



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

В. І. Мойсеєнко, М. С. Курцев, О. В. Лазарєв

**ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ
СИСТЕМ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ**

Навчальний посібник

УДК 656.22

Харків – 2020

М 748

Навчальний посібник

Рекомендовано вченою радою Українського державного університету залізничного транспорту навчальний посібник (витяг з протоколу № 7 від 29 жовтня 2019 р.)

Рецензенти:

д-р техн. наук, професор С. Г. Буряковський (НТУ «ХП»),
д-р техн. наук, професор І. Б. Туркін (НАУ ім. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»)

Мойсеєнко Валентин Іванович,
Курцев Максим Сергійович,
Лазарєв Олексій Владленович

М 748 Мойсеєнко В. І., Курцев М. С., Лазарєв О. В.
Технології та технічні засоби систем керування
рухом поїздів: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ,
2020. – 97 с, рис. 29, табл. 14.

**ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ СИСТЕМ
КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ**

ISBN

Даний посібник містить методику розв'язування типових задач, що розглядаються у рамках навчальної дисципліни «Технологічні процеси на залізничному транспорті», контрольні питання та завдання для роботи студентів, які студенти повинні розв'язати як на практичних заняттях, так і самостійно для закріплення теоретичного матеріалу. Причому контрольні задачі мають різний ступінь складності. Задачі, що подано в посібнику, також можуть бути використані при проведенні поточного контролю знань студентів, модульного контролю та на екзамені. Окрім цього, даний посібник може бути використаний студентами при виконанні контрольних робіт, а також при курсовому та дипломному проектуванні.

Навчальний посібник складено відповідно до типової навчальної програми дисципліни «Технологічні процеси на залізничному транспорті» для студентів усіх форм навчання факультету ІКСТ за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія».

УДК 656.22

ISBN

© Український державний
університет
залізничного транспорту, 2020.

Відповідальний за випуск Лазарєв О. В.

Редактор Решетилова В. В.

Підписано до друку 15.10.2019 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 6,5. Тираж 50. 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.

ЗМІСТ

1. Системи перегінного блокування та локомотивної сигналізації	4
1.1. Загальна характеристика систем перегінного блокування	4
1.2. Системи локомотивної сигналізації та безпеки	8
1.3. Заходи для підвищення контролю пильності машиніста.....	12
Контрольні питання	13
Завдання для самостійної роботи	13
2. Станційні системи керування рухом поїздів	14
2.1. Вимоги правил технічної експлуатації	14
2.2. Загальні відомості про системи централізації стрілок та сигналів	23
2.3. Осигналювання станції та розроблення таблиці маршрутів.....	26
2.4. Складання таблиці маршрутів і таблиці взаємозалежності показань світлофорів для заданої горловини станції	30
Контрольні питання	33
Завдання для самостійної роботи	34
3. Характеристики систем мікропроцесорної централізації	37
3.1. Закордонні системи.....	37
3.2. Вітчизняні системи мікропроцесорної централізації	58
Контрольні питання	83
Завдання для самостійної роботи	85
4. Залізничні переїзди.....	86
4.1. Загальні положення.....	86
4.2. Розміщення обладнання на переїзді.....	89
4.3. Структурна схема переїзної сигналізації та загальні особливості роботи переїзної сигналізації	91
4.4. Недоліки переїзної сигналізації (ПС) та способи їх усунення	93
Контрольні питання	94
Завдання для самостійної роботи	94
Бібліографічний список	95

1. Системи перегінного блокування та локомотивної сигналізації

1.1. Загальна характеристика систем перегінного блокування

Системи перегінного блокування призначені для керування рухом поїздів на перегоні та забезпечення його безпеки. Безпека руху базується на дотриманні інтервалу між поїздами, величина якого має бути достатньою для гальмування до зупинки найбільш важковагового поїзда при його найбільшій швидкості руху та найгірших умовах для гальмування.

На залізничному транспорті знайшли застосування дві основні системи перегінного блокування: напівавтоматичне та автоматичне блокування. Ці системи функціонують автоматично, без керівних дій людини-оператора, всі зміни у роботі відбуваються тільки за рахунок руху поїзда.

При напівавтоматичному блокуванні на перегоні може знаходитись тільки один поїзд, відправлення наступного можливе тільки за умови звільнення перегону від рухомих одиниць й прибуття поїзда на станцію у повному складі. Ця умова дуже обмежує пропускну спроможність перегону, тому системи напівавтоматичного блокування хоча і є дуже простими у реалізації, але мають невелику пропускну спроможність. Цей недолік особливо проявляється на перегонах великої довжини зі значним часом руху поїзда між суміжними станціями. У зв'язку з цим системи напівавтоматичного блокування знайшли застосування на ділянках з незначною інтенсивністю руху поїздів, де час зайнятого стану перегону не є критичним.

Застосування систем автоматичного блокування дозволяє значно підвищити пропускну спроможність перегону шляхом розбивки його на декілька блок-ділянок. Кожна з блок-ділянок огорожується перегінним світлофором, який регулює рух поїздів та забезпечує його безпечність. При автоблокуванні на кожній блок-ділянці може знаходитися поїзд, тобто якщо перегін розбито на сім блок-ділянок, то, очевидно, на перегоні між станціями одночасно може знаходитися сім поїздів.

На теперішній час в Україні використовуються системи три- та чотиризначного автоблокування. При тризначній системі використовується така сигналізація прохідного світлофора: червоний вогонь (на блок-ділянці знаходиться поїзд); жовтий (дана блок-ділянка вільна, тобто між поїздами вільна одна блок-ділянка); зелений (вільними є не менш двох блок-ділянок).

При чотиризначному автоблокуванні сигналізація прохідного світлофора автоблокування доповнюється новим показанням – жовтий з зеленим, що ввімкнені одночасно. Тобто червоний - на блок-ділянці поїзд; жовтий – вільна одна блок-ділянка; жовтий з зеленим – вільні дві блок-ділянки; зелений – вільними вважаються три і більше блок-ділянок. Ця система автоблокування найбільш ефективна на ділянках, де рухаються високошвидкісні поїзди. Машиніст має інформацію про стан переважної кількості блок-ділянок, що знаходяться попереду, й відповідно може своєчасно змінити швидкість руху.

На рис. 1.1 наведено приклад сигналізації для тризначного та чотиризначного автоблокування. Для отримання заданої пропускної спроможності ділянки, обладнаної пристроями АБ, визначають мінімальний міжпоїзний інтервал попутного слідування. Його розраховують на ділянках профілю колії, на яких рух поїздів відбувається з найменшою швидкістю. Такими ділянками можуть бути підйоми, виходи зі станції, де поїзд може мати зупинку, приміські ділянки – в районах зупинних платформ. Як мінімальний міжпоїзний інтервал обирають найбільший з усіх інтервалів, отриманих на ділянці. Мінімальний інтервал при тризначній сигналізації визначають при триблочному розмежуванні, що забезпечує нормальний рух на зелений вогонь [6].

Зверніть увагу на нумерацію прохідних світлофорів, вона залежить від напрямку руху (непарні числа у непарному напрямі, й відповідно парні для парного напрямку). По мірі наближення до станції номер перегінного світлофора зменшується, що є інформацією для машиніста про приблизну відстань до найближчого роздільного пункту.

Відстань зближення поїздів при триблочному розмежуванні визначають між центрами поїздів за наведеним рівнянням [6,7]

$$L_{3\min} = 3l_{БЗ} + l_{П}, \quad (1.1)$$

де $l_{Б3}$ – довжина блок-ділянки при тризначній сигналізації, м;
 $l_{П}$ – довжина поїзда, м.

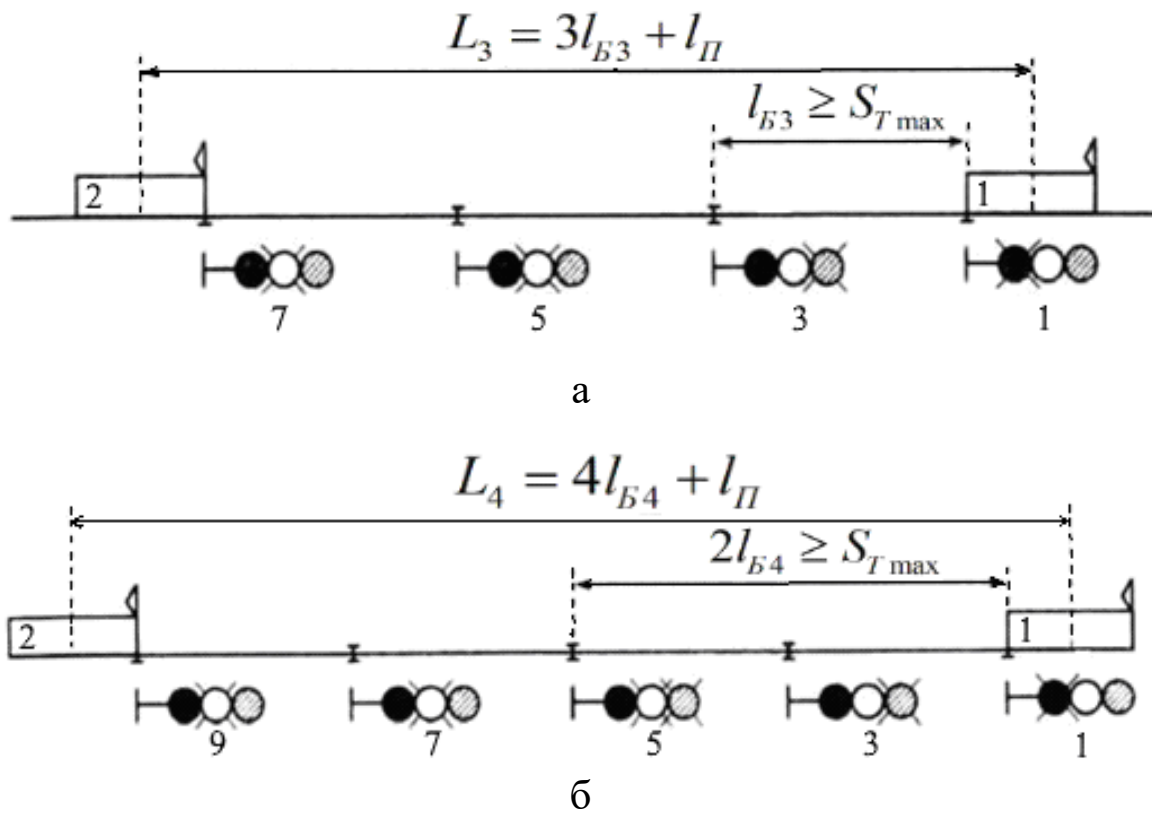


Рис. 1.1 Приклад сигналізації для тризначного (а) та чотиризначного (б) автоблокування

Час мінімального інтервалу при триблочному розмежуванні буде дорівнювати

$$I_3 = 0.06 \frac{3l_{Б3} + l_{П}}{V_{cp}}, \quad (1.2)$$

де V_{cp} – середня швидкість поїзда на розрахунковій ділянці, км/год;

0.06 – коефіцієнт переведення 1 км/год в 1 м/хв.

