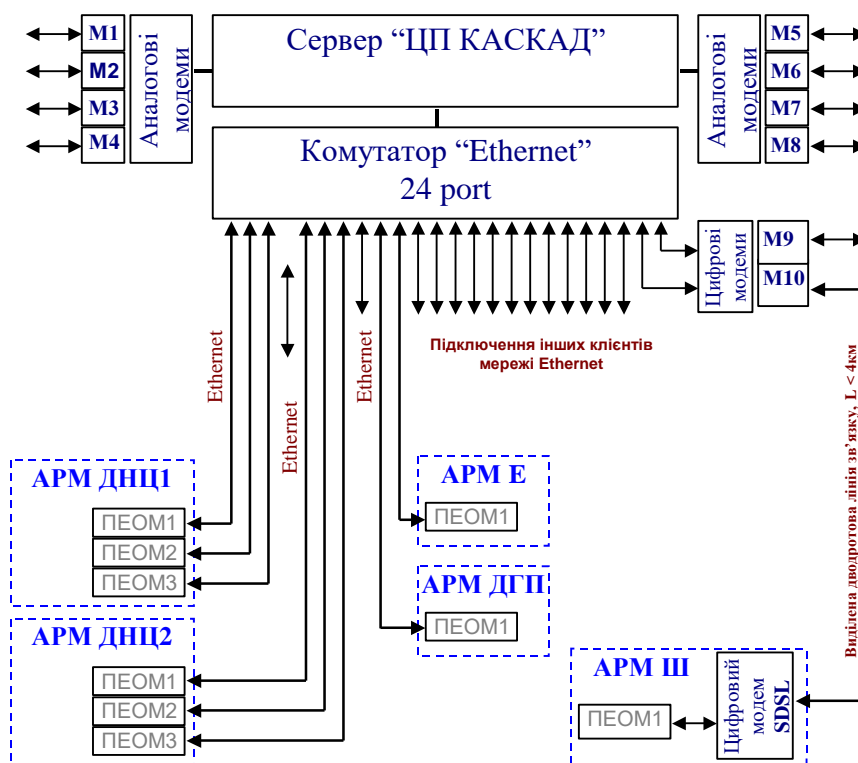


Рисунок 4.1 – Схема зіркоподібного підключення клієнтів локальної мережі Ethernet.

Віддалені мережеві з'єднання, взаємодія з базою даних АСОУП здійснюється через пристрої доступу – аналогові модеми і виділену фізичну лінію зв'язку або комутований канал АТС (модемний протокол V.34, швидкість обміну до 33600 bps). На етапі проєктування така схема потребує ретельних розрахунків для конкретно визначеної ділянки. Оптимальним варіантом для більшості випадків є підключення віддалених мережевих абонентів через цифрові модеми «SDSL» із швидкістю обміну в межах 144..318 kbit/s по виділеній дводротовій фізичних ліній зв'язку протяжністю до 20 км.

### **Локальна мережа послідовного типу**

Локальна мережа послідовного типу використовується в системі диспетчерського контролю пристроїв на перегоні «ДК КАСКАД» (див. розділ 3 методичних вказівок).

### **Локальна мережа кільцевого типу**

Локальна мережа кільцевого типу використовується в системі МСДЦ «КАСКАД». Комплекси «ЛП КАСКАД», розташовані на постах ЕЦ залізничних станцій, є клієнтами локальної мережі кільцевого типу «LPnet». Топологія локальної мережі кільцевого типу «LPnet» при обладнанні диспетчерської ділянки з кількістю станцій – 6 наведена в додатку Ж. На фізичному рівні для організації локальної мережі «LPnet» використані дві пари магістрального кабелю (1,05 мм) при відстані між сусідніми клієнтами мережі (Станції «А»-«В») до 40-45 км. Максимальна кількість станцій, об'єднаних одним кільцем локальної мережі «LPnet», розраховується на допустимий термін транспортування інформації, в найгіршому випадку до 6 с.

Відповідно до вимог щодо терміну транспортування інформації загальна затримка не повинна перевищувати 6 с. Час передачі одного інформаційного пакета пристроями «ЛП КАСКАД» визначається за формулою

$$T_{\text{прд}} = (T_s + T_{\text{тр}} + T_v), \quad (4.1)$$

де  $T_s$  – затримка МП процесора «ЛП КАСКАД» при формуванні пакету, с ( $T_s = 0.02$ );

$T_{\text{тр}}$  – затримка модема (Round Trip) «ЛП КАСКАД», с ( $T_{\text{тр}} = 0.04 - 0.06$ );

$T_v$  – затримка передачі інформаційного пакету, пов'язана зі швидкістю обміну, с;

$T_v$  – розрахунковий параметр, який залежить від швидкості обміну по мережі, розміру інформаційного пакету, ступеню захисту інформації від трансформації сигналів ТУ, ТС.

Для МСДЦ «КАСКАД»

$$T_v = 1/V \cdot N \cdot k, \quad (4.2)$$

де  $V$  – швидкість передачі пакету в мережі, bps (біт за секунду);

$N$  – чисельність дискретних сигналів об'єктів контролю (ТС);

$K = 2,2$  – коефіцієнт, який враховує захист інформації та технологічне оформлення пакету.

Враховуючи, що в процесі передавання інформації з однієї станції на іншу задіяні два модеми (передавач і приймач), загальна затримка транспортування повинна враховувати і затримку приймального модему  $T_{\text{тр}}$ . Таким чином, загальна затримка передачі пакету визначається за виразом:

$$T_{\text{прд}} = (T_s + T_{\text{тр}} + T_v) + T_{\text{тр}} \quad (4.3)$$

Розрахунки виконуються для гіршого випадку – пошкодження лінії зв'язку між станцією «Б» і сервером ДЦУП (див. додаток Ж). У такому випадку транспортування інформації відбувається в одному напрямку: від станції «Б» до станції «Г», від «Г» до «Д» і так далі, що призводить до найбільшого навантаження локальної мережі.

Приклад розрахунку трафіку для локальної мережі кільцевого типу «LPnet» дільниці П'ятихатки – Дніпропетровськ наведено в п. 4.2.

