

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

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

**ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЧОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**для практичних і самостійних робіт, виконання курсового та
дипломного проєктування**

**для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальностей G7 (174) «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка» і J7 (273) «Залізничний транспорт»**

Харків 2026

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 29 грудня 2025 р., протокол № 4.

Наведено завдання та методичні рекомендації для практичних робіт, виконання курсового та дипломного проєктування, а також рекомендації для самостійного вивчення відповідних розділів курсу.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей G7 (174) «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» і J7 (273) «Залізничний транспорт», які вивчають освітні компоненти «Виробничі процеси об'єктів автоматизації та роботизації», «Автоматизація виробничих процесів», Експлуатаційні основи залізничної автоматики та телекерування» усіх форм здобуття освіти.

Укладачі:

доценти С. О. Змій,
О. В. Щебликіна,
І. М. Сіроклин

Рецензент

доц. Н. А. Корольова

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЦІЛІ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ.....	4
2 СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)	5
3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ І СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ.....	7
3.1 Осигналізування станції	7
3.2 Маршрутизація і таблиці взаємозалежностей стрілок, сигналів і маршрутів	26
3.3 Розставлення світлофорів автоблокування на перегоні.....	37
3.4 Розрахунок пропускної спроможності перегону	46
4 ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ і ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)	54
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	54
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	56
Додаток А Бланк завдання та вихідні дані	58
Додаток Б Графічні позначення на однопунктовому плані станції та перегоні та основні розміри.....	69
Додаток В Приклад однопунктового плану з осигналізуванням і таблицями залежностей	73

ВСТУП

У методичних вказівках розглянуто процес виконання та оформлення курсової роботи (проєкту), потрібні спеціалісту для вирішення експлуатаційних і виробничих питань у галузі залізничного та промислового транспорту. З урахуванням змісту навчальної дисципліни наведено цілі курсового проєктування, рекомендації щодо вибору вихідних даних, загальну структуру і правила оформлення курсової роботи (проєкту), а також рекомендації з підготовки до захисту і порядок захисту.

1 ЦІЛІ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Цілями курсового проєктування (роботи) є:

- поглиблення теоретичних знань, отриманих під час вивчення освітньої компоненти, і їх застосування для конкретних практичних завдань;
- набуття вмінь і навичок із проєктування, розрахунків, аналізу, роботи з нормативно-технічною документацією;
- формування здатності системного аналізу, творчого підходу для розв'язання технічних проблем, обґрунтування проєктних рішень;
- розвиток навичок самостійного пошуку інформації, її обробки, планування та організації власної діяльності;
- набуття досвіду, необхідного для подальшого успішного виконання дипломних робіт;
- перевірка рівня підготовки здобувачів для майбутньої професійної діяльності.

2 СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)

За своєю структурою курсова робота (проект) складається:

- із титульного аркуша;
- завдання (вихідних даних);
- змісту;
- вступу;
- основних розділів;
- висновків;
- списку літератури;
- додатків.

Титульний аркуш є першою сторінкою курсової роботи (проекту). На ньому зазначають інформацію про заклад вищої освіти, факультет, кафедру, освітню компоненту, тему курсової роботи (проекту), спеціальність, освітню програму, керівника (членів комісії), автора курсової роботи (проекту).

У завданні (додаток А) наводять вихідні дані для курсової роботи (проекту). Варіант вихідних даних призначає викладач.

У змісті подають назви основних розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки) та інших елементів курсової роботи (проекту) (завдання (вихідні дані), вступ, висновки, список літератури, назви додатків), проставляють номери сторінок, які містять початок відповідних складових курсової роботи (проекту).

У вступі коротко наводять інформацію про технології розроблення проектної документації планів станції, перегонів та обґрунтовують актуальність теми курсової роботи (проекту). Вступ розташовують на окремій сторінці, його обсяг складає не більше однієї сторінки.

У розділах курсової роботи (проекту) викладають основні матеріали: стислі теоретичні відомості, практичні питання та графічна частина для

проектування, розрахунку. У разі необхідності розділи можна поділяти на підрозділи, пункти, підпункти. Перелік пунктів основного матеріалу наведено в завданні (додаток А).

У висновках наводять основні результати, отримані під час курсового проектування, і за необхідності практичні рекомендації щодо їх використання. Висновки обсягом не більше однієї сторінки розміщують після основних розділів курсової роботи (проєкту).

Перелік джерел, на які є посилання в основних розділах курсової роботи (проєкту), наводять у списку літератури після висновків на новій сторінці. У відповідних місцях тексту мають бути посилання у квадратних дужках на джерело інформації. Джерела інформації подають у порядку, за яким вони згадані в тексті, та оформляють відповідно до чинних стандартів.

У додатках після списку літератури наводять матеріали, розміщення яких в основних розділах є недоцільним, проте вони необхідні для забезпечення більшої повноти курсової роботи (проєкту) (додаткові ілюстрації, таблиці, формули, розрахунки, лістинги програм тощо). Графічна частина курсової роботи (проєкту) має ілюструвати і доповнювати текстовий. Ця частина курсової роботи (проєкту) може містити структурні та функціональні схеми, принципові схеми.

Оформляють роботу (проєкт) відповідно до вимог [1]. Загальний обсяг і розподіл матеріалу між складовими курсової роботи (проєкту), а також зміст графічної частини курсової роботи (проєкту) визначає здобувач вищої освіти за погодженням із викладачем.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ І СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

3.1 Осигналізування станції

Схему станції оформляють відповідно до вимог [2]. Рекомендовано виконувати конструктивну схему станції на окремому аркуші формату А4 або А3, який додають до пояснювальної записки. Вихідними даними є конструктивна схема проміжної станції (рисунок 3.1).

Правила і норми будівництва та реконструкції станцій викладено в Інструкції з проектування станцій і вузлів (ІПСВ-78) [2].

Порядок осигналізування станції:

- 1 – креслення схематичного плану в однопунктовому зображенні;
- 2 – встановлення вхідних і вихідних додаткових світлофорів, знаків «Границя станції»;
- 3 – встановлення поїзних світлофорів на приймально-відправних коліях;
- 4 – встановлення маневрових світлофорів, які є обов'язковими для встановлення;
- 5 – встановлення маневрових світлофорів, які є рекомендованими для встановлення;
- 6 – розміщення ізолюючих стиків і/або лічильних пунктів;
- 7 – нумерування стрілочних переводів;
- 8 – найменування світлофорів;
- 9 – найменування колійних ділянок;
- 10 – розрахування ординат стрілочних переводів, світлофорів та ізолюючих стиків (і/або лічильних пунктів);
- 11 – перевірка вимог правильності розміщення світлофорів та ізолюючих стиків (і/або лічильних пунктів) згідно з отриманими даними ординат, за необхідності повторення порядку осигналізування.

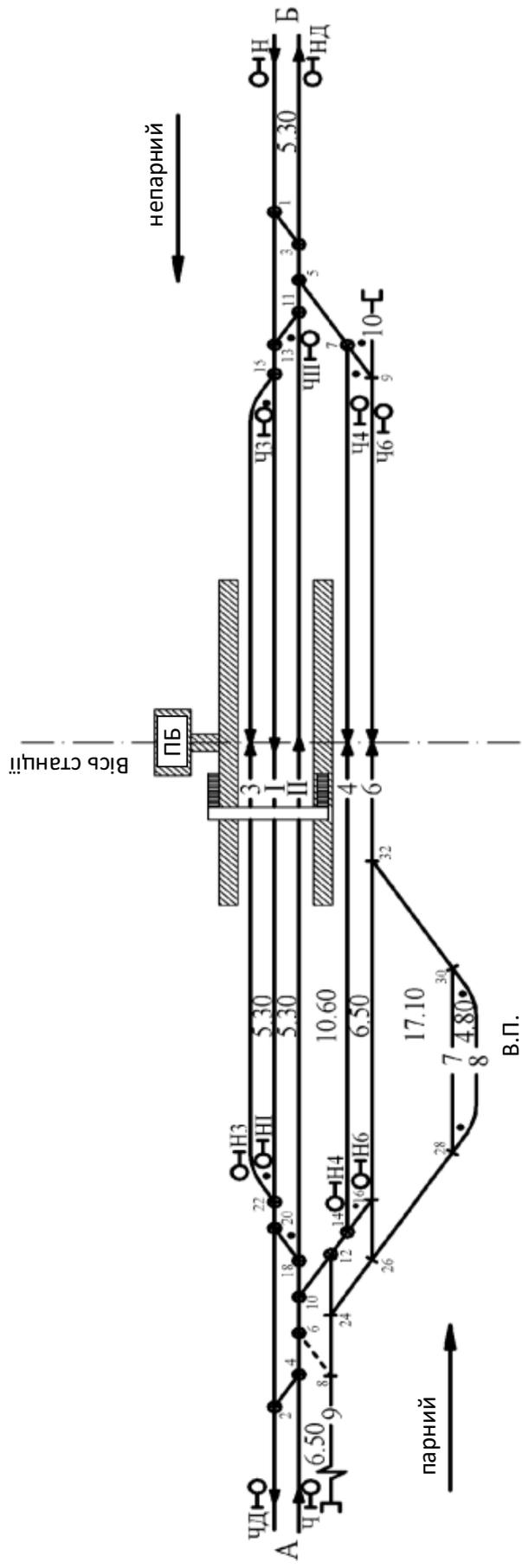


Рисунок 3.1 – Конструктивна схема проміжної станції поперечного типу на двоколінійній лінії

1 Одноритковий (або схематичний) план залізничної станції – це креслення, на якому кожна залізнична колія, незалежно від кількості рейок, зображена у вигляді однієї лінії. Це спрощене графічне подання колійного розвитку станції, що дає змогу зосередитися на функціональних зв'язках між елементами, а не на їхніх точних геометричних розмірах.

Загальні вимоги щодо оформлення однориткових планів та іншої проектною документації на залізничному транспорті в Україні регламентовані галузевими стандартами, зокрема ДСТУ Б А.2.4-33:2008 «Система проектною документації для будівництва. Колії залізничні. Робочі креслення».

Загальні принципи:

– *масштаб*. Однориткові плани зазвичай виконують без точного дотримання масштабу в повздовжньому напрямку. Однак для наочності та зручності читання елементи намагаються розташовувати пропорційно. Для більш детальних проектних робіт можна використовувати горизонтальні масштаби 1:1000 або 1:2000;

– *формат аркуша*. Креслення виконують на стандартних форматах (A1, A2, A3, A4) згідно з ДСТУ ISO 5457:2006;

– *лінії креслення*. Типи і товщина ліній мають відповідати стандартам. Зазвичай осі колій зображують суцільною товстою основною лінією. Інші елементи (межі, виноски) виконують тоншими лініями;

– *умовні позначення*. Усі елементи на плані (світлофори, стрілочні переводи, будівлі) зображують за допомогою стандартизованих умовних графічних позначень (додаток В). Це забезпечує однозначне прочитання креслення всіма фахівцями;

– *супровідна інформація*. На аркуші з планом обов'язково розміщують:

а) відомість залізничних колій, де вказують їхні номери, призначення та корисну довжину;

- б) відомість стрілочних переводів, що містить їхні номери і типи;*
- в) експлікацію будівель і споруд, що примикають до колій;*
- г) основний напис (штамп) встановленої форми, де зазначають назву об'єкта, стадію проєктування, назву організації, посади та прізвища виконавців.*

2 Вхідні світлофори встановлюють перед входом на залізничну станцію, вони є по суті її «воротами». Їхнє головне завдання – дозволити або заборонити поїзду в'їхати на станцію з прилеглого перегону.

Правила встановлення вхідних світлофорів чітко регламентовані для гарантування безпеки руху. Основні принципи:

- *відстань не менше 300 м для електричної тяги (50 м для автономної) від ординати першого протишерстного стрілочного переводу або граничного стовпчика пошерстного;*

- *розташування відносно колії.* Зазвичай світлофори встановлюють з правого боку за напрямком руху або над віссю колії, яку вони огороджують. У місцях, де це неможливо через габарити (наприклад на багатокільнірних ділянках), допускають встановлення зверху.

Вхідними світлофорами є зазвичай *щоглові* світлофори, що забезпечує їхню максимальну видимість. Залежно від колійного розвитку станції та швидкостей руху вони можуть мати різну сигналізацію. Основні з них:

- *один зелений вогонь* дозволяє поїзду прямувати на станцію головною колією з максимально встановленою швидкістю, наступний світлофор (вихідний або маршрутний) відкритий;

- *один жовтий вогонь (немиготливий)* дозволяє поїзду в'їхати на станцію головною колією з готовністю зупинитися, наступний світлофор закритий;

- *один жовтий вогонь (миготливий)* дозволяє поїзду прямувати на станцію головною колією зі збільшеною швидкістю, наступний світлофор відкритий і вимагає проходження його зі зменшеною швидкістю;

– *два жовті вогні* дозволяють поїзду в'їхати на бічну колію станції зі зменшеною швидкістю і готовністю зупинитися на станції;

– *два жовті вогні*, із них верхній миготливий дозволяє поїзду в'їхати на бічну колію зі зменшеною швидкістю, наступний світлофор відкритий;

– *один червоний вогонь* – заборонено проїжджати сигнал, це основний заборонний сигнал.

Додатково вхідні світлофори можуть бути оснащені:

– *запрошувальним сигналом* (миготливий місячно-білий вогонь), що дозволяє поїзду прослідувати закритий (червоний) світлофор з особливою пильністю і швидкістю не більше 20 км/год до наступного світлофора, використовують у випадках несправності основних сигналів або системи керування станцією (ЕЦ);

– *маршрутним покажчиком* (світлова таблиця білого або зеленого кольору), що показує номер колії, на яку приймають поїзд;

– *зеленою смугою*, яку використовують для прямування поїзда через положу марку хрестовини.

Додатковий вхідний світлофор необхідний переважно у двох ситуаціях:

- приймання поїздів на колії, не обладнані маршрутною сигналізацією. Якщо на станції є колії, куди поїзд може бути прийнятий, але з яких неможливо відправитися за вихідним сигналом (наприклад деякі вантажні колії або тупики), для дозволу в'їзду саме на таку колію використовують додатковий сигнал;

- приймання поїздів по неправильній колії. На двоколійних перегонах, які не обладнані постійним двостороннім автоблокуванням, для приймання поїзда по «неправильній» колії (тобто колії, зазвичай призначеній для руху в протилежному напрямку) встановлюють додатковий вхідний світлофор.

На відміну від основного щоглового світлофора, додатковий вхідний світлофор зазвичай є карликовим тризначним (жовтий, червоний, жовтий).

Проте з новим будівництвом встановлюють щогловий п'ятизначний додатковий світлофор із заглушкою замість зеленого вогню. Його встановлюють у створі (на одній ординаті) із основним вхідним сигналом для правильного напрямку руху, але біля колії, для якої він призначений. ДОПУСКАЮТЬ встановлення з лівого боку напрямку руху у ВИПАДКУ, коли неможливо (наприклад через габарит) встановити з правого.

3 Вихідні світлофори дозволяють або забороняють поїзду відправитися зі станції (приймально-відправних колій). Вони встановлені з кожної приймально-відправної колії для кожного напрямку згідно зі спеціалізацією. *Маршрутні світлофори* поділяють територію станції від вхідного до вихідного світлофора на станційні блок-ділянки і дозволяють або забороняють поїзду прямувати з однієї ділянки на іншу. В основному використовують на станціях повздовжнього типу.

Тип світлофора, що встановлений із приймально-відправної колії, визначають спеціалізацією і типом колії, за якими встановлено світлофор, типом автоблокування на перегоні та варіантами маршрутів відправлення. Зазвичай вихідні світлофори мають як поїзні, так і маневрові сигнали.

Щоглові вихідні світлофори переважно встановлюють із головних колій і колій, якими передбачено беззупинкове пропускання поїздів. Кількість показань і сигналізацію визначають як типом автоблокування на перегоні, так і наявності варіантних маршрутів. За наявності варіантних маршрутів відправлення або можливості відправлення на декілька перегонів із ГОЛОВНОЇ колії встановлюють п'ятизначний щогловий вихідний світлофор. Якщо одна зі стрілок має пологу марку хрестовини, то на світлофорі додатково розміщена зелена смуга.

У всіх інших випадках встановлюють карликовий світлофор.

4 Маневрові світлофори. На великих станціях необхідно передбачити можливість маневрової роботи. Для цього на станції встановлюють маневрові світлофори. Загальний принцип їх розташування –

зменшення пробігу маневрових складів. Маневрові світлофори за призначенням і місцем встановлення можна поділити на такі групи:

- світлофори, які дозволяють маневрові пересування з колій і за наявності вихідних світлофорів поєднані з ними;
- світлофори, які огорожують горловину станції з боку гілок примикання, тупиків і маневрових витяжок;
- світлофори, які забезпечують мінімальний шлях руху маневрового складу в бік парку з перестановкою з колії на колію, і поділяють маршрути на більш короткі. При цьому потрібно враховувати, що маневрові маршрути можуть бути встановлені або перед першим попутним, або за останнім зустрічним світлофором;
- світлофори, які встановлюють на безстрілочних ділянках – між вхідним світлофором і першою по ходу стрілкою;
- із безстрілочної ділянки в горловині станції.

Маневрові світлофори встановлюють в обов'язковому порядку:

- із приймально-відправних колій у напрямку, по якому не передбачено встановлення поїзного світлофора;
- тупиків, вантажних дворів і підприємств - зазвичай щоглові двозначні маневрові світлофори, що мають червоне показання замість синього;
- за вхідним світлофором виділена безстрілочна ділянка, із якої встановлюють маневровий світлофор у напрямку осі станції. Ця ділянка дає змогу виконувати маневрову роботу по головних коліях без виїзду за межі станції на перегін.

5 Маневрові світлофори рекомендовано встановлювати так, щоб зменшити перепробіг маневрових поїздів. Рекомендовано встановлювати маневрові світлофори в горловині станції в таких випадках:

- на в'їзді на «стрілочну вулицю» у бік осі станції для виконання кутових заїздів;

- границях безстрілочної ділянки;
- між стрілками, оберненими хрестовинами одна до одної.

Зазвичай маневрові світлофори встановлюють кожні три стрілки у всіх можливих напрямках руху.

Маневрові світлофори не ставлять поруч із негабаритним стиком.

6 Розміщення ізолюючих стиків і/або лічильних пунктів. Станція розбивають на ділянки, які обладнані електричними рейковими колами та/або системою лічення осей. Рейковими колами для ЕЦ обладнують усі приймально-відправні колії і централізовані стрілки, а також ходові колії для локомотивів і безстрілочні ділянки в горловині, іноді тупики.