Мінімальний міжпоїзний інтервал попутного слідування при чотиризначній сигналізації визначають за умови, що довжина двох суміжних блок-ділянок ($2l_{Б4}$) була б не менше гальмівного

шляху поїзда ($S_{T_{\max}}$) при максимально можливій швидкості, а також не менше пройденої відстані при екстремому гальмуванні з урахуванням часу на спрацювання пристроїв АЛС та автостопу, але не менше 1000 м.

Відстань зближення поїздів при чотириблочному розмежуванні визначають між центрами цих поїздів:

$$L_{4\min} = 4l_{B4} + l_{II}, \quad (1.3)$$

а час мінімального інтервалу при чотиризначній сигналізації:

$$I_4 = 0.06 \frac{4l_{B4} + l_{II}}{V_{cp}}. \quad (1.4)$$

Оскільки $l_{B3} = 2l_{B4}$, то чотириблочне розмежування дозволяє отримати більш високу пропускну спроможність ділянки у порівнянні з триблочним.

В сучасних європейських системах інтервального регулювання відмовились від так званої концепції фіксованих блок-ділянок та перейшли до системи зі змінною довжиною. Її чисельне значення визначається локомотивними пристроями, й залежить від багатьох факторів: швидкість руху поїзда, його гальмівний шлях, відстань до попереднього поїзда тощо.

Вони отримали назву координатних систем інтервального регулювання й відрізняються від старих систем тим, що в них використовується технологія рухомих блок-ділянок. Суть такої технології полягає в тому, що регулювання руху виконується не на границю фіксованих блок-ділянок, а на координату хвоста поїзда, що рухається попереду. При цьому сам поїзд можна розглядати як рухому блок-ділянку. Принцип технології рухомих блок-ділянок наочно ілюструє рис. 1.2.

Поточна координата поїзда В визначається бортовими пристроями та по радіоканалу передається в центр радіоблокування (RBC), де за допомогою стаціонарного обладнання розраховується точка прицільного гальмування і передається по радіоканалу на наступний поїзд А.

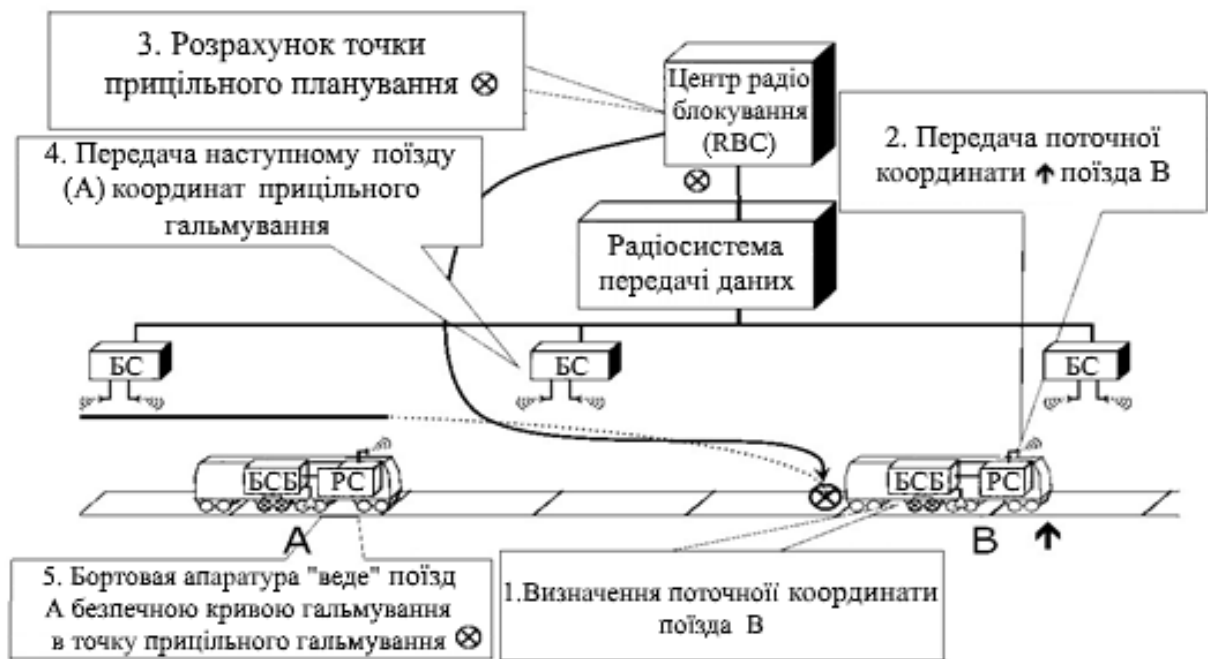


Рис. 1.2. Принцип технології рухомих блок-ділянок

Бортовим обладнанням поїзда А розраховується необхідний швидкісний режим та крива гальмування згідно з отриманими даними. Координати всіх поїздів на ділянці визначаються за допомогою супутникової навігації, датчиків шляху і швидкості. В реперних точках за допомогою колійних прийомопередавачів (баліз) обнуляється похибка визначення координати поїзда. Такі прийомопередавачі є пасивними датчиками та містять в собі інформацію про поточну координату, наступну ділянку колії (підйом, спуск, криві і т.п.), а також швидкісні обмеження, якщо такі є [6,7].

1.2. Системи локомотивної сигналізації та безпеки

Основним засобом регулювання руху поїздів на перегонах магістральних ліній є автоблокування. Проте при втраті пильності машиністів можливі випадки проїздів заборонних вогнів світлофорів, що може привести до зіткнення поїздів. Для підвищення безпеки руху пристрої автоблокування доповнюються пристроями АЛС.

При АЛС в кабіні машиніста встановлюють локомотивний світлофор, на якому відображуються сигнальні показання,

відповідні показанням колійних світлофорів, до яких наближається поїзд. Пристрої АЛС доповнюють автостопом, пристроями контролю пильності машиніста і контролем швидкості руху поїзда. Автостоп є пристроєм, за допомогою якого автоматично приводяться в дію гальма і здійснюється екстрене гальмування поїзда при втраті пильності машиніста.

Пристрої АЛС застосовують не лише на перегонах, але і на головних коліях станцій, а також на приймально-відправних коліях, по яких передбачається безупинний пропуск поїздів із швидкістю 50 км/год і більше.

Сигнальні показання з колії на локомотив можуть передаватися двома способами: точковим на гальмівних відстанях від прохідних світлофорів, така система має назву точкова (через її недосконалість поширення не набула); безперервним, коли інформація передається безперервно при прямованні поїзда по кожній блок-ділянці перегону і станційних коліях. Цю систему називають автоматичною локомотивною сигналізацією безперервного типу (АЛСН). Її широко застосовують спільно з автоблокуванням.

У пристроях АЛС як канал зв'язку між колійними і локомотивними пристроями використовують рейкові кола автоблокування. Сигнальна інформація передається на локомотив методом кодування числовим або частотним кодом, прийнятим в системах числового або частотного кодового автоблокування.

У експлуатаційному відношенні системи АЛСН характеризуються значністю локомотивної сигналізації. Типовою є чотиризначна система АЛСН числового коду.

Система АЛСН, що зображена на рис. 1.3, складається з колійних пристроїв, які служать для формування і передачі числових кодів і локомотивних пристроїв, що приймають і дешифрують кодові сигнали і включають вогні локомотивного світлофора. Для формування і передачі числових кодів біля прохідного світлофора встановлений трансмітер КПТШ, контакти якого включені в схему кодування трансмітерних реле Т.

Значність кодового сигналу обирається залежно від показання прохідного світлофора контактами сигнальних реле Ж, З і вогневого реле О.

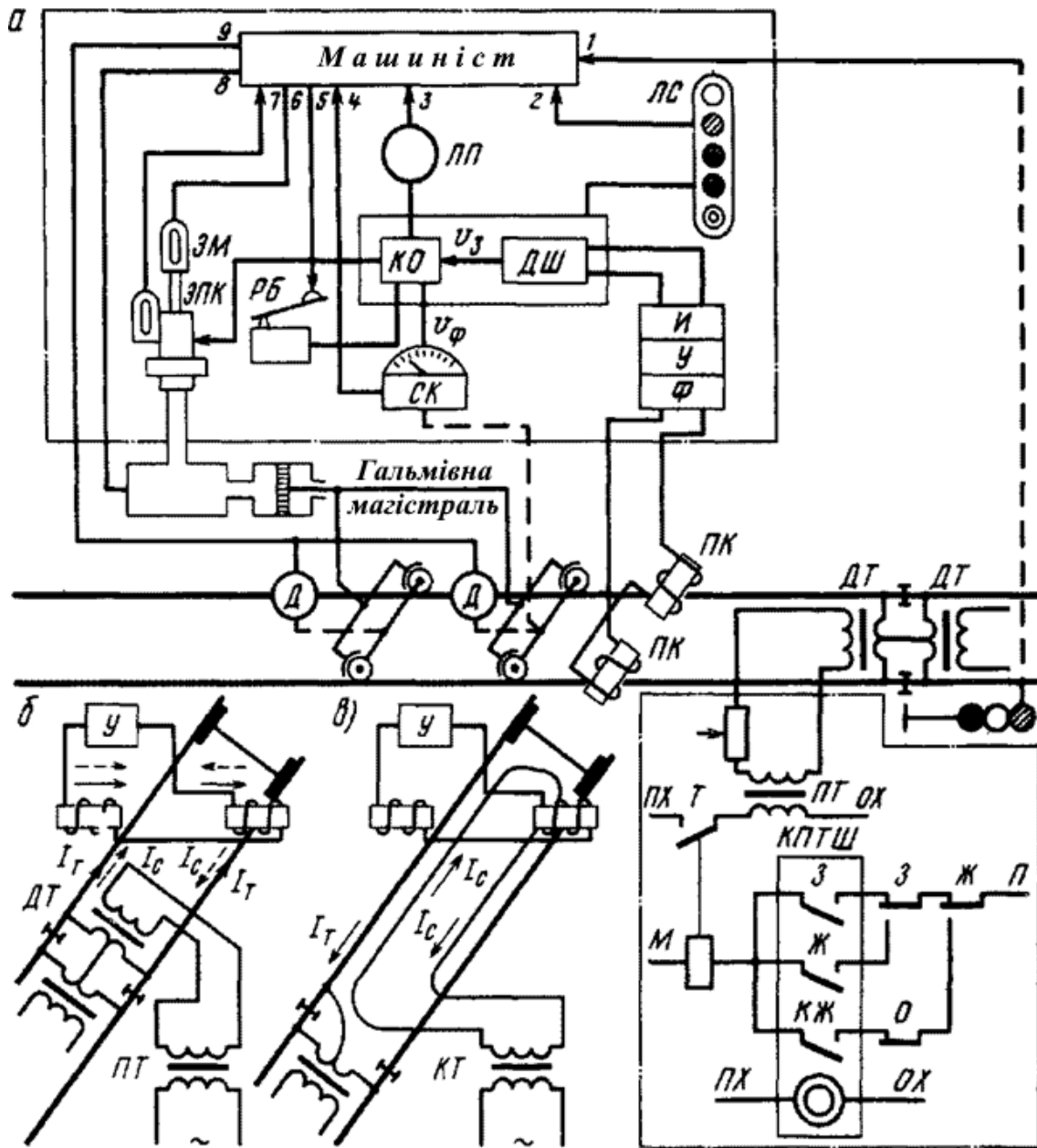


Рис. 1.3. Схема побудови автоматичної локомотивної сигналізації

Наявність у кабіні машиніста локомотивного світлофора дозволяє завчасно попередити машиніста про показання прохідного світлофора. Особливо це має значення в умовах обмеженої видимості, в кривих, при тумані, щільному дощі, снігу.