#### **4.2 Приклад розрахунку терміну транспортування інформації локальною мережею кільцевого типу**

Вихідні дані:

«ЛП КАСКАД» № 1 – ст. Діївка (420 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 2 – ст. Сухачівка (685 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 3 – ст. Баглий (776 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 4 – ст. Дніпродзержинськ (172 об'єкти контролю);

«ЛП КАСКАД» № 5 – ст. Воскобойня (369 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 6 – ст. Верхньодніпровськ (384 об'єкти контролю);

«ЛП КАСКАД» № 7 – ст. Верхівцеве (751 об'єкт контролю);

«ЛП КАСКАД» № 8 – ст. Верхівцеве Пост-А (258 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 9 – ст. Вільногірськ (368 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 10 – ст. Залізнякове (245 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 11 – ст. П'ятихатки (1125 об'єктів контролю);

«ЛП КАСКАД» № 12 – ст. П'ятихатки-Стикова (717 об'єктів контролю);

«ЦП КАСКАД» – сервер ДН-1 (Дніпропетровськ);

$V=28800$  bps.

Розрахунок починається з найбільш віддаленої від ЦП (за кількістю ретрансляцій) станції – П'ятихатки Стикова.

1 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції П'ятихатки Стикова до ст. П'ятихатки.

$N= 717$  сигналів контролю (ТС);

$$T_v = 1/V \cdot N \cdot k = 1/28800 \cdot 717 \cdot 2,2 = 0,05477 \text{ с};$$

$$T_1 = (T_s + T_{rp} + T_v) + (T_{rp}) = 0,02 + 0,06 + 0,05477 + 0,06 = 0,19447 \text{ с}.$$

2 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції П'ятихатки до ст. Залізнякове.

$$N = 717 + 1125 = 1842 \quad (\text{ТС П'ятихатки – Стикова} + \text{ТС П'ятихатки});$$

$$T_v = 1/V \cdot N \cdot k = 1/28800 \cdot 1842 \cdot 2,2 = 0,1407 \text{ с};$$

$$T_2 = (T_s + T_{rp} + T_v) + (T_{rp}) = 0,02 + 0,06 + 0,1407 + 0,06 = 0,2807 \text{ с}.$$

3 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Залізнякове до ст. Вільногірськ

$$N = 1842 + 245 = 2087 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова} - \text{П'ятихатки} \\ + \text{ТС Залізнякове})$$

$$T_v = 1/V \cdot N \cdot k = 1/28800 \cdot 2087 \cdot 2,2 = 0,1594 \text{ с};$$

$$T_3 = (T_s + T_{rp} + T_v) + (T_{rp}) = 0,02 + 0,06 + 0,1594 + 0,06 = 0,2994 \text{ с}.$$

4 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Вільногірськ до ст. Верхівцеве Пост-А

$$N = 2087 + 368 = 2455 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова} - \text{Залізнякове} \\ + \text{ТС Вільногірськ})$$

$$T_v = 1/V \cdot N \cdot k = 1/28800 \cdot 2455 \cdot 2,2 = 0,1875 \text{ с};$$

$$T_4 = (T_s + T_{rp} + T_v) + (T_{rp}) = 0,02 + 0,06 + 0,1875 + 0,06 = 0,3275 \text{ с}.$$

5 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Верхівцеве Пост-А до ст. Верхівцеве.

$$N = 2455 + 258 = 2713 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова–Вільногірськ} + \\ \text{ТС Верхівцеве Пост-А})$$

$$T_v = 1/V \cdot N \cdot k = 1/28800 \cdot 2713 \cdot 2,2 = 0,2072 \text{ с};$$

$$T5=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,2072+0,06=0,3472 \text{ с.}$$

6 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Верхівцеве до ст. Верхньодніпровськ.

$$N=2713+751=3464 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова – Верхівцеве} \\ \text{Пост-А + ТС Верхівцеве})$$

$$T_v=1/V \cdot N \cdot k=1/28800 \cdot 3464 \cdot 2,2=0,2646 \text{ с;}$$

$$T6=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,2646+0,06=0,4046 \text{ с.}$$

7 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Верхньодніпровськ до ст. Воскобойня.

$$N=3464+384=3848 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова – Верхівцеве} \\ \text{+ ТС Верхньодніпровськ )}$$

$$T_v=1/V \cdot N \cdot k=1/28800 \cdot 3848 \cdot 2,2=0,2940 \text{ с;}$$

$$T7=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,2940+0,06=0,4340 \text{ с.}$$

8 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Воскобойня до ст. Дніпродзержинськ.

$$N=3848+369=4217 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова – Верхньодніпровськ +} \\ \text{ТС Воскобойня})$$

$$T_v=1/V \cdot N \cdot k=1/28800 \cdot 4217 \cdot 2,2=0,3221 \text{ с;}$$

$$T8=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,3221+0,06=0,4621 \text{ с.}$$

9 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Дніпродзержинськ до ст. Баглій.

$$N=4217+172=4389 \quad (\text{ТС П'ятихатки – Стикова - Воскобойня +} \\ \text{ТС Дніпродзержинськ})$$

$$T_v=1/V \cdot N \cdot k=1/28800 \cdot 4389 \cdot 2,2=0,3353 \text{ с;}$$



$$T9=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,3353+0,06=0,4753 \text{ с.}$$

10 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Баглій до ст. Сухачівка.

$$N=4389+776=5165 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова – Дніпродзержинськ} \\ + \text{ТС Баглій})$$

$$T_v=1/V \cdot N \cdot k=1/28800 \cdot 5165 \cdot 2,2=0,3946 \text{ с;}$$

$$T10=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,3946+0,06=0,5346 \text{ с.}$$

11 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Сухачівка до ст. Діївка.

$$N=5165+685=5850 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова – Баглій} + \text{ТС} \\ \text{Сухачівка})$$

$$T_v=1/V \cdot N \cdot k=1/28800 \cdot 5850 \cdot 2,2=0,4469 \text{ с;}$$

$$T11=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,4469+0,06=0,5869 \text{ с.}$$

12 Розрахунок терміну транспортування інформації від станції Діївка до серверу ст. Дніпропетровськ.

$$N=5850+420=6270 \quad (\text{ТС П'ятихатки–Стикова –Сухачівка} + \text{ТС} \\ \text{Діївка})$$

$$T_v=1/V \cdot N \cdot k=1/28800 \cdot 6270 \cdot 2,2=0,4790 \text{ с;}$$

$$T12=(T_s+T_{rp}+T_v)+(T_{rp})=0,02+0,06+0,4790+0,06=0,6190 \text{ с.}$$

Загальний термін транспортування інформації про стан контрольованих об'єктів диспетчерської ділянки (6270):

$$T= T1+T2..+ \dots +T12$$

$$T=0,19447+0,2807+0,2994+0,3275+0,3472+0,4046+0,4340+0,4621+ \\ +0,4753+0,5346+0,5869+0,6190=4,96577 \text{ с (приблизно 5 с).}$$