Розбивати на ділянки потрібно так, щоб була забезпечена максимальна можливість одночасних паралельних пересувань по станції за мінімального використання обладнання.

Стрілочна горловина станції ізолюючими стиками відділена від перегонів, тупиків, підприємств. Також ізолюючими стиками відділена кожна приймально-відправна колія, встановлені стики, якими створюють безстрілочні ділянки за вхідними світлофорами, ізолюючими стиками розділені стрілки з'їздів. За наявності в горловині перехресного з'їзду його стрілки відділяють ізостиками з чотирьох боків (рисунок 3.2, а).

Для можливості одночасного використання в різних маршрутах обох стрілок паралельних з'їздів, гостряки яких знаходяться на одній колії і направлені в різні боки один від одного, обов'язково встановлюють ізолюючий стик (рисунок 3.2, б). За наявності на станції запобіжного тупика стрілку, яка веде до нього, зазвичай виділяють в окрему ізольовану ділянку. Стрілочні вулиці, що примикають до головної колії, також відділяють стиком (рисунок 3.2, в).

Якщо стрілки з'їзду утворюють із коліями трапецію, то між стрілками, у яких гостряки розташовані в різні боки, рекомендовано ставити стик (рисунок 3.2, г).

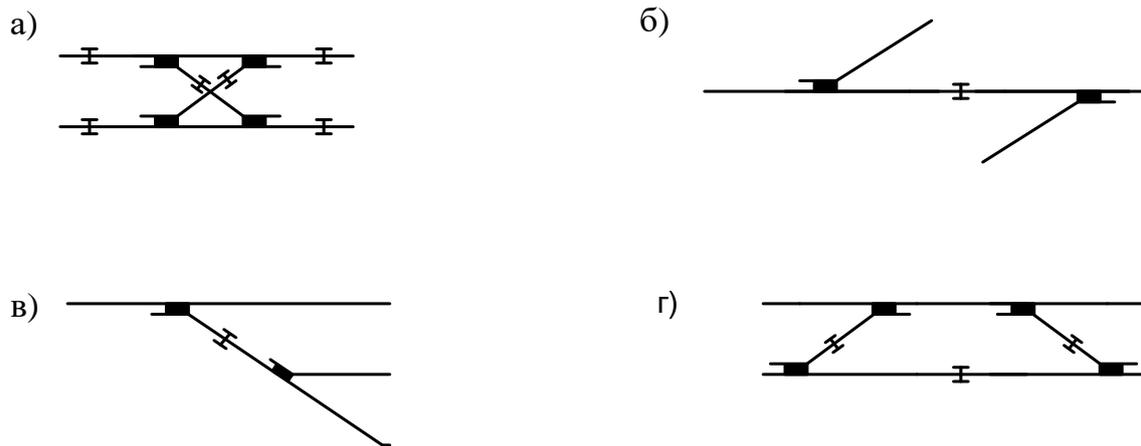


Рисунок 3.2 – Варіанти обов’язкового встановлення ізолюючих стиків

У випадку послідовного розміщення стрілочних переводів, ізолюючий стик необхідно встановлювати на відстані 3,5 м від граничного стовпчика стрілочного переводу. Якщо ця відстань менше, то такі стики вважають негабаритними. На плані станції такі стики обводять колом (як показано в додатку Б між стрілками 6 та 20, їхні ординати вказують на плані станції в дужках).

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

Ізолюючі стики розміщують біля всіх станційних світлофорів, у тому числі на всіх приймально-відправних коліях.

Ізолюючі стики розміщують на з’їздах і між стрілками, які розміщені хрестовинами одна до одної і по яких можливі одночасні переміщення з установленням паралельних маршрутів.

Системи лічення осей (СЛО) є сучасною альтернативою рейковим колам для контролю зайнятості та вільності блок-ділянок і стрілочних секцій. Вони мають ряд переваг, таких як підвищена надійність, стійкість до несприятливих погодних умов, а також економічність в експлуатації та обслуговуванні. Принцип роботи СЛО базований на підрахунку кількості

осей рухомого складу, що в'їжджають і виїжджають із контрольованої ділянки. Кожна ділянка обладнана лічильними пунктами, що складаються з датчиків осей, розташованих на її вході та виході. Зазвичай для забезпечення надійності кожен лічильний пункт має подвійний комплект датчиків, що дає змогу виявляти напрямок руху та надавати резервування. Для використання систем лічення осей замість рейкових кіл встановлення ізолюючих стиків не є обов'язковим. У такому випадку замість ізолюючих стиків встановлюють лічильні пункти, що складаються зазвичай із двох точкових колійних датчиків. Методика їх розміщення аналогічна розглянутій для ізолюючих стиків.

Принципи розташування лічильних пунктів:

– *на межах блок-ділянок* встановлюють лічильні пункти на початку та наприкінці кожної блок-ділянки перегону і станційних колій. Це допомагає системі контролювати вільність або зайнятість усієї ділянки між сусідніми світлофорами або іншими роздільними пунктами;

– *стрілочних секціях* для контролю зайнятості стрілочних секцій датчики осей розміщують так, щоб охопити весь простір стрілки. Це критично важливо для гарантування безпеки переведення стрілок, оскільки система має достовірно визначати відсутність рухомого складу на ній;

– *межах станції* аналогічно вхідним ізолюючим стикам рейкових кіл лічильні пункти встановлюють на межах станції для контролю в'їзду/виїзду поїздів із перегону. Лічильний пункт на входах на станцію зазвичай розташований у створі з вхідним світлофором або на мінімально дозволений відстані від нього, що відповідає габариту;

– *у місцях примикання колій* для контролю примикань (наприклад під'їзних колій, колій депо) встановлюють лічильні пункти, що забезпечують безпечний в'їзд або виїзд рухомого складу на станційні колії. Це дає змогу уникнути несанкціонованого виходу рухомого складу на головні або приймально-відправні колії станції.

Однак на станціях, на яких використовують системи АЛСН на головних коліях і коліях беззупинкового руху, можна використовувати одночасно і рейкові кола, і системи лічення осей. Для цього потрібно обов'язково встановити на них і ізолюючі стики і лічильні пункти.

7 Нумерація стрілочних переводів. Нумерацію стрілок і колій визначає напрямок руху – парний або непарний. Стрілки в парній горловині нумерують парними номерами, а в непарній – непарними. Нумерація стрілок збільшується з наближенням до осі станції (1, 3, 5 і т. д.). Нумерація стрілок на станціях, які мають великий колійний розвиток, - за окремими парками або групами колій, однорідних за характером роботи. Для нумерації стрілок за парками кожному парку призначено сто номерів, які вказують на номер парку (наприклад парку А призначають номери стрілок від 100 до 199, парку Б – номери 200-299). Стрілки на коліях, які не поєднано в парки, нумерують порядковими номерами від 1 до 99. Спарені стрілочні з'їзди, а також стрілки на стрілочній вулиці повинні мати неперервну нумерацію (наприклад 2/4, 6/8; 10, 12, 14 тощо).

На станції з маршрутизованими поїзними і маневровими пересуваннями всі стрілочні переводи включені до централізації.

Нормальне (плюсове) положення стрілок на станціях приймають відповідно до ПТЕ, записують у технічно-розпорядчий акт станції (ТРА) і вказують на односторонньому і двосторонньому планах, а також кожухах стрілочних електроприводів. Нормальне положення стрілок:

- вхідних на головних коліях двоколійних ліній – напрямок, що відповідає головним коліям;
- вхідних на головних коліях станцій одноколійних ліній – напрямок з кожного кінця станції на різні колії;
- усіх інших на головних коліях, окрім стрілок, які ведуть у запобіжні і уловлювальні тупики, – напрямок на відповідні головні колії;

- тих, що ведуть до запобіжних і уловлювальних тупиків, – напрямок до тих самих тупиків;
- розміщених на стрілочних вулицях – напрямок по цих вулицях.

8 Найменування світлофорів. Вхідний світлофор позначають літерами Н і Ч, що визначено напрямком руху, відповідно непарний і парний. Якщо до станції примикає декілька перегонів в одному напрямку, то до відповідної літери додають унікальну літеру назви сусідньої станції, на яку веде перегін. Вхідний додатковий світлофор містить назву основного вхідного з додаванням літери «д» (додатковий).

Вихідні світлофори позначають літерами Н і Ч, відповідно непарний і парний напрямки руху, з додаванням номера колії.

Маневрові світлофори позначають літерою М із додаванням непарних (парних) чисел у непарній (парній) горловині, починаючи із найдалшого від осі станції.

9 Найменування колійних ділянок. Колії на двоколійних ділянках нумерують з урахуванням спеціалізації їх за напрямком руху. Головні колії на перегонах і станціях нумерують римськими цифрами (I, II, III, IV): у непарному напрямку – непарними, а в парному – парними.

Приймально-відправні колії позначають на плані порядковими номерами з додаванням літери «П». Станційні колії, що є продовженням перегінних колій, вважають головними і нумерують цифрами римськими (III, III...), інші – арабськими. У випадках примикання або перехрестя на станціях двох двоколійних колій номери I і II присвоюють головним коліям основного напрямку. Приймально-відправні колії, розташовані з боку непарних колій, нумерують непарними цифрами (3П, 5П...), а з боку парної колії – парними (4П, 6П...).

Стрілочні колійні ділянки позначають номерами крайніх стрілок, що входять до секції, і з додаванням літер «СП» (1СП, 2-8СП, 17-27СП...).

Безстрілочні ділянки позначають номерами найближчих стрілок, що примикають, розділених символом «/» із додаванням літери «П» (2/12П, 17/25П...). У разі відсутності таких стрілок (наприклад за вхідним світлофором) позначають ділянки за назвою світлофора, що примикає до такої ділянки і з додаванням літери «П» (ЧаП, НдП...).

Тупики зазвичай позначають парними та непарними цифрами (залежно від горловини) із додаванням літери «Т» (1Т, 4Т).

10 Розрахунок ординат стрілочних переводів, світлофорів та ізолюючих стиків (і/або лічильних пунктів). Відповідно до вимог ПТЕ і ППСВ стрілочні переводи на станціях повинні мати хрестовини таких марок:

– на головних і приймально-відправних пасажирських коліях не крутіше 1/11, а перехресні стрілочні переводи – не крутіше 1/9; стрілочні переводи, якими пасажирські поїзди проходять тільки в одному напрямку, можуть мати хрестовини марок 1/9;

– приймально-відправних коліях вантажного руху – не крутіше 1/9, а симетричні – не крутіше 1/6;

– для беззупинкового схрещення і пропускання поїздів боковою колією, а також із відхиленням на бокову колію в розв'язках підходів і для розгалуження головних колій проєктують стрілочні переводи з хрестовинами марок 1/18, які дозволяють рух на бокову колію зі швидкістю до 80 км/год, швидкість руху на бокові колії по стрілочних переводах із хрестовинами марок 1/11 і крутіше – не більше 40 км/год;

– диспетчерські з'їзди між головними коліями зазвичай проєктують із марками хрестовин не крутіше 1/11.

Типи стрілочних переводів і глухих перехрещень мають відповідати типу рейок: одиночні односторонні переводи – Р65, Р50 – 1/18, Р75 – 1/11, Р65 – 1/11, Р50, Р43 – 1/9; одиночні різносторонні (симетричні) переводи Р65 – 1/11с, Р50, Р43 – 1/9с.

Два зустрічних стрілочних переводи (рисунок 3.3, а, б) на головних коліях проєктують зі вставками між рамними рейками не менше 12,5 м (на лініях зі швидкісним рухом поїздів – не менше 25 м), а в обмежених умовах – не менше 6,25 м; на приймально-відправних коліях укладання двох переводів за вказаними схемами можна проєктувати без вставки між рамними рейками, якщо відстань між гостряками дорівнює 8,66 м (розраховують ординати за таблицею 3.1 з округленням до цілих метрів).

Із укладанням стрілочних переводів за схемами рисунка 3.3, г-ж відстань між переводами залежить від відстані між осями колій (ширини міжколійя), визначають за таблицею 3.2.

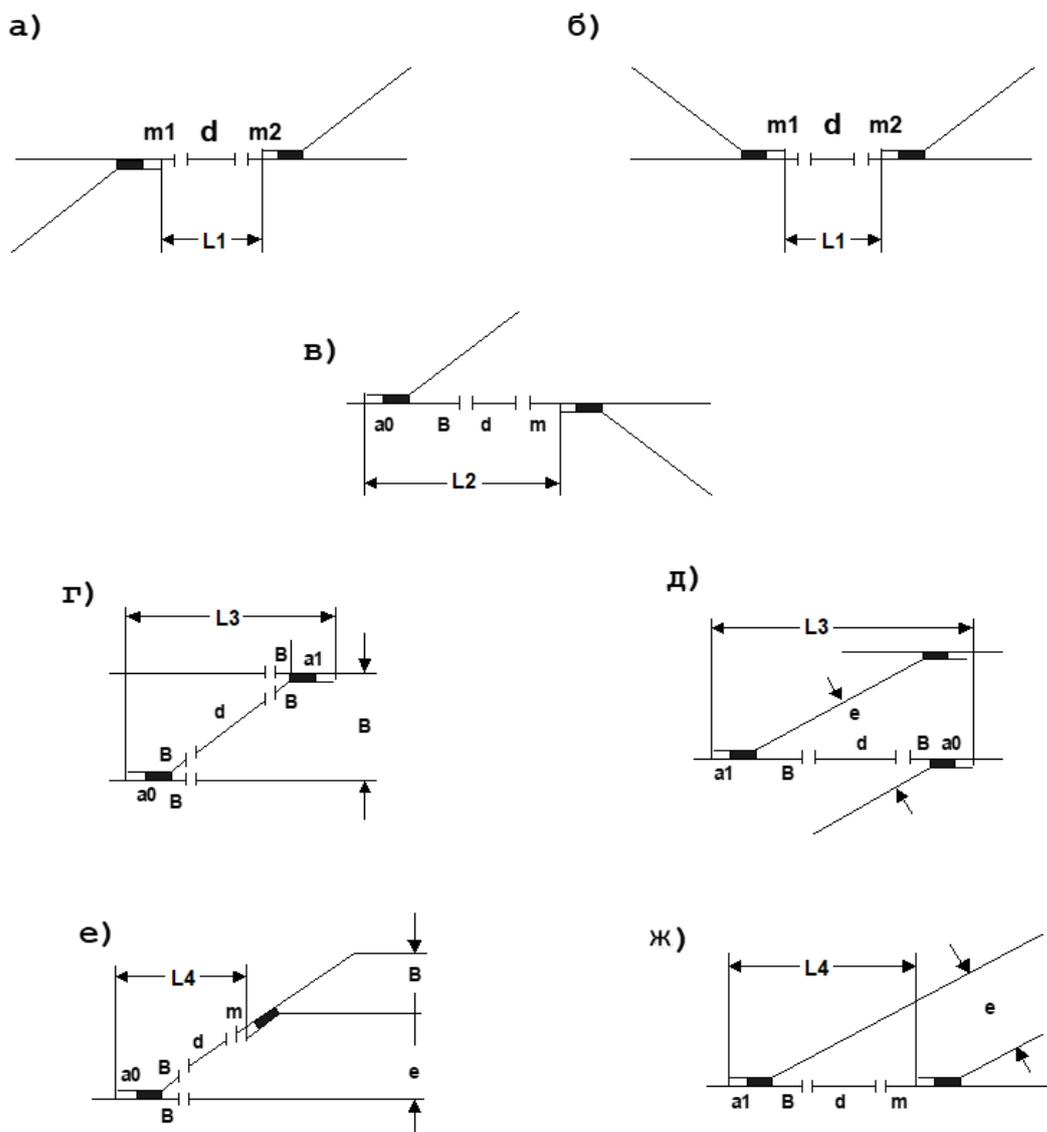


Рисунок 3.3 – Схеми укладання стрілочних переводів

Таблиця 3.1 – Відстань між гостряками стрілочних переводів

Тип рейки	Марка хрестовини		Відстань L1 зі вставкою d довжиною			Відстань L2 зі вставкою d довжиною		
	N1	N2	25 м	12,5 м	6,25 м	25 м	12,5 м	6,25 м
P65	1/9	1/9	30,54	18,04	11,79	43,54	37,29	35,54
	1/9	1/11	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	1/11	1/9	-/-	-/-	-/-	45,87	39,62	37,87
	1/11	1/11	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
	1/18	1/11	31,61	19,11	12,86	68,95	62,7	
	1/18	1/18	32,67	20,17	13,92	70,02	63,77	
P50	1/9	1/9		21,15	14,9	43,56	37,31	35,56
	1/11	1/9		-/-	-/-	46,03	37,78	37,87
	1/11	1/18	33,16	20,66	14,41	45,54	37,29	
	1/18	1/11	-/-	-/-	-/-	70,51	64,26	
	1/18	1/18	32,67	30,17		70,02	63,77	
P43	1/9	1/11		21,15	14,9	43,56	37,31	35,56
	1/11	1/11		-/-	-/-	46,03	37,78	33,03

Таблиця 3.2 – Відстань між гостряками стрілочних переводів

Тип рейки	Марка хрестовини	Відстань між осями колій, м						
		4,8	5,0	5,3	5,5	6,0	6,5	7,5
Відстань L3								
P65	1/9	68	70	73	75	79	84	93
	1/11	76	78	81	83	89	94	105
	1/18	130	134	139	143	152	160	178
P50	1/9	66	67	70	72	76	81	90
	1/18	130	134	139	143	152	161	178
P43	1/11	73	75	79	81	87	92	103
Відстань L4								
P65	1/9	43	45	48	50	54	59	68
P50	1/11	53	55	58	61	66	72	83

Корисну довжину приймально-відправних колій на станціях, роз'їздах і обгінних пунктах визначають відстанню від граничного стовпчика з одного боку до світлофора з другого боку і вказують для кожного напрямку руху.

Відповідно до ПСВ колії проєктують корисною довжиною 1250, 1050 або 850 м, причому на лініях I і II категорії – не менше 1050 м, а на лініях III і IV категорій – не менше 850 м.

Корисна довжина приймально-відправних колій на станціях, розміщених у межах ділянок систематичного підштовхування або подвійної тяги, збільшується на довжину локомотива.

Корисна довжина колій у сортувальних парках для накопичення і формування рухомих составів односторонніх поїздів має відповідати довжині цих поїздів, збільшеній не менш ніж на 10 %.

Корисна довжина колій, які призначені для приймання пасажирських і приміських поїздів, має відповідати довжині цих поїздів і мати змогу бути збільшеною до 500 м.