Змінний кодовий струм, що протікає під приймальними котушками ПК локомотива, створює навколо рейки змінне магнітне поле, яке охоплює приймальну котушку і індукує в ній змінну ЕРС. Оскільки напрями сигнального струму I_c , що протікають по кожній рейці, зустрічні, то індукована ЕРС в кожній приймальній котушці також має зустрічний напрям.

Для того щоб забезпечити правильне приймання кодового сигналу, котушки сполучають зустрічно. При цьому індукована ЕДС (суцільні стрілки) діє погоджено і створює сигнальний струм I_c , що надходить у підсилювач $У$ через фільтр Φ . По кожній рейці в одному напрямі протікає тяговий струм I_T . Гармонійні складові тягового струму створюють навколо кожної рейки своє змінне магнітне поле, що охоплює приймальні котушки локомотива. У котушках внаслідок їх зустрічного ввімкнення ЕРС, що індукуються гармоніками тягового струму, мають зустрічні напрями (штрихові стрілки) і взаємно компенсуються.

Локомотивний приймач складається з фільтра і підсилювача. Фільтр налаштований на частоту сигнального струму і не пропускає в підсилювач струми інших частот, а також пригнічує завади від тягового струму.

Основним елементом локомотивних пристроїв АЛСН є релейно-контактний дешифратор типу ДКСВ-1. За допомогою дешифратора здійснюється: розшифрування числових кодових сигналів, прийнятих з рейкового кола; ввімкнення вогнів локомотивного світлофора залежно від показання колійного світлофора; зміна вогнів локомотивного світлофора при прийманні коду іншого вогню з витримкою часу 5-7 с; увімкнення білого вогню з витримкою часу 15 с (при перерві приймання кодових сигналів тривалістю не більше 1,5 с показання на локомотивному світлофорі не змінюються); увімкнення білого вогню на локомотивному світлофорі при припиненні приймання коду зеленого або жовтого вогню; увімкнення на локомотивному світлофорі червоного вогню при припиненні приймання коду жовтого вогню з червоним; увімкнення на локомотивному світлофорі білого вогню замість зеленого або жовтого вогню, або червоного замість жовтого вогню з червоним при прийманні імпульсів кодового сигналу без довгих інтервалів, або безперервного струму; контроль пильності машиніста при одноразовому і багаторазовому натисненні рукоятки пильності для запобігання дії автостопа; контроль швидкості проїзду колійного світлофора з жовтим або червоним вогнем з наступним увімкненням автогальмування при перевищенні допустимої швидкості проїзду світлофора.

1.3. Заходи для підвищення контролю пильності машиніста

Для підвищення ефективності контролю пильності при русі на заборонні сигнали дешифратор частково перемонтований. У кожній кабіні машиніста встановлена додаткова рукоятка (руків'я) пильності. Її місце розташування вибрано так, щоб для її натиснення машиніст вставав зі свого робочого місця, це унеможлиблює рефлекторне натиснення існуючої основної рукоятки пильності. Як додаткова рукоятка пильності використовує кнопку ВК? Модернізована схема дешифратора працює так, що поява жовтого вогню на локомотивному світлофорі, а також при перевищенні швидкості $V_{ж}$ при жовтому вогні на локомотивному світлофорі, перевірка пильності машиніста здійснюється короткочасним натисканням основної рукоятки пильності РБ1 (РБ2).

Якщо на локомотивному світлофорі горить білий вогонь (на некодованих ділянках), пильність машиніста також перевіряється короткочасним натисненням основної рукоятки пильності РБ1 (РБ2). При жовтому з червоним, червоному вогнях локомотивного світлофора періодична перевірка пильності машиніста, що проводиться натисненням основної рукоятки пильності, схему перевірки пильності не відновлює. Для її відновлення при перевірці пильності машиніста і вказаних вогнях на локомотивному світлофорі машиніст повинен встати зі свого робочого місця і натиснути додаткову РБ1 (РБ2) вгору. Щоб ввімкнути білий вогонь замість червоного на локомотивному світлофорі у випадках, передбачених діючими інструкціями, необхідно перемикач ДЗ1 (ДЗ2) встановити в положення "Без АЛС" і одночасно з цим натиснути обидві рукоятки пильності РБ1 і РБ2. Так само машиніст діє для зміни частоті періодичної перевірки пильності на нечасту при переході з кодової на некодовану ділянку при білому вогні на локомотивному світлофорі.

В усіх випадках зміни на локомотивному світлофорі більш дозвільного показання на заборонне вмикається свисток ЕПК, що вимагає від машиніста своєчасного натиснення рукоятки пильності. Часте ввімкнення свистка ЕПК стомлює машиніста і він іноді перестає реагувати на них. У зв'язку з цим замість свистка застосовують світлову сигналізацію. Після появи цієї

сигналізації вмикається свисток ЕПК. Машиніст почуває себе упевненіше, оскільки перед свистком ЕПК з'являється світлова сигналізація і через 3-6 с, не чекаючи свистка, натисненням рукоятки пильності він підтверджує свою пильність.

Контрольні питання

1. Які системи інтервального регулювання встановлюються на перегонах?
2. Чим відрізняється система автоматичного блокування від напівавтоматичного?
3. Яка з вивчених Вами систем перегінного блокування забезпечує більшу пропускну спроможність перегону, чому?
4. Які фактори впливають на довжину блок-ділянки?
5. Яку перевагу має система чотиризначної сигналізації у порівнянні з тризначною?
6. Чому при напівавтоматичному блокуванні необхідно перевіряти надходження поїзда на станцію у повному складі?
7. Що для машиніста локомотива дає встановлення в кабіні автоматичної локомотивної сигналізації?
8. Доведіть справедливність твердження, що застосування автоматичної локомотивної сигналізації дозволяє підвищити безпечність руху.
9. З яких пристроїв в систему локомотивної сигналізації надходить інформація про стан прохідних світлофорів автоблокування?
10. Локомотив, обладнаний пристроями автоматичної локомотивної сигналізації, без зупинки прослідує колійний сигнал з увімкненим червоним вогнем – що станеться?

Завдання для самостійної роботи

1. Перегін тризначного автоблокування має сім блок-ділянок, поїзди знаходяться на третій та п'ятій блок – ділянках. Визначте показання прохідних світлофорів.
2. Поїзд наближається до колійного світлофора з увімкненим жовтим вогнем. Яке показання матиме локомотивний світлофор?

3. Проаналізуйте ситуацію: поїзд рухається по ділянці, де відсутні кодові сигнали локомотивної сигналізації. Яке показання матиме локомотивний світлофор?

4. Проаналізуйте ситуацію: терористи захопили поїзд й рухаються незважаючи на сигнали колійних світлофорів. Як будуть розвиватися події?

2. Станційні системи керування рухом поїздів

2.1. Вимоги правил технічної експлуатації

Станції відіграють вирішальну роль у роботі залізничного транспорту. Вони забезпечують рух вантажних і пасажирських поїздів, виконують маневрову роботу тощо.

Відповідно до вимог правил технічної експлуатації станції повинні забезпечувати приймання, схрещування, обгін і відправлення поїздів, а також здійснювати маневрову роботу та технічні операції з поїздами.

Виконання цих функцій покладається на технічні засоби керування стрілками і сигналами, які мають назву – пристрої централізації та блокування. Назва підкреслює їх основну мету – забезпечення взаємної залежності між положенням стрілок у маршруті та показанням світлофорів при керуванні ними з одного пункту. Необхідність такої залежності обумовлена двома факторами: вимогами безпеки руху і забезпеченням максимальної пропускнуої спроможності станції.

Виходячи з призначення пристроїв централізації та блокування на станції, згідно з ПТЕ, вони повинні відповідати нижченаведеним вимогам:

- вхідний світлофор не повинен відкриватися у маршруті на зайняту колію;

- вихідний світлофор не повинен відкриватися, якщо стрілки у маршруті не встановлені у відповідне положення, а світлофори ворожих маршрутів не закриті;

- унеможливити переведення стрілки під рухомим складом;

- унеможливити відкриття світлофора, якщо стрілки у маршруті не встановлені у відповідне положення, а світлофори ворожих маршрутів не закриті.

Таким чином, якщо світлофор відкрито, то стрілки, які належать до цього маршруту, перевести неможливо.

І навпаки, при закритому положенні світлофора стрілки, які належать до ділянки, що огорожує цей сигнал, можуть переводитися.

Одним з основних елементів колійного обладнання систем залізничної автоматики є стрілочні електроприводи.

Стрілочні електроприводи згідно з вимогами ПТЕ повинні:

- забезпечувати при крайніх положеннях стрілок щільне прилягання притиснутого гостряка до рамної рейки та рухомого осердя хрестовини до вусовика;

- не допускати замикання гостряків стрілки або рухомого осердя хрестовини при зазорі між притиснутим гостряком і рамною рейкою, або рухомим осердям та вусовиком 4 мм й більше;

- відводити другий гостряк від рамної рейки на відстань не менше 125 мм.

У разі нещільного прилягання притиснутого гостряка (4 мм й більше) при русі поїзда в протишерстному напрямку по стрілочному переводу з'являється можливість попадання гребеня колеса в зазор між гостряком і рейкою, внаслідок чого може статися схід з рейок рухомого складу.

Реалізація вказаних вимог забезпечує безпеку руху поїздів і тому є дуже важливою.

Рух кожного поїзда на станції є завжди наперед визначеним: відомий його початок, кінець, положення стрілок і перелік ділянок, якими він буде проходити. У сукупності це називають маршрутом слідування поїзда.

Таким чином, **маршрут – це сукупність спеціально підготовлених ділянок колійного розвитку, по яких буде слідувати поїзд.**

Маршрути поділяють на дві категорії – поїзні та маневрові, у свою чергу поїзні поділяються так:

- маршрути приймання;
- маршрути відправлення;

- маршрути передачі (дозволяють поїзду рухатися з однієї колії на другу, яка розташована слідом за першою).

Початком маршруту приймання є вхідний світлофор, він закінчується біля світлофора, який стоїть у кінці приймально-відправної колії, оскільки поїзд приймається на відповідну колію.

Маршрут відправлення починається біля вихідного світлофора, а закінчується межею станції. На станціях, де встановлені додаткові вхідні сигнали, вони визначають кінець маршруту відправлення.

Маршрути передачі починаються від маршрутного світлофора, закінчуючись на наступній приймально-відправній колії.