**Примітка** – Розрахунок виконано за умов розриву кільця між сервером та ст. Дівка і відсутності інших пошкоджень. У цьому випадку транспортування інформації відбувається послідовно по 12 станціях дільниці, коли кільцева мережа фактично функціонує як послідовна. В розрахунку не враховані можливі пошкодження інформаційних пакетів – відповідно, повторні запити серверу та повторні передачі інформаційних пакетів; не враховані втрати часу на передачу діагностичної інформації, команд телеуправління ТУ, ТВ та підтвержень їх достовірності та виконання; не враховані втрати часу, пов'язані з можливим виникненням черг по станціях дільниці на передачу інформаційних пакетів, адаптацію модемів до зміни умов транспортування інформації на фізичному рівні (зміна рівня сигналу, синхронізація, тестування, при пошкодженні лінії зв'язку – повторне встановлення зв'язку).

У реальних умовах експлуатації локальних мереж зв'язку наведений вище розрахунковий термін транспортування інформації необхідно помножити на коефіцієнт надійності ( $K_n=1,5-2,0$ ). Реальний термін становить:  $5 \cdot K_n=7,5-10$  с. Такий термін транспортування інформації не відповідає вимогам нормативних документів (до 6 с). Для усунення вказаного недоліку слід рекомендувати організацію двосегментної структури диспетчерської дільниці з відповідною зміною топології локальної мережі.

### **УВАГА!**

Кількість об'єктів контролю на станціях диспетчерської дільниці, яка повинна фігурувати в розрахунках пояснювальної записки КП, визначається студентом самостійно залежно від кількості об'єктів контролю  $N$  на розроблюваній станції (див. таблицю 2.4). При віддаленні від вказаного ЛП як в парному, так і в непарному напрямку, кожна наступна станція (в тому числі і станція, де розташовано ЦП) має в 1,1 рази більшу кількість об'єктів контролю, порівняно з попередньою (рисунок 4.2).

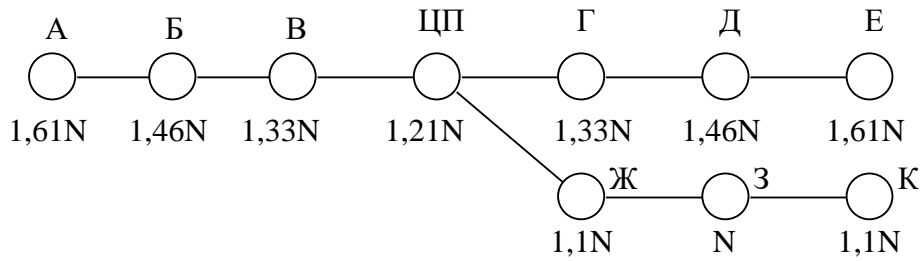


Рисунок 4.2 – Розрахунок кількості об’єктів ТС на станціях дільниці

Наприклад, визначена кількість контрольованих об’єктів для лінійного пункту З (за завданням) склала  $N$ . Кількість об’єктів на сусідніх станціях визначається як добуток  $N \cdot 1.1 = N_{\text{ж}}, N_{\text{з}}$ ; кількість об’єктів на ЦП буде становити  $N_{\text{цп}} = N_{\text{ж}} \cdot 1.1 = 1.21N$ ;  $N_{\text{в}}, N_{\text{г}} = N_{\text{цп}} \cdot 1.1 = 1.33N$  і т. д.

У курсовому проєкті необхідно виконати розрахунок затримки передавання інформації залежно від кількості контрольованих об’єктів за умови розриву кільця (за наведеним вище прикладом) і прийняти остаточне рішення щодо структури локальної мережі LPnet. Розрахунок необхідно виконати для всіх сегментів диспетчерської дільниці.

## Список літератури

- 1 Мікропроцесорна система диспетчерської сигналізації «КАСКАД». Лінійний пункт «ЛП КАСКАД». Технічне описання. 13436911.1 84 154.ТО.90.02.
- 2 Мікропроцесорна диспетчерська централізація «КАСКАД»: навч. посібник / М. І. Данько, В. І. Мойсеєнко, В. З. Рахматов та ін. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 176 с.
- 3 Мікропроцесорна система диспетчерської сигналізації «КАСКАД». Методика проектування мереж зв'язку. 13436911.1 84 154.МЗ.10.01.
- 4 Нейчев О. В. Системи диспетчерського управління: навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2015. 289 с.
- 5 Колонтаєвський Ю. П., Сосков А. Г. Електроніка і мікросхемотехніка: підручник / за ред. А. Г. Соскова. Вид. 2-ге. Київ: Каравела, 2009. 416 с.
- 6 Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України: відомчий нормативний документ. Київ. 2003. 98 с.
- 7 Нейчев О. В., Ушаков М. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Системи диспетчерського управління. Мікропроцесорні системи ДЦ». Харків: УкрДАЗТ, 2014. 37 с.
- 8 Нейчев О. В., Ушаков М. В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Інноваційні системи телекерування та контролю». Харків: УкрДУЗТ, 2021. 37 с.
- 9 Мойсеєнко В. І., Курцев М. С., Лазарєв О. В. Технології та технічні засоби систем керування рухом поїздів: навч. посіб. Харків: УкрДУЗТ, 2020. 98 с.

**Завдання на курсовий проєкт  
для студентів заочної форми навчання**

Вихідні дані до курсового проєкту наведено в таблицях А.1 та А.2 і визначаються за двома останніми цифрами навчального шифру. Якщо шифр складається з однієї цифри, то передостанньою слід вважати 0.

Варіант схеми дільниці обирається з таблиці А.2 за останньою цифрою шифру. Назва лінійного пункту (А-К), що треба обладнати пристроями «ЛП КАСКАД», обирається передостанньою цифрою шифру.

Варіант схеми станції складається з двох рисунків. Ліва горловина обирається з таблиці А.2 за передостанньою цифрою шифру, а права – за останньою цифрою. Якщо сумою двох цифр шифру є парне число, то ліва горловина станції вважається парною (Ч), в іншому випадку – непарною (Н).