Корисну довжину маневрових витяжних колій на сортувальних і дільничних станціях проєктують відповідно до довжини вантажного поїзда, а в складних умовах – не менше половини довжини поїзда.

Вхідні світлофори встановлюють на відстані не менше 50 м для автономної тяги і 300 м для електричної тяги (для секціонування контактної мережі перегону і станції повітряним проміжком), рахуючи від гостряка вхідної протишерстної або граничного стовпчика пошерстної стрілки.

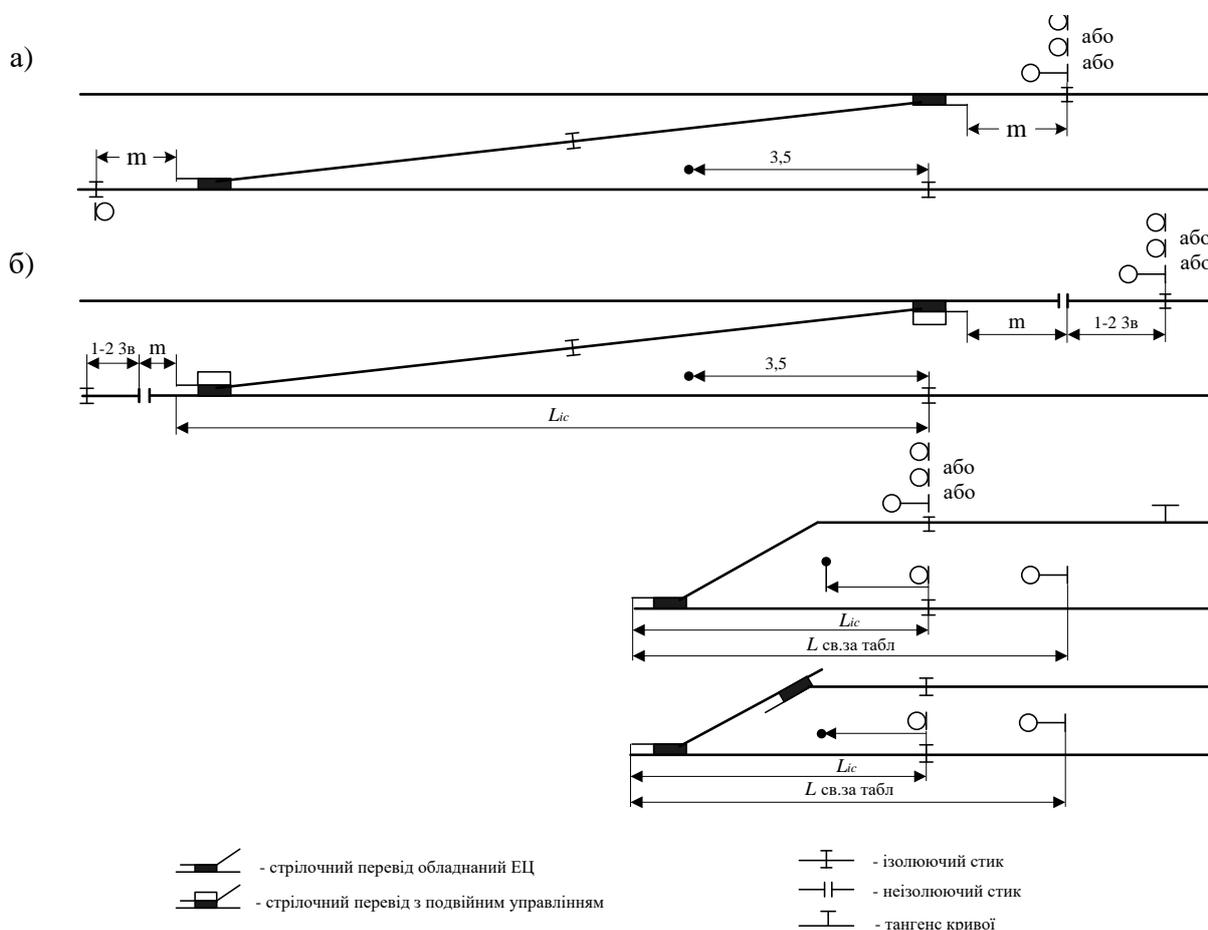
У разі відсутності маневрової витяжки в горловині станції вхідний світлофор може бути віддалений від вхідної стрілки для проведення маневрів по головній колії без виїзду на перегін на відстань до 400 м.

Вихідні і маневрові світлофори встановлюють з урахуванням максимального використання корисної довжини колій на мінімальній безпечній відстані від першої стрілки в маршруті. При цьому можливі три випадки встановлення вихідних, маршрутних і маневрових світлофорів:

- 1) світлофори щоглові і карликові перед протишерстними стрілками встановлюють у створі зі стиком рамної рейки, тобто на відстані виступу рамної рейки m (близько 4 м) від гостряків стрілки (таблиця 3.3);

2) перед гостряками стрілок із подвійним керуванням передбачають запобіжну передстрілочну ділянку, а світлофори та ізолюючі стики відносять від стрілки на одну ланку 12,5 м або на дві ланки 25 м – для спареної стрілки з'їзду, яку переводять останньою (рисунки 3.4, а, б);

3) світлофори щоглові і карликові перед пошерстними стрілками в різних міжколійях з граничним стовпчиком колії встановлюють у створі з ізолюючим стиком, тобто на відстані 3,5 м від граничного стовпчика в бік колії (рисунки 3.4, в);



Рисунки 3.4 – Розрахункові схеми розташування вихідних, маршрутних і маневрових сигналів на станції

4) світлофори перед пошерстними стрілками, які розміщені в одних міжколійях із граничними стовпчиками, встановлюють згідно з габаритом

на такій відстані від гостряків стрілочного перевodu, що ширина міжколій дорівнює:

- для світлофорів щоглових із драбиною - 5200 мм;
- світлофорів щоглових без драбини - 5040 мм;
- світлофорів карликових подвоєних - 4500 мм;
- світлофорів карликових одиноких - 4200 мм.

При цьому допускають зміщення світлофорів відносно ізолюючих стиків за напрямком руху не більше 2 м, а проти напрямку руху до 40 м; для вхідних світлофорів – не більше 2 м в обох напрямках (таблиця 3.4).

Таблиця 3.3 – Границі встановлення ізолюючих стиків і світлофорів

Відстань між осями суміжних колій, м	Відстань від початку гостряка до ізолюючого стику, м					Відстань від початку гостряка до світлофора на залізобетонних і металевих щоглах із похилими драбинами, м				
	1/9 P50		1/11 P65		1/11 P65	1/9 P50		1/11 P65		1/11 P65
	200	300	300	400	1000	200	300	300	400	1000
4,5	58	58	67	67	-	-	-	-	-	-
4,6	58	58	67	67	-	-	-	-	-	-
4,7	58	58	67	67	-	-	-	-	-	-
4,8	58	58	67	67	104	-	-	-	-	-
5,0	58	58	67	67	104	-	-	-	-	-
5,2	58	58	60	67	104	79	85	91	95	150
5,3	58	58	60	60	104	70	75	82	84	135
5,4	58	58	60	60	104	68	70	77	79	129
5,5	58	58	60	60	104	65	67	74	76	127
6,0	58	58	60	60	104	61	62	70	71	120
6,5	52	58	60	60	104	60	60	69	69	117
7,0	52	52	60	60	104	59	60	68	68	116
7,5	52	52	60	60	104	58	59	68	68	116

Таблиця 3.4 – Границі встановлення ізолюючих стиків і світлофорів

Відстань між осями суміжних колій, м	Відстань від початку гостряка до світлофорів на металевих щоглах із складними драбинами, м					Відстань від початку гостряка до карликових світлофорів, м				Відстань від початку гостряка до подвійних карликових світлофорів, м			
	1/9 P50		1/11 P65		1/18 P50	1/9 P50		1/11 P65		1/9 P50		1/11 P65	
	200	300	300	400	1000	200	300	300	400	200	300	300	400
4,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	80	—
4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58	58	67	67
4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58	58	67	67
4,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	58	58	67	67
4,8	—	—	—	—	—	59	61	67	67	58	58	67	67
5,0	72	75	81	85	136	58	58	67	67	58	58	67	67
5,2	68	70	76	78	128	58	58	63	63	58	58	61	67
5,3	65	67	73	75	125	58	58	62	63	58	58	61	61
5,4	63	65	72	73	122	58	58	62	63	58	58	61	61
5,5	62	63	70	72	120	58	58	62	61	58	58	61	61
6,0	59	60	68	69	116	58	58	61	61	58	58	61	61
6,5	58	58	66	67	114	52	58	61	61	52	58	61	61
7,0	57	57	66	66	113	52	52	61	61	52	52	61	61
7,5	57	57	66	66	113	52	52	61	61	52	52	61	61

Приклад визначення відстаней наведений на рисунку 3.5.

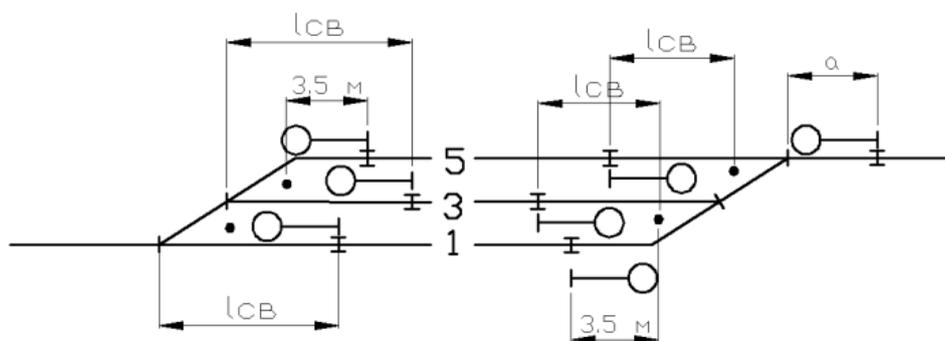


Рисунок 3.5 – Приклад розташування світлофорів у приймально-відправному парку станції

Приклад. Визначити відстань від центрів стрілочних переводів до щоглових вихідних світлофорів на залізобетонній щоглі з похилими сходами для умов, наведених на рисунку 3.6. Міжколійя – 5,30 м. Марки стрілочних переводів – 1/9.

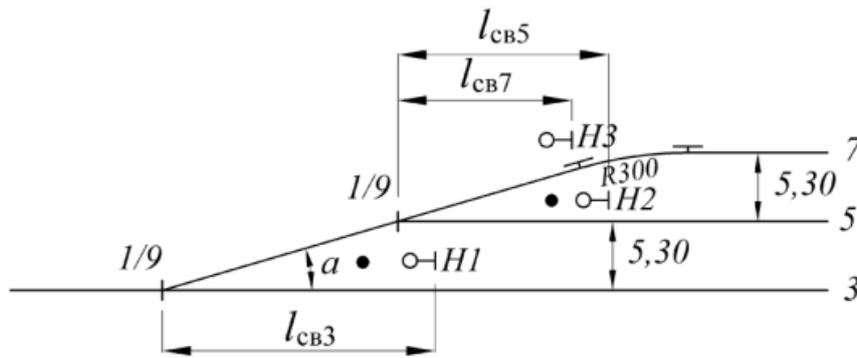


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема для визначення місць встановлення вихідних світлофорів

11 Перевірка вимог правильності розміщення світлофорів та ізолюючих стиків (і/або лічильних пунктів) згідно з отриманими даними ординат. Після завершення всіх попередніх операцій необхідно перевірити правильність розміщення об'єктів, їхнє взаємне положення.

Особливу увагу потрібно приділити кількості ізолюючих стиків на головному шляху, їх має бути мінімальна кількість; перевірити кількість стрілок, що входить до кожної стрілочної секції.

Крім того, мінімальна довжина будь-якої безстрілочної ділянки має бути не менше 50 м.

За необхідності повторити порядок осигналізування!

3.2 Маршрутизація і таблиці взаємозалежностей стрілок, сигналів і маршрутів

На основі схематичного плану станції мають бути складені такі таблиці, що визначають взаємозалежності маршрутів, стрілок і світлофорів: поїзних маршрутів; маневрових маршрутів; негабаритних стрілочних ділянок і стрілок, що не беруть участі, але контролювані в маршруті; взаємозалежності сигнальних показань світлофорів (ворожості сигналів).

Для гарантування безпеки руху всі пересування поїздів по станції здійснювані за визначеними маршрутами. Маршрут – це підготовлений шлях для прямування поїзда в межах станції за відкритим світлофором і встановленим у певному положенні і замкненими стрілками. Маршрути з приймання і відправлення називають поїзними, а для переробки составів – маневровими. Усі пересування по станції, здійснювані за замкненими в маршруті стрілками і відкритими світлофорами, називають маршрутизованими, а незамкненими стрілками і закритими світлофорами – немаршрутизованими.

Відповідно до вимог правил технічної експлуатації станції мають забезпечувати приймання, схрещування, обгін і відправлення поїздів, а також здійснювати маневрову роботу і технічні операції з поїздами. Виконання цих функцій покладають на технічні засоби керування стрілками і сигналами, які називають пристроями централізації та блокування. Назва підкреслює їхню основну мету – забезпечення взаємної залежності між положенням стрілок у маршруті та показанням світлофорів для керування ними з одного пункту. Необхідність такої залежності обумовлена двома факторами: вимогами безпеки руху і забезпеченням максимальної пропускної спроможності станції.

Між стрілками і сигналами кожного маршруту встановлені такі взаємозалежності:

- за невстановлених маршрутів і закритих світлофорів стрілки вільні від замикання і їх можна переводити в будь-яке положення;
- після переведення стрілок і правильного встановлення маршруту світлофор може бути відкритий натисненням сигнальної кнопки за умови відсутності встановлення ворожого маршруту;
- на весь час відкритого положення світлофорів стрілки знаходяться в замкнутому положенні і переведення їх неможливе, після перекриття світлофора стрілки продовжують залишатися замкнутими до моменту

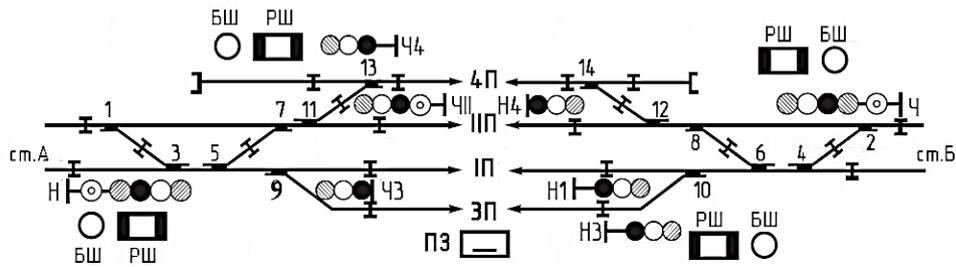
прямування поїзда за встановленим маршрутом, після чого вони розмикаються, і з'являється можливість встановлення інших маршрутів.

У таблицях поїзних і маневрових маршрутів зазначають усі основні та варіантні маршрути, причому в переліку маршрутів основні маршрути вказані першими. Основним маршрутом називають найкоротший шлях проходження рухомого складу станцією, що має найменшу кількість ворожих маршрутів, проходить за меншою кількістю стрілок і допускає *найбільшу швидкість пересування*. Варіантний маршрут має початок і кінець, що збігаються з основним, але відрізняється від основного маршруту положенням стрілок. У реальних проєктах основні та варіантні поїзні маршрути наведені в **окремих** таблицях.

Таблиця поїзних маршрутів складається для всієї станції за принципом «приймання – відправлення» однієї горловини, а потім «відправлення – приймання» іншої горловини. У таблиці поїзних маршрутів наведено положення всіх ходових та охоронних стрілок, що підлягають замиканню зі встановленням такого маршруту. Положення охоронних стрілок вказано в дужках.

Таблиці маневрових маршрутів доцільно складати для горловин станції. У цих таблицях можна вказувати лише ті стрілки, що визначають напрямок маршруту. Необхідність згоди на в'їзд до депо, нецентралізованої зони станції тощо вказана у графі «Примітка».

До таблиці залежностей включені всі поїзні маршрути станції (рисунок 3.7). Поїзні маршрути заносять у стовпці «Напрямок» і «Найменування маршруту». Усі маршрути нумерують порядковими номерами, і для кожного маршруту відведено один рядок таблиці. У рядку кожного маршруту вказані ворожість з іншими маршрутами, положення ходових і охоронних стрілок, літера світлофора, за яким дозволений рух певним маршрутом, ворожість із маневровими пересуваннями по окремих групах місцевого керування в кожній горловині станції.



Напрямок	№ маршруту	Найменування маршруту	Літера світлофора	Ворожі маршрути														Положення стрілки								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	1/3	5/7	9	11/13	12/14	10	6/8	2/4	
А	Прийом	1 На колію ІП	Н	●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	+	+								
		2 На колію ЗП	Н		●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	+	-							
		3 На колію 4П	Н			●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	-	-							
	Відправлення	4 З колії ІП	ЧІІ			●	×	×	×	×	×	×	×	×	×	+	+	+								
		5 З колії ЗП	ЧЗ				●	×	×	×	×	×	×	×	×	-	-	-								
		6 З колії 4П	Ч4					●	×	×	×	×	×	×	×	+	+	-								
Б	Відправлення	7 З колії ІП	НІ						●	×	×	×	×	×	×								+	+	+	
		8 З колії ЗП	НЗ								●	×	×	×	×	×								-	+	+
		9 З колії 4П	Н4										●	×	×	×	×							-	-	+
	Прийом	10 На колію ІП	Ч											●	×	×								+	+	+
		11 На колію ЗП	Ч													●	×							-	+	-
		12 На колію 4П	Ч															●						-	+	+
Сквозний пропуск	13 По ІП на ст.Б	Н, НІ														●							+	+	+	
	14 По ІП на ст.А	Ч, ЧІІ															●						+	+	+	

Рисунок 3.7 – Приклад таблиці ворожих маршрутів для умовної станції

Ворожість маршрутів встановлена для гарантування безпеки руху.

Неворожими вважають:

- попутні маршрути приймання і відправлення як з однієї і тієї самої колії, так і з різних колій;

- зустрічні маршрути приймання на різні колії станції;

- маршрути відправлення з однієї і тієї самої колії в різних напрямках;

- маневрові маршрути на одну й ту саму колію з різних кінців станції.

Ворожими є маршрути:

- приймання на одну й ту саму колію з різних кінців станції (лобові маршрути);

- зустрічні маршрути приймання і маневрів на одну й ту саму колію;

- поїзні маршрути і маршрути з передаванням стрілок на місцеве керування, сумісні за положенням стрілок;

- маршрути приймання на колії з місцевим керуванням стрілками в протилежній горловині станції, що допускають вихід на колію приймання. Такі ворожі маршрути потребують спеціальних схемних виключень для роботи пристроїв ЕЦ.