Маневрові пересування можуть здійснюватися за сигналами маневрових світлофорів або іншими способами.

Маневрові пересування, які виконуються за сигналами маневрових світлофорів, мають назву маршрутизовані, тобто вони здійснюються централізованим порядком.

Останнє означає, що керування маневровою роботою виконує черговий по станції з поста централізації.

Крім цього, маневрова робота може здійснюватися місцевим способом під червоні вогні поїзних світлофорів. У такому випадку її виконавцем може бути спеціально призначена особа. Перелік робітників, які мають право здійснювати маневрову роботу, наведений у технічно-розпорядному акті станції.

Початком маневрового маршруту може бути маневровий світлофор або місце одержання дозволу при місцевому способі.

Маневровий маршрут може бути встановлено:

- до першого маневрового світлофора попутного напрямку;
- за останній зустрічний маневровий світлофор;
- на приймально-відправну колію;
- до знака «Межа станції».

Маршрути поділяються на основні і варіантні.

Основний маршрут – це найкоротший шлях руху поїзда по станції при найменшій кількості перехрещень з іншими маршрутами. Основний маршрут, як правило, може здійснюватися з найбільш допустимою швидкістю руху.

Варіантний маршрут відрізняється від основного положенням стрілок, які входять в нього, в результаті чого змінюється шлях руху.

Для забезпечення безпеки руху поїздів системи електричної централізації виключають встановлення ворожих маршрутів.

Ворожими, або несумісними, маршрутами вважаються:

- маршрути, до складу яких входять одні й ті самі стрілки, але в різних положеннях. Такі маршрути виключаються положенням стрілок та не потребують додаткової перевірки в схемах релейної централізації;

- маршрути приймання на одну й ту ж колію з різних горловин (лобові);

- зустрічні маршрути приймання та маневрів на одну й ту ж колію;

- поїзні маршрути (приймання, відправлення та передачі) та маневрові маршрути як попутні, так і зустрічні, в усіх можливих варіаціях, якщо до їх складу входять одні й ті самі стрілки в однакових положеннях;

- зустрічні маневрові маршрути на одну й ту саму ділянку колії в горловині станції незалежно від довжини цієї ділянки;

- поїзні та маневрові маршрути з передачею стрілок на місцеве керування, сумісні за положенням стрілок;

- маршрути приймання на колію з місцевим керуванням стрілками в протилежній горловині станції, які допускають вихід на колію приймання.

Неворожими маршрутами вважаються:

- попутні маршрути приймання та відправлення, як з однієї й тієї ж колії, так і по різних коліях;

- зустрічні маршрути приймання на різні колії;

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

- маневрові маршрути вслід поїзду, що відправляється;

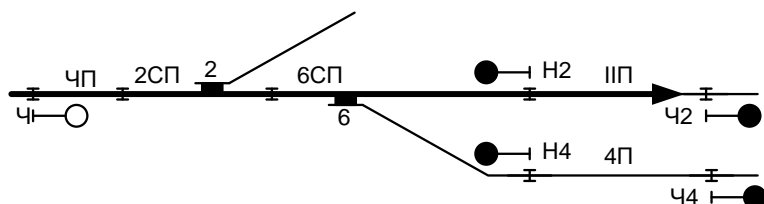
- маневрові маршрути на одну й ту саму колію з різних горловин;

- зустрічні маневрові маршрути в горловині станції в напрямку маневрових світлофорів, встановлених у стулці.

В табл. 2.1–2.10 розглянуто основні ситуації щодо встановлення маршрутів при різних положеннях стрілок, сигналів та ділянок колії. Все, що відбувається в системі керування, розглядається як послідовність взаємозалежних у часі і просторі подій: початковий стан – команда чергового – очікуваний результат.

Таблиця 2.1

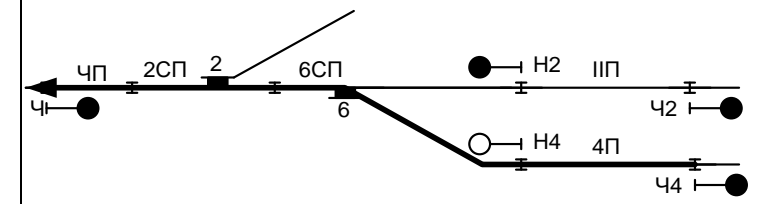
Ситуація 1

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Станція у початковому стані	Встановити маршрут приймання від світлофора Ч на другу колію	 <p>Поїзний маршрут від світлофора Ч на другу колію замкнено. Світлофор Ч відкритий</p>

Для виконання команди немає перешкод, бо колія IIIП і ділянки ЧП, 2СП та 6СП вільні, а стрілки 2 та 6, які входять до маршруту, мають контроль плюсового положення, сигнали Н2 та Н4 закриті.

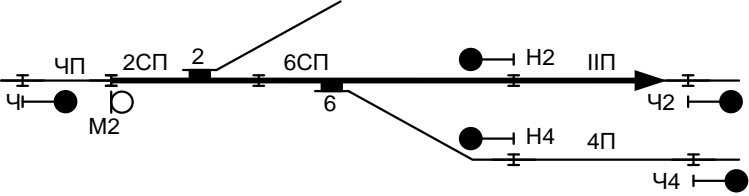
Таблиця 2.2

Ситуація 2

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Встановлено маршрут відправлення по світлофору Н4 з четвертої колії	Встановити маршрут приймання по світлофору Ч на другу колію	 <p>Маршрут приймання не встановлено, світлофор Ч закритий</p>

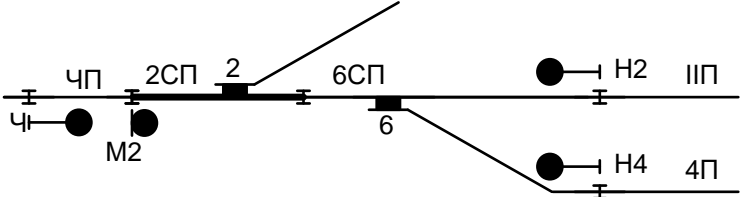
Маршрут приймання не може бути встановлений, бо він є ворожим для раніше встановленого маршруту відправлення за світлофором Н4.

Ситуація 3

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Встановлено маневровий маршрут від М2 на другу колію, світлофор М2 відкритий	Встановити маршрут приймання на четверту колію по світлофору Ч	 <p>Маршрут приймання не встановлено, світлофор Ч закритий</p>

Маршрут приймання не може бути встановлений, бо він є ворожим для маневрового маршруту від світлофора М2 на другу колію.

Ситуація 4

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Секція 2СП зайнята	1. Встановити маршрут відправлення по світлофору Н2 з другої колії	 <p>Маршрут відправлення з другої колії не встановлено, світлофор Н2 закритий</p>
	2. Встановити маневровий маршрут на другу колію від М2	Маневровий маршрут не встановлено, світлофор М2 закритий

Маршрут по світлофору Н2 не може бути встановлений, бо секція 2СП, яка входить до нього, зайнята. Не може бути встановлений і маневровий маршрут від М2, оскільки зайнята стрілочна секція 2СП, а не безстрілочна ЧП. При зайнятості безстрілочної секції ЧП на ній може бути встановлено маневровий маршрут.

Ситуація 5

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Стрілка 2 не має контролю	Встановити маршрут відправлення з другої колії по світлофору Н2	<p>Маршрут відправлення з другої колії не встановлено, світлофор Н2 закритий</p>
Стрілка 2 заблокована у мінусовому положенні	Встановити маршрут відправлення з другої колії по світлофору Н2	<p>Маршрут відправлення з другої колії не встановлено, світлофор Н2 закритий</p>

У ситуації 5 маршрут не може бути встановлений, тому що у першому випадку положення стрілки зовсім не визначено, а у другому воно визначено, але не відповідає маршруту, який встановлюється.

Ситуація 6

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Зайнята друга колія	1. Встановити маршрут приймання на другу колію по світлофору Ч	<p>Маршрут приймання на другу колію не встановлено, світлофор Ч закритий</p>
	2. Встановити маневровий маршрут від світлофора М2 на другу колію	<p>Маневровий маршрут від М2 на другу колію встановлено, світлофор М2 відкрито</p>

У ситуації 6 поїзний маршрут не може бути встановлений, бо приймання поїзда на зайняту колію неможливе, а маневровий маршрут на зайняту колію можливий, тому команда 2 була виконана.

Таблиця 2.7

Ситуація 7

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
1. Зайнята перша ділянка віддалення	Встановити маршрут відправлення з другої колії по світлофору Ч2	<p>Маршрут відправлення не встановлено, світлофор Ч2 закритий</p>
2. Зайнята друга ділянка віддалення		<p>Маршрут відправлення встановлено, світлофор Ч2 відкритий</p>

Відправлення поїзда на перегін можливо тільки при вільному стані першої ділянки віддалення, тому у першому випадку маршрут не було встановлено.

Таблиця 2.8

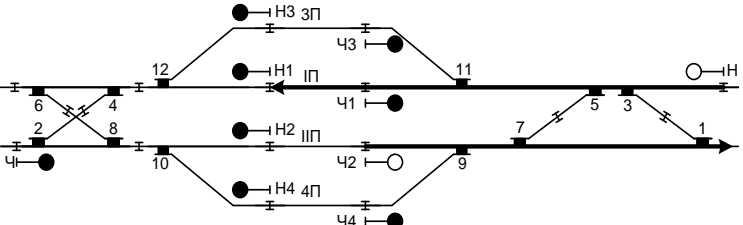
Ситуація 8

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Стрілка 3 втратила контроль	Встановити маршрут відправлення з другої колії по світлофору Ч2	<p>Маршрут не встановлено, світлофор Ч2 закритий</p>

Стрілка 3 є охоронною для маршруту відправлення від сигналу Ч2, тому при втраті контролю не забезпечуються умови безпеки і світлофор Ч2 не може бути відкритий.

Таблиця 2.9

Ситуація 9

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Встановлений маршрут приймання на першу колію по світлофору Н	Встановити маршрут відправлення з другої колії по світлофору Ч2	 <p>Маршрут відправлення встановлено, світлофор Ч2 відкритий</p>

Ці маршрути не ворожі, тому можуть бути встановлені одночасно.

Таблиця 2.10

Ситуація 10

Початковий стан	Команда чергового	Очікуваний результат
Встановлений маршрут приймання на другу колію, відкритий світлофор Ч	Переведення стрілок з'їзду 2/4 у мінусове положення	 <p>Стрілки 2 і 4 не переводяться</p>

Стрілки 2, 4 або 6, 8 повинні мати однакове положення і у ситуації, що розглядається, замкнені у маршруті, тому їх переведення у мінусове положення неможливо.

2.2. Загальні відомості про системи централізації стрілок та сигналів

Централізоване здійснення залежності між стрілками і сигналами викликано необхідністю керування роботою станції однією особою – черговим по станції. Завдяки цьому забезпечується відповідний рівень безпеки і пропускна спроможність. Таким чином, термін «централізація» означає керування стрілками і світлофорами з одного пункту, який має назву «Пост централізації».