Для заданого ЛП слід розробити повну схему кнопкових реле, схему керування стрілкою (номер обирається за передостанньою цифрою шифру з таблиці А.1) та одну з додаткових схем (обирається за останньою цифрою шифру з таблиці А.1)

Пристроями ДК-КАСКАД необхідно обладнати перегін з боку парної горловини розроблюваної за завданням станції. Кількість колій на перегоні визначається схематичним планом лінійного пункту. Кількість сигнальних установок на перегоні обирається з таблиці А.1 за останньою цифрою шифру, а місце розташування переїзду – за передостанньою.

Таблиця А.1 – Варіанти схем до розробки

Цифра шифру					
	перед- остання	остання		передос- тання	остання
	№ стрілоч- ного приводу	Назва додаткової схеми		Переїзд біля сигнальної установки №	Кількість сигнальних установок на перегоні
<b>0</b>	1	штучного розмикання маршрутів		1	7
<b>1</b>	2	індикація завдання маршруту		2	8
<b>2</b>	3	індикація відміни та штучного розмикання маршрутів		3	9
<b>3</b>	4	допоміжного керування		4	10
<b>4</b>	5	штучного розмикання маршрутів		5	11
<b>5</b>	1	індикація завдання маршруту		1	12
<b>6</b>	2	індикація відміни та штуч- ного розмикання маршрутів		2	13
<b>7</b>	3	допоміжного керування		3	14
<b>8</b>	4	штучного розмикання маршрутів		4	15
<b>9</b>	5	штучного розмикання маршрутів		5	16

Таблиця А.2 – Варіанти станції та ділянки

Цифра шифру				
	передостання	остання	П. ост.	остання
1	2	3	4	5
0			А	
1			Б	
2			В	
3			Г	
4			Д	
5			Е	
6			Ж	
7			З	

