

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ
Кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування
рухом поїздів»

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**до практичних занять, виконання курсових
і дипломних проектів, РГР та самостійної роботи
з дисципліни**

"СТАНЦІЙНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ"

Частина 1

Харків 2010

Методичні рекомендації розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів" 4 грудня 2008 р., протокол № .

Методичні рекомендації призначено для студентів спеціальності 7.092507 "Автоматика і автоматизація на транспорті" спеціалізації 7.092507.01 "Автоматика і комп'ютерні системи управління рухом поїздів" всіх форм навчання.

Укладачі:

проф. В.І. Мойсеєнко,
доценти К.С. Клименко,
С.О. Радковський

Рецензент

доц. В.П. Мороз

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до практичних занять, виконання курсових
і дипломних проектів, РГР та самостійної роботи
з дисципліни

"СТАНЦІЙНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ"

Частина 1

Відповідальний за випуск Клименко К.С.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 10.12.08 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,5. Обл.-вид.арк. 2,75.

Замовлення № Тираж 300. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.

Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майдан Фейербаха, 7

Зміст проекту

У роботі пропонується виконати проект обладнання пристроями електричної централізації станції, отриманої за завданням.

Проект складається з експлуатаційної і технічної частин та проектування електричної централізації. В першій частині методичних рекомендацій розглянута методика виконання експлуатаційної і технічної частин.

В експлуатаційній частині вирішуються питання (за основу може бути взята курсова робота з дисципліни "Експлуатаційні основи систем залізничної автоматики" або "Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації"):

- ізоляція колій та дільниць станції;
- осигналювання станції та маршрутизація пересувань у заданій горловині.

В технічній частині вирішуються питання:

- розроблення двониткового плану заданої горловини станції;

- розроблення схеми каналізації зворотного тягового струму;

- розроблення планів кабельних мереж світлофорів, стрілок, релейних і живильних кінців рейкових кіл;

- розрахунок кабельних мереж.

При виконанні курсового проекту рекомендується використовувати літературу, що наведена у списку літератури.

Дані для проектування

Дані для проектування вибираються студентом із завдання, виданого викладачем, або за двома останніми цифрами навчального шифру з таблиці А.1 і рисунка А.1 (додаток А).

Оформлення проекту

Проект оформляється у вигляді креслень та розрахунково-пояснювальної записки. Не слід переписувати текст пояснень, вказівок або цитати з літературних джерел; **курсіві проекти з переписаними текстами з методичних рекомендацій і літературних джерел не зараховуються.**

Записка оформляється відповідно до пропонованої нижче програми, яка складається з окремих пунктів. При виконанні курсового проекту необхідно дотримуватись вимог та рекомендацій щодо оформлення креслень та пояснювальної записки, викладених у методичних вказівках [5].

Виправлення по зауваженнях варто наводити поруч на чистому боці аркуша або на додатковій сторінці. **Категорично забороняється переписувати або передруковувати ті аркуші, на яких є зауваження.**

Креслення виконуються олівцем на міліметровому папері, або машинним способом з використанням ЕОМ. **Розмір аркуша креслення повинний бути кратний розміру стандартного аркуша розрахунково-пояснювальної записки (210×297 мм).**

Кожне креслення повинне мати рамку і надписи (штампи) із вказівкою найменування креслення і номера сторінки.

Програма і методика виконання експлуатаційної частини

1 Схематичний план станції з осигналюванням

Пояснення. Експлуатаційні питання, за винятком переліку маршрутів, повинні бути розроблені для всієї станції, а не тільки для заданої горловини.

На заданому схематичному плані станції (рисунки А.1–А.3) зазначені вхідні світлофори (задане розташування сигналів змінювати не слід). Встановлення інших світлофорів (маневрових і вихідних) студентом передбачається самостійно з урахуванням положень, наведених нижче.

На головних і бокових коліях, по яких поїзди пропускаються без зупинки, встановлюються щоглові світлофори. Інші вихідні і маневрові світлофори, як правило, передбачаються карликові.

На границі станції слід передбачити додатковий вхідний світлофор з червоним і двома жовтими вогнями для організації двостороннього руху по одній колії перегону при капітальному ремонті іншої колії.

Розміщення маневрових світлофорів у горловині слід робити з таким розрахунком, щоб забезпечити можливість рівнобіжних маневрових пересувань і виключити перепробіги при кутових заїздах. Можливість перестановки рухомих одиниць з однієї колії на іншу забезпечується встановленням маневрових світлофорів перед стрілками, що ведуть на ці колії. Якщо приймально-відправна колія спеціалізована, то вихідний світлофор встановлюється з одного боку, а з протилежного передбачається маневровий.

При необхідності в горловині станції утворюються безстрілочні секції, які по обидва боки відгороджуються маневровими світлофорами. Крім того, маневрові світлофори встановлюються з тупиків та під'їзних колій. Всі світлофори встановлюються у створі з ізолюючими стиками. Стиками відокремлюються стрілочні зони від приймально-відправних і інших колій станції та перегону.

Між вхідним світлофором і першою вхідною стрілкою передбачається безстрілочна ізолювана дільниця (секція).

З урахуванням наведеного у курсовому проєкті необхідно виконати розташування ізолюючих стиків, тобто зробити розбивку стрілочних зон на секції.

Слід зауважити, що в одну секцію можна включати не більш:

- трьох одиночних стрілочних переводів;
- двох перехресних стрілочних переводів;
- одного перехресного і двох одиночних стрілочних переводів;
- трьох відгалужень в розгалуженій стрілочній секції.

Включення в одну ізолювану секцію декількох стрілочних переводів не повинно перешкоджати здійсненню паралельних поїзних або маневрових переміщень, а також максимально забезпечувати можливість одночасних пересувань по неворожих маршрутах. В районах з місцевим керуванням стрілками ізолювані секції передбачаються для кожної стрілки, що переводиться з маневрової колонки. В окремі ізолювані секції виділяються стрілочні переводи, що ведуть до уловлювальних або запобіжних тупиків.

Виконуючи схематичний план станції, необхідно вказати ординати світлофорів і стрілок, а також тип рейок і марку хрестовин стрілочних переводів. При визначенні ординат слід використовувати таблиці методичних вказівок [4]. Визначення ординат починається з колії, яка має найменшу довжину (за завданням).

Як приклад, на рисунку Б.1 наведений однопітквий план станції при електротязі постійного і змінного струмів.

Оформлення. На схематичному плані станції у встановлених позначеннях, поданих у [4], повинні бути показані: колії, ізолюючі стики, стрілки, сигнали, пости централізації, релейні шафи, батарейні шафи. Слід також підрахувати кількість стрілок і сигналів і зробити запис: у централізацію включається: стрілок - . . . , сигналів - . . . , з них: вхідних - ..., вихідних - . . . , маневрових - ...

Крім цього, у пояснювальній записці необхідно дати характеристику станції й обґрунтувати розміщення сигналів.

2 Маршрутизація пересувань на станції

Пояснення. Маршрутом є частина колійного розвитку станції, що підготовлена для слідування рухомого складу поїзним або маневровим порядком у межах станції.

Поїзні пересування по прийманню, відправленню та передачі поїздів з парку в парк виконуються за сигналами і обов'язково маршрутизуються. Крім цього, маршрутизуються маневрові пересування, за винятком відокремлених районів станції, де здійснюється сортувальна робота або стрілки передаються на місцеве керування.

В курсовому проекті необхідно розробити таблиці основних і варіантних поїзних та маневрових маршрутів, а також таблицю взаємозалежності показань світлофорів для заданої горловини станції.

У таблиці основних поїзних маршрутів послідовно перелічуються всі маршрути приймання і відправлення поїздів, вказується положення ходових і охоронних стрілок, що входять у маршрут.

У таблиці варіантних поїзних маршрутів необхідно перелічити: усі можливі варіанти приймання, відправлення і передачі з парку в парк поїздів; положення тільки тих стрілок, що визначають напрямок маршруту, відмінного від основного.

У таблиці маневрових маршрутів наводяться існуючі маршрути від кожного маневрового світлофора до першого світлофора заданого напрямку або за останній маневровий світлофор протилежного напрямку. Приклади таблиць поїзних, варіантних та маневрових маршрутів надано у додатку Б (таблиці Б.1 – Б.3).

Оформлення. Таблиці поїзних, варіантних та маневрових маршрутів для заданої горловини станції.

3 Розроблення двониткового плану станції

3.1 Технологія складання двониткового плану станції

Пояснення. Двонитковий план складається на підставі схематичного плану і є основним документом щодо обладнання станції рейковими колами та розміщення колійного обладнання електричної централізації (ЕЦ).

На двонитковому плані станції відображується розміщення:

- стрілочних переводів і колії у дволінійному зображенні з вказівкою електрифікованих колій;
- стрілочних електроприводів з вказівкою місця розміщення;
- щоглових, карликових світлофорів з вказівкою сигнальних вогнів;
- посту ЕЦ;
- релейних і батарейних шаф з вказівкою їх типів та 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 розміщення апаратури живильних і релейних кінців рейкових кіл;
- найменувань світлофорів, стрілочних переводів, колійних ізолюваних секцій, розгалужених кабельних муфт.

Для прив'язування польових пристроїв СЦБ до кілометражу на двонитковому плані вказується пікетажне значення осі поста ЕЦ, вхідних і вихідних світлофорів. Відстань (ордината) гостряків стрілок і світлофорів від осі поста ЕЦ вказується в спеціальних графах, що розміщені у верхній частині креслення. Відстані від ізолюючих стиків до осі поста ЕЦ, що не знаходяться у створі зі світлофорами, вказуються в скобках.

Двонитковий план станції складається таким чином:

1 На основі схематичного плану станції виконується креслення в дволінійному зображенні колійного розвитку станції.

2 Виконується розміщення стрілочних електроприводів та в таблиці ординат вказуються ординати від осі поста ЕЦ. Сторонність встановлення електропривода та кабельних муфт і колійних ящиків, що відносяться до електроприводів, визначається з врахуванням необхідної ширини між коліями для їхнього розміщення, зручності обслуговування, умовами підведення кабелю і повітропроводу пневмообдувки, тобто з польового боку або з боку широкого міжколійя.

3 Умовними позначеннями приводів вказується наявність подвійного або місцевого управління стрілками.

4 У відповідності до одониткового плану станції на креслення наносяться ізольовані стики. Для стиків, що не співпадають зі світлофорами, вказується їхня ордината (крім стиків стрілочних з'їздів).

5 Виконується розміщення ізольованих стиків усередині стрілочних переводів. Кожна стрілка розгалуженого рейкового кола обладнується додатковими ізолюючими стиками для того, щоб уникнути короткого замикання рейкових ниток елементами стрілочного переводу. Тому подача живлення в одне з відгалужень рейкового кола утворюється за рахунок використання стрілочного з'єднувача за двома варіантами: встановлення додаткових ізолюючих стиків по боковій та по головній коліях (рисунок 6.17 [1] або 1.13 [2]). Також перевіряється обтікання струмом стрілочних з'єднувачів для контролю їхньої справності. Неконтрольовані з'єднувачі дублюються. На поодиноких стрілках неконтрольовані з'єднувачі використовувати не слід. При електротязі стрілочні з'єднувачі дублюються у всіх випадках. При електротязі стрілочні з'єднувачі, по яких здійснюється протікання зворотного тягового струму, повинні бути мідними, сталемідними або стальними (при електротязі змінного струму).