З технічної точки зору, перші системи керування рухом поїздів на станції не були централізованими. Приготування маршрутів здійснювалось на стрілочних постах у горловині станції, де і відбувалась взаємна залежність між стрілками та сигналами.

У зв'язку з тим, що ці технічні засоби не забезпечували безпосереднього встановлення маршрутів з поста централізації, вони мали назву «пристрої станційного блокування».

Потрібно пояснити, що при застосуванні пристроїв блокування керування рухом поїздів здійснюється також одноосібно. Для реалізації цього можливо використання інших технічних засобів, наприклад, телефонного зв'язку між черговим по станції та стрілочним постом. Але найбільш ефективно і безпечно вказані функції виконують пристрої централізації та блокування.

Таким чином, електрична централізація (ЕЦ) – це комплекс пристроїв автоматики і телемеханіки на станціях, який дозволяє здійснювати централізоване керування стрілками і сигналами з поста централізації. Основне призначення цих пристроїв – забезпечення взаємної залежності між положенням стрілок у маршруті та показаннями світлофорів. Пристрої централізації забезпечують взаємозалежність між станційними об'єктами відповідно до вимог безпеки руху.

Назва «електрична централізація» свідчить про те, що здійснення необхідних залежностей між стрілками і сигналами відбувається за допомогою електричних пристроїв, а керування світлофорами і стрілками відбувається за допомогою електричних сигналів і приводів.

При механічній централізації ці залежності виконуються механічними пристроями, а у сучасних мікропроцесорних пристроях – за допомогою програмного забезпечення.

Використання електричного привода для стрілок та сигналів і електричних схем для виконання необхідних логічних умов дозволило централізувати функції керування рухом на станції, виконуючи їх більш ефективно та безпечно.

Керування стрілками у електричній централізації може бути здійснено трьома способами:

- централізованим;
- децентралізованим (місцевим);
- диспетчерським (телекерування).

При централізованому способі керування стрілками та сигналами здійснюється з приладу, що знаходиться на посту централізації або в приміщенні чергового по станції.

Місцеве керування стрілками може бути виконане з маневрової колонки або з маневрового поста. Стрілки, які передаються на місцеве керування, називаються стрілками з подвійним керуванням. Після закінчення маневрової роботи такі стрілки повинні бути повернені в централізацію.

Для керування віддаленими об'єктами на станціях використовується спосіб телекерування, або диспетчерського керування. Це дозволяє підвищити пропускну спроможність станції за рахунок зменшення витрат часу на приготування маршрутів. Технічно цей спосіб реалізується за допомогою приладів телекерування і телеконтролю, які підключаються до системи електричної централізації.

Для підтвердження вимоги неможливості переведення стрілок, що входять до встановленого маршруту, введено термін «замикання стрілок».

Стрілка замкнена – означає, що вона знаходиться в одному з крайніх положень і її перевести зараз неможливо.

Існує два види замикань – електричне і механічне.

Електричне замикання здійснюється шляхом електричного розмикання кола керування схемою привода.

Механічне замикання забезпечує жорстку фіксацію гостряків стрілки в одному з крайніх положень.

У сучасних системах централізації термін «електричне замикання» набув більш широкого змісту. Так, наприклад, технічні засоби електричної централізації дозволяють здійснювати замикання стрілок у маршруті без відкриття світлофора. Це буває необхідно у випадку неможливості його відкриття за різних обставин. Завдяки такому замиканню підвищується безпека руху при прийманні та відправленні поїздів.

Розділення маршрутів на окремі ділянки (секції) дозволяє підвищити пропускну спроможність станції, цей процес має назву «секціонування маршрутів».

Секції, які задіяні у маршруті, не повинні використовуватись одночасно в інших маршрутах. Ця вимога забезпечується замиканням секцій, з яких складається встановлений маршрут.

Умовно процес замикання можна розділити на дві фази: попереднє і повне.

Попереднє замикання маршруту настає, коли маршрут встановлено, світлофор відкритий, а ділянка наближення до світлофора вільна.

Повне замикання маршруту настає, коли маршрут встановлено, світлофор відкритий і поїзд знаходиться на ділянці наближення до світлофора.

Ділянка наближення обмежується розмірами ізолюваної секції перед світлофором.

Зняття електричного замикання – розмикання секцій може бути здійснено автоматично після проходження поїзда або вручну черговим по станції.

Звернемось до способів розмикання маршруту.

Розмикання секції маршруту може бути здійснено у таких режимах:

- автоматичне розмикання;
- штучне розмикання;
- відміна маршруту.

Автоматичне розмикання секцій може бути здійснено одночасно, для всіх ділянок маршруту після проходження поїздом останньої секції в маршруті. Такий вид розмикання має назву групового (маршрутного) розмикання. Посекційне розмикання відбувається по мірі звільнення поїздом кожної окремої секції.

Зверніть увагу на відмінності у наведених типах розмикань.

При груповому розмиканні встановити інший маршрут по секціях можливо не раніше повного використання першого маршруту. Таке замикання не може забезпечити високу пропускну спроможність станції.

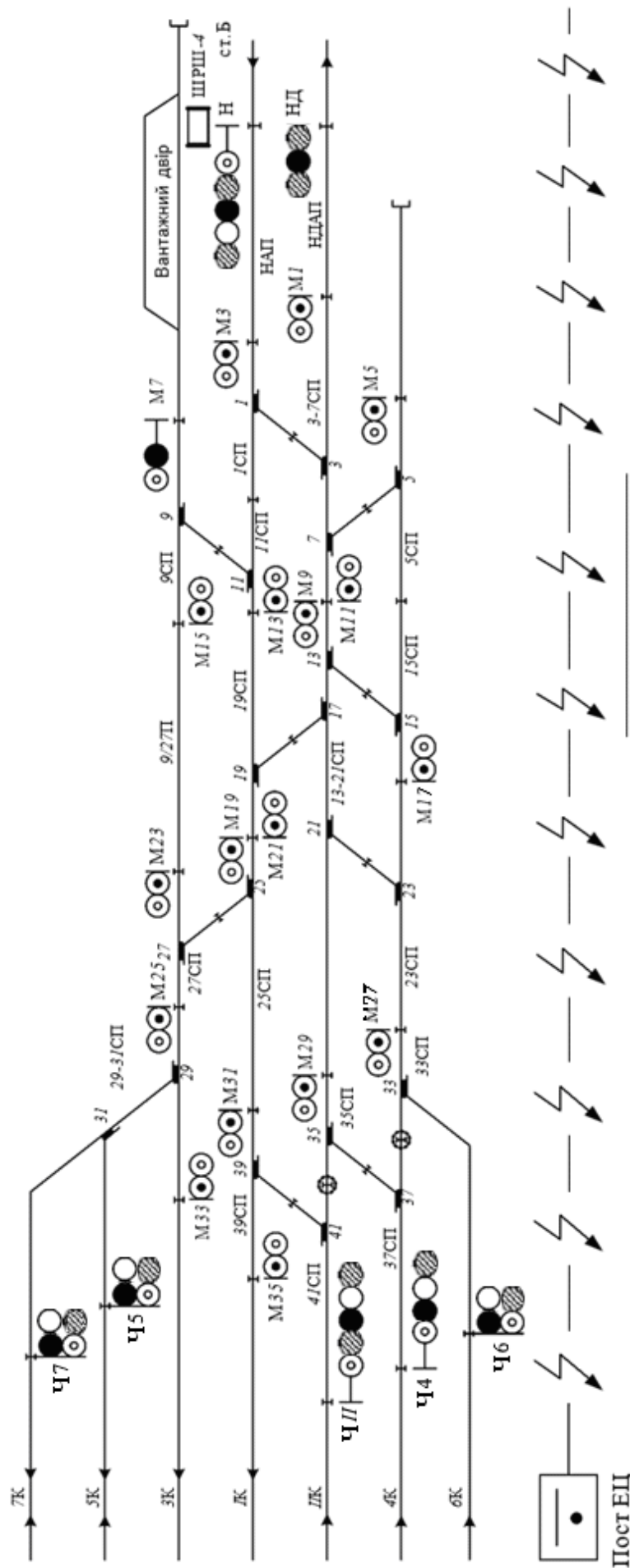
У системах з посекційним розмиканням ділянки, що розімкнулись, можуть бути задіяні у іншому маршруті. Це дозволяє значно підвищити пропускну спроможність станції, але потребує додаткових приладів для забезпечення потрібного рівня безпеки руху. Переважна більшість сучасних систем ЕЦ мають посекційне розмикання маршрутів, виняток складають електричні централізації окремих малих станцій на ділянках з невеликим навантаженням.

Неавтоматичне (ручне) розмикання стрілок здійснюється при відміні маршруту або штучному розмиканні секції, до якої належить стрілка, якщо вона не розімкнулась автоматично. В останньому випадку відповідальність за безпеку руху лягає на чергового по станції. Відміна маршруту супроводжується закриттям світлофора і наступним зняттям електричного замикання на стрілках, що входять до цього маршруту.

Під час еволюції релейні системи централізації постійно змінювалися, доки не набули сучасного вигляду. Централізації різних типів радикально відрізняються за функціями, схемними рішеннями і елементною базою.

2.3. Осигналізування станції та розроблення таблиці маршрутів

В процесі практичного заняття накреслюється одонитковий план горловини станції, який являє собою в одонитковому відображенні схематичний план колійного розвитку заданої горловини станції, рис. 2.1. На одонитковому плані показують ізолюючі стики, що ділять горловину станції на колійні і стрілочні ділянки, стрілки і сигнали з їх нумерацією, маневрові колонки (якщо таке передбачається за технологією роботи станції), пост електричної централізації, релейні і батарейні шафи.



В централізацію вмикаються:

1. Стрілок - 21
2. Світлофорів - 25
з них: поїзних - 7
маневрових - 18
3. Колійними пристроями АЛСБ обладнуються:
I і 3 колії в непарному напрямку
II і 4 колії в парному напрямку

Відомість стрілочних переводів

№ п/п	Тип рейок	Марка хрестовини	Номери стрілок
1	Р 50	1/9	5, 9, 27, 29, 31
2	Р 50	1/11	15, 23, 33, 37
3	Р 65	1/9	7, 11, 25
4	Р 65	1/11	1, 3, 13, 17, 19, 21, 35, 39, 41

Рис. 2.1. Схематичний план непарної горловини станції

Станційні світлофори за призначенням підрозділяються на вхідні, вихідні, маршрутні і маневрові, за конструкцією – на щоглові і карликові.

Вхідні світлофори огороджують станцію з боку перегонів. Вхідний світлофор з боку прибуття парних поїздів позначають літерою Ч, а з боку прибуття непарних – Н. Вхідні світлофори за конструкцією встановлюють тільки щоглові і вони можуть мати такі сигнальні вогні: червоний, зелений, два жовтих, місячно-білий.

Стан основних вхідних світлофорів зазначений в завданні. По межах станції для організації двостороннього прямування по одній перегінній колії при капітальному ремонті іншої колії варто передбачити додаткові вхідні світлофори з червоним і двома жовтими вогнями (наприклад, світлофор НД на рис. 2.1).