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5
8			К	
9			А	



Клеммна колодка живлення

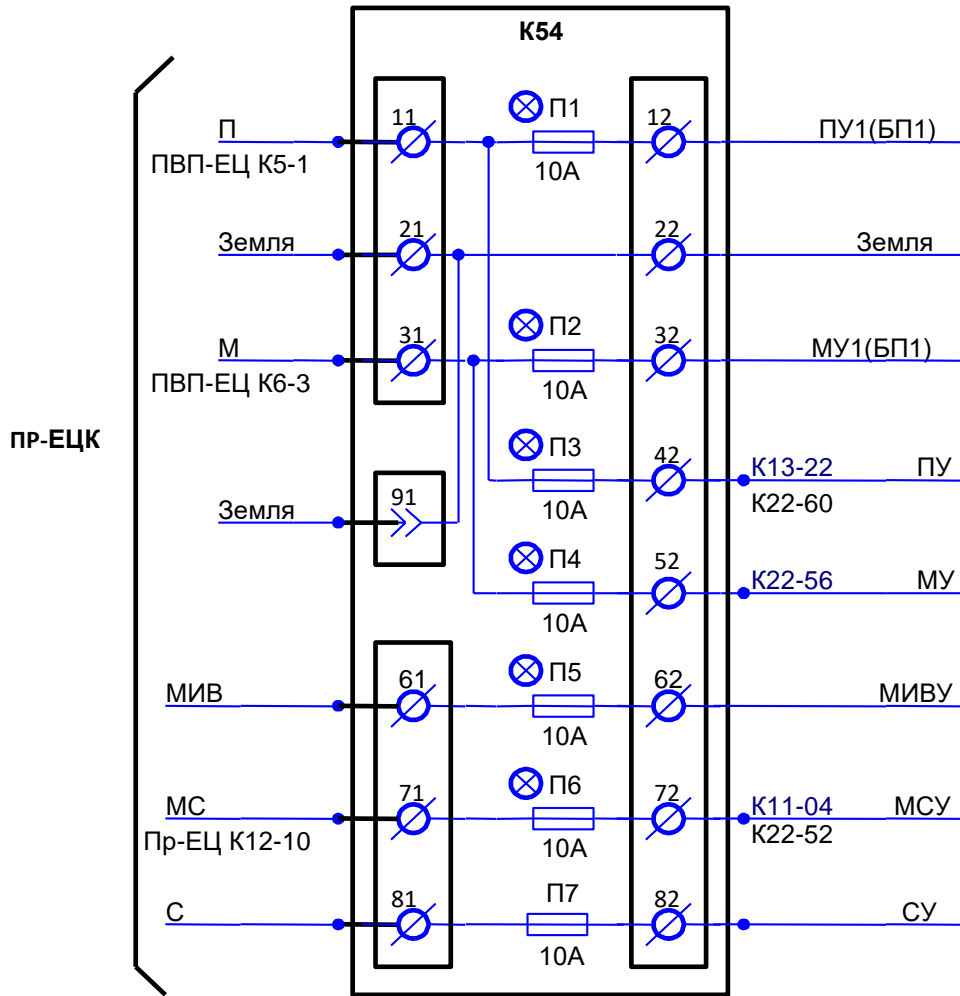


Рисунок Б.1 – Схема підключення живлення

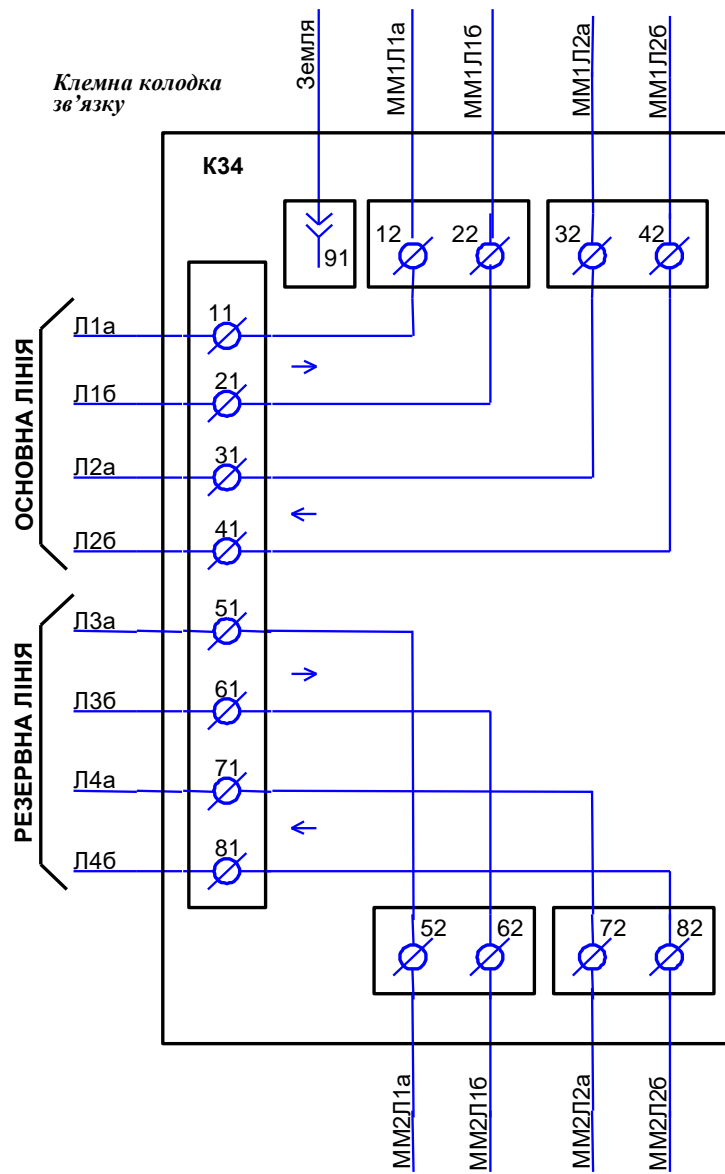


Рисунок Б.2 – Схема підключення ліній зв'язку

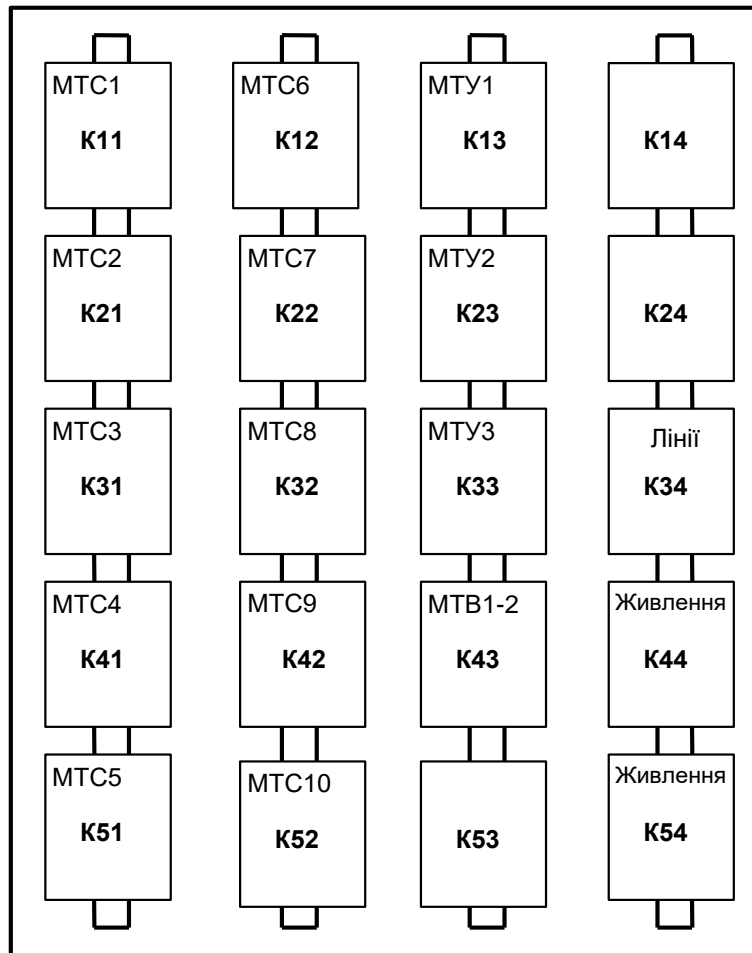


Рисунок В.1 – Схема розміщення клемних колодок

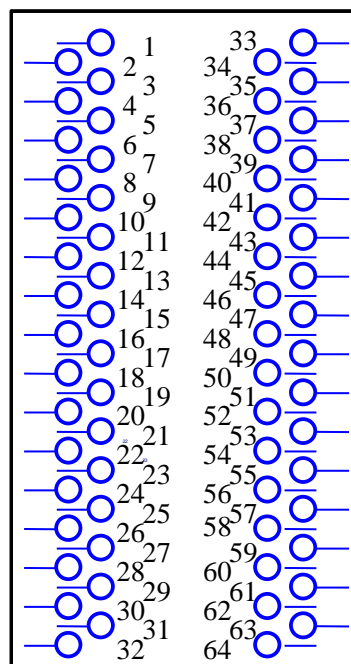
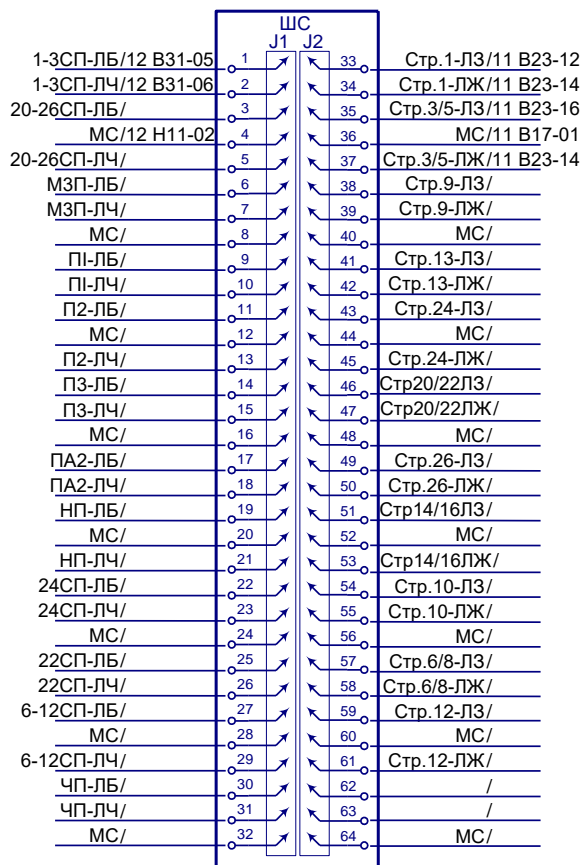
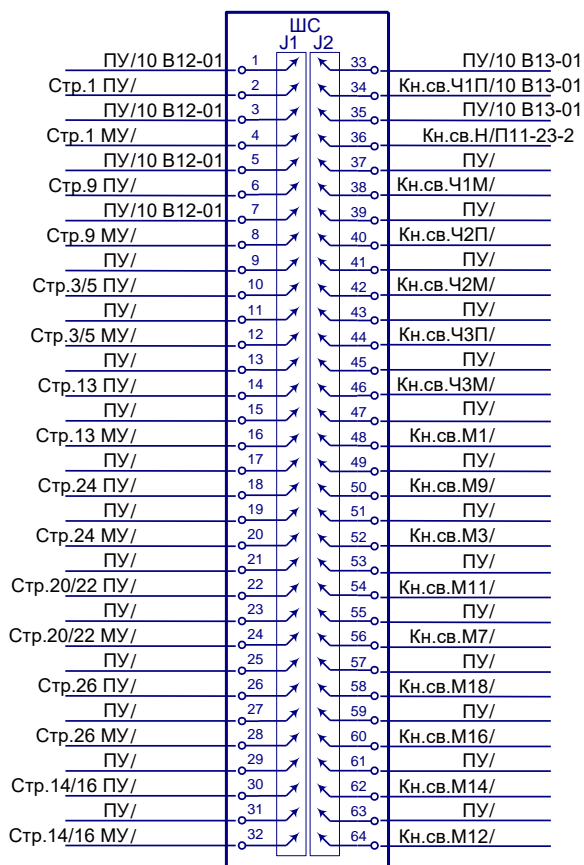