Маршрути за ворожістю поділяють на маршрути прямої і непрямой ворожості. Усі маршрути, до складу яких входять одні й ті самі стрілки, але в різних напрямках, вважають маршрутами прямої ворожості. Встановлення таких ворожих маршрутів виключено положенням стрілок.

Маршрутами непрямой ворожості вважають маршрути всіх призначень, які не мають загальних стрілок, але є ворожими через небезпечні умови підходу до станції (затяжний спуск крутіше 6 ‰). Такі маршрути зустрічаються тільки на станціях, розташованих на одноколійних ділянках. Характерними маршрутами непрямой ворожості є одночасне встановлення зустрічних маршрутів приймання поїздів на різні колії станції за наявності на одному з напрямків руху затяжного спуску; одночасне встановлення попутних маршрутів приймання і відправлення по різних коліях станції за наявності з боку приймання поїзда затяжного спуску. Непряма ворожість таких маршрутів встановлена улаштуванням на станції уловлювального тупика.

Встановлюваний маршрут показано в таблиці залежностей чорним кружечком, ворожі йому маршрути – двома перехрещеними лініями. Наприклад, для маршруту приймання на колію ІІІ ворожими будуть маршрути 2, 3, 5, 13 (рисунок 3.7). Наприкінці таблиці наводять маршрути наскрізного пропускання по ІІІ та ІІІ головних коліях, які складаються з маршрутів приймання на ІІІ (ІІІ) і відправлення з колії ІІІ (ІІІ). Аналогічно складають маршрут безупинного пропускання по бокових коліях 3ІІ і 4ІІ.

Отже, таблиця залежностей для проміжних станцій відображає всі залежності між стрілками, світлофорами і маршрутами і є основним документом для складання електричних схем для роботи пристроїв ЕЦ (рисунок 3.8 і таблиця 3.4).

Орляти		Світлофори	
500	H1	500	H2
541	H3	550	HV
550	H6	550	H6
550	H8	616	H8
632	H7	637	H7
622	HIV	620	HIV
695	M16	707	M16
712	M14	745	M14
749	M12	745	M12
749	M10	776	M10
852	M8	854	M8
900	M6	889	M6
956	M4	967	M4
971	M2		
1271	II		
1271	IIA		

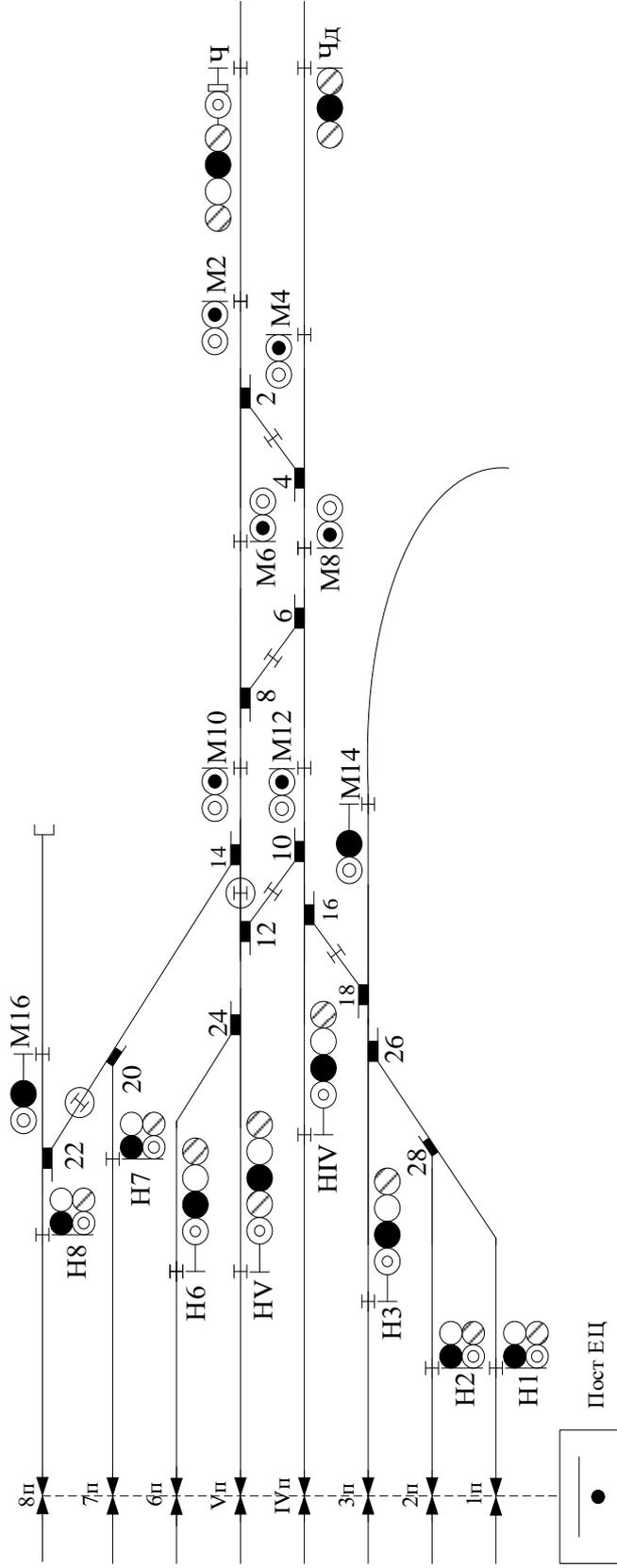


Рисунок 3.8 – Однолиний план станції

Для правильного проектування сигнальних показань поїзних світлофорів складають таблиці взаємозалежності сигнальних показань світлофорів. Ці таблиці складають окремо для непарних і парних переміщень (таблиця 3.5). У графі «Ворожі сигнали» показана ворожість світлофорів маршруту, який розглядають. Ворожість між маршрутами, яка визначена положенням стрілок, у таблиці не вказана. Якщо маневровому маршруту ворожі не всі варіанти поїзного або маневрового маршрутів за зустрічним світлофором, то цьому світлофору вказана не повна, а часткова ворожість – положення і номер однієї стрілки, яка визначає ворожий варіант маршруту. Графа «Місцеве керування» виділена в таблицях за наявності на станції місцевого керування стрілками. При цьому в графу «Найменування маршрутів» заносять номери стрілок, які передані на місцеве керування групами, і номери маневрових колонок; у графу «Осигналізування» – усі світлофори в певному районі маневрових робіт, які мають довільне показання; у графу «Стрілки» заносять охоронні стрілки у відповідному положенні, а графу «Ворожі сигнали» – ворожі сигнали.

Графу «Зустрічні маршрути» заповнюють тільки для маршрутів на колію, вона містить ворожість зустрічних (лобових) маршрутів на цю саму колію з другої горловини станції або іншого поста централізації. Ворожість поїзних і маневрових маршрутів відмічають окремо номерами колій, на які заборонено встановлювати ворожі маршрути.

У цій таблиці вказані сигнальні показання світлофорів у маршрутах приймання, відправлення та наскрізного (беззупинкового) пропускання, причому сигналізація вихідних світлофорів ураховує відправлення поїздів як на правильну, так і неправильну перегінну колію.

Для суворого контролю вільності негабаритних стрілочних ділянок і положення охоронних стрілок складають так звану таблицю негабаритних ізольованих ділянок і стрілок, що безупинково не беруть участі, але контрольовані в маршруті. Такі таблиці для великих станцій складають окремо для кожної горловини станції. Для проміжних станцій зазвичай складають одну таблицю. Для прикладу (рисунок 3.9) у таблиці на рисунку 3.10 наведено найбільш характерні випадки контролю негабаритних секцій і положення охоронних стрілок.

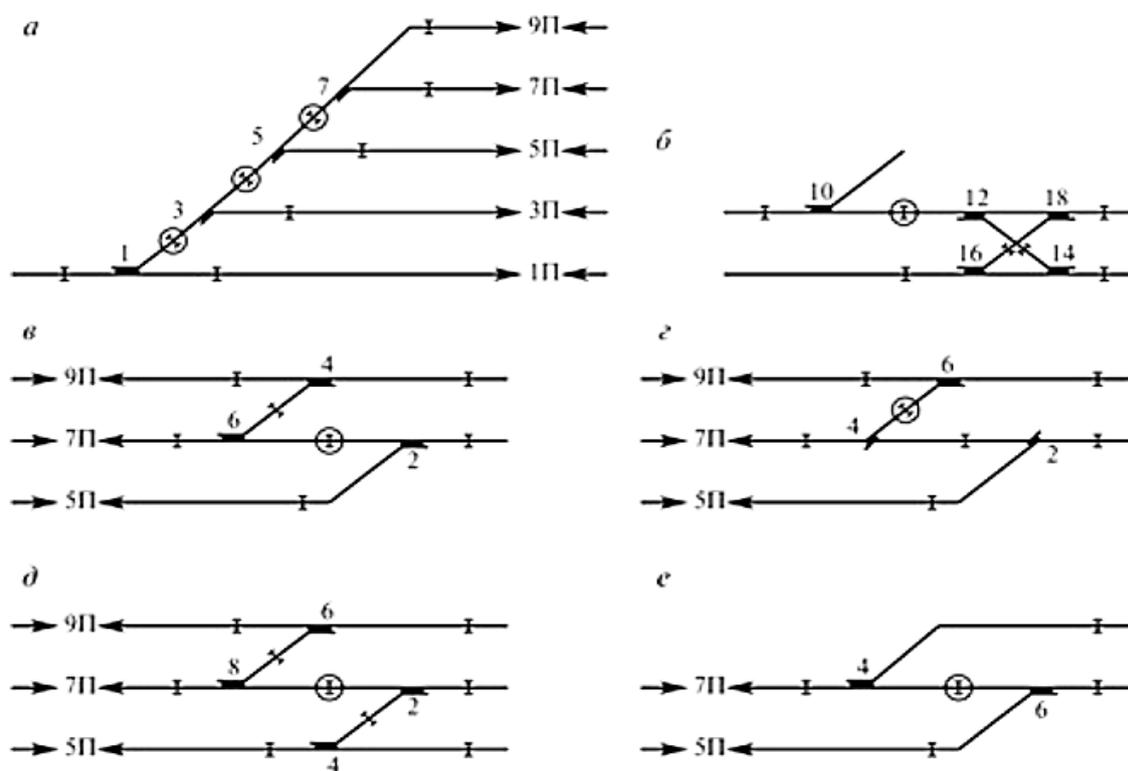


Рисунок 3.9 – Приклади негабаритних стиків

Схематичний план станції і таблиця взаємозалежностей маршрутів, стрілок і світлофорів – основні документи, які служать базою для проектування та експлуатації системи ЕЦ.

У додатку Б наведено приклад одниткового плану станції та таблиць залежностей.

Рисунок	Напрявлення руху по стріліці	Замкнення стрілок, які не задіяні, але контрольовані у маршруті	Негабаритні ділянки	
			Назва ділянки	Контроль знімається положенням стрілки
<i>a</i>	+1		3СП	
<i>a</i>	-3		5СП	
<i>a</i>	-5		7СП	
<i>b</i>	-12/14	+16/18		
<i>b</i>	-10	+12/14	12-18СП	-16/18
<i>b</i>	-16/18	+12/14	10СП	-10
<i>в</i>	-4/6	-2		
<i>в</i>	-2		6СП	-4/6
<i>г</i>	+6		4СП	-2/4
<i>г</i>	-2/4		6СП	+6
<i>д</i>	-2/4		8СП	-6/8
<i>д</i>	-6/8		2СП	-2/4
<i>е</i>	-4	-6		
<i>е</i>	-6	-4		

Рисунок 3.10 – Приклади негабаритних стиків (ділянок)

3.3 Розставлення світлофорів автоблокування на перегоні

Існує декілька методів для розставлення світлофорів автоматичного блокування.

1 З урахуванням максимального гальмівного шляху рухомого складу (*метод гальмівних шляхів*).

Цей метод починається з побудови кривої швидкості поїзда з найбільшим гальмівним шляхом для певної ділянки. Довжини блок-ділянок (для тризначної АБ) або сума двох суміжних блок-ділянок (для чотиризначної АБ) мають бути не меншими за шлях службового або автостопного гальмування за мінімального гальмівного натискання та максимально реалізованої швидкості. Розрахунок зведено до визначення найбільшого гальмівного шляху для найважчого поїзда на

найнесприятливішому ухилі ділянки. Ця довжина стає мінімально допустимою для блок-ділянки. Світлофори розташовують на відстані, що відповідає цьому гальмівному шляху, починаючи від вихідного світлофора станції. Це забезпечує, що поїзд, навіть у разі раптової зупинки, матиме достатню відстань для гальмування до перешкоди або наступного закритого світлофора.

Проте цей метод може призвести до надмірної кількості світлофорів (5-15 % і більше), що збільшує капітальні та експлуатаційні витрати. Тому його застосовують переважно на вантажонапружених двоколіїних лініях.

2 Із фіксованими, але не меншими за максимальний гальмівний шлях, інтервалами між світлофорами (*метод однакових відстаней*).

Усі блок-ділянки мають однакову довжину, яка дорівнює найбільшому гальмівному шляху, отриманому на максимальному ухилі для певної ділянки. Світлофори встановлюють через рівні проміжки. Перевагами є стандартизація, спрощення проектування та обслуговування. Забезпечує резерв гальмівних шляхів для потенційного збільшення швидкостей у майбутньому.

Проте на легких ділянках (малі ухили, рівнина) блок-ділянки стають надмірно довгими, що збільшує міжпоїзні інтервали та знижує пропускну спроможність. В Україні цей метод застосовують рідко.

3 На основі часових засічок на кривій швидкості розрахункового поїзда (*графічний метод за часом*).

Використовують криву швидкості розрахункового поїзда (залежність $v = f(S)$), на якій відмічають хвилинні засічки часу. Це дає змогу врахувати нерівномірність руху поїзда по перегону. Спочатку визначають мінімальний міжпоїзний інтервал (I_{min}), який необхідно підтримувати. На кривій швидкості відкладають часові засічки (наприклад кожен хвилину). Визначають загальний час ходу поїзда між двома кінцевими світлофорами (наприклад вихідним зі станції А і вхідним на станцію Б). Цей загальний час

ділять на кількість блок-ділянок розмежування поїздів (наприклад на три для тризначної АБ). Світлофори встановлюють у точках, що відповідають розрахованим проміжкам часу на кривій швидкості.

Світлофори прагнуть розміщувати так, щоб вони забезпечували приблизно однаковий час ходу поїзда між ними. Важливо перевіряти, чи відповідає довжина кожної отриманої блок-ділянки мінімально допустимому гальмівному шляху для всіх категорій поїздів. У разі невідповідності світлофори можна зсувати, а інтервал збільшувати. Прагнуть максимального спарювання світлофорів протилежних напрямків для здешевлення будівництва та обслуговування.

Перевагами є висока точність, що дає змогу врахувати динаміку руху, широко розповсюджений.

4 За допомогою кривих часу, побудованих для хвостової частини першого та головної частини другого поїздів (*метод двох кривих часу*).

Цей метод є найбільш трудомістким, але і найточнішим, застосовуваний переважно для чотиризначної АБ і в метрополітені. Будують дві криві часу: одна для хвостової частини першого поїзда (X1), а друга – для головної частини другого поїзда (Г2). Криві отримують через зсув стандартної кривої часу ходу поїзда на відповідну відстань (половину довжини поїзда) і на мінімальний міжпоїзний інтервал. На графіку між кривими X1 і Г2 проводять вертикальну лінію (наприклад від вихідного світлофора). Цей часовий відрізок ділять на кількість блок-ділянок розмежування поїздів. Точки поділу на кривій X1 визначають місця встановлення світлофорів. Далі процес ітераційний, із проведенням вертикальних і горизонтальних ліній для визначення наступних світлофорів.

Перевагами є максимальна точність, щоб оптимізувати інтервали для складних умов.

Для проєктування автоблокування (АБ) в основному застосовують два способи розставлення світлофорів:

- за засічками часу на кривій швидкості (або кривій часу ходу поїзда), побудованій для центра ваги поїзда – найбільш розповсюджений і простий спосіб;

- двома кривими часу ходу поїзда, побудованими для хвоста одного поїзда та голови другого – більш наглядний, але трудомісткий спосіб, тому застосовують тільки для проєктування АБ із малим інтервалом на приміських ділянках.

Спочатку визначають мінімальний інтервал, який може бути реалізовано на заданій ділянці, або перевіряють можливість реалізації прийнятого розрахункового інтервалу (зазвичай для електрифікованих ділянок $I_p = 8$ хв, із тепловозною тягою – $I_p = 10$ хв). Мінімальний інтервал визначають для ділянок колії, якими поїзд проходить із мінімальною швидкістю:

- на визначальних і близьких до них ухилах;
- ділянках, віддалених від станцій, де розрахунковий поїзд має зупинку;
- приміських ділянках у районі зупинних платформ або станцій, де до часу мінімального інтервалу додають час стоянки поїзда.