Вихідні світлофори дозволяють вихід поїздів на перегон. Вони встановлюються з урахуванням заданої спеціалізації приймально-відправних колій. Знеособлена колія повинна мати вихідні світлофори в обох кінцях, а спеціалізована – тільки в одному. Позначаються вихідні світлофори літерою напрямку та номером колії відправлення (ЧП, Ч4, Ч5, Ч6, Ч7). На головних і бокових коліях, по яких передбачається безупинне пропускання поїздів, встановлюються щоглові світлофори (ЧП, Ч4). Інші вихідні світлофори повинні передбачатися карликовими.

Маневрові світлофори встановлюються, як правило, карликовими, крім світлофорів із депо, витяжок, колій відстою маневрових составів, з гілок примикань.

Розташування маневрових світлофорів у горловині здійснюється з таким розрахунком, щоб забезпечити можливість паралельних маневрових пересувань і виключити перепробіги при кутових заїздах. За призначенням і місцезнаходженням маневрові світлофори можна умовно поділити на такі групи:

а) світлофори, що огороджують горловину станції з боку приймально-відправних колій і при наявності вихідних світлофорів суміщені з ними (ЧП, Ч4, Ч5, Ч6, Ч7, М33, М35);

б) світлофори, що огороджують горловину станції з боку примикань, тупиків, вантажних дворів, депо, маневрових витяжок та ін. (М5, М7);

в) світлофори, що огороджують безстрілочні ділянки у горловині станції між вхідними світлофорами та першими по ходу стрілками (М1, М3), а також світлофори, що огороджують з

двох боків безстрілочні ділянки в горловині станції довжиною більш за 60 м. Ознакою таких ділянок є «корито», до вузької частини якого примикає хоча б одна стрілка, а широка частина вільна від стрілок (М15, М23 на ділянці 9/27П, розташованій між стрілками 15 і 23);

г) світлофори для руху в бік парка приймально-відправних колій при кутових заїздах – маневрах по переставлянню рухомої одиниці з однієї приймально-відправної колії на іншу приймально-відправну колію (М25, М27, М29, М31, встановлюють перед стрілками, що ведуть безпосередньо на приймально-відправні колії), а також світлофори, що виключають перепробіги при кутових заїздах у горловині станції (М15, М21, М11, М17);

д) світлофори для поділу маршрутів великої протяжності на декілька коротких (М9, М11, М13, М15, М17, М19, М21, М23, М25, М27, М29, М31), а також світлофори, що дозволяють одночасно здійснювати декілька паралельних пересувань (М3, М7; М27, М29, М31).

Після осигналізування провадиться розстановка ізолюючих стиків, що дозволяють електрично відокремити стрілочні і безстрілочні ділянки і колії станції одна від одної для контролю місцезнаходження рухомого складу. У першу чергу встановлюються ізолюючі стики, як правило, у стулці зі світлофорами.

Потім провадиться розбиття на ізольовані ділянки – секції стрілочних зон. У одну секцію не можна включати більш трьох одиночних або двох перехресних стрілочних переводів. Стрілки з'їздів між паралельними коліями ізолюються одна від одної ізолюючими стиками, у іншому випадку будуть неможливі одночасні неворожі пересування по обох стрілках. При об'єднанні стрілок у секції необхідно максимально забезпечити можливість одночасних пересувань по неворожих маршрутах. Наприклад, стрілки 1 і 11 недоцільно об'єднувати в одну секцію, тому що це виключить можливість установаження одночасних маршрутів при мінусовому положенні з'їздів 1/3 і 9/11.

У районах станції, що мають, крім поїзної, значну сортувальну роботу, передбачається місцеве управління стрілками з маневрових колонок.

У заданій горловині станції можна передбачити вмикання в централізацію усіх стрілок, а стрілку 25, крім того, із маневрової колонки. У непарній горловині стрілки повинні мати непарні

номери, у парній – парні номери, що збільшуються у бік приймально-відправних колій. Стрілкам з'їздів, а також стрілочним вулицям присвоюються суміжні номери.

Для забезпечення безупинного пропуску поїздів по бокових коліях (як правило, по 3-й і 4-й коліях) використовуються стрілочні переводи пологої марки хрестовини 1/18. На відповідних вхідних світлофорах (Н – в непарній горловині, або Ч – у парній горловині) у цьому випадку повинна передбачатися сигналізація з застосуванням зеленої смуги.

2.4. Складання таблиці маршрутів і таблиці взаємозалежності показань світлофорів для заданої горловини станції

Всі поїзні пересування по прийманню, відправленню і передачі поїздів із парку в парк проводяться за сигналами і обов'язково маршрутизуються. Маневрові пересування також маршрутизуються, за винятком ізольованих районів станцій, де здійснюється сортувальна робота і стрілки передаються на місцеве управління. Розробка маршрутизації закінчується складанням таблиць основних і варіантних поїзних маршрутів, а також таблиць маневрових маршрутів і таблиць взаємозалежності показань світлофорів для заданої горловини станції.

У таблиці основних поїзних маршрутів (табл. 2.11) послідовно перелічуються всі маршрути приймання і відправлення поїздів і вказується положення стрілок, що входять у маршрут. У таблиці варіантних поїзних маршрутів (табл. 2.12) указуються всі можливі варіанти приймання, відправлення і передачі з парку в парк поїздів і положення тільки тих стрілок, що визначають напрямок маршруту, відмінний від основного. У таблиці маневрових маршрутів (табл. 2.13) записуються маневрові маршрути від кожного світлофора до першого попутного маневрового світлофора (наприклад, від світлофора М5 можливі елементарні маршрути до М9 і до М27; із другої колії можливі елементарні маршрути до М11 і до М21), а при відсутності попутного світлофора маршрут встановлюється від даного світлофора за останній маневровий світлофор зустрічного напрямку (наприклад, від М11 можливі елементарні маршрути за М1, за М3 та за М5).

Таблиця 2.11

Перелік основних поїзних маршрутів

Напрямок	Номер маршруту	Найменування маршруту	Літер світло-фора	Стрілки																	
				1/3	5/7	9/11	13/15	17/19	21/23	25/27	29	31	33	35/37	39/41						
Напрямок А	Приймання	1	Н	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		2	Н	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		3	Н	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		4	Н	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Напрямок Б	Відправлення	5	ЧП	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
		6	Ч4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		7	Ч5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		8	Ч6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		9	Ч7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблиця 2.12

Перелік варіантних поїзних маршрутів

Напрямок			Номер маршруту	Найменування маршруту	Стрілки, що визначають напрямок маршруту	Примітка
1			2	3	4	5
Поїзні маршрути	Напрямок А	Приймання	10	Приймання на I колію	-1/3; -17/19	
			11	Приймання на 3 колію	-1/3; -17/19	
			12	Приймання на 5 колію	-1/3; -17/19	
			13	Приймання на 7 колію	-1/3; -17/19	
	Напрямок Б	Відправлення	14	Відправлення з II колії	-17/19; -39/41	
			15	Відправлення з 4 колії	-21/23; +35/37	
			16	Відправлення з 4 колії	-13/15; +35/37	
			17	Відправлення з 6 колії	-13/15; +21/23	

Таблиця 2.13

Перелік маневрових маршрутів

Напрямок			Номер маршруту	Найменування маршруту	Стрілки, що визначають напрямок маршруту	Примітка
1			2	3	4	5
Маневрові маршрути	Від світлофора	M1		до світлофора M9		
		M3		до світлофора M9		
				до світлофора M19		
		M5		до світлофора M9		
				до світлофора M27		
		M7		до світлофора M19		
				до світлофора M23		
		M9		до світлофора M29		
	до світлофора M27		-21/23; +13/15			
		до світлофора M27	+21/23; -13/15			

		1	2	3	4	5
Маневрові маршрути	Від світлофора	M11		за світлофор M1		
				за світлофор M3		
				за світлофор M5		
		M13		за світлофор M3		
				за світлофор M7		
		M15		за світлофор M7		
		M17		до світлофора M11		
				за світлофор M5		
		M19		до світлофора M11		
				до світлофора M25		
		M21		до світлофора M11		
				до світлофора M13		
		M23		до світлофора M25		
		M25		за світлофор M33		
				на 5 колію		
				на 7 колію		
		M27		на 4 колію		
				на 6 колію		
		M29		на II колію		
				на 4 колію		
		M31		за світлофор M35		
				на II колію		
		M33		до світлофора M15		
		M33		до світлофора M21		
		M35		до світлофора M21		
		з II колії		до світлофора M11		
				до світлофора M21		
		з 4 колії		до світлофора M11	+21/23; -35/37	
				до світлофора M11	-21/23; +35/37	
				до світлофора M17		
		з 5 колії		до світлофора M15		
				до світлофора M21		
		з 6 колії		до світлофора M11		
	до світлофора M17					
з 7 колії		до світлофора M15				
		до світлофора M21				

Контрольні питання

1. Визначте об'єкти керування для станційної централізації.
2. Де починається та закінчується маршрут приймання?

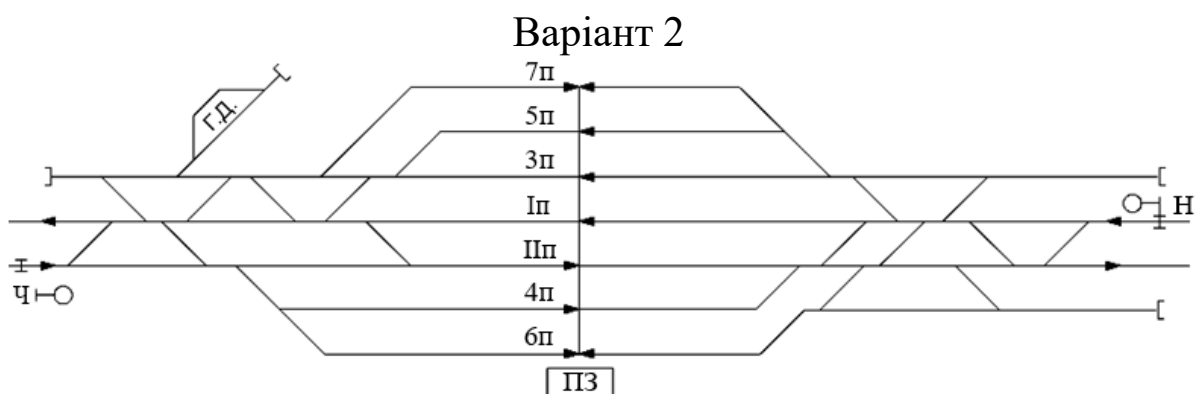
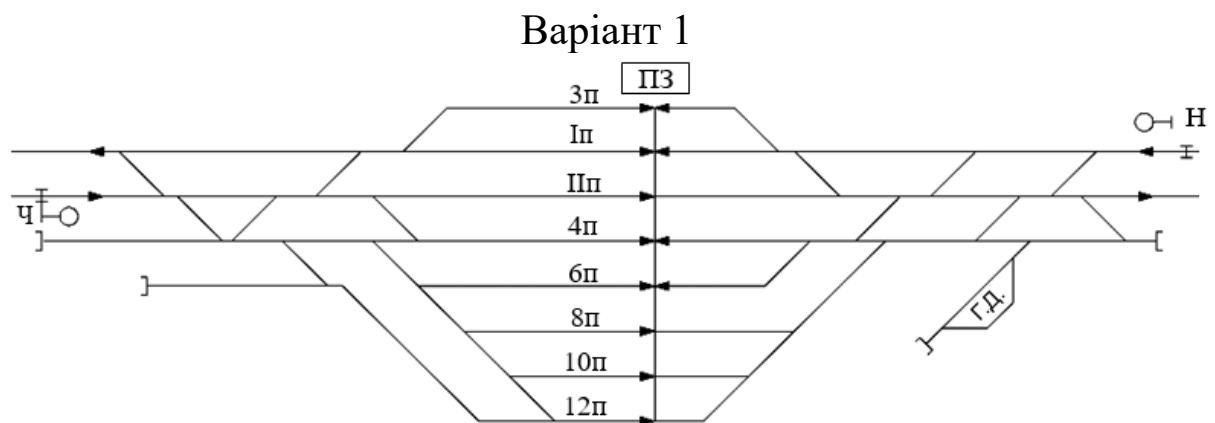
3. Де починається та закінчується маршрут відправлення?
4. Де починається та закінчується маневровий маршрут ?
5. Що таке ворожий маршрут?
6. Чи можливо перевести стрілку, що задіяна в маршруті?
7. За рахунок чого забезпечується безпечність руху на станції, як Ви розумієте поняття «взаємозалежність між стрілками та сигналами»?
8. Яку відмінність матиме рух поїзда при плюсовому або мінусовому положенні стрілки?
9. Що означає термін «стрілка замкнена»?
10. Хто керує рухом поїздів на станції?