Рисунок В.2 – Нумерація клем клемних колодок

Монтажна колодка КМС03.64



Монтажна колодка КМС03.64



Монтажна колодка КМС03.64

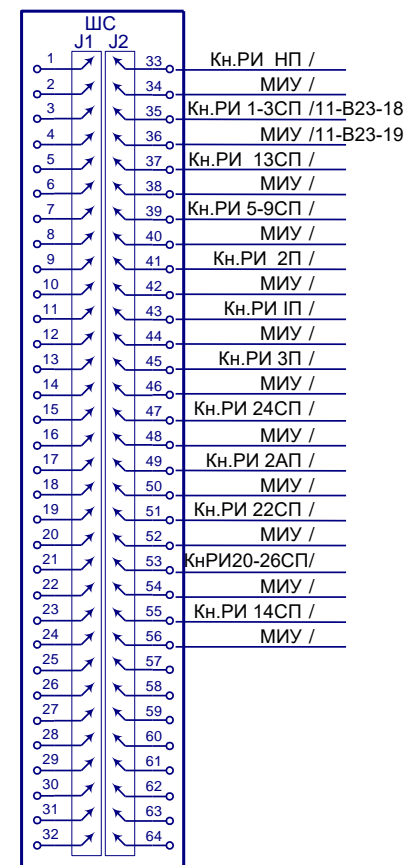
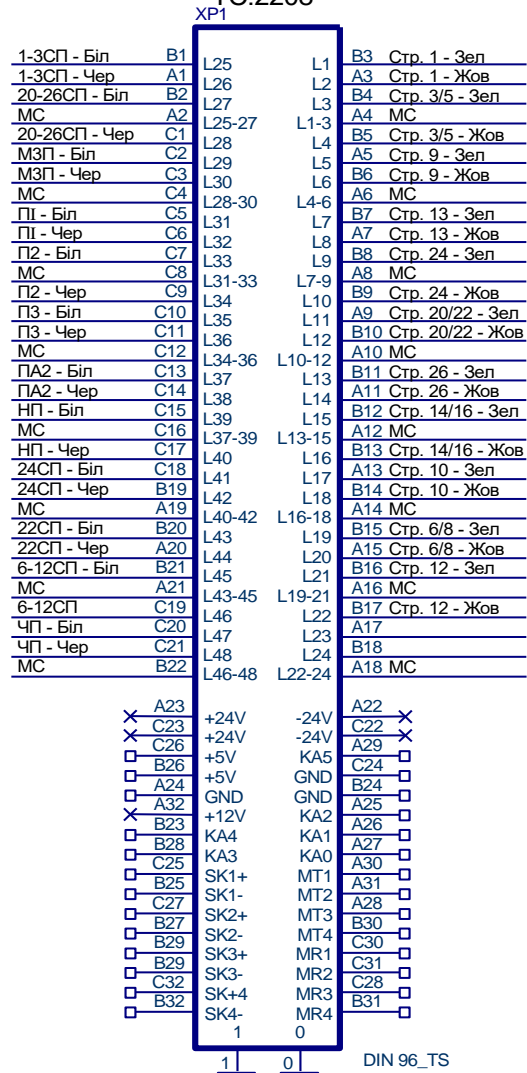
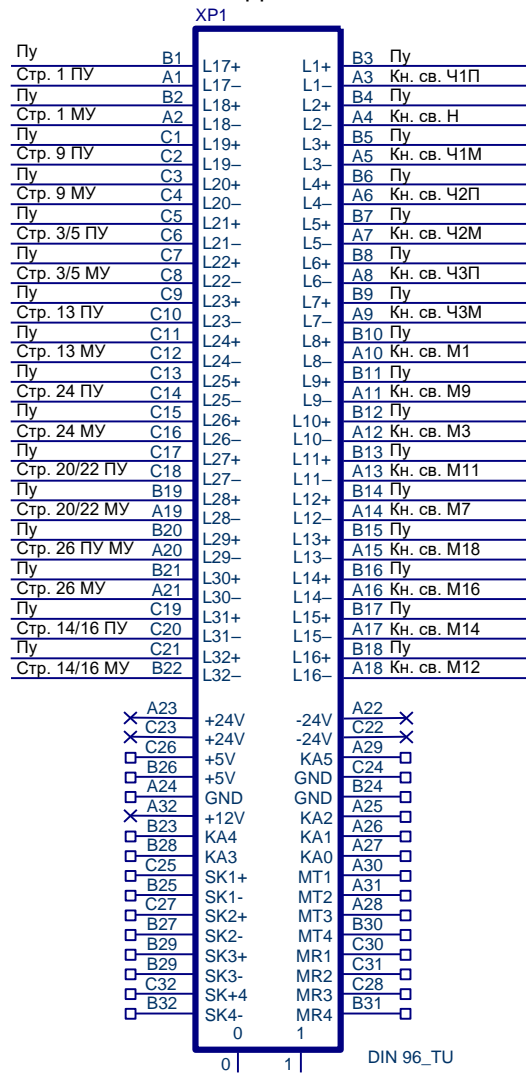