Мінімальний інтервал за тризначної сигналізації для розділення поїздів трьома блок-ділянками мінімальної довжини, які забезпечують нормальний рух під зелене світло світлофора на зелене світло наступного світлофора (рисунок 3.11) розраховують за формулою

$$I_{\min} = 0,06 \frac{3l_{\text{бл}} + l_n}{V_{cp}}, \quad (3.1)$$

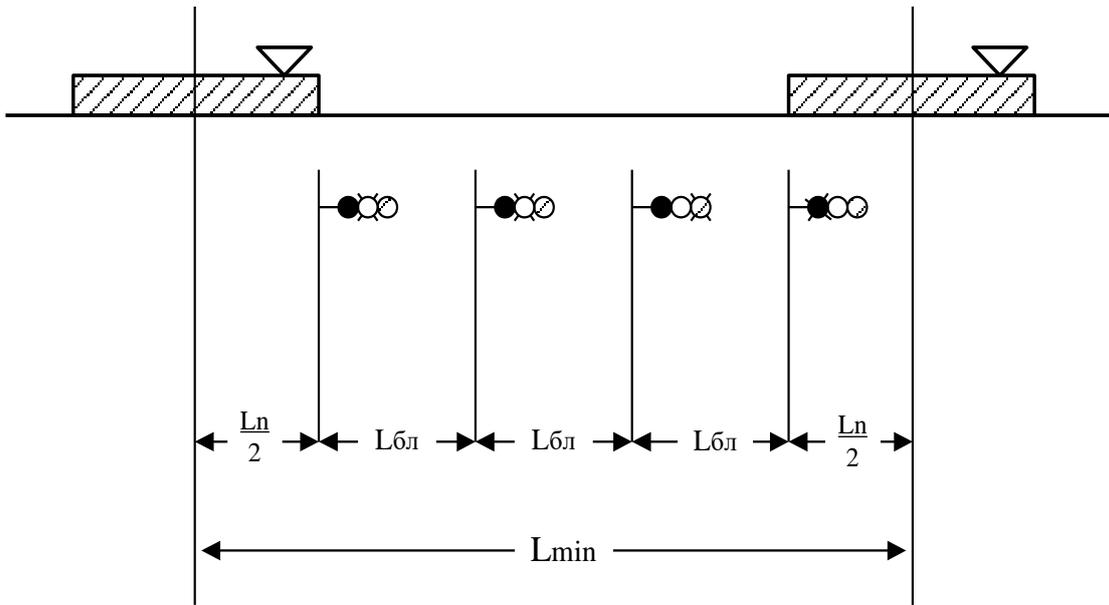


Рисунок 3.11 – Нормальна схема розмежування поїздів у пакеті

Максимальну довжину блок-ділянки визначають максимальною довжиною рейкових кіл і допускають 2500-2600 м; мінімальну довжину приймають рівною довжині гальмівного шляху вантажного або пасажирського поїзда, але не менше 1000 м. Для зменшення часу приймання поїзда на станцію довжина перших ділянок наближення має бути не менше 1000 м і не більше 1500 м. Допускають зменшення довжини ділянки менше 1000 м за обов'язкового встановлення відповідної сигналізації на світлофорах.

Розставляють світлофори з урахуванням переїзної сигналізації, а на ділянках безстикової колії – з урахуванням розміщення стиків.

Для досягнення найбільшої спареності допускають встановлення додаткових світлофорів, але не більше одного на перегоні в кожному напрямку. За триблочного розділення для спареності світлофорів допускають відхилення ординати від розрахункового інтервалу в межах 1 хв, а за двоблочного – тільки в бік зменшення інтервалу на 0,5 хв.

На одноколійних ділянках перший світлофор із віддаленням від станції встановлюють не ближче за передвхідний світлофор протилежного напрямку.

Світлофори можна встановлювати на будь-якому профілі. При цьому слід уникати їх розміщення на підйомах, які долає поїзд за рахунок розбігу.

Розташування світлофорів на перегонах є критично важливим для гарантування безпеки руху та оптимальної пропускної спроможності. Воно базовано на комплексному аналізі профілю колії, тягових і гальмівних характеристик поїздів, а також вимог щодо інтервалів руху.

Загальні принципи розташування світлофорів на перегоні:

– *видимість* – сигнальні показання світлофорів мають бути чітко видимими машиністу на встановленій відстані (не менше 1000 м на прямих ділянках, 400 м у кривих, 200 м у сильно пересіченій місцевості). Світлофори слід розміщувати перед кривими ділянками, виїмками, мостами, тунелями;

– *профіль колії* – потрібно уникати встановлення світлофорів на ділянках, де рушання з місця поїзда є складним (наприклад на затяжних підйомах, що долають за рахунок розгону, або в місцях перелому профілю, де можливий розрив автозчеплення). Якщо цього не уникнути, можна застосовувати умовно-дозвільні сигнали (знак «Т»);

– *довжина блок-ділянок* - мінімальна довжина блок-ділянки має бути не менше гальмівного шляху та не менше 1000 м. Максимальна довжина не має перевищувати 2600 м (визначають довжиною рейкового кола або зони контролю СЛЮ). Між попереджувальним і вхідним світлофорами – не більше 1500 м;

– *спареність* – максимальне спарювання світлофорів протилежних напрямків на одноколійних лініях допомагає зменшити кількість пристроїв і витрати на їх обслуговування;

– *інтеграція з переїздами* – світлофори рекомендовано поєднувати з переїздами, розташовуючи їх перед переїздом, щоб сигналізація переїзду вимикалася після звільнення переїзду поїздом;

– *електрифіковані ділянки* – на ділянках з електротягою змінного струму світлофори перед нейтральними вставками розташовують так, щоб

гарантувати безпечний прохід поїзда з вимкненими двигунами, урахуваючи необхідні відстані до знаків «Вимкнути струм» і «Ввімкнути струм».

Отже, світлофори рекомендовано встановлювати:

- на прямих ділянках колії на початку кривих;
- за наявності тунелів, великих мостів та інших штучних споруд – перед цими спорудами або після них на відстані, не меншій за довжину поїзда;
- на приміських ділянках – по можливості за платформою по ходу поїзда (для зручності посадки і висадки пасажирів у разі зупинки поїзда біля закритого світлофора).

Методи визначення ординат світлофорів на перегонах

Ординати світлофорів на перегонах визначають за їхнім кілометровим і пікетним положенням, а також відносно найближчих стаціонарних об'єктів (наприклад осі станції, іншого світлофора). Основний підхід базований на графічних методах та інструментальних вимірюваннях.

Послідовність визначення ординат:

1 Побудова кривої швидкості. На повздовжньому профілі перегону будують криву швидкості для розрахункового поїзда ($v = f(S)$), де S – пройдена відстань, а v – швидкість). На цій кривій наносять хвилинні засічки часу, що відповідають проходженню поїздом певних відстаней за кожну хвилину.

2 Порядок визначення місць світлофорів:

- визначають розрахунковий міжпоїзний інтервал за формулою (3.1);
- від кінцевого світлофора (наприклад вхідного світлофора наступної станції) відкладають у зворотному напрямку відстань, що відповідає гальмівному шляху (або іншим нормативам блок-ділянки), із використанням хвилинних засічок на кривій швидкості. Ця точка є місцем розташування попереднього світлофора;
- проміжні світлофори розташовують діленням загального часу ходу між двома основними світлофорами на кількість блок-ділянок. Наприклад,

якщо між світлофорами А і Б є три блок-ділянки, то час ходу ділять на три рівні частини, і світлофори розташовують у відповідних часових точках на кривій швидкості;

– після первинної розстановки корегують фактичні довжини блок-ділянок відповідно до норм (1000-2600 м). При цьому враховують видимість сигналів, розташування штучних споруд, переїздів, нейтральних вставок. Допускають невеликі зсуви світлофорів, якщо це не порушує допустимі відхилення від розрахункового інтервалу (зазвичай у межах 1 хв).

Приклад розставлення прохідних світлофорів. Вихідні дані: розрахунковий інтервал попутного прямування $I_p = 7,5$ хв, розділення за три блок-ділянки, план перегону (рисунок 3.12).

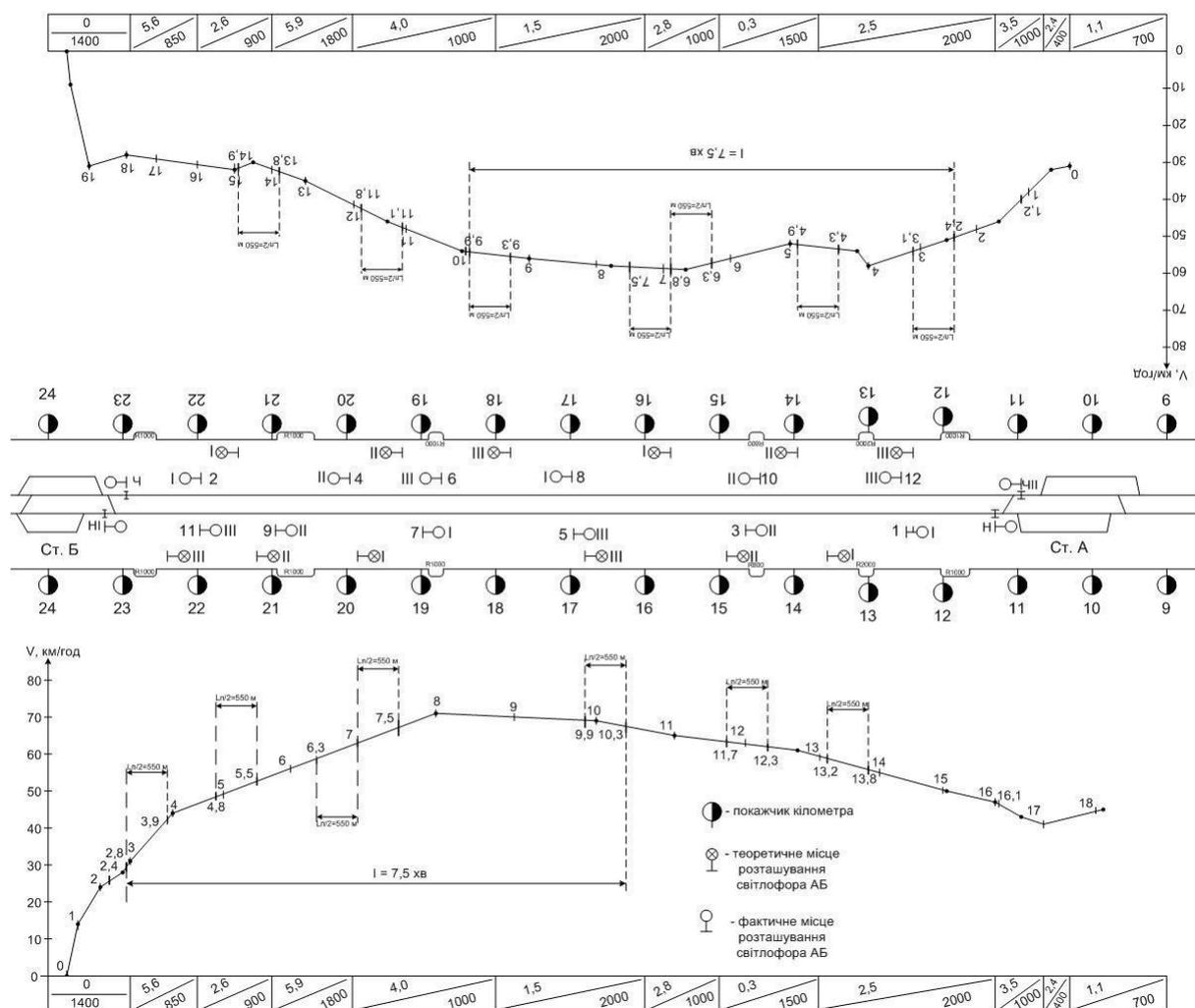


Рисунок 3.12 – Нормальна схема розмежування поїздів у пакеті

Підтверджена можливість реалізації розрахункового інтервалу (7,5 хв), тому що за мінімальної швидкості поїзда на підйомі від 74 до 76 км забезпечено триблочне розділення для інтервалу, меншого за 7,5 хв.

На кривій швидкості знайдемо засічку часу 7,5 хв, що відповідає мінімальному інтервалу, і, відклавши від неї відстань $l_p/2$ у напрямку, протилежному руху поїзда, отримаємо місце встановлення світлофора, який віднесемо до I серії. У результаті час руху поїзда 1 від моменту розташування голови перед вихідним світлофором НІ станції А і до проходження хвоста за світлофор 1 буде дорівнювати мінімальному інтервалу, після закінчення якого зі станції А можна відправити наступний поїзд 2. Однак для того, щоб поїзд 2 прямував за поїздом 1 із триблочним розмежуванням, необхідно розділити ділянку колії між світлофорами НІ та I на три блок-ділянки зі встановленням на їхніх межах світлофорів II і III серій. Оскільки передбачено, що поїзди 1 та 2 підтримують швидкості відповідно до кривої $v = f(S)$, то для збереження між ними мінімального інтервалу, що гарантує рух поїзда 2 на зелені вогні світлофорів, час проходження кожної блок-ділянки має бути однаковим. Тому за хвилинними засічками обчислюють час ходу поїзда від світлофора НІ до світлофора I і ділять його на три. Розташуванню світлофора НІ відповідає відмітка 2,4 хв на кривій швидкості, а світлофора I – 7 хв. Шуканий проміжок часу $t_i = (7,0 - 2,4)/3 = 1,5$ хв. Віднімаючи з відмітки часу світлофора I, отримаємо $(7,0 - 1,5 = 5,5$ хв) відмітку часу, що відповідає місцю встановлення світлофора II серії. Додавши до відмітки часу 1,5 хв світлофора НІ $t_i = 2,4$ хв, отримаємо $(1,5 + 2,4 = 4$ хв) відмітку часу, яка визначає місце встановлення світлофора III серії.

Установлюють наступні світлофори 1, 2 і 3 серій на всьому перегоні аналогічно тому, як були установлені перші відповідні світлофори.

У такому ж порядку за кривими швидкості ходу розрахункового поїзда з хвилинними відмітками встановлюють прохідні світлофори протилежного напрямку БА.

Після теоретичного визначення місць встановлення світлофорів їх коректують для приведення фактичної довжини блок-ділянок до встановлених норм (1000–2600 м); для максимального спарювання світлофорів обох напрямків і забезпечення необхідної видимості світлофор 3 серії винесено з глибокої виїмки вперед і встановлено у створі зі світлофором 1; перший світлофор 2 серії зміщено з розрахункового місця і встановлено за пасажирською платформою В; другий світлофор 3 третьої серії зміщено вперед і використано як вхідний світлофор Ч на ст. Б; оскільки відстань від попереджувального світлофора до вхідного Ч дорівнює 2900 м за норми не більше 1500 м, цю блок-ділянку поділено на дві установленням додаткового світлофора у створі зі світлофором 7; для зустрічного напрямку встановлено без розрахунків додатковий світлофор 3.

Після коректування нумерують світлофори порядковими арабськими парними або непарними цифрами (залежно від напрямку руху), починаючи від вхідного світлофора назустріч руху поїздів.

3.4 Розрахунок пропускної спроможності перегону

Пропускна спроможність залізниць залежить від технічного оснащення і прийнятого графіка руху поїздів по перегонах.

Графік руху поїздів являє собою графічне зображення розкладу руху поїздів у координатних осях часу (горизонтальна вісь) і відстані (вертикальна вісь) із зазначенням часу прибуття, відправлення або беззупинкового пропускання поїздів по кожному роздільному пункту.

До основних елементів графіка належать:

- 1 Перегінний час ходу і швидкості, установлювані за тяговими розрахунками для поїздів усіх категорій, а також для поодиноких локомотивів.

2 Станційні інтервали – мінімальний час між поїздами, необхідний для виконання операцій із приймання, відправлення або пропускання поїздів через роздільні пункти:

а) τ_c – інтервал схрещення поїздів на одноколійних лініях із зупинкою одного або двох поїздів на станції (рисунок 3.13, а);

б) τ_{bc} – інтервал беззупинкового схрещення поїздів на роздільних пунктах повздовжнього типу або на двоколійних вставках (рисунок 3.13, б);

в) τ_n – інтервал неодночасного прибуття поїздів протилежних напрямків, коли одночасне прийняття цих поїздів, відповідно до ПТЕ, не допускають (рисунок 3.13, в);

г) τ_n – інтервал попутного прямування поїздів на ділянках, обладнаних ПАБ (рисунок 3.13, г).

Для наближених розрахунків величини станційних інтервалів можна приймати за таблицею 3.6.

Загальна формула для визначення пропускної спроможності перегонів:

$$N = \frac{\alpha_H k (1440 - t_{техн})}{T_{пер}}$$

де N – пропускна спроможність у поїздах або парках поїздів;

k – кількість поїздів (пар поїздів) в одному періоді;

$t_{техн.}$ – час технологічного «вікна» для виконання робіт з поточного утримання і ремонту колії, контактної мережі, СЦБ (приймають 120 хв на двоколійних ділянках і 60 хв – одноколійних ділянках);

α_H – коефіцієнт надійності технічних пристроїв з урахуванням рухомого складу (приймають 0,91–0,95 для ПАБ, 0,9–0,96 для АБ і ЕЦ, 0,91–0,95 для ДЦ);

$T_{пер}$ – період графіка, хв.

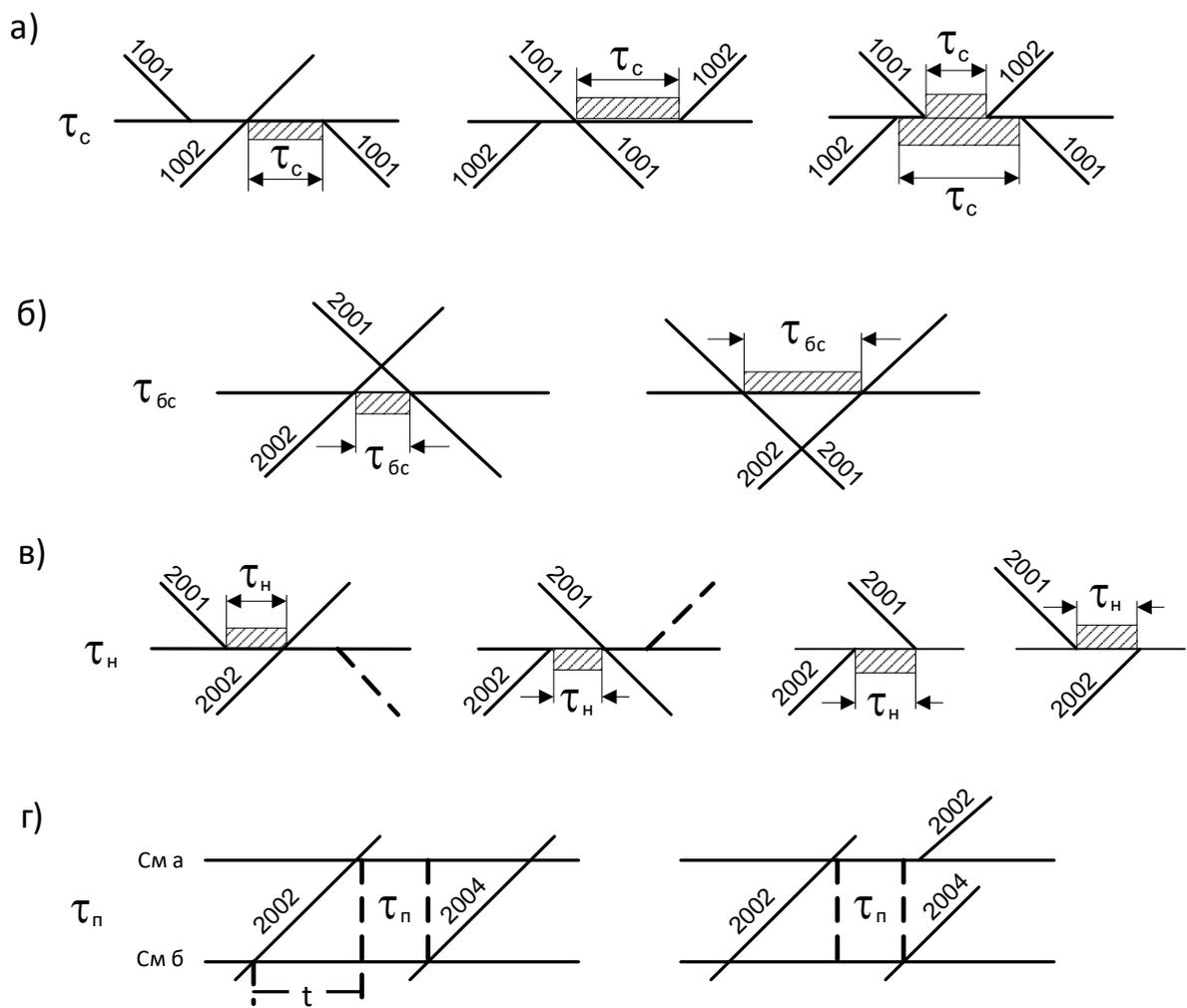


Рисунок 3.13 – Схема станційних інтервалів

Таблиця 3.6 – Величини станційних інтервалів

Система автоматики і телемеханіки на перегонах і станціях	Інтервал, хв		
	τ_c	$\tau_н$	$\tau_п$
Напівавтоматичне блокування з ручним керуванням стрілками	4	5	4-4,5
Напівавтоматичне блокування з електричною централізацією стрілок	2	4	3-4,0
Автоблокування з ручним керуванням стрілками	3	5	-
Автоблокування з електричною централізацією стрілок	1	4	-
Диспетчерська централізація	1-0	3	-

На одноколіїних ділянках, обладнаних НАБ без блокпостів, коли на перегоні може знаходитися тільки один поїзд, застосовують непакетний графік (рисунок 3.13), для якого час періоду

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_a + \tau_b + \tau_{pz},$$

де t' і t'' – час ходу поїзда перегоном у непарному та парному напрямках без урахування часу на розгін і уповільнення на станціях, хв;

τ_a і τ_b – станційні інтервали по станціях А і Б, хв;

τ_{pz} – час на розгін та уповільнення поїзда, хв.