Завдання для самостійної роботи

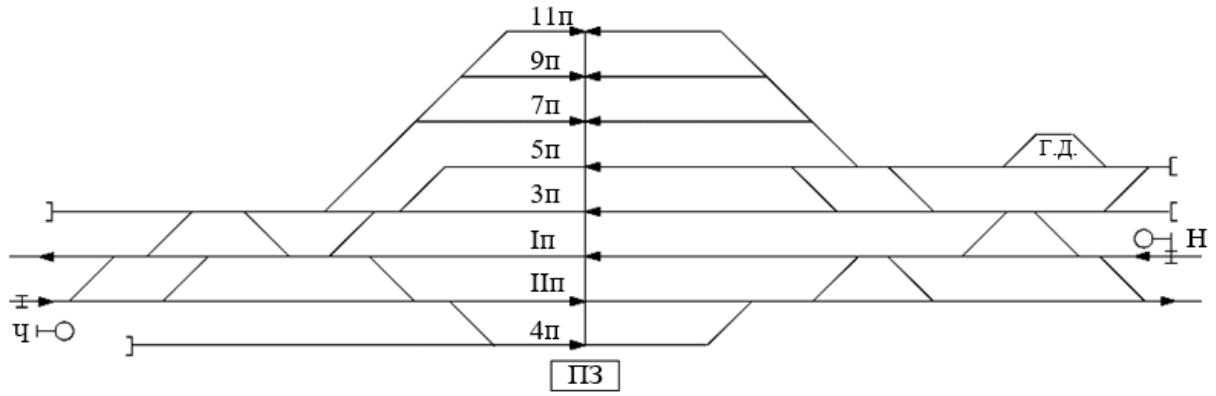
Для однієї зі станій, що наведені нижче, розробіть:

- 1) схематичний план станції з осигналізуванням;
- 2) таблицю маршрутів (основних та варіантних, поїзних і маневрових), визначте положення стрілок у кожному маршруті;
- 3) визначте та проаналізуйте можливі ворожі маршрути, які з них є найбільш небезпечні, чому?

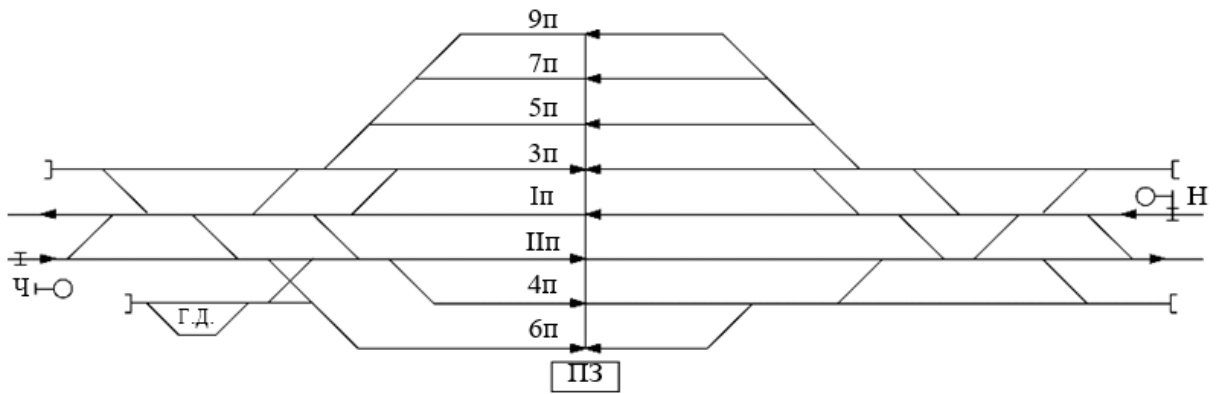
Схеми станцій за варіантами:



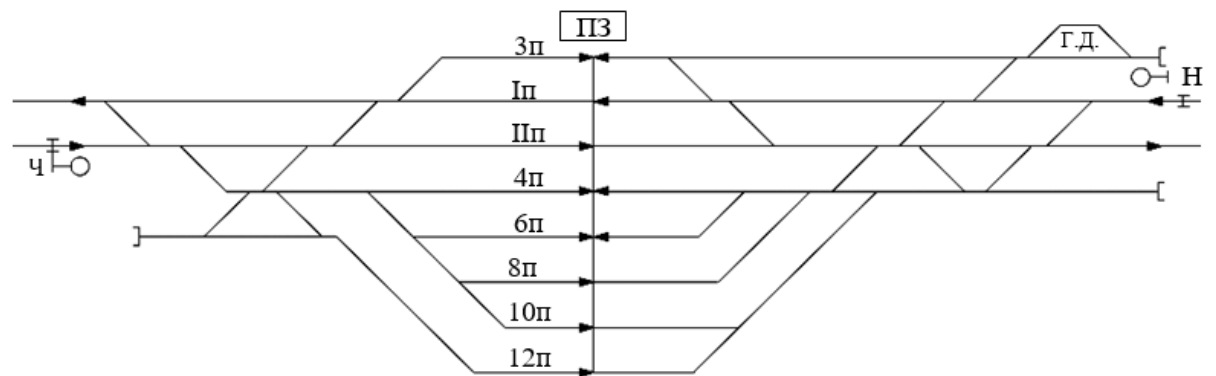
Вариант 3



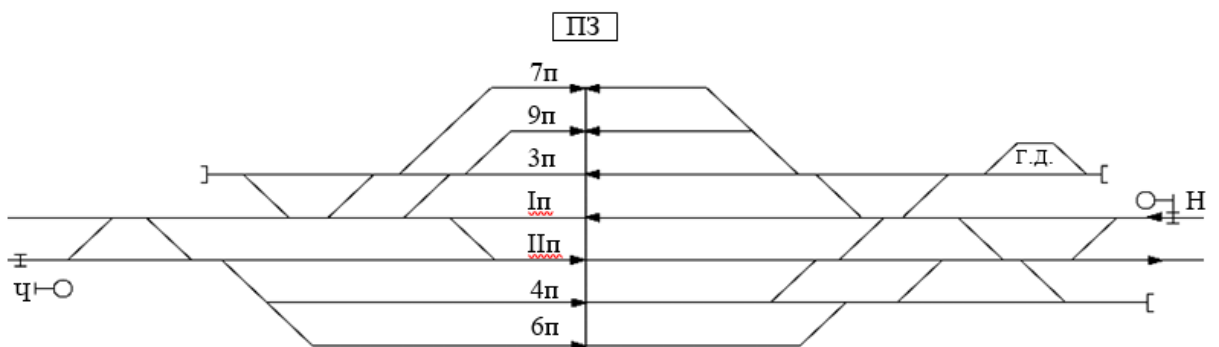
Вариант 4



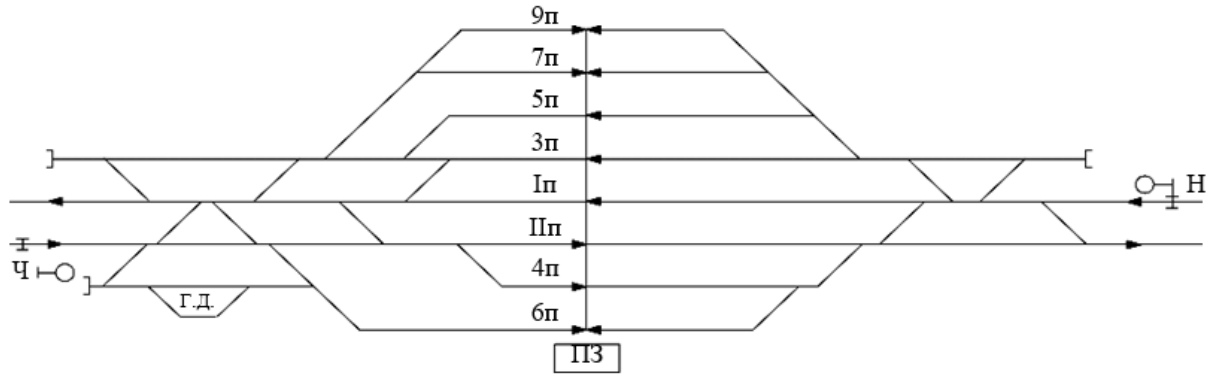
Вариант 5



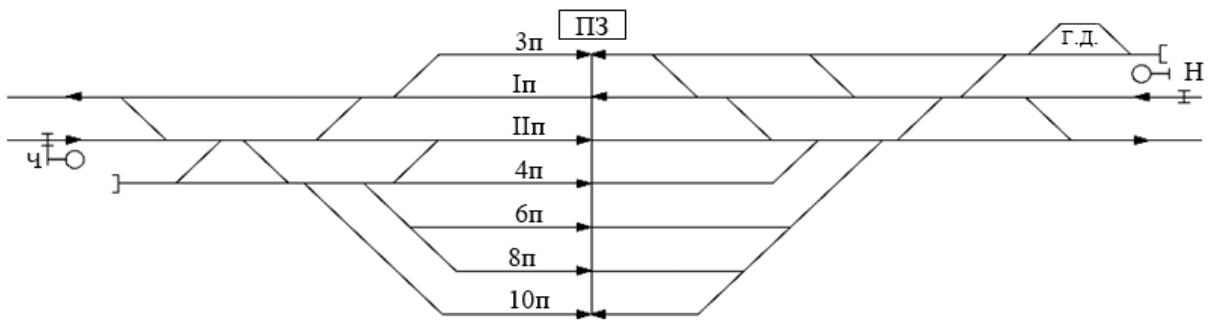
Вариант 6



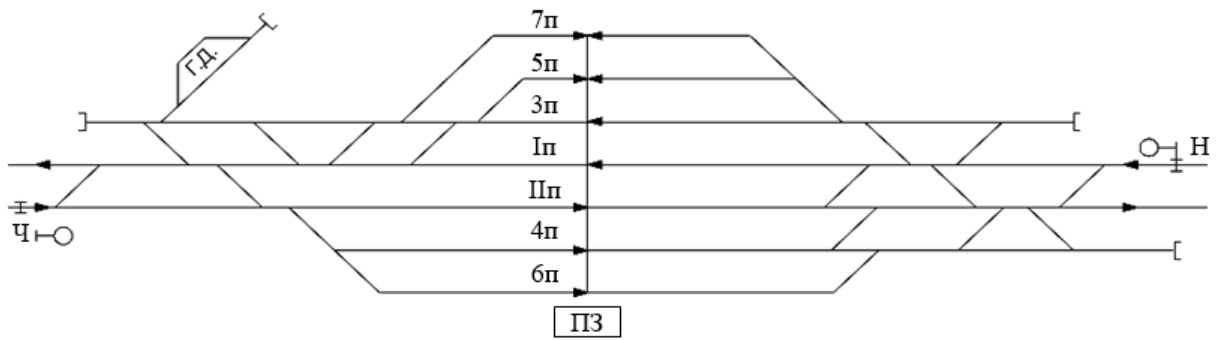
Вариант 7



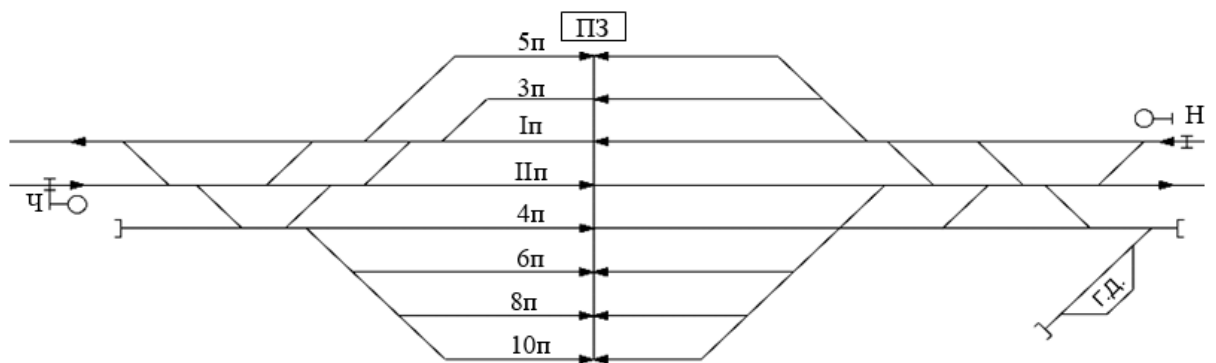
Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



3. Характеристики систем мікропроцесорної централізації

3.1. Закордонні системи

Централізація EIS Siemens. Мікропроцесорна централізація EIS виконана на спеціалізованих ЕОМ сімейства SIMIS. Як правило, вони включаються в роботу за схемою «два з двох» або «два з трьох», третій канал використовується при неузгодженості. Технічні засоби каналів ідентичні і працюють незалежно один від одного. Обчислювальний процес у каналах відбувається синхронно, програмне забезпечення однакове. Дані обробляються паралельно. Для забезпечення безпеки пристрій порівняння вихідних даних захищений від небезпечних відмов, його виходи сполучені з периферійним обладнанням. На рис. 3.1 зображена структурна схема контролера SIMIS-C, який поєднує два мікрокомп'ютери, що працюють незалежно один від одного, ідентично побудовані і запрограмовані, функціонують синхронно по такту або за командами. Після кожного робочого циклу та формування команди виведення стан обох комп'ютерів перевіряється на відповідність. Реалізуються тільки ідентичні вихідні команди. За допомогою циклічних контрольних програм перевіряється правильність виконання операцій. Інформація, що відноситься до функцій, не пов'язаних з безпекою, обробляється, як правило, типовими ЕОМ, які задіяні в АРМах оперативно-управлінського персоналу станції. Характерно, що кожна велика функція системи виділяється апаратно. Стосовно великої станції існують системи встановлення маршрутів, відображення інформації, керування колійним обладнанням, система індикації номерів поїздів тощо. Районні керуючі ЕОМ можуть працювати з різноманітними типами колійного обладнання: рейковими колами, точковими датчиками, з пристроями рахування осей AZS350, стрілками з електричним приводом і обладнаними ключовою залежністю, передбачаються сигнали огороження поїздів.

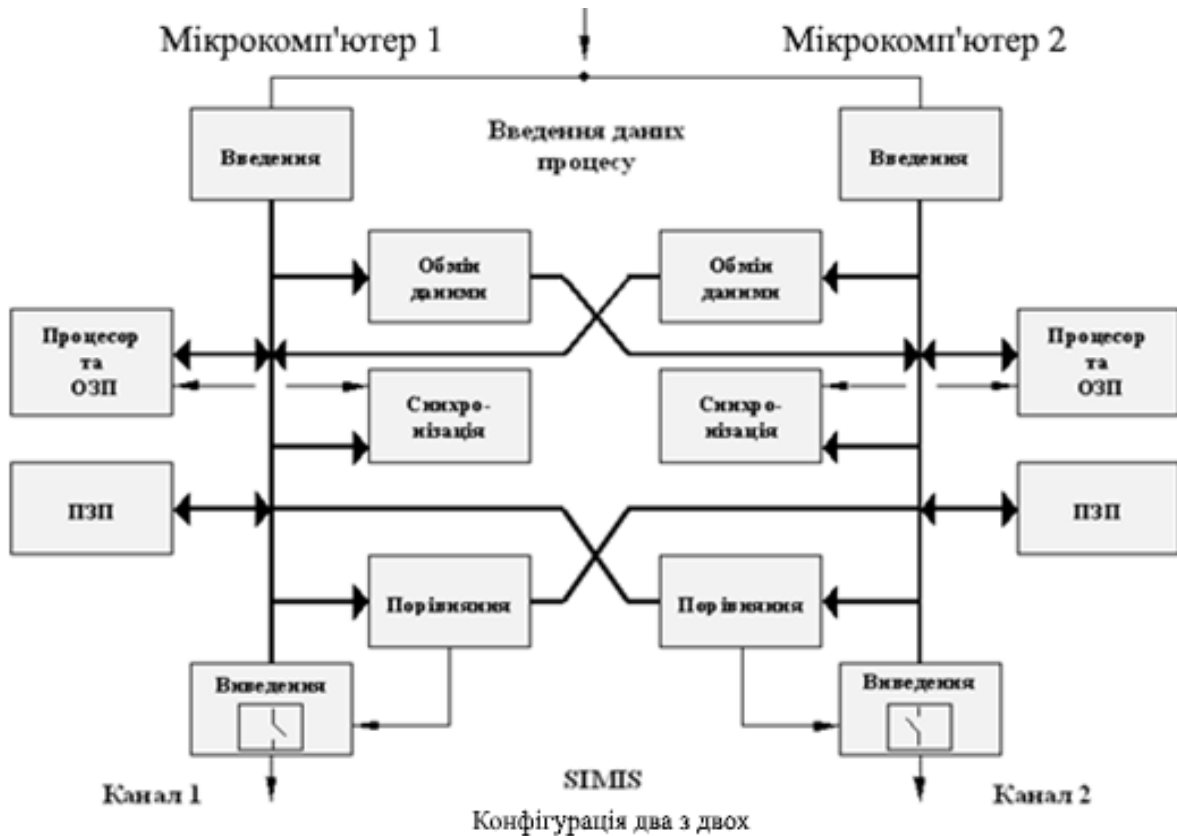


Рис. 3.1. Структурна схема контролера SIMIS-C в безпечному виконанні

Типовий проект централізації включає п'ять підсистем:

- 1) підсистему управління і індикації;
- 2) підсистему введення, контролю і інтерпретації;
- 3) інтерфейсний комп'ютер;
- 4) комп'ютер табло;
- 5) виконавчі районні комп'ютери.

Перша підсистема фіксує дії ДСП, обробляє їх і готує інформацію для табло і монітора.

Друга підсистема обробляє інформацію першої і зберігає всі необхідні дані про станцію. Інтерфейсний комп'ютер видає інформацію комп'ютеру табло і організує обмін даними з іншими постами. Комп'ютер табло керує індикацією з контролем цілісності ниток ламп в холодному і гарячому стані. Ці кола виконані на пристроях з безпечною відмовою. Siemens вважає увімкнення індикації на табло відповідальною командою. Районні контролери виконують функції ЕЦ, забезпечують керування стрілками і сигналами через схеми сполучення.

Передбачене підключення широкого спектра колійних датчиків безперервного типу та точкових.

Обмін між районними контролерами здійснюється через двоканальну систему ліній зв'язку. У разі пошкодження автоматично здійснюється перехід на одноканальний варіант. Зв'язок між районними контролерами і центральним постом здійснюється через оптоволоконний кабель, це виключає вплив звичайних для кабельної мережі перешкод.

Як ілюстрацію до наведеного матеріалу розглянемо систему централізації станції Ганновер-Головний, яка була введена в експлуатацію в серпні 1996 р. і є однією з найбільших у Європі. У зону дії розпоряджувального поста МПЦ, крім Ганновера, входять ще чотири суміжних станції, керування якими здійснюється централізовано через АРМи диспетчерів 1-4, п'ятий є резервний, рис. 3.2. Крім диспетчерів у диспетчерській зоні знаходяться робочі місця операторів служби сповіщення і інформаційної системи, координаторів та поїзного диспетчера. Технічні засоби вказаних та інших керівників підключені до локальної мережі диспетчерського залу. На цьому рівні здійснюється формування команд керування, які надходять до комп'ютера централізації, що виконано на триканальній ЕОМ SIMIS. Цей комп'ютер через розпоряджувальні пристрої шини централізації (РПШЦ) зв'язаний з сервером зв'язку на верхньому рівні і районними виконавчими ЕОМ централізації на нижньому рівні. Районні виконавчі ЕОМ виконані на базі дубльованих ЕОМ SIMIS. Вони забезпечують функціонування колійного обладнання через узгоджувальні пристрої, якими є схеми рейкових кіл, точкових датчиків, керування стрілками та світлофорами тощо. Наведена на рис. 3.2 структура досить узагальнена, фактично, крім вказаних, у системі управління функціонують підсистеми індикації номерів поїздів, автоматичного встановлення маршрутів, що повторюються, індикації та керування, проектування і деякі інші. У подальшому планується поетапний розвиток шляхом інтеграції з другими системами, що забезпечують функціонування процесу перевезень.