Рисунок Г.1 – Монтажні схеми клемних колодок

Модуль ТС1 "КАСКАД  
ТС.2208"



Модуль ТУ1  
"КАСКАД ТУ.2206"



Модуль ТВ1  
"КАСКАД ТВ.2212"

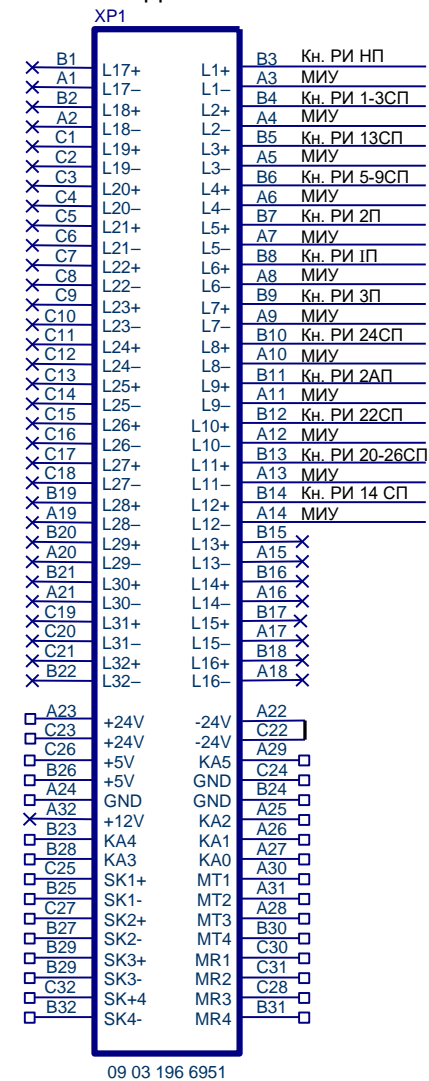


Рисунок Г.2 – Схема зовнішніх з'єднань модулів

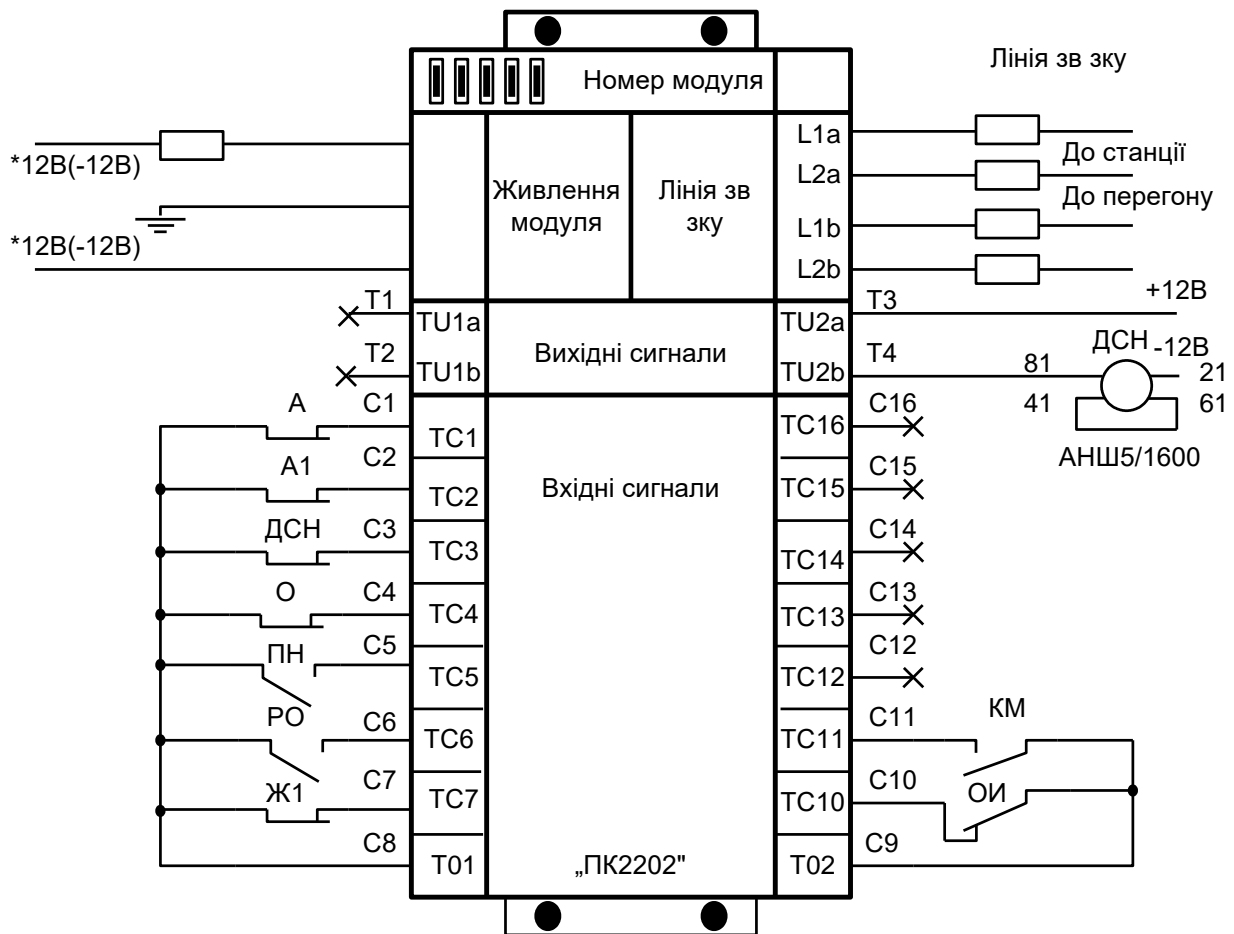


Рисунок Д.1 – Схема підключення об'єктів керування і контролю передвхідної сигнальної установки до ПК2202