При цьому максимальна пропускна спроможність у парах поїздів

$$N = \frac{\alpha_H k (1440 - t_{мехн})}{t' + t'' + \tau_a + \tau_b + \tau_{pz}},$$

Пропускна спроможність двоколіїної ділянки перегону, обладнаної АБ, розраховують у поїздах для кожної головної колії перегону за формулою

$$N = \frac{\alpha_H (1440 - t_{мехн})}{I},$$

де I – інтервал між поїздами в пакеті, хв.

На двоколіїних ділянках, не обладнаних АБ, застосовують пакетний графік, при цьому пропускна спроможність у кожному напрямку розраховують за формулою

$$N = \frac{\alpha_H (1440 - t_{мехн})}{t_{zp} + \tau_n},$$

де t_{zp} – час ходу вантажного поїзда найбільшим перегоном, хв.

Пропускную спроможність для непаралельного графіка з урахуванням коефіцієнтів зняття, які показують, скільки вантажних поїздів (або яку частину вантажного поїзда) знімає з графіка один пасажирський, швидкий або збірний поїзд, розраховують за формулою

$$N = N_B + \varepsilon_{nc} N_{nc} + \varepsilon_{nb} N_{nb} + \varepsilon_{cb} N_{cb},$$

де N_B – кількість вантажних поїздів;

$\varepsilon_{nc}, \varepsilon_{nb}, \varepsilon_{cb}$ – коефіцієнти зняття вантажних поїздів відповідно пасажирськими, прискореними та збірними вантажними поїздами; для наближених розрахунків приймають:

1,0-1,3 – на одноколійних ділянках за будь-яких систем АБ;

1,3-1,5 – на двоколійних ділянках, не обладнаних АБ;

1,3-2,5 – на двоколійних ділянках, обладнаних АБ (ДЦ).

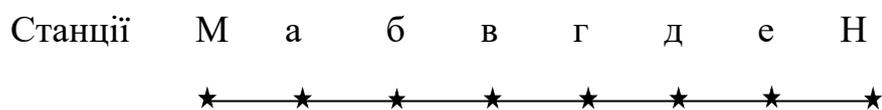
Приклад 1. Визначити пропускную спроможність одноколійної ділянки МН з обладнанням її РПБ та АБ для ЕЦ на станціях.

Станційні інтервали прийняті:

для РПБ: $\tau_c' = \tau_c'' = 3$ хв; $\tau_n' = 5$ хв; $\tau_n'' = 6$ хв;

для АБ; $\tau_c' = \tau_c'' = 1$ хв; $\tau_n' = 0$; $\tau_n'' = 4$ хв.

Додатковий час на розгін $\tau_p = 2$ хв, уповільнення $\tau_{yn} = 1$ хв.



$t',$ хв	6	2	5	3	2	7	4	Разом 119
$t'',$ хв	4	0	6	0	8	8	5	Разом 131
Разом	30	42	31	43	30	45	29	250

Розв'язання. Перегін д–е із максимальним часом ходу пари поїздів 45 хв приймають обмежувальним.

Порядок пропускання цим перегоном, який забезпечує найменший період графіка, встановлено, аналізуючи чотири можливі схеми (рисунок 3.14):

- 1) обидва поїзди пропускають на обмежувальний перегін без зупинок;
- 2) обидва поїзди пропускають без зупинки з обмежувального перегону;
- 3) непарні поїзди пропускають без зупинок через обидва роздільних пункти обмежувального перегону;
- 4) парні поїзди пропускають без зупинок через обидва роздільних пункти обмежувального перегону.

Для РПБ період графіка складає:

- 1) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_n + \tau''_n + 2\tau_z = 17 + 28 + 5 + 6 + 1 + 1 = 58$ хв;
- 2) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_c + \tau''_c + 2\tau_z = 17 + 28 + 3 + 3 + 2 + 2 = 55$ хв;
- 3) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_n + \tau''_c + \tau_p + \tau_z = 17 + 28 + 5 + 3 + 2 + 1 = 56$ хв;
- 4) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_c + \tau''_n + \tau_p + \tau_z = 17 + 28 + 3 + 6 + 2 + 1 = 57$ хв.

Для АБ період графіка складає:

- 1) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_n + \tau''_n + 2\tau_z = 17 + 28 + 4 + 1 + 1 = 51$ хв;
- 2) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_c + \tau''_c + 2\tau_z = 17 + 28 + 1 + 1 + 2 + 2 = 51$ хв;
- 3) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_n + \tau''_c + \tau_p + \tau_z = 17 + 28 + 1 + 2 + 1 = 49$ хв;
- 4) $T_{\text{пер}} = t' + t'' + \tau'_c + \tau''_n + \tau_p + \tau_z = 17 + 28 + 1 + 4 + 2 + 1 = 53$ хв.

Отже, найбільш вигідними схемами пропускання поїздів обмежувальним перегоном є для РПБ схема на рисунку 3.13, б, а для АБ – схема на рисунку 3.13, в.

Пропускна спроможність парного непакетного паралельного графіка для РПБ дорівнюватиме

$$N = \frac{1 * 0,98 * (1440 - 60)}{55} = 24 \text{ пари поїздів,}$$

а для АБ

$$N = \frac{1 * 0,96 * (1440 - 60)}{49} = 27 \text{ пар поїздів.}$$

Збільшення пропускної спроможності складає три пари поїздів, або 12,5 % .

Для більш повного використання переваг АБ доцільно застосовувати пакетний графік. За кількості поїздів у пакеті $k = 2$ і $I = 8$ хв в обох напрямках пропускна спроможність дорівнюватиме

$$N = \frac{\alpha_H k (1440 - t_{\text{мехн}})}{t' + t'' + \tau_{\text{н}} + \tau_{\text{с}} + \tau_{\text{р}} + \tau_3 + (k - 1)(I' + I'')} = \frac{2 * 0,96 * (1440 - 60)}{17 + 28 + 1 + 2 + 1 + (2 - 1) * (8 + 8)} = 41$$

пара поїздів.

Приклад 2. На електрифікованих двоколійних лініях, обладнаних АБ із міжпоїзним інтервалом $I = 8$ хв обертаються 28 пар пасажирських, дві пари збірних і три пари прискорених вантажних поїздів. Коефіцієнт зняття відповідно дорівнює $\varepsilon_{\text{пс}} = 2,3$, $\varepsilon_{\text{пв}} = 2,0$, $\varepsilon_{\text{сб}} = 1,8$. Визначити пропускну спроможність за непаралельного графіка.

Розв'язання. Пропускна спроможність для вантажних поїздів дорівнює

$$N_{\text{Гр}} = N_{\text{пар}} - \varepsilon_{\text{пс}} N_{\text{пс}} - \varepsilon_{\text{пв}} N_{\text{пв}} - \varepsilon_{\text{сб}} N_{\text{сб}} = \frac{0,96 * (1440 - 120)}{8} - 2,3 * 2,8 - 1,8 * 2 - 2 * 3 =$$

$$= 90 \text{ поїздів у кожному напрямку.}$$

Наведена повна пропускна спроможність за непаралельного графіка дорівнює

$$N_{\text{п}} = 90 + 28 + 2 + 3 = 128 \text{ поїздів у кожному напрямку.}$$

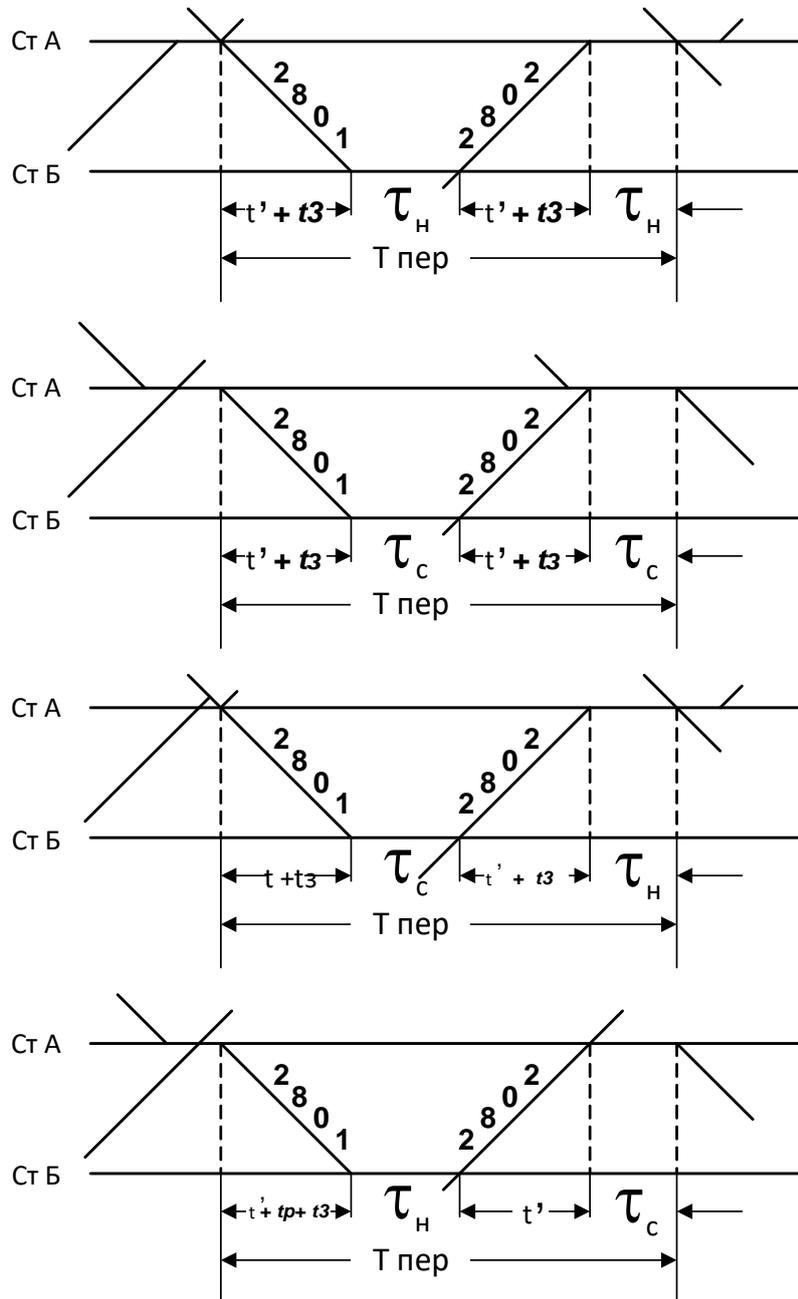


Рисунок 3.14 – Схеми пропускання поїздів обмежувальним перегоном

4 ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ І ПОРЯДОК ЗАХИСТУ КУРСОВОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ)

Після виконання та оформлення курсовий проєкт роздруковують і подають керівнику (членам комісії) на перевірку. До захисту допускають здобувачів вищої освіти, які виконали курсову роботу (проєкт) у повному обсязі. Захист курсової роботи (проєкту) проводить комісія у складі не менше двох викладачів. Здобувач вищої освіти має підготувати стислу доповідь, у якій чітко та лаконічно викладені основні положення курсової роботи (проєкту). Головну увагу слід приділити актуальності теми, основним результатам, висновкам і практичним рекомендаціям. Завершивши виступ, здобувач вищої освіти зобов'язаний дати стислу і разом із тим вичерпну відповідь на запитання членів комісії. Запитання можуть стосуватися як теми курсової роботи (проєкту) безпосередньо, так і загальних положень. За змістом і стилем доповіді, відповідями на запитання комісія оцінює рівень знань здобувача вищої освіти. Курсову роботу (проєкт) оцінюють диференційовано за чотирибальною системою («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»), стобальною і міжнародною системою ECTS з урахуванням своєчасності виконання проєкту (етапів), помилок і якості виступу і відповідей на запитання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Які радіуси кривих допускають для розташування станцій, роз'їздів та обгінних пунктів у тяжких топографічних умовах?
- 2 Назвіть марки хрестовин стрілочних переводів, що використовують на головних і приймально-відправних пасажирських коліях.
- 3 Яка мінімальна корисна довжина приймально-відправних колій на лініях I і II категорій?

- 4 Як нумерують головні колії на станціях? Поясніть принципи нумерації для парного та непарного напрямків.
- 5 Які принципи встановлення вихідних, маршрутних і маневрових світлофорів передбачені в проєктах ЕЦ?
- 6 Яка мінімальна відстань встановлення вхідних світлофорів для автономної та електричної тяги? Чим обумовлена ця різниця?
- 7 Які норми розміщення ізолюючих стиків на приймально-відправних коліях?
- 8 Опишіть принцип роботи систем лічення осей.
- 9 Назвіть щонайменше три принципи розташування лічильних пунктів.
- 10 Які переваги систем лічення осей порівняно з рейковими колами?
- 11 Що таке «ворожі маршрути» в електричній централізації? Наведіть приклади.
- 12 Що таке «неворожі маршрути»? Наведіть приклади.
- 13 Які основні способи розставлення світлофорів автоблокування на перегонах?
- 14 Поясніть принцип «методу гальмівних шляхів» для розстановки світлофорів АБ.
- 15 Опишіть «графічний метод за часом» для розрахунку розстановки світлофорів на перегоні.
- 16 Які загальні принципи слід ураховувати для розташування світлофорів на перегоні (видимість, профіль колії, довжина блок-ділянок)?
- 17 Яка максимальна та мінімальна допустима довжина блок-ділянки автоблокування?
- 18 Поясніть, як визначають ординати світлофорів на перегонах за методом «засічок часу на кривій швидкості».
- 19 Які основні параметри входять до загальної формули визначення пропускної спроможності перегонів?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: Метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 38 с.
- 2 Основи проектування залізничних станцій та вузлів: приклади і задачі: навч. посібник / М. І. Березовий, Т. В. Болвановська, В. В. Малашкін, С. В. Боричева, Н. Ю. Берун; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро: УДУНТ, 2024. 212 с.
- 3 Норми технологічного проектування пристроїв залізничної автоматики та телемеханіки. Київ: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2003. 91 с.
- 4 Інструкція із сигналізації на залізницях України. Київ: Транспорт України, 2008. 159 с.
- 5 Інструкція з руху поїздів та маневрової роботи на залізницях України. Київ: Транспорт України, 2005. 462 с.
- 6 Правила технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ): затв. Наказом Міністерства транспорту України від 16.01.1995 р. № 27 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 26.05.1998 р. за № 346/2786. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0050-97>.
- 7 Залізничні станції та вузли: навч. посібник / І. В. Берестов, Г. В. Шаповал, М. Ю. Куценко та ін. Харків: Райдер, 2012. 464 с.
- 8 Кузьменко С. В., Чередниченко С. П., Ігнат'єв О. Л. Залізничні транспортні засоби: Практикум. Луганськ: Вид-во Ноулідж, 2012. 120 с.
- 9 Березовий М. І., Божко М. П., Журавель В. В., Демченко Є. Б. Проектування станційних колій. Роз'їзди, обгінні пункти та проміжні станції: приклади та задачі: навч. посіб. Дніпро: Герда, 2017. 196 с.

10 Технічні вимоги до проектування роздільних пунктів та їх складових елементів: конспект лекцій з дисципліни «Залізничні станції та вузли» / І. В. Берестов, Г. В. Шаповал, В. В. Кулешов та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 93 с.

11 Автоматизовані системи керування рухом поїздів на станціях: навч. посібник / В. І. Мойсеєнко, В. О. Сотник, С. О. Змій, О. В. Щєбликіна. Харків: УкрДУЗТ, 2024. 184 с.