На головних коліях та бокових коліях, що кодуються, додаткові ізолюючі стики встановлюються на відгалуженнях РК. Це обумовлено необхідністю забезпечення надійної роботи автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). На бокових коліях встановлення додаткових ізолюючих стиків визначається чергуванням полярності живлення в суміжних рейкових колах.

6 Визначаються колії, де необхідно використовувати дубльовані стикові з'єднувачі. Всі рейки ізолюваних секцій обладнуються приварними стиковими з'єднувачами. В таких випадках стикові з'єднувачі дублюють:

- на головних і бокових коліях, по яких передбачається безупинний пропуск поїздів;
- на маршрутах слідування пасажирських і приміських поїздів;
- на відгалуженнях стрілочних секцій і колійних діляниць глухих перетинань, що не обтікаються струмом РК;
- на тягових рейках однопиткових РК.

На двонитковому плані місця встановлення дубльованих стикових з'єднувачів позначаються пунктирною лінією, що міститься між рейковими лініями даного кола.

7 Здійснюється "розгонка" полярності (чергування фаз) живлення суміжних РК. Чергування фаз живлення відображається на двонитковому плані різною товщиною рейкових ниток. Умовна плюсова рейкова нитка кожного рейкового кола зображується товщою, мінусова – тонкою лінією. Для забезпечення чергування фаз слід провести підрахунок кількості ізолюваних стиків, що розташовані всередині лінії усіх замкнутих контурів колій на двонитковому плані [1, 2]. Якщо кількість цих стиків в усіх контурах парна, тоді чергування забезпечується. В протилежному випадку слід виконати перевстановлення однієї або декількох пар додаткових ізолюваних стиків з бокового відгалуження РК на головну колію з метою отримання парної кількості стиків у контурі. При неможливості шляхом переустановлення отримати необхідний результат, у виключних випадках, необхідно виконати транспозицію

живлення РК зі встановленням додаткових ізольованих стиків без встановлення апаратури РК.

8 Визначається, які секції необхідно кодувати. Колії, що кодуються, обладнуються двонитковими рейковими колами. При ізоляції перехресних з'їздів застосовуються двониткові рейкові кола, якщо відстань між осями суміжних колій не менше 5,9 м. У протилежному випадку – одноститкові, а при необхідності їх кодування уздовж рейок укладається шлейф.

Подачу кодів АЛС необхідно завжди передбачати назустріч ймовірному напрямку руху поїзда. На двонитковому плані вказується місце кодування ізольованої секції буквою "К" між рейковими лініями даної секції.

На станціях колійними пристроями АЛСН повинні обладнуватися:

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

- стрілочні секції постів примикання двоколійних вставок при автоблокуванні;

- стрілочні секції й бокові колії, що призначені для безупинного схрещування поїздів на станціях з подовжньою схемою колійного розвитку;

- на двоколійних дільницях з АБ всі приймально-відправні колії, з яких передбачається відправлення на неправильну колію.

На станціях, при двоколійній АБ, обладнаній тимчасовими пристроями для організації руху по неправильній колії при капітальному ремонті головних колій, допускається стрілочні секції, при прийманні з неправильної колії, не кодувати, а при відправленні на неправильну колію – кодувати тільки ті колії і дільниці, по яких здійснюється рух поїздів за вхідним світлофором.

9 Складається схема каналізації зворотного тягового струму (див. підрозділ 3.2). При розробленні схеми слід враховувати:

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

- на бокових приймально-відправних коліях, як правило, проектується двонитковий однодросельний РК;

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

- для економії апаратури допускається використання одониткових РК на коліях і стрілочних секціях, що не кодуються, довжиною до 500 м.

10 Здійснюється розміщення дросель-трансформаторів (ДТ). Місце встановлення ДТ, міждросельних і міжколійних тягових з'єднувачів виконується згідно з розробленою схемою каналізації зворотного тягового струму. Кількість ДТ для кожного РК визначається схемою каналізації зворотного тягового струму.

При використанні однодросельних РК частотою 25 і 50 Гц з фазочутливими колійними реле типу ДСШ у випадку, якщо ці РК примикають зі сторони релейного кінця або відгалуження без реле або до колій, що призначені для пропуску зворотного тягового струму, необхідно встановлювати на релейному кінці такого РК другий ДТ (цей ДТ не використовується для пропуску зворотного тягового струму, а призначений для захисту від хибного спрацьовування колійного реле при сході ізольованих стиків).

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

11 Наносяться міждросельні перемички, міжколійні та міжрейкові електротягові з'єднувачі, точки підключення відсмоктуючих ліній тягових підстанцій, що підключаються до середніх точок ДТ.

12 Здійснюється розміщення польового обладнання РК: колійних ящиків, кабельних муфт і стійок. Для РК, що кодуються, розміщення обладнання РК повинно відповідати рекомендаціям типових рішень щодо кодування станційних РК (рухомий склад повинен рухатися на живильний кінець РК). Розміщення живильних і релейних кінців РК, що не кодуються, з метою економії кабелю, як правило, повинно забезпечуватися 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 слід зауважити, що одне колійне реле передбачається лише у таких розгалужених рейкових колах:

- розташованих на коліях парків відправлення вантажних поїздів;
- на сортувальньо-відправних коліях;
- що містять відгалуження в запобіжних та тупиках, які призначені для уловлювання;
- зі з'їздами довжиною не більше 60 м, що знаходяться в районі станції, де тільки виконується маневрова робота.
- з відгалуженнями, які обмежені негабаритними ізолюючими стиками.

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

При встановленні колійних ящиків слід враховувати, що в одному ящику можна розміщувати польове обладнання обох кінців суміжних РК.

При електротязі постійного струму кінці РК для ДТ позначаються за допомогою написів: "Т" – живильний кінець, а "Р" – релейний; що розміщуються усередині колії. При відсутності ДТ релейний кінець позначається "+" у трансформаторному ящику.

При електротязі змінного струму кінці РК позначаються за допомогою умовних позначень: "•" – живильний кінець, а "+" – релейний.

На двонитковому плані станції встановлене обладнання РК повинно мати найменування, яке вказується поряд з приладом, у відповідності до найменування ізольованої секції та відгалуження (для розгалужених РК: "А" – основне відгалуження; "Б" і "В" – інші відгалуження).

13 На креслення наносяться поїзні й маневрові світлофори та вказуються ординати. Цифрою "2" позначається лампа сигнального вогню двониткова.

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

15 При наявності подвійного (місцевого) управління стрілок на план наносяться маневрові колонки з вказівкою їхнього найменування, ординати і відстані до колії.

16 Після складання планів кабельних мереж на двонитковий план наносяться: магістральна траса кабелів СЦБ; розгалужувальні муфти з вказівкою найменування муфт, типу і ординати; колійні ящики електрообігріву стрілочних приводів.

На рисунках Б.2 і Б.3 наведені приклади двониткових планів станції при електротязі постійного та змінного струмів.

Оформлення. На двонитковому плані повинні бути показані: колії і стрілки (у двонитковому зображенні), стрілочні електроприводи, світлофори, пости централізації й інші будинки, у які вводиться кабель; релейні шафи, батарейні шафи, ізолюючі стики, стрілочні з'єднувачі, дросель-трансформатори, кабельні стійки, розгалужувальні муфти, трансформаторні ящики, траса магістральних кабелів.

У пояснювальній записці основна увага повинна приділятися питанням розміщення стрілочних з'єднувачів, виборів типу рейкових кіл і кодуванню головних та бокових колій безупинного пропуску поїздів по пологих стрілках.

3.2 Розроблення схеми каналізації зворотного тягового струму

При електротязі, для каналізації (пропускання) зворотного тягового струму, ізольовані колійні секції, що обладнанні РК, з'єднуються між собою за допомогою колійних ДТ – двониткові РК, або електротягового з'єднувача – одноститкові РК. РК з ДТ з'єднуються між собою для пропуску тягового струму тільки через середні виводи ДТ.

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

Кількість ДТ в двониткових РК визначається прийнятою схемою каналізації зворотного тягового струму і типом РК. На головних і бокових коліях, по яких здійснюється безупинний пропуск поїздів зі швидкістю більш 50 км/год, і прилеглих до них стрілочних секціях ДТ встановлюються як на живильному, так і на 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, як правило, повинна 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 повинен проходити, як правило, по хрестовині стрілочного перевodu та по зовнішній рейці крайніх колій (для заземлення опор контактної мережі й інших споруд).

З'єднування обмоток ДТ з рейками і іншими ДТ, а також тягових ниток одноститкових РК між собою здійснюється за допомогою дросельних, міждрозельних і електротягових з'єднувачів. З'єднувачі можуть бути мідними, сталемідними, а при електротязі змінного струму – стальними.

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

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

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

- до середнього виводу суміжного ДТ;
- до середнього виводу найближчого ДТ сусіднього РК двома електротяговими з'єднувачами, що прокладаються у різних шпальних ящиках (обидві перемички можливо підключати на одну пару ДТ головної колі, якщо конфігурація колійного розвитку не дозволяє дати виходи тяговому струму на різні РК або запроектувати трьохдросельне РК);
- до середнього виводу двох різних ДТ двома роздільними електротяговими з'єднувачами, що прокладаються у різних шпальних ящиках;
- у кільцеву обв'язку середніх виводів ДТ декількох РК, включаючи РК головних колій;
- до різних точок однопиткового РК з забезпеченням виходу тягового струму при можливому обриві одного із з'єднувачів або зламу рейкової нитки;
- до тягової нитки однопиткового РК одним електротяговим з'єднувачем і до середнього виводу ближнього ДТ сусіднього РК – другим з'єднувачем.

Кожний район з однопитковими РК повинний мати не менше двох виходів для тягового струму, підключених до середніх точок ДТ бокових або головних колій.

Підключення виходів тягового струму з однопиткових РК до двопиткових РК, з'єднання середніх точок ДТ різних РК повинно виконуватися таким чином, щоб у створеному при цьому замкнутому контурі обхідне коло для сигнального струму РК по міжколійних і міждросельних перемичках і двопиткових РК других колій включало в себе не менше 10 двопиткових РК при частоті сигнального струму 25 Гц, та не менше 6 двопиткових РК при частоті 50 Гц.

В межах станції не рекомендується 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 відсмоктуючих фідерів тягових підстанцій.

Для зменшення асиметрії тягового струму повинні встановлюватися міжколійні з'єднувачі, кількість яких повинна бути максимальною за умови виконання контрольного режиму РК. Ці з'єднувачі, як правило, повинні встановлюватися на перегоні. При електротязі змінного струму з'єднуються 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 приєднуються з двох боків до середніх виводів дроселів-трансформаторів.

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

Для перевірки правильності встановлення міждросельних і електротягових з'єднувачів складається схема 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 дозволяє перевірити виконання вимог з каналізації зворотного тягового струму і при створенні замкнутих контурів для сигнального струму РК.

Як приклад, на рисунку Б.4 наведена схема каналізації зворотного тягового струму.

4 Проектування і розрахунок кабельних мереж

4.1 Загальні пояснення

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 проектуються на основі двониткового плану станції (рисунки Б.1 і Б.3), на якому нанесено трасу кабелю з урахуванням розташованого колійного обладнання та його відстані (ординати) від посту ЕЦ. Кабельна траса вибирається для прокладення групових кабелів всіх кабельних мереж. Траса кабельних мереж прокладається по узбіччю крайньої колії або в міжколійях малодіяльних 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 повинна бути по можливості прямолінійною; при необхідності колії перетинають під прямим кутом. Траси кабелю не повинні проходити під гостряками і хрестовинами стрілочних переводів, у шпальних ящиках, розташованих ближче 1,5 м від стиків рейок і 3 м від відсмоктуючих фідерів електрифікованих залізниць.

У проекті необхідно для заданої горловини розрахувати довжини і перетини (жильність) польових кабелів до таких об'єктів: а) стрілок; б) світлофорів і маршрутних покажчиків; в) живильних трансформаторів рейкових кіл; г) релейних трансформаторів рейкових кіл.

Число кабелів, що укладаються, повинне бути мінімальним. Однак проводи від стрілок, світлофорів, живильних і релейних трансформаторів рейкових кіл групуються, як правило, у різних кабелях.

Угрупування об'єктів за кабельними мережами. Об'єкти парної та непарної горловини станції групуються у різні кабельні мережі. Угрупування однотипних об'єктів та визначення місць встановлення розгалужувальних муфт РМ

виконується за планом станції. Для економії міді, при угрупованні об'єктів вибирається таке місце встановлення РМ, при якому виключалося б повернення у бік посту кабелю, що виходить з муфти. Розгалужувальні муфти встановлюються в районі найбільшого зосередження об'єктів на ординаті найближчого до поста ЕЦ об'єкта даної групи. Від групової муфти до кожного об'єкта прокладається окремий кабель. До об'єктів, які розташовані на відстані більш 25 м від муфти, індивідуальні кабелі можуть об'єднуватися у груповий і прокладатися до найближчого з них, а потім до наступного і т.д. (для декількох об'єктів). Розгалужувальні муфти встановлюються 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 та релейних трансформаторів.

Якщо поблизу поста ЕЦ є поодинокі об'єкти, то можливе введення у пост індивідуальних кабелів, при кількості їх для одиночних об'єктів не більш трьох і довжині не менш 100 м.

При проектуванні 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 розбиваються на чотири групи: стрілочні приводи, світлофори, живильні і релейні трансформатори рейкових кіл. Проводи від цих об'єктів групуються в різних кабелях.

У залежності від призначення кабельної мережі муфтам РМ присвоюються літерні позначення з порядковою парною чи непарною цифрою (в залежності від горловини), наприклад СТ1 – стрілочна, С1 – сигнальна, Р1 – релейна, П1 – живильна. Лічення муфт повинно починатися з найвіддаленіших.

Монтаж кабелю колійних пристроїв СЦБ здійснюється:

- на штативах у релейних і кросових приміщеннях;
- у релейних шафах;
- у колійних трансформаторних ящиках типу ПЯ-1 (4, 5, 6, 9 або 15 клем та чотири вводи);
- у кабельних муфтах електропневматичних клапанів (ЕПК) автоматичного очищення стрілок від снігу;
- в універсальних кабельних кінцевих муфтах типу УКМ-12 (14 клем, один ввід);
- в універсальних кабельних проміжних муфтах типу УПМ-24 (28 клем, два вводи);
- у 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 з дротом групового кабелю кріпленням їх гайками з встановленням шайб на гвинтовій клемі ізоляційної колодки. Тому при виборі типу муфт РМ слід брати до уваги число входів і виходів та число клем для кріплення проводів кабелю.

Розгалужувальні муфти з кабельних мереж переносять на двонитковий план, де вказується їх найменування та ордината.

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 метрів від поста ЕЦ, а позначення $\frac{CT4}{(380)}$ – муфта в кабельній мережі стрілок парної горловини, за номером 4, що встановлена на ординаті 380 метрів від поста ЕЦ).

Необхідне число робочих жил групового й індивідуального кабелів визначається з розрахунку або підсумовуванням робочих жил вхідних кабелів і в залежності від отриманого результату визначається число запасних жил. В сигнальних кабелях ємністю до 10 жил приймається одна запасна жила, до 20 жил – дві, понад

20 – три. В індивідуальному кабелі довжиною до 100 м запасні жили можуть не передбачатися.

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

Кабелі з поліетиленовою ізоляцією та у 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 прокладення траси кабелю можна використовувати кабель марки СБПз з гідрофобним наповнювачем. Кабелі марки СБПз виготовляються з числом жил: при звичайному скрутні — 3, 4, 5, 12, 16, 30, 33, 42; при парному скрутні — 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 та перерізів живильних проводів у кабелі в залежності від відстані віддалення об'єктів від поста ЕЦ.

Довжина кабелю від поста ЕЦ до муфти РМ або об'єкта централізації визначається за формулою

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

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 однопунктовому (двонитковому) плані станції (м);

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

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

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

1 – запас довжини кабелю у муфті на випадок перерозділення при довжині кабелю 50 м й більше, м.

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

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

Отримані результати при підрахунках округляють до числа кратного 5.

Крім того, при розрахунках слід враховувати, що довжина кабелю у бухті – 300 м, тому на стикуванні двох кабелів повинна встановлюватися з'єднувальна муфта. На кожен з'єднувальну муфту слід виділити додатково по п'ять метрів кабелю.

Оформлення. Навести приклад розрахунку довжини кабелю за формулами (1) і (2).

4.2 Кабельна мережа світлофорів

Пояснення. Кабельна мережа світлофорів поєднує в собі кола вихідних, маневрових світлофорів, релейних шаф вхідних світлофорів та кола маршрутних покажчиків. У шафу вхідного світлофора входять кола керування та контролю вхідних світлофорів, живлення апаратури, ув'язки ЕЦ з АБ, живлення рейкових кіл діляниць наближення і перших секцій станції.

Дальність керування вогнями світлофорів з центральним живленням і лампами потужністю 15 Вт, напругою 12 В, що включаються у вторинну обмотку трансформатора СТ-4, який розміщується в головці світлофора, складає 3 км без дублювання, тому в межах станції число жил до світлофорів визначається числом проводів за принциповою схемою.

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

При великих відстанях жили кабелю не дублюють. В цьому випадку слід використовувати схему увімкнення вогневого реле у вторинну обмотку сигнального трансформатора, тому що при великій ємності між жилами кабелю вогневе реле при перегоранні лампи може не увімкнутися.

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

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

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

Кількість жил від поста ЕЦ до РШ вхідного світлофора визначається за принциповою схемою і 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 – 5 жил; 1ПП: ПП, ПМ – 2 жили; ІІУП: ПП, ПМ – 2 жили; НДП(ЧДП): ПП, ПМ – 2 жили; КОХ, ПТ, НТ – 3 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, З, РЗ, 2Ж, 2РЖ, Б, ОЖЗБ, К, РК, ОК – 11 жил; для чотиризначного світлофора з двонитковими лампами: 1Ж, Р1Ж, З, РЗ, Б, ОЖЗБ, К, РК, ОК – 9 жил; для п'ятизначного світлофора з одноститковими

лампами: 1Ж, 3, 2Ж, ОЖЗ, Б, К, РК, ОКБ – 8 жил; для чотиризначного світлофора з однострижковими лампами: Ж, 3, ОЖЗ, Б, К, РК, ОКБ – 7 жил. Кількість жил до маневрового світлофора дорівнює трьом (Б, С, О).

При виконанні цього пункту проекту необхідно, по-перше, згрупувати світлофори для підключення їх до окремих розгалужувальних муфт (за принципами, розглянутими вище), по-друге, скласти кабельну мережу світлофорів (за аналогією з рисунком В.1), по-третє, розрахувати довжину і жильність кабелю між відповідними об'єктами кабельної мережі. При перевищенні у одному кабелі максимальної кількості жил його розділяють на два або декілька кабелів. До релейної шафи вхідного світлофора, як правило, прокладається окремий кабель.

Кількість жил кабелю до маршрутних покажчиків розраховується за номограмою, яку подано у [1, 2, 3].

Оформлення. Схема кабельної мережі світлофорів і маршрутних покажчиків (якщо останні передбачені). Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в таблицю (таблиця В.5).

4.3 Кабельна мережа стрілок

Пояснення. Кабельна мережа стрілок включає такі кола: керування і контроль положення стрілок, електрообігрів стрілочних приводів, керування автоматичним очищенням стрілок від снігу (в курсовому проекті не виконується) та схеми місцевого керування.

Кількість проводів до стрілочного електропривода визначається 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 допускається значне падіння напруги, що перевищує норми, які діють для електричних мереж, що тривало знаходяться під навантаженням. Цим досягається збільшення дальності

дії силової мережі без дублювання жил. Прокладення кабелів ведеться за схемою кабельної мережі, яка складена на підставі схематичного та двониткового планів станції для кожної групи стрілок з 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 на великих станціях виконується в режимі послідовного циклічного очищення всіх стрілок або вибіркового очищення кожної зі стрілок станції.

На станції керування стрілками ЕЦ здійснюється приводами СП-6 із двигунами постійного струму (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 підводиться кабель з поста, переводиться першою. У першій зі спарених і поодинокій стрілки апаратура керування і контролю встановлюється у трансформаторний ящик у тому випадку, якщо двигун постійного струму. Якщо двигун змінного струму, то встановлюється універсальна муфта типу УКМ-12. У другій зі спарених стрілок, незалежно від типу двигуна, для монтажу кабелю встановлюється універсальна муфта типу УПМ-24.

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

При використанні двопровідної схеми управління стрілочним приводом з двигуном постійного струму до поодинокій або першій зі спарених стрілок необхідні дві жили, між спареними стрілками – п'ять жил. Дублювання

жил в залежності від довжини кабелю і типу стрілочного переводу визначається за таблицями В.1 та В.2.

При використанні п'ятипровідної схеми управління стрілочним приводом з трифазним двигуном змінного струму до одиночної або першої зі спарених стрілок необхідно п'ять жил, між спареними стрілками теж п'ять жил. Дублювання жил, в залежності від довжини кабелю і типу стрілочного переводу, визначається за таблицями В.3 та В.4.

Електроприводи виробляються з вмонтованими всередині привода пристроями електрообігріву (два резистори типу ПЕВ-25-56 Ом, які увімкнені послідовно; напруга на резисторах не повинна перевищувати 26 В; потужність, яка споживається двома резисторами, становить 25 Вт). Живлення пристроїв електрообігріву проводиться з поста ЕЦ змінним струмом частотою 50 Гц, напругою 220 В, з подальшим зниженням напруги на трансформаторах ПОБС-5А, що встановлюються у районі розміщення стрілочних приводів. На один трансформатор ПОБС-5А для електрообігріву підключається 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.

При передачі стрілок з 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 повинні бути передбачені такі кола: живлення маневрової колонки ПХКС і ОХКС – 2 жили; коло вмикання реле РВ – 1 жила; живлення гудка ГВ, ОГВ – 2 жили; коло живлення реле СМУ – 1 жила для кожної стрілки, що передається на місцеве управління; для контролю стану однієї стрілки на пульті місцевого управління від колонки до стрілочного привода передбачається 2 жили та 1 жила зворотна.

При виконанні цього пункту необхідно, по-перше, згрупувати стрілки для підключення їх до відповідних розгалужувальних муфт, по-друге, скласти кабельну мережу стрілок за аналогією з рисунками В.2 і В.3, по-третє, підрахувати довжину кабелю між об'єктами, по-четверте, визначити кількість жил до кожної стрілки з урахуванням дублювання по довжині кабелю від стрілки до поста ЕЦ згідно з таблицями В.1 – В.4.

Оформлення. Схема кабельної мережі стрілок із вказівкою довжини і жильності кабелю по кожному її відрізьку. Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в таблицю (таблиця В.5).

4.4 Кабельні мережі релейних трансформаторів рейкових кіл

Для рейкових кіл складаються 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 у таблиці 1 і залежить від типу рейкових кіл.

Таблиця 1 – Максимальна довжина кабелю рейкових кіл

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

При довжині більш ніж 2500 метрів від поста ЕЦ дублювання жил виконується за допустимим опором кабелю – 150 Ом і розраховується за формулою

$$r_k = r_0 \cdot l_k \cdot \frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq 150 \text{ Ом}, \quad (3)$$

де r_k – опір кабелю, Ом;

r_0 – 0,029, Ом/м, опір одного метра кабелю (питомий опір кабелю);

n_n, n_0 – кількість прямих та зворотних жил кабелю.

Виходячи з виразу (3) кількість прямих та зворотних жил дорівнює

$$\frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq \frac{150}{r_0 \cdot l_k}. \quad (4)$$

При виконанні цього пункту проекту 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 за аналогією з рисунком В.4 (приклад кабельної мережі релейних трансформаторів рейкових кіл при електротязі постійного струму), по-третє, розрахувати довжину та жильність кабелю між відповідними об'єктами кабельної мережі.

Оформлення. Схема кабельної мережі релейних трансформаторів із вказівкою довжини і жильності кабелю на кожному її відрізу. Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в таблицю (таблиця В.5).

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, які необхідні для живлення рейкових кіл, що кодуються; живильний трансформатор кожного рейкового кола, що кодується, незалежно від його типу і довжини, включається за окремою парою проводів. У фазочутливого рейкового кола дублювання жил живильного кінця не виконується при довжині кабелю менш 3000 м.

Живильні трансформатори рейкових кіл групуються в окремі промені так, щоб порушення живлення одного променя виводило з дії якомога меншу кількість маршрутів. Промені живлення групуються за горловинами станції, за районами і в залежності від розташування їх на коліях один відносно одного і траси кабелю. Складання кабельної мережі живильних трансформаторів необхідно виконати після згрупування рейкових кіл за променями живлення.

Побудова кабельних мереж живильних трансформаторів залежить від типу рейкових кіл.

При електротязі постійного струму до кожного дросель-трансформатора живильного кінця необхідно підключити два проводи. Максимальна довжина жили без дублювання складає 1250 м. При більшому віддаленні живильного кінця від поста ЕЦ дублювання виконується з розрахунку, що опір кабелю не перевищує 75 Ом за формулами (аналогічно кабельним мережам релейних кінців):

$$r_k = r_0 \cdot l_k \cdot \frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq 75 \text{ Ом}; \quad (5)$$

$$\frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq \frac{75}{r_0 \cdot l_k}. \quad (6)$$

Кількість жил кабелю між колійними трансформаторами і постом ЕЦ однопіткового рейкового кола визначається за припустимим падінням напруги у кабелі (ΔU_k) і розрахунковим струмом (I_a) у первинній обмотці трансформатора ПТ за формулою

$$r_k = 0,029 \cdot l_k \cdot \frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} = \frac{\Delta U_k}{I_a}, \quad (7)$$

де ΔU_k – допустиме падіння напруги (20 В);
 0,029 – опір одного метра кабелю (питомий опір 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).

При електротязі змінного струму максимальна довжина кабелю до дросель-трансформаторів дорівнює 2500 м. При більшій довжині кабелю розрахунок дублювання жил виконується, беручи до уваги максимально припустимий опір кабелю 150, Ом, за формулою

$$\frac{n_n + n_0}{n_n \cdot n_0} \leq \frac{R_{max}}{r_0 \cdot l_k}, \leq \frac{150}{0,029 \cdot l_k}, \quad (8)$$

де $r_0 = 0,029$, Ом/м, опір одного метра кабелю (питомий опір кабелю);
 l_k – довжина кабелю;
 R_{max} – максимальний опір жили кабелю.

Промінь живлення для рейкових кіл без дросель-трансформаторів визначається таким чином (рисунок 1). Для рейкових кіл без кодування і при кодуванні з релейного кінця при двоколіній АБ живлення ізолюючих трансформаторів здійснюється від променя живлення. Жильність променя живлення розраховується за припустимим падінням напруги в кабелі ($\Delta U=20$ В) і розрахунковим струмом $I_{розр.}$, який визначається за таблицю 3 норм рейкових кіл [6].

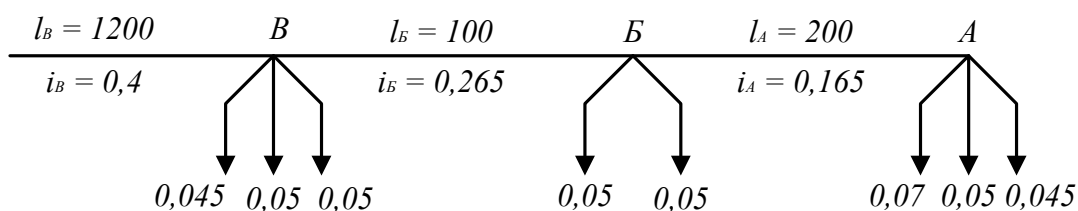


Рисунок 1 – Розрахунок промінів живлення

При виконанні цього пункту проекту 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 за аналогією з рисунком В.5 (приклад кабельної мережі живильних трансформаторів рейкових кіл при електротязі постійного струму), по-третє, розрахувати довжину та жильність кабелю між відповідними об'єктами кабельної мережі.

Оформлення. Схема кабельної мережі живильних трансформаторів із вказівкою довжини і жильності кабелю на кожному її відрізку. Результати розрахунку довжин кабелів і кількості жил занести в таблицю, складену за формою таблиці В.5.

Список літератури

1 Станционные системы автоматизации / Вл.В. Сапожников, Б.Н. Елкин, И.М. Кокурин и др.; Под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1997. – 432 с.

2 Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Станционные устройства автоматизации и телемеханики. – М.: Транспорт, 1990. – 431 с.

3 Ошурков И.С., Баркаган Р.Р. Проектирование электрической централизации. – М.: Транспорт, 1980. – 295 с.

4 Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування з дисципліни “Експлуатаційні основи автоматизації та управління” С.В. Панченко, В.П. Мороз, О.О. Скорик – Харків: ХарДАЗТ, 1988. – 36 с.

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

6 Збірники схем, регулювальні таблиці: РЦ25-ДСШ16-АТ-С-92 – автономна тяга; РЦ25-ДСШ15-ЭТ00-С-93 – електротяга постійного струму; РЦ25-ДСШ16-ЭТ50-С-93 – електротяга змінного струму.

7 Норми технологічного проектування пристроїв автоматики і телемеханіки на залізничному транспорті України (НТП). – Київ , 2003.

8 Типовые материалы для проектирования 410104-ТМП. Проектирование двухниточных планов станций с электрическими рельсовыми цепями. – Л.: Гипротрансигналсвязь, 2001.

Додаток А

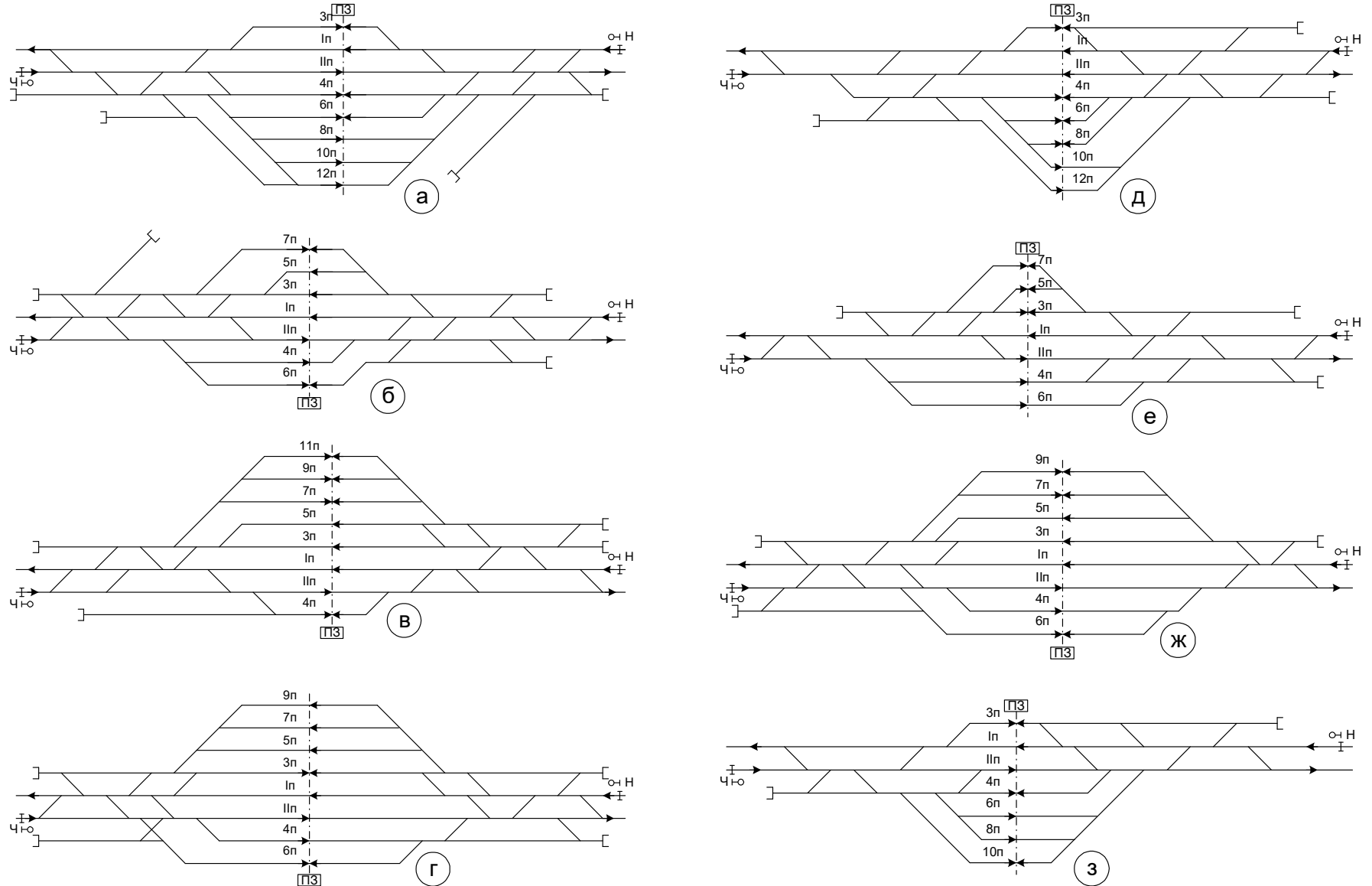
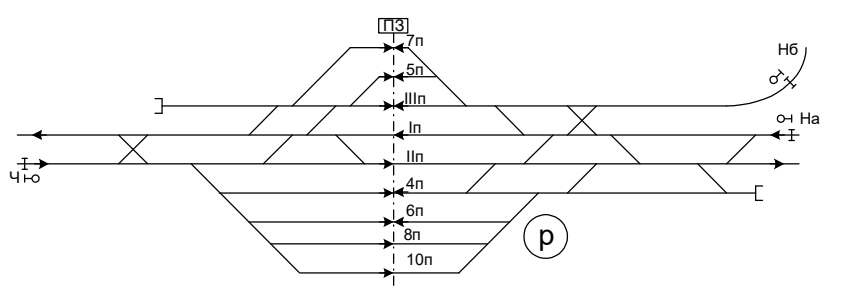
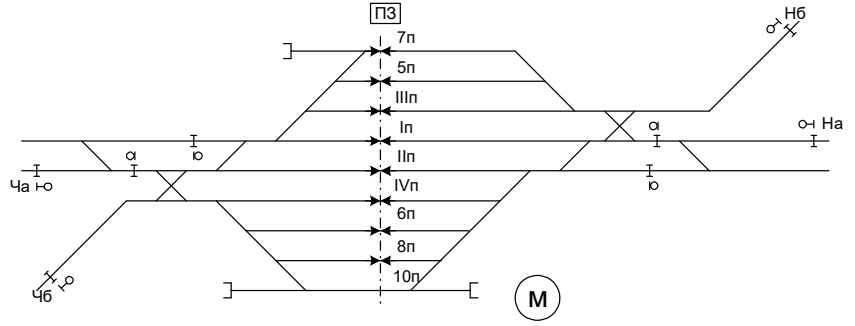
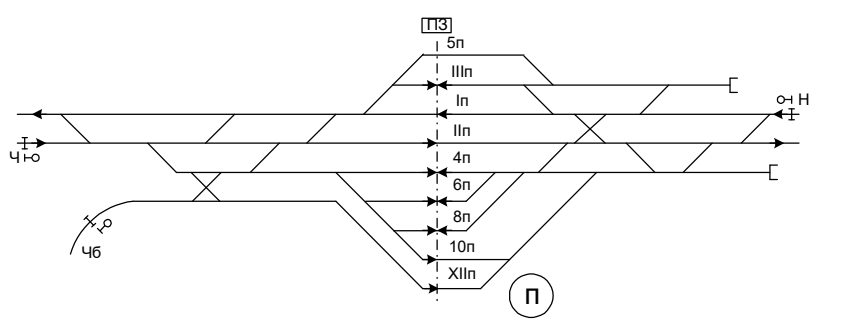
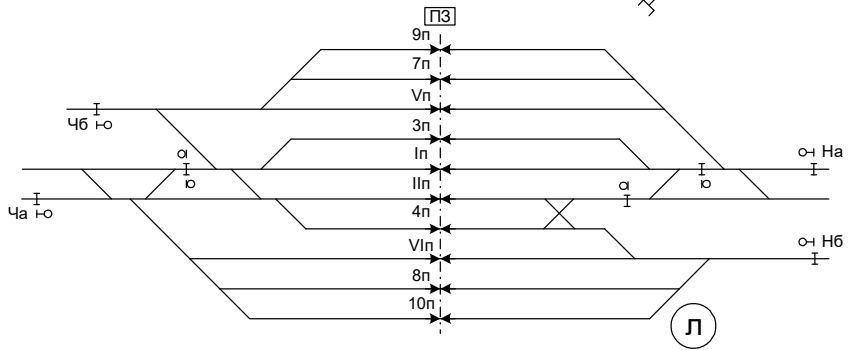
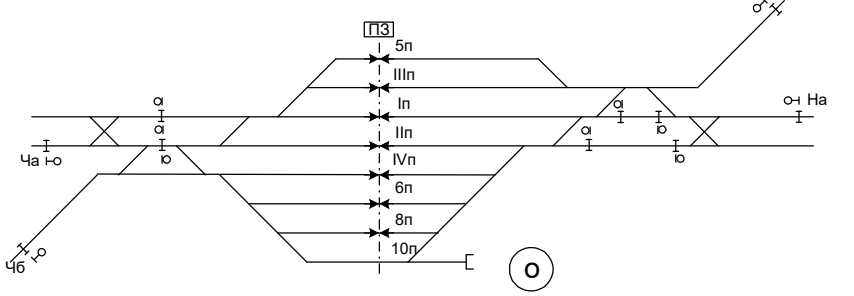
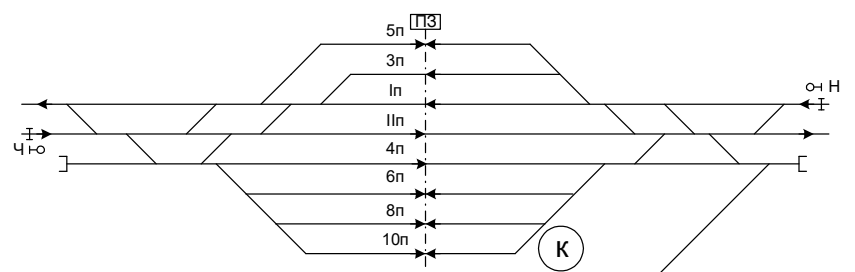
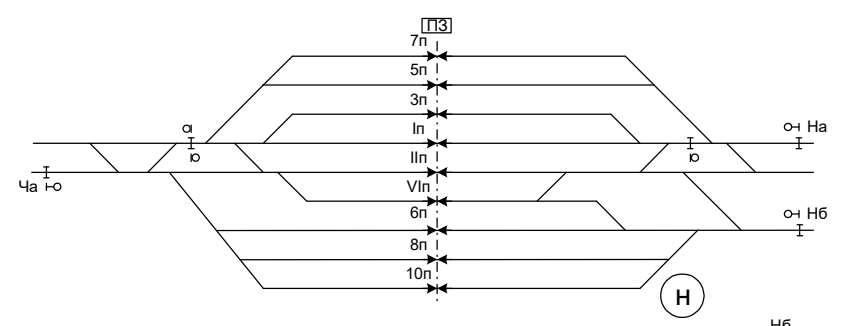
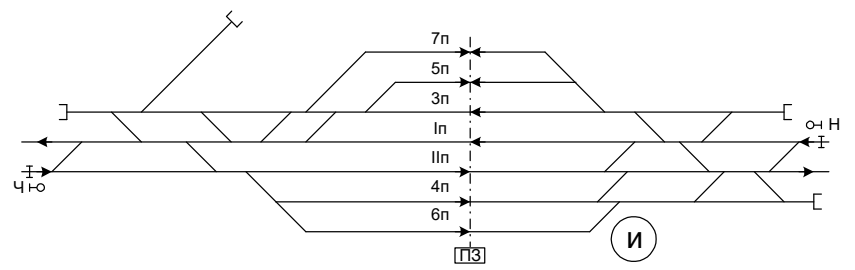


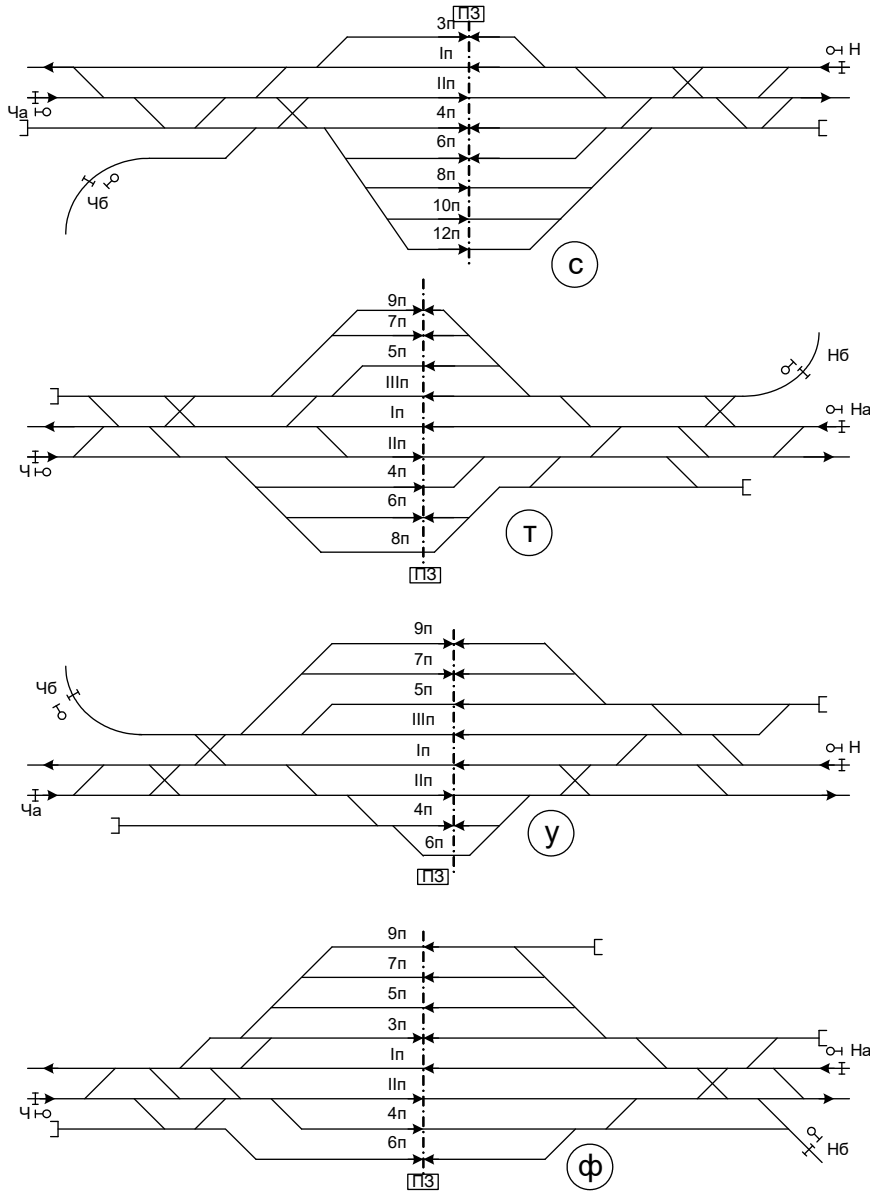
Рисунок А.1 – Плани станцій

Рис
уно
к
А.2
–
Пл
ани
ста
нці
й



сунок А.3 – Плани станцій

Таблиця А.1 – Варіанти завдання



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				
Літера горловини станції (рисунки А.1 – А.3)	Маршрут для розроблення електричних схем (маршрут обирається за номером двох останніх цифр шифру студента)							
	номер	приймання на колію	номер	відправлення з колію	номер	маневри на колію	номер	маневри з колію
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
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

Ри

*ЕП – електротяга постійного та ЕТ - електротяга змінного струмів

Додаток Б

Стрілки	Ординати	Світлоф.	Ординати
		НБ, НД	1148
		Н	1128
		М1, М3	848
		М5	828
1	790		
3	825		
		М7	828
7	798		
5	755		
9	728		
11	737		
		М9	740
		М11	725
		М13	670
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

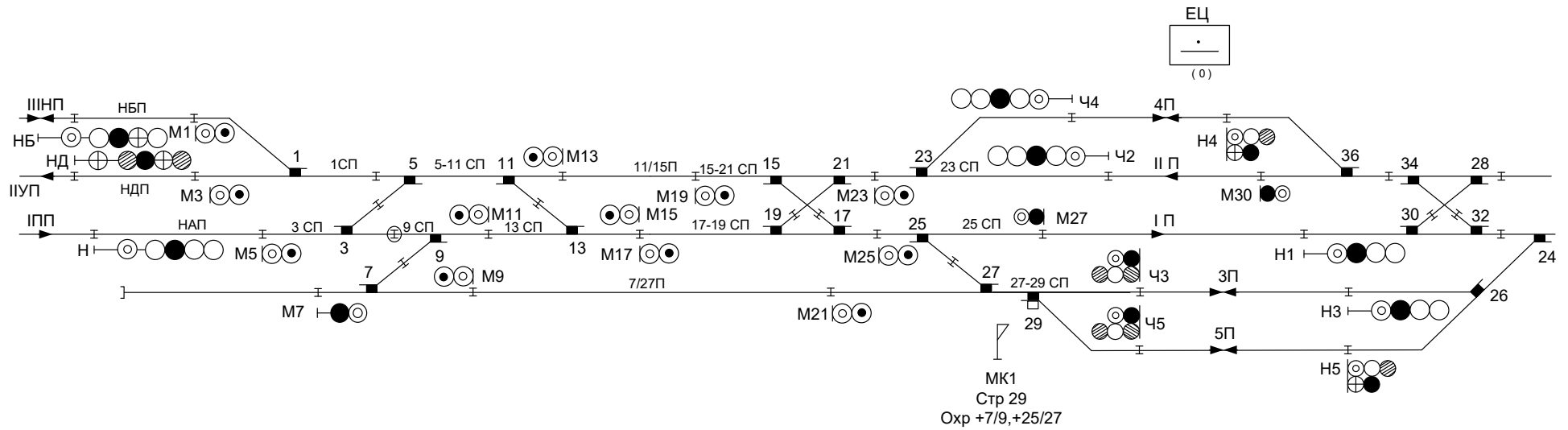


Рисунок Б.1 – Однонитковий план станції

Стрілки	Ординати	Світлоф.	Ординати
		НБ, НД	1148
		Н	1128
		М1, М3	848
		М5	828
1	790		
3	825		
		М7	828
7	798		
5	755		
9	728		
11	737	М9	740
		М11	725
13	667	М13	670
15, 19	612		
17, 21	536	М21	560
25, 23	518	М23, М25	521
27	440		
29	422	Ч4, М27	460
		Ч2	443
		Ч3	425
		Ч5	364
		пост. ЕЦ	0

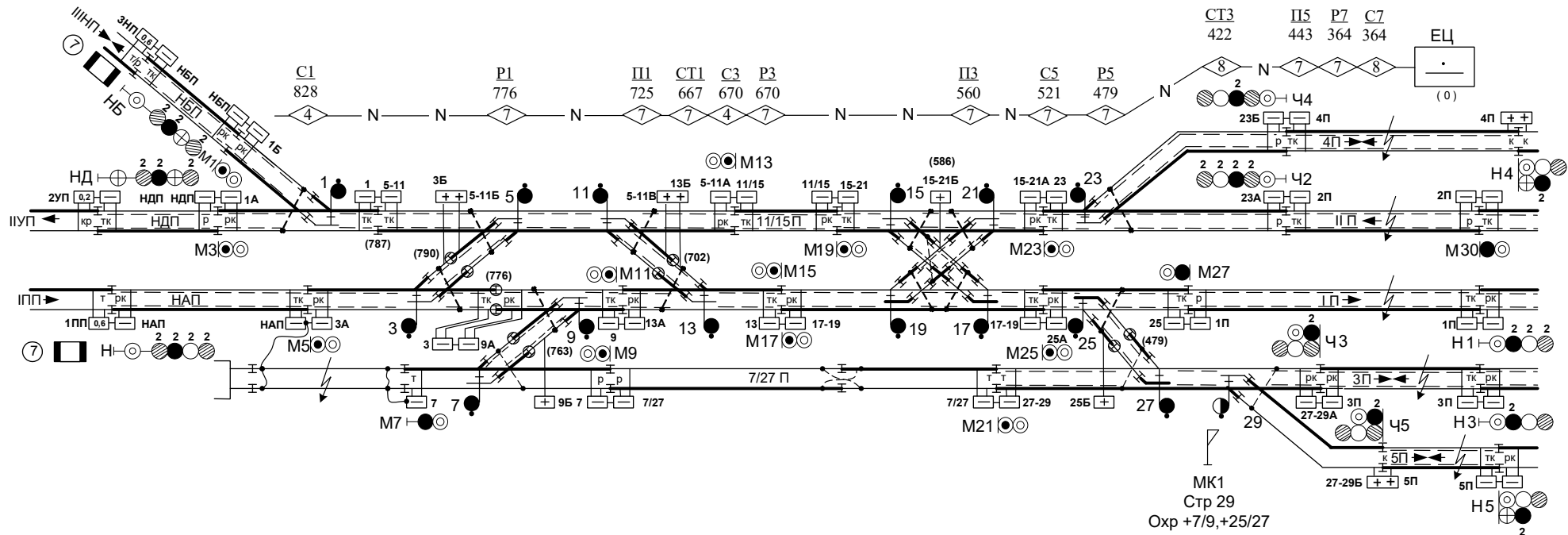


Рисунок Б.2 – Двонитковий план станції при електротязі постійного струму

Стрілки	Ординати	Світлоф.	Ординати
		НБ, НД	1148
		Н	1128
		М1, М3	848
		М5	828
1	790		
3	825		
		М7	828
7	798		
5	755		
9	728		
11	737		
		М9	740
		М11	725
13	667		
		М13	670
		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

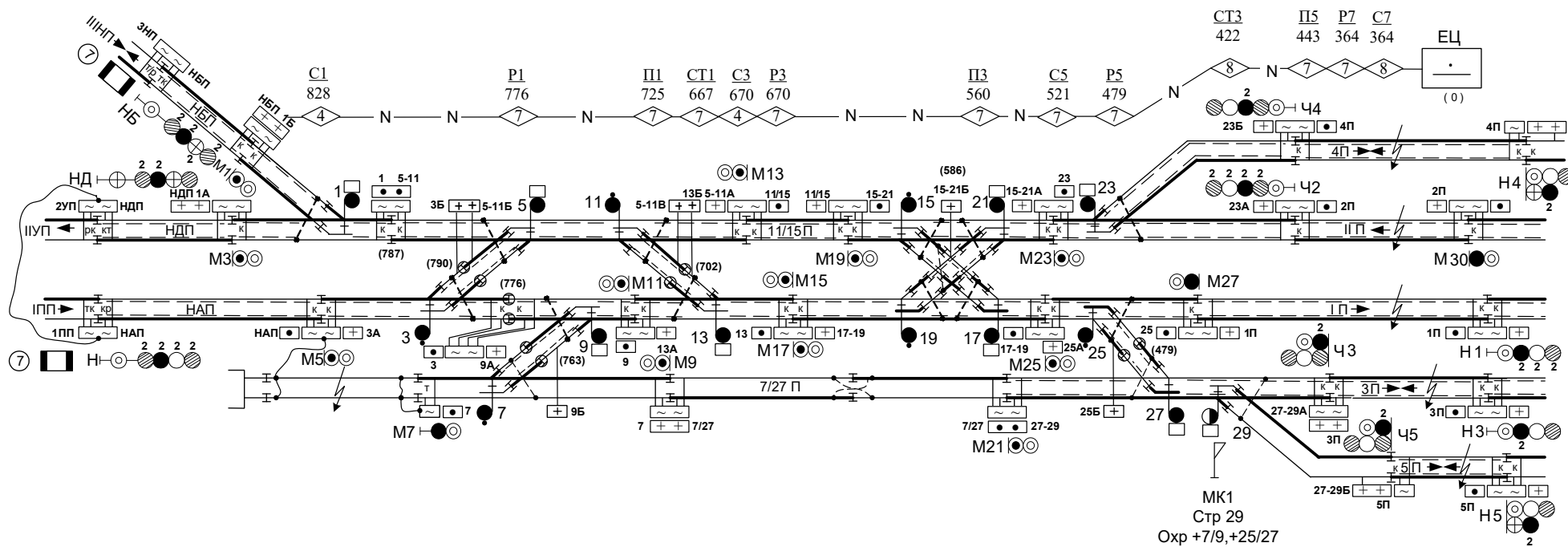


Рисунок Б.3 – Двонитковий план станції при електротязі змінного струму

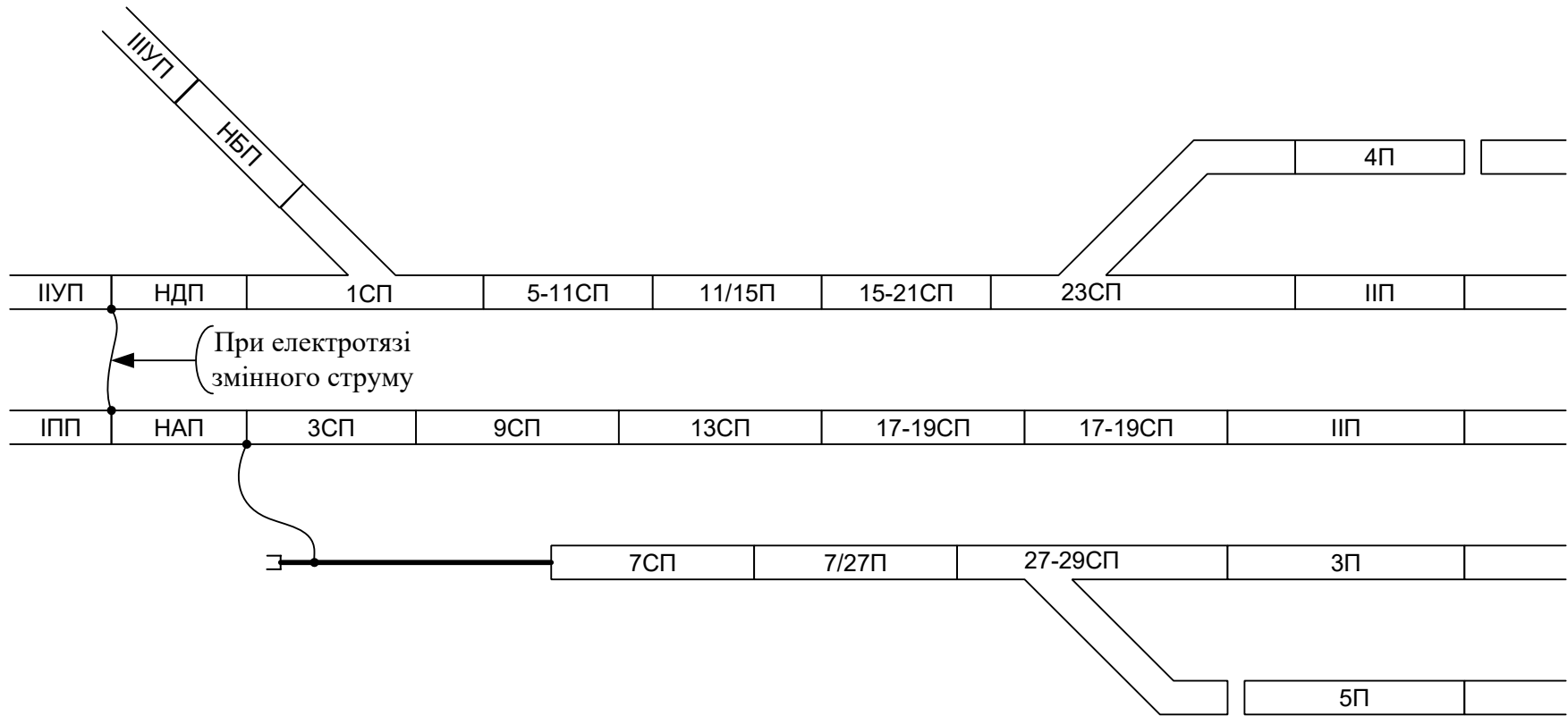


Рисунок Б.4 – Схема каналізації зворотного тягового струму

Додаток В

Таблиця В.1 – Максимальноприпустима довжина кабелю для двопровідної схеми управління стрілочним приводом СП – 6 з електродвигуном постійного струму МСП – 0,15 – 160 В з центральним живленням 220В

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		Число жил кабелю до привода	
									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	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			
Перетин жили кабелю, мм ²	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63		
Максимальноприпустима довжина кабелю від поста ЕЦ до привода, 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 В.2 – Максимальноприпустима довжина кабелю для двопровідної схеми управління стрілочним приводом СП – 6 з електродвигуном постійного струму МСП – 0,25 – 160 В з центральним живленням 220В (для стрілок на подвійному управлінні)

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		Число жил кабелю до привода	
									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			
Перетин жили кабелю, мм ²	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63		
Максимальноприпустима довжина кабелю від поста ЕЦ до привода, 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 В.3 – Максимальноприпустима довжина кабелю для п'ятипровідної схеми управління стрілочним приводом СП – 6 з електродвигуном змінного струму МСТ – 0,3 – 190/110 В з центральним живленням 230В

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
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	Номери проводів	Всього

да одиночної першої зі сларених стрілок та між слареними проводами

Перетин жили кабелю, мм ²	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	1	2	3	4	5	
Максимальноприпустима довжина кабелю від поста ЕЦ до привода, 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 В.4 – Максимальноприпустима довжина кабелю для п'ятипровідної схеми управління стрілочним приводом СП-6 з електродвигуном змінного струму МСТ-0,6-190/110 В з центральним живленням 230В (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	
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	Номери проводів	Всього

да одиночної першої зі сларених стрілок та між слареними проводами

Перетин жили кабелю, мм ²	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	0,78	0,63	1	2	3	4	5	
Максимальноприпустима довжина кабелю від поста ЕЦ до привода, м	560	450	420	330	360	290	250	200	1	1	1	1	1	5
	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	

Таблиця В.5 – Розрахунок довжини і кількості жил кабелів

Назви РМ (С, СТ, Р, П) і об'єктів	Ордината об'єкта згідно з	Відстань між ординатами об'єктів ЕЦ за двонитковим	Кількість переходів під колією – п	Довжина переходу під колією, або міжколійна відстань б × п,	Довжина кабелю на введення в пост ЕЦ та (або) відстань від траси кабелю до об'єкта – Лв,	Додаткова довжина кабелю 1,5 + 1 або 2 (1,5 + 1) - Лд, м	Довжина кабелю від поста ЕЦ до муфти РМ або об'єктної муфти, або між об'єк	Необхідне число робочих жил групового й індивідуального	Кількість необхідних запасних жил	Всього жил (не менш)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

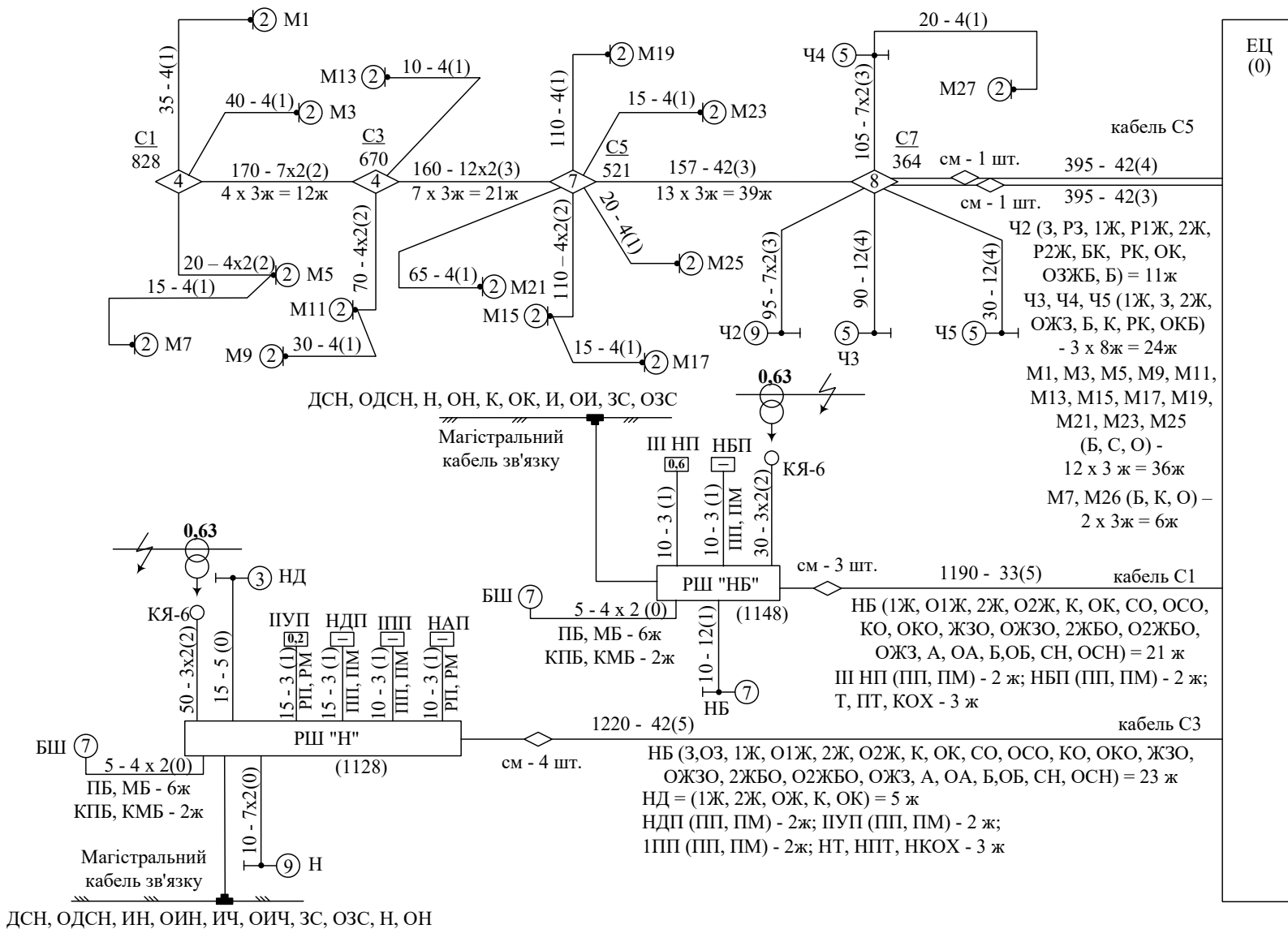


Рисунок В.1 – Кабельна мережа світлофорів

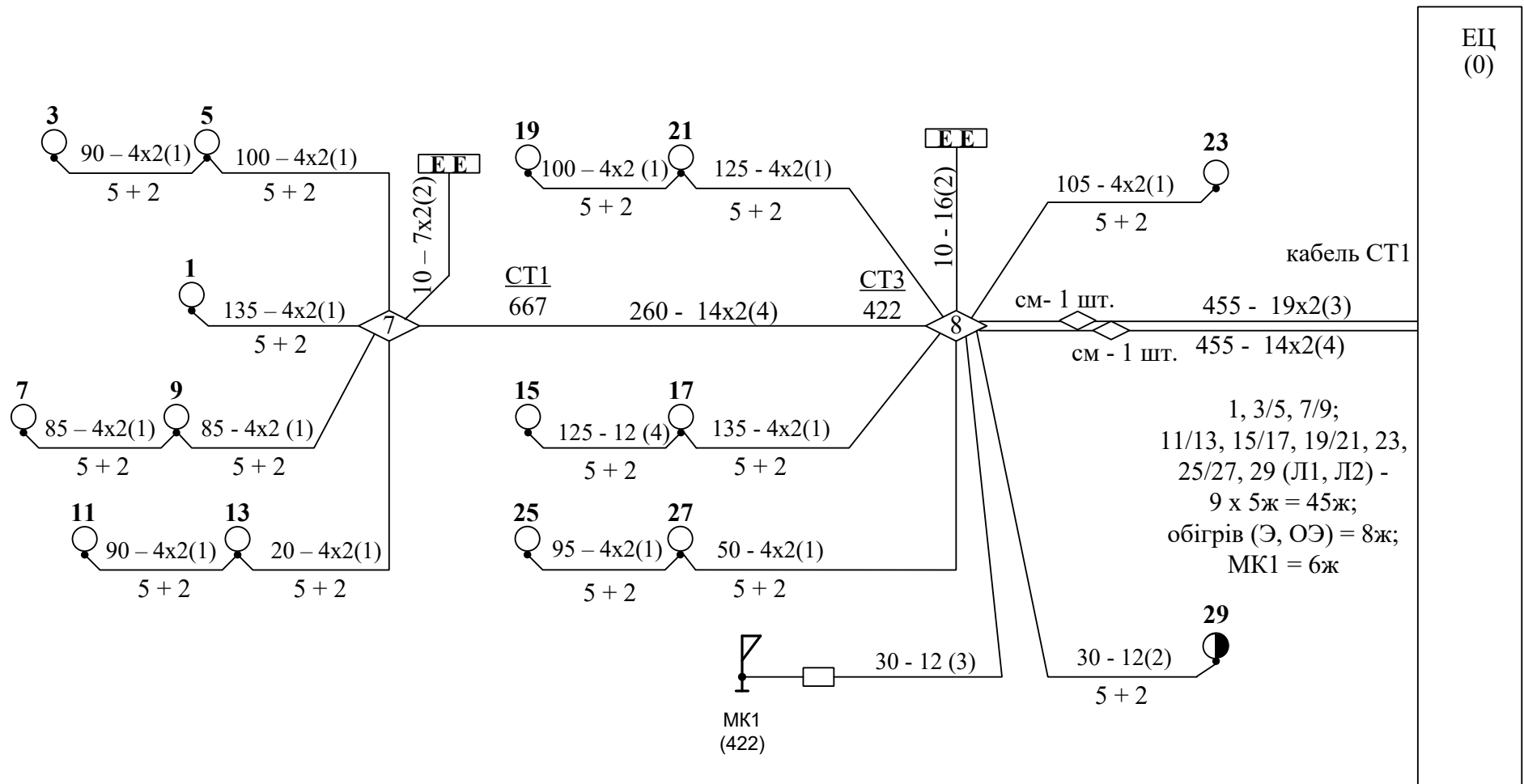


Рисунок В.2 – Кабельна мережа стрілок для п'ятипровідної схеми управління стрілочним приводом з електродвигуном змінного струму МСТ-0,3-190/110 В