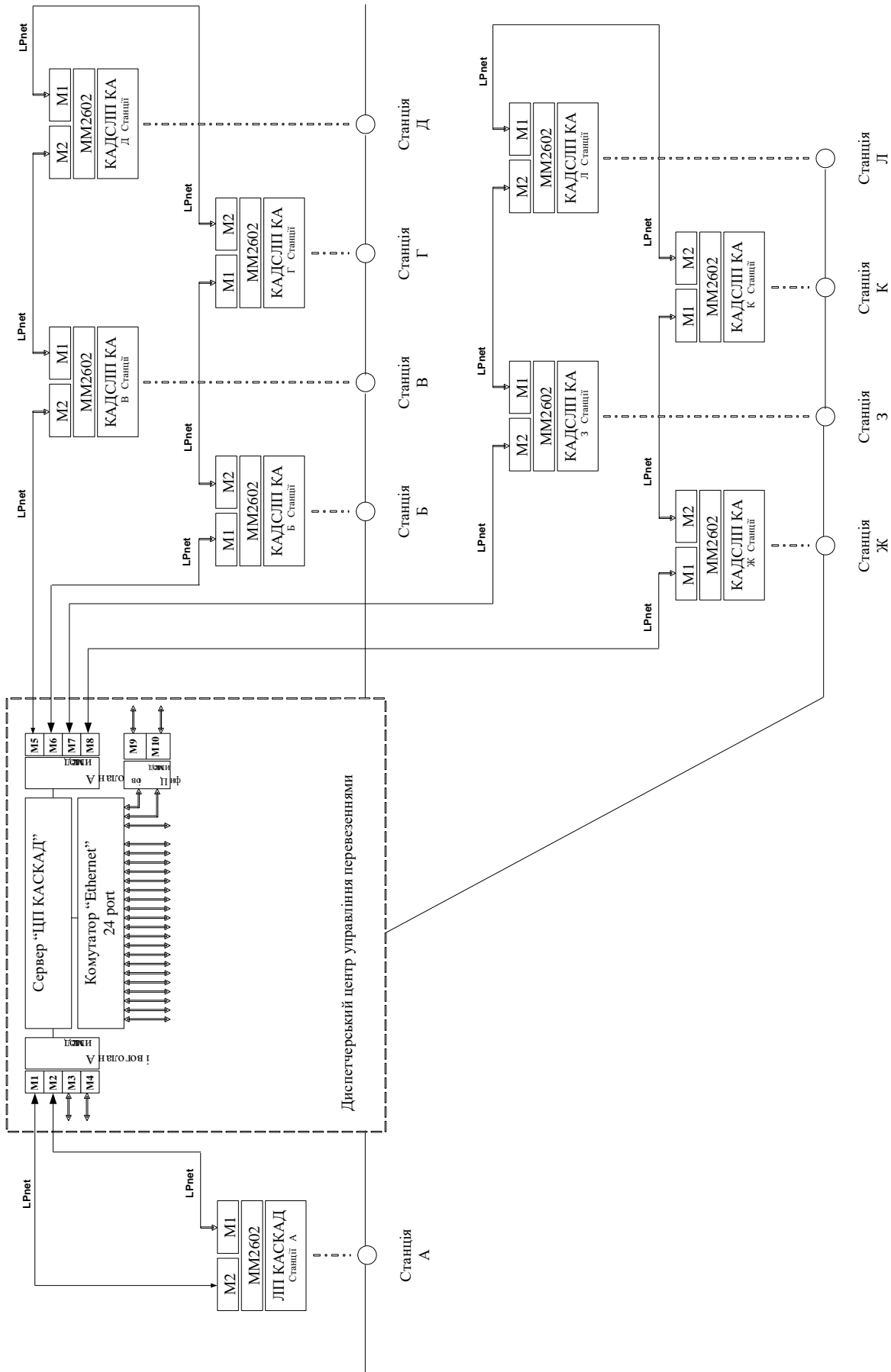


Рисунок Б.1 – Локальна мережа LPnet

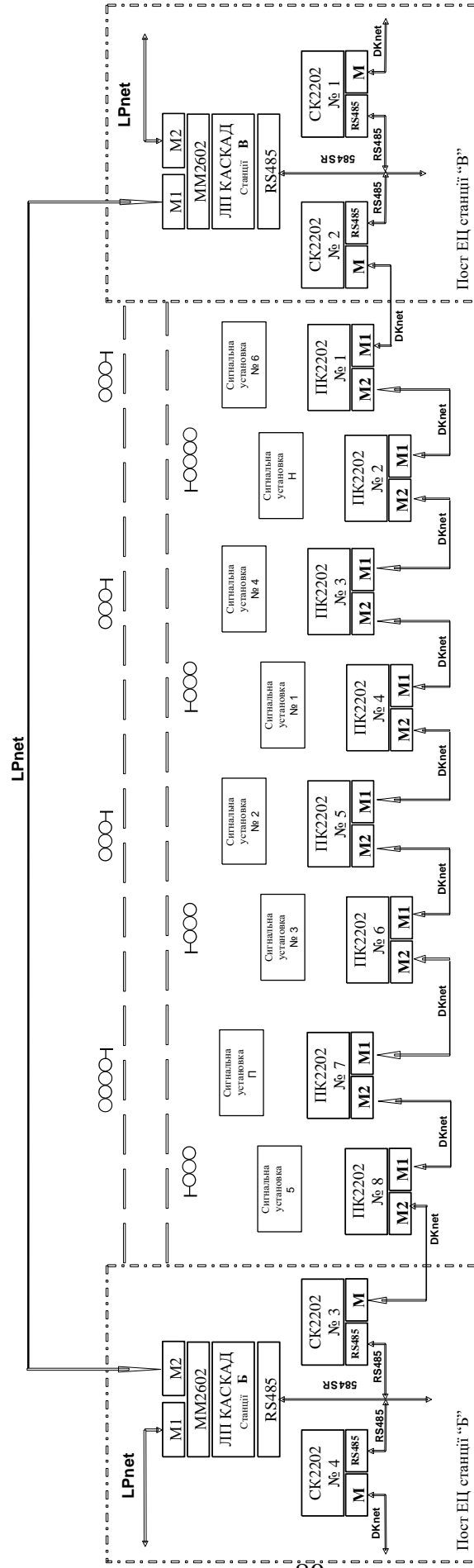


Рисунок Ж.1 – Локальна мережа DKnet



## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового та дипломного проектування,  
практичних занять та самостійної роботи з дисципліни

*«ІННОВАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТЕЛЕКЕРУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ»*

Відповідальний за випуск Сосунов О. О.

---

Підписано до друку 10.05.2024 р.

Умовн. друк. арк. 5,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.

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