Для отримання додаткових роз'яснень щодо виконання окремих етапів курсового проєкту (роботи) рекомендовано переглянути відеоматеріали на YouTube-каналі викладачів кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів:

https://youtu.be/N-J_1fYRt3g

<https://youtu.be/NnlJc5d5d5s>

https://youtu.be/hG_6ZbveHPY

<https://youtu.be/Tazos9GUsRE>

<https://youtu.be/WkKNIDw2ZTk>

<https://youtu.be/Cm-S-7zobqw>

https://youtu.be/mnJlk_UX86A

<https://youtu.be/vY7IgCHBSa0>

https://youtu.be/fPWw32_V0Mw

<https://youtu.be/WYdv92bYnZA>

ДОДАТОК А

Бланк завдання та вихідні дані

Український державний університет залізничного транспорту
Кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів»

«ЗАТВЕРДЖУЮ» _____

Завідувач кафедри _____

ЗАВДАННЯ

на курсову роботу (проект) з освітніх компонент «Виробничі процеси об'єктів автоматизації» та «Експлуатаційні основи»

Здобувачу освіти групи _____

Прізвище, ім'я, по батькові

завдання видане _____ термін виконання _____

1 Вихідні дані для проектування станції та залежностей

- 1.1 Варіант колійного розвитку станції _____
- 1.2 Корисна довжина найкоротшої приймально-відправної колії _____ м
- 1.3 Контроль місцезнаходження поїздів: рейкові кола (РК) / система лічення осей (СЛО)
- 1.4 Відстань між осями суміжних колій _____ м
- 1.5 Рід тяги на ділянці – електрична тяга

2 Вихідні дані для проектування системи АБ на перегоні

- 2.1 Варіант перегону _____
- 2.2 Інтервал попутного руху _____ хв
- 2.3 Кількість колій на перегоні _____
- 2.4 Тип АБ на перегоні – тризначне АБ

3 ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Номер з/п	Розділ	Термін виконання
	Реферат	
	Вступ	
1	1 Розроблення проекту однопіткового плану станції	
2	1.1 Розроблення однопіткового плану станції	
3	1.2 Розрахунок ординат об'єктів на станції	
4	1.3 Маршрутизація станції. Розроблення таблиць залежностей	
5	2 Проектування системи АБ на перегоні	
6	2.1 Розроблення плану та профілю перегону	
7	2.2 Визначення ординат розміщення світлофорів автоблокування	
	Висновки	
	Список літератури	
	Додатки	

Обсяг пояснювальної записки – не більше 35 сторінок.

Завдання отримав _____

Таблиця А.1 – Вихідні дані індивідуального завдання (варіант вибирають за вказівкою викладача)

Варіант	Пункт 1.1	Пункт 1.2	Пункт 1.3	Пункт 1.4	Пункт 2.1	Пункт 2.2	Пункт 2.3
1	А	850	РК	4,8	А-Б	8,0	1
2	Б	1050	СЛО	5,3	Д-С	8,1	2
3	В	1250	РК	5,0	А-Б	8,2	1
4	Г	850	СЛО	4,9	Д-С	8,3	2
5	Д	1050	РК	5,1	А-Б	8,4	1
6	У	1250	СЛО	4,8	Д-С	8,5	2
7	Ж	850	РК	5,3	А-Б	8,0	1
8	З	1050	СЛО	5,0	Д-С	8,1	2
9	И	1250	РК	4,9	А-Б	8,2	1
10	К	850	СЛО	5,1	Д-С	8,3	2
11	Л	1050	РК	4,8	А-Б	8,4	1
12	М	1250	СЛО	5,3	Д-С	8,5	2
13	Н	850	РК	5,0	А-Б	8,0	1
14	О	1050	СЛО	4,9	Д-С	8,1	2
15	П	1250	РК	5,1	А-Б	8,2	1
16	Р	850	СЛО	4,8	Д-С	8,3	2
17	С	1050	РК	5,3	А-Б	8,4	1
18	Т	1250	СЛО	5,0	Д-С	8,5	2
19	У	850	РК	4,9	А-Б	8,0	1
20	Ф	1050	СЛО	4,8	Д-С	8,1	2
21	А	1250	СЛО	5,3	Д-С	8,2	2
22	Б	850	РК	5,0	А-Б	8,3	1
23	В	1050	СЛО	4,9	Д-С	8,4	2
24	Г	1250	РК	5,1	А-Б	8,5	1
25	Д	850	СЛО	4,8	Д-С	8,0	2
26	У	1050	РК	5,3	А-Б	8,1	1
27	Ж	1250	СЛО	5,0	Д-С	8,2	2
28	З	850	РК	4,9	А-Б	8,3	1
29	И	1050	СЛО	5,1	Д-С	8,4	2
30	К	1250	РК	4,8	А-Б	8,5	1
31	Л	850	СЛО	5,3	Д-С	8,0	2
32	М	1050	РК	5,0	А-Б	8,1	1
33	Н	1250	СЛО	4,9	Д-С	8,2	2
34	О	850	РК	5,1	А-Б	8,3	1
35	П	1050	СЛО	4,8	Д-С	8,4	2
36	Р	1250	РК	5,3	А-Б	8,5	1
37	С	850	СЛО	5,0	Д-С	8,0	2
38	Т	1050	РК	4,9	А-Б	8,1	1
39	У	1250	СЛО	5,1	Д-С	8,2	2
40	Ф	850	РК	4,8	А-Б	8,3	1

Варіанти колійного розвитку станції подано на рисунку А.1.

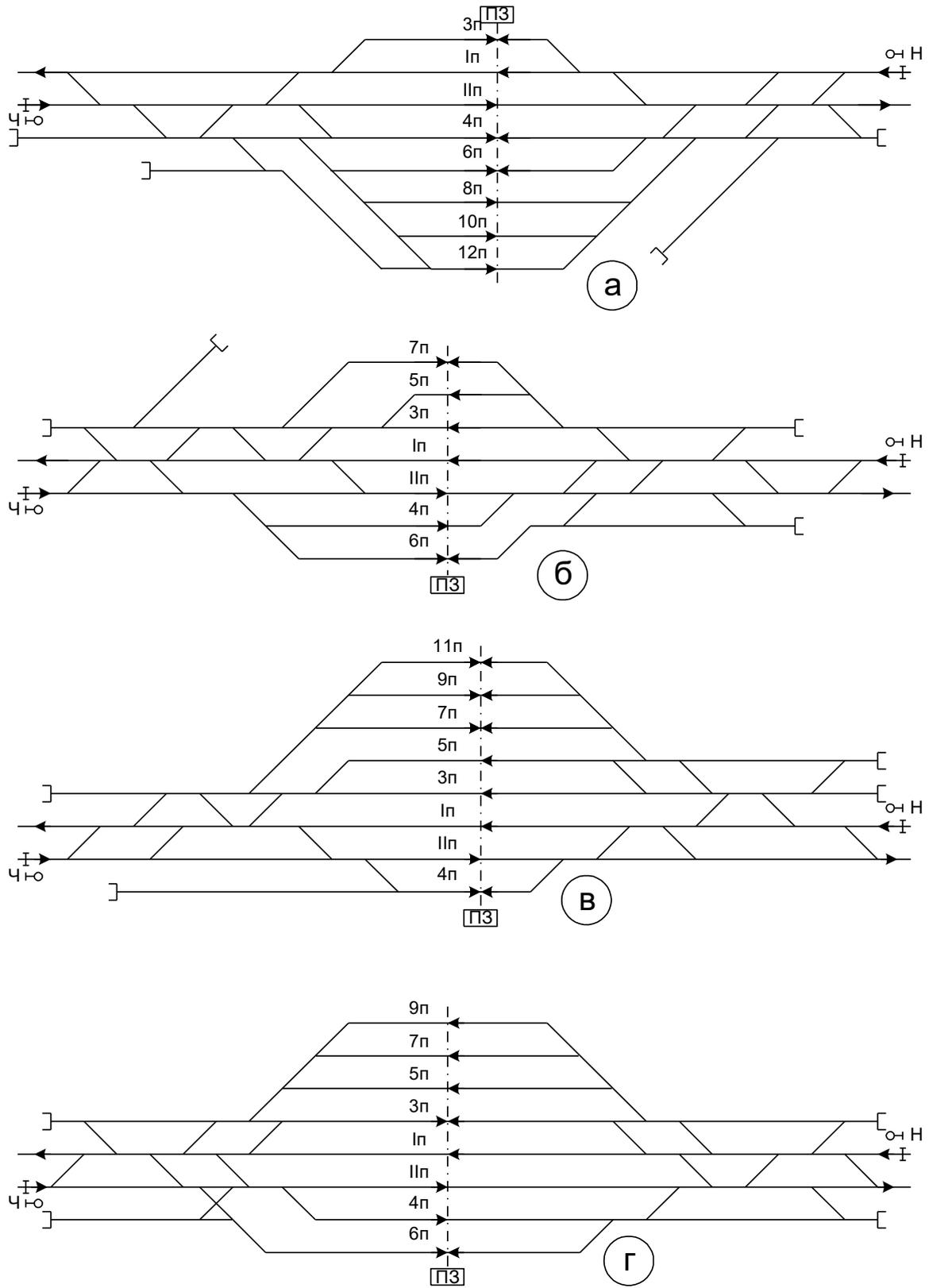


Рисунок А.1

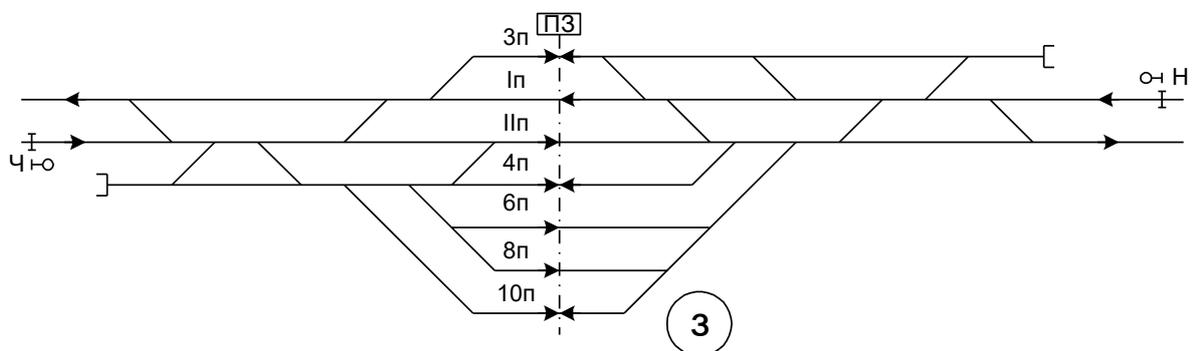
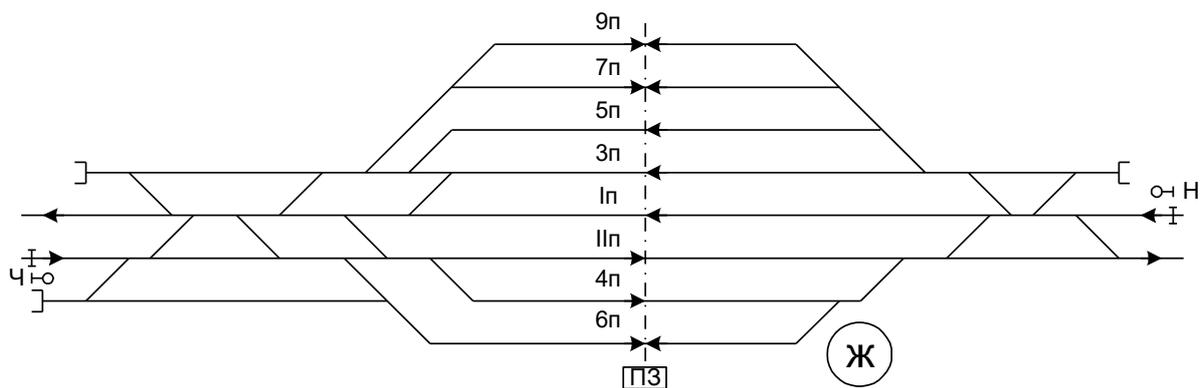
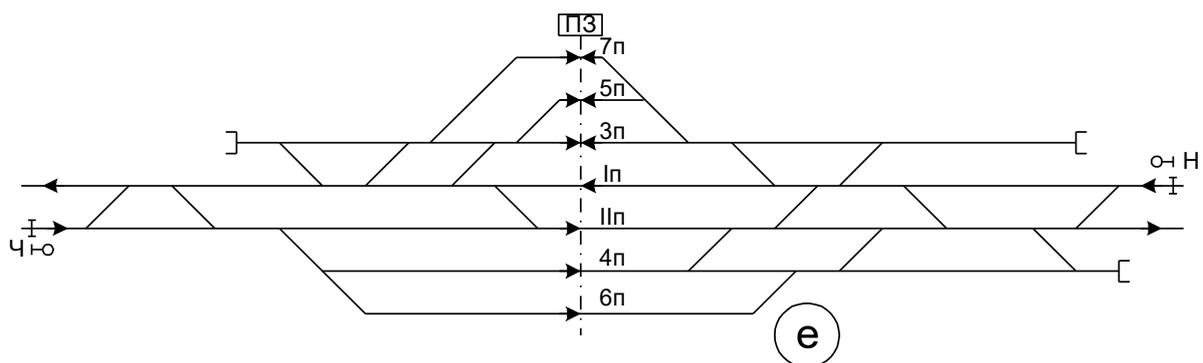
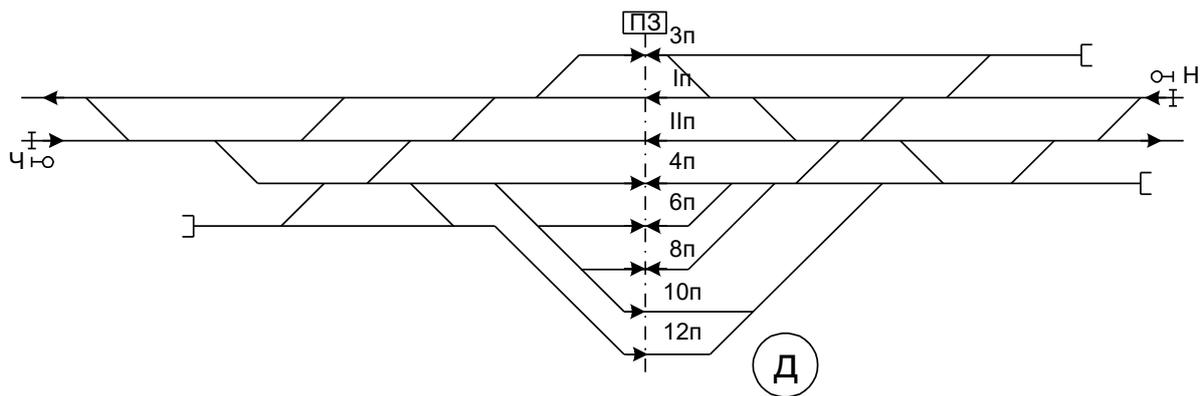