ЕЦ
(0)

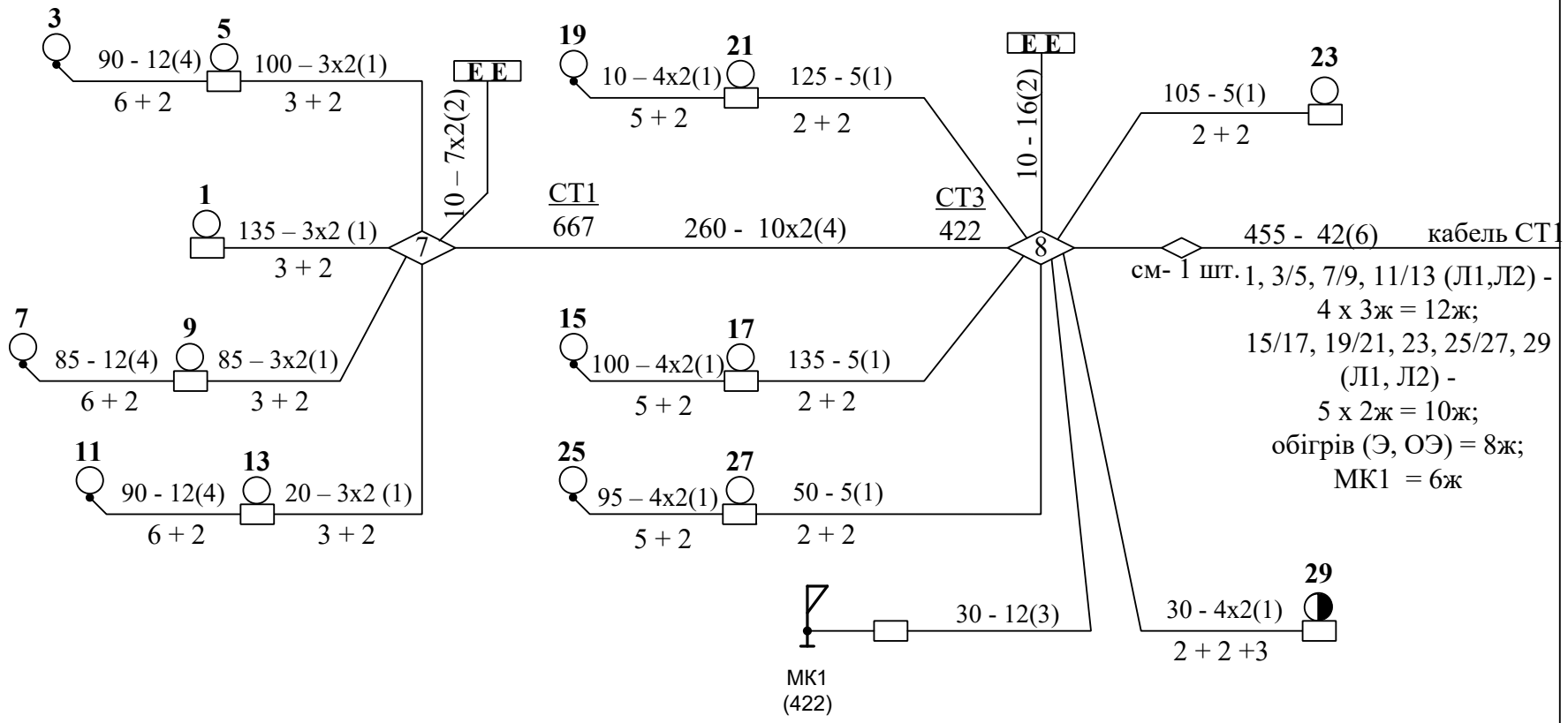


Рисунок В.3 – Кабельна мережа стрілок для двопровідної схеми управління стрілочним приводом з електродвигуном постійного струму МСП-0,15-160 В

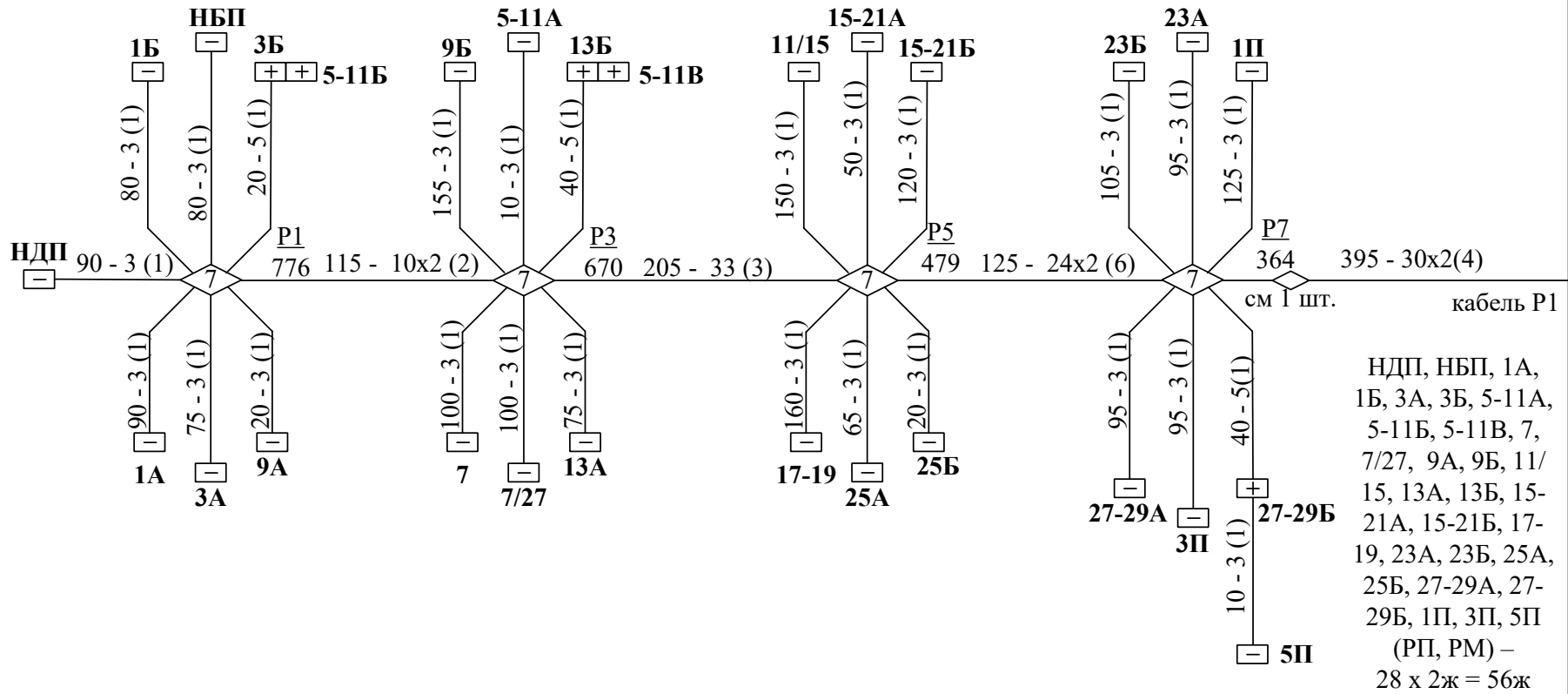
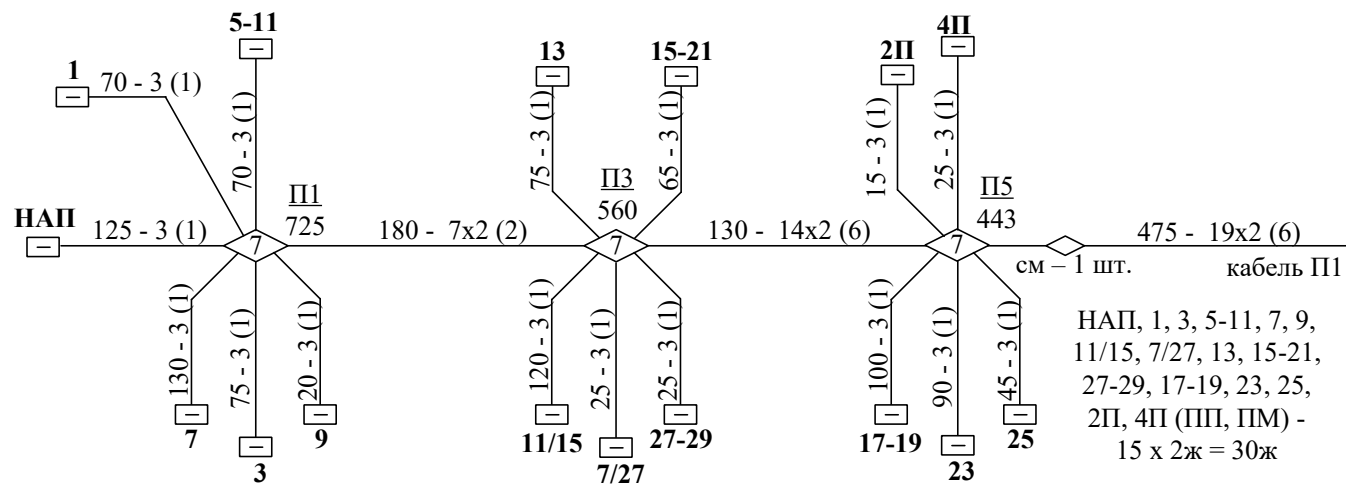


Рисунок В.4 – Кабельні мережі релейних трансформаторів рейкових кіл



ЕЦ
(0)

Рисунок В.5 – Кабельні мережі живильних трансформаторів рейкових кіл