Рисунок А.1, аркуш 2

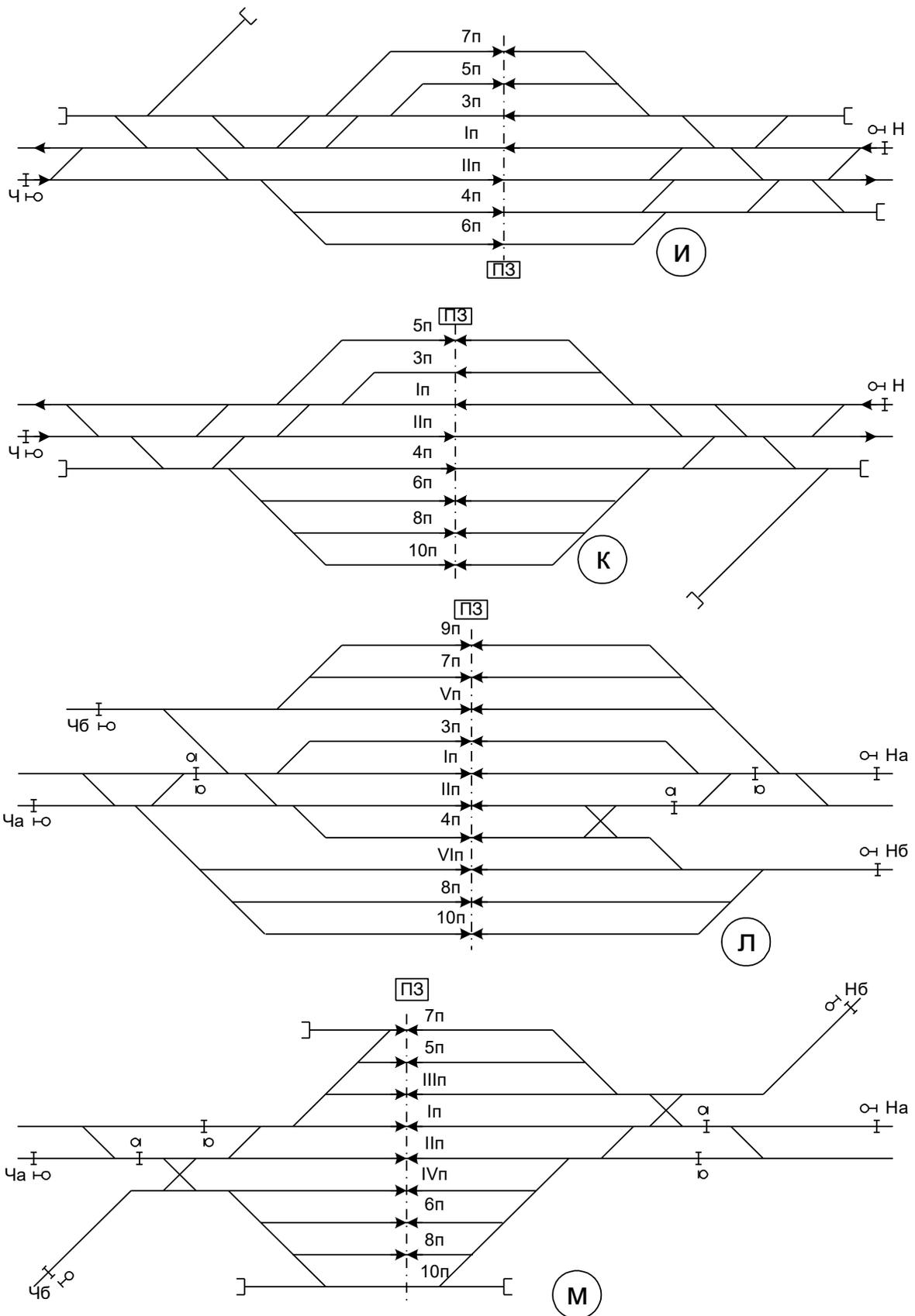


Рисунок А.1, аркуш 3

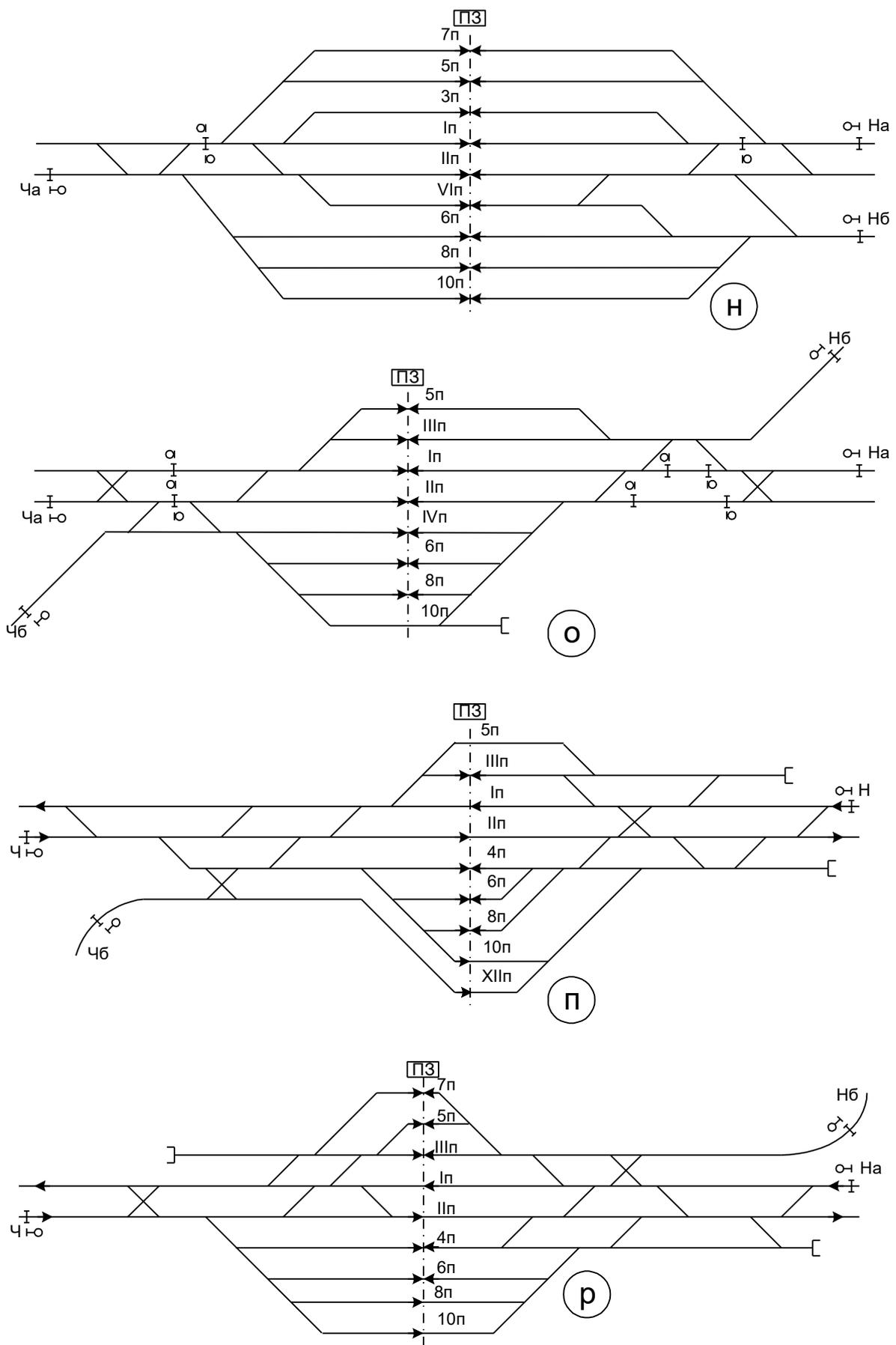


Рисунок А.1, аркуш 4

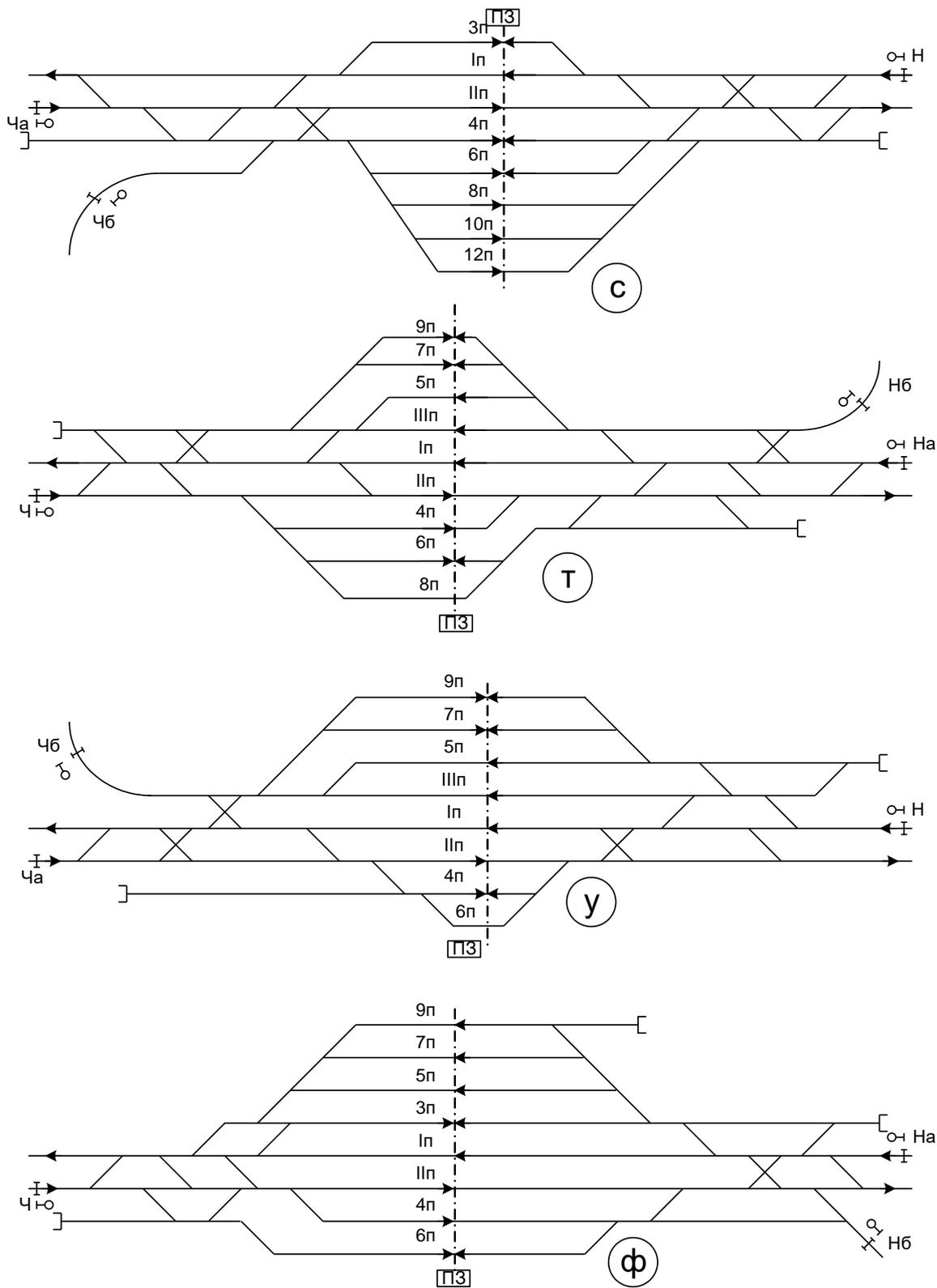


Рисунок А.1, аркуш 5

Таблиця А.2 – Характер перегону А-Б (парний напрямок)

Ординати (пiкетаж) перегону	Швидкiсть розрахункового поiзда, км/год	Хвилиннi засiчки розрахункового поiзда	Крутизна та довжина елементiв профiлю, м	Радiус i довжина кривої, м	Примiтки
10 км ПК 2 + 80 ПК 5+30	31 32	0	1,1 700		Вiсь приймально-вiдправного парку ст. А
ПК 8+60 ПК 9+30		1	2,4 400		Вихiдний свiтлофор Ч ст. А
11 км ПК 2+30 ПК 5+60	46	2			
ПК 6+30 ПК 9+30	51		3,5 1000	1000; 400	Початок кривої
12 км ПК 3+10 ПК 9+30		3	2,5 2000	2000; 200	Початок кривої
13 км ПК 1+50 ПК 9+65	58 54	4			
14 км ПК 0+35 ПК 3+80 ПК 8+50	52	5	0,3 1500	800; 200	Початок кривої
15 км ПК 4+35	59	6			
ПК 7+30 16 км ПК 4+35	58	7	2,8 1000		
ПК 6+55 17 км ПК 0+30 ПК 5+30	56	8 9	1,5 2000		
18 км ПК 3+95 ПК 4+35	54	10			
ПК 7+20 19 км ПК 1+80 ПК 4+35	46	11	4,0 1000	1000; 200	Початок кривої
ПК 8+80 20 км ПК 4+ 35 ПК 5+ 05	35	12	5,9 1800	1000; 500	Початок кривої
21 км ПК 0+15 ПК 2+35	30	13 14			
ПК 5+15 22 км ПК 0+15	32	15 16	2,6 900		
ПК 5+05 ПК 9+05 ПК 9+75	28	17 18	5,6 850	1000; 300	Початок кривої. Вхiдний свiтлофор Ч ст. Б
23 км ПК 1+75 ПК 4+30 ПК 6+80 ПК 7+25	31 9 0	19	0 295		Вихiдний свiтлофор Н1 ст. Б. Вiсь приймально-вiдправного парку ст. Б

Таблиця А.3 – Характеристика перегону Б-А (непарний напрям)

Ординати (пикетаж) перегону	Швидкість розрахункового поїзда, км/год	Хвилинні засічки розрахункового поїзда	Крутизна та довжина елементів профілю, м	Радіус і довжина кривої, м	Примітки
ПК 7+25	0	0			Вісь приймально-відправного парку ст. Б.
ПК 6+10	14	1	0		Вихідний світлофор Н1 ст. Б
ПК 3+20	24	2	295		
ПК 1+75 23 км ПК 9+80	28				
ПК 8+90	31	3			Початок кривої
ПК 8+05			850	5,6 1000 300	
ПК 3+25	44	4			
22 км ПК 6+35		5	900	2,6	
21 км ПК 9+35					Початок кривої
ПК 7+65		6	1800	5,9	
20 км ПК 8+40		7			
ПК 9+20					Початок кривої
19 км ПК 7+90	71	8	1000	4,0 1000; 200	
18 км ПК 7+30		9			
17 км ПК 6+60	69	10	2000	1,5	
16 км ПК 6+10	65	11	2,8	1000	
15 км ПК 6+30		12			Початок кривої
ПК 5+80			0,3	1500	
14 км ПК 9+30	61				
ПК 6+70		13			Початок кривої.
ПК 1+30			2,5	2000	
13 км ПК 8+35		14			Початок кривої
ПК 0+35		15			
12 км ПК 9+35	50			2000; 200 1000; 400	
ПК 3+15	47	16			Вхідний світлофор Н1 ст. А.
ПК 2+85			3,5	1000	
11 км ПК 9+35	43				Вхідний світлофор Ч2 ст. А
ПК 6+30	41	17			
ПК 2+85			2,4	400	
10 км ПК 9+35		18			Вісь приймально-відправного парку ст. А.
ПК 8+35	45		700	1,1	

Таблиця А.4 – Характеристика перегону Д-С (парний напрямок)

Ординати (пикетаж) перегону	Швидкість розрахункового поїзда, км/год	Хвилинні засічки розрахункового поїзда	Крутизна та довжина елементів профілю, м	Радіус і довжина кривої, м	Примітки
70 км ПК 4+40	0	0	0,4 1690	1000; 600	Вісь приймально-відправного парку ст. Д. Початок кривої
ПК 5+25 71 км ПК 0+50 ПК 1+20	12 39	1 2			
ПК 5+45	40		6,5 265		
ПК 6+65 72 км ПК 4+55	57	3 4	0,4 1145		
73 км ПК 0+00	63		0 555	600; 200	Початок кривої
ПК 3+45 ПК 3+95 74 км ПК 2+35 ПК 9+95	51	5 6 7	9,4 1740	650; 300	Початок кривої
75 км ПК 3+40			3,0 1910	1000; 400	Початок кривої
ПК 8+15 76 км ПК 3+25 ПК 7+35	58	8 9			
77 км ПК 2+20	69		0,1 325		
ПК 8+15 78 км ПК 3+50	77	10	3,7 1120		
ПК 8+50 79 км ПК 6+05	73	11	6,7 1255		
80 км ПК 0+35 ПК 6+75		12	0 1315	800; 165	Вхідний світлофор Ч ст. С. Початок кривої. Вихідний світлофор Н1 ст. С. Вісь приймально-відправного парку ст. С
ПК 8+95 81 км ПК 0+15 ПК 1+45	39	13			
ПК 2+30	34	14			
ПК 5+70 ПК 6+95 ПК 7+60	23 0	15			

Таблиця А.5 – Характеристика перегону С-Д (непарний напрямок)

Ординати (пікетаж) перегону	Швидкість розрахункового поїзда, км/год	Хвилинні засічки розрахункового поїзда	Кругизна та довжина елементів профілю, м	Радіус і довжина кривої, м	Примітки
1	2	3	4	5	6
ПК 7+60	0	0		800; 165	Вісь приймально-відправного парку ст. С. Початок кривої. Вихідний світлофор Н1 ст. С
ПК 6+20 ПК 3+10	15	1			
ПК 2+30					
ПК 1+35	39	2			
81 км ПК 4+55		3	0		
80 км ПК 7+35	53	4	1315		
79 км ПК 9+55		5	6,7		
ПК 0+50		6	1255		
78 км ПК 2+25	59		3,7		
ПК 1-50		7	1120		
77 км ПК 8+95	62		0,1		
ПК 2+35		8	325		
76 км ПК 7+40	75	9	3,0	1000; 400	Початок кривої
ПК 1+65			1910		
75 км ПК 9+85	75				
74 км ПК 9+65 ПК 6+95		10	9,4	650; 300	Початок кривої
ПК 2+00			1740		
73 км ПК 7+85	78	11	0	600; 200	Початок кривої
ПК 7+85			555		
72 км ПК 6+75	61	12	0,4		
ПК 6+75			1145		
ПК 4+50			6,5		Вхідний світлофор Н ст. Д
ПК 4+05	47		265		
71 км ПК 9+65			0,4		
ПК 8+35 ПК 7+20		13		1000; 600	Вхідний світлофор Ч1 ст. Д. Початок кривої
ПК 4+65 ПК 4+40	10 0	14	1690		Вісь приймально-відправного парку ст. Д

ДОДАТОК Б

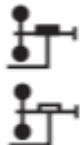
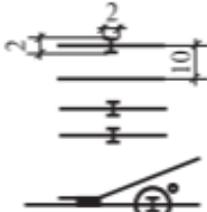
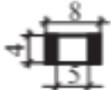
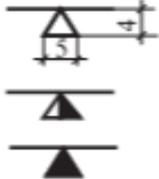
Графічні позначення на однитковому плані станції та перегоні та основні розміри

№ п/п	Назва	Позначення
1	2	3
1	Стрілка, не обладнана пристроями СЦБ	
2	Стрілка, не обладнана пристроями СЦБ, обладнана одним контрольним замком	
3	Стрілка, не обладнана пристроями СЦБ, обладнана двома контрольними замками	
4	Стрілка, обладнана електрозамком	
5	Стрілка, обладнана електрозамком	
6	Стрілка, обладнана електричним приводом	
7	Стрілка, обладнана електричним приводом із подвійним керуванням	
8	Стрілка скидна, обладнана електричним приводом	
9	Стрілка скидна, не обладнана пристроями СЦБ	
10	Стрілка з рухомим сердечником, обладнана електричним приводом	
11	Світлофор без трансформаторного ящика на залізобетонній щоглі	

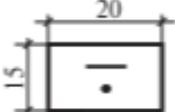
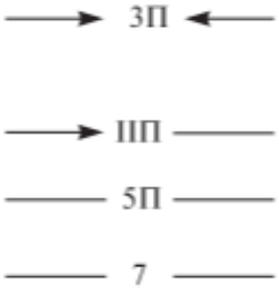
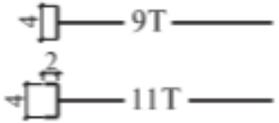
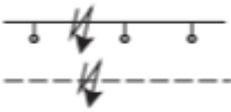
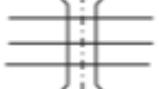
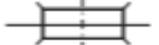
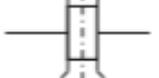
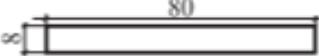
Продовження додатка Б

12*	Світлофор без трансформаторного ящика на металевій щоглі	
13*	Світлофор карликовий	
14*	Світлофор, встановлений в тунелях	
15*	Світлофор на консолі на залізобетонній щоглі	
16*	Світлофор на консолі на металевій щоглі	
17*	Світлофор на містку на залізобетонних опорах	
18	Світлофор загороджувальний: на залізобетонній щоглі Світлофор, попереджувальний до загороджувального Повторювальний	
19	Карликовий загороджувальний Світлофор, попереджувальний до загороджувального Повторювальний	
20	Показчик маршрутний літерно-цифровий: із зеленими лінзами із білими лінзами	
21	Світлофор переїзної сигналізації	

Продовження додатка Б

22	Шлагбаум автоматичний зі світлофором переїзної сигналізації Шлагбаум напівавтоматичний зі світлофором переїзної сигналізації	
23	Колір сигнальних вогнів світлофорів Червоний Зелений Жовтий Місячно-білий Синій	
24	Заглушка сигнального вогню	
25	Вогонь сигнальний миготливий: «звичане» миготіння часте миготіння	
26	Ізолюючий стик на одній рейці на обох рейках негабаритний	
27	Шафа релейна: зовнішнього встановлення	
28**	Шафа батарейна	
29	Колонка маневрова	
30	Датчик колійний: Індуктивний Магнітний Точковий	

Продовження додатка Б

31	Будівля з пультом (апаратом) керування та місцем чергового	
32	<p>Колія Неодночасне приймання поїздів у протилежному напрямку</p> <p>Приймання в одному напрямку Маневрові переміщення Не обладнанні РК</p>	
33	Електрифікована залізнична колія	
34	<p>Кінець колії (тупик)</p> <p>Без упору З упором</p>	
35	Траса підземних кабелів СЦБ	
36	Високовольтна лінія автоблокування Повітряна на залізобетонних опорах контактної мережі кабельна	
37	Місце заживлення колії генератором	
38	Пристрій контролю стану рухомого складу	
39	Переїзд	
40	Міст	
41	Шляхопровід	
42	Платформа	

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЧОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ
СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних і самостійних робіт, виконання курсового та
дипломного проектування

Відповідальний за випуск Щебликіна О. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 21.01.2026 р.

Умовн. друк. арк. 4,25. 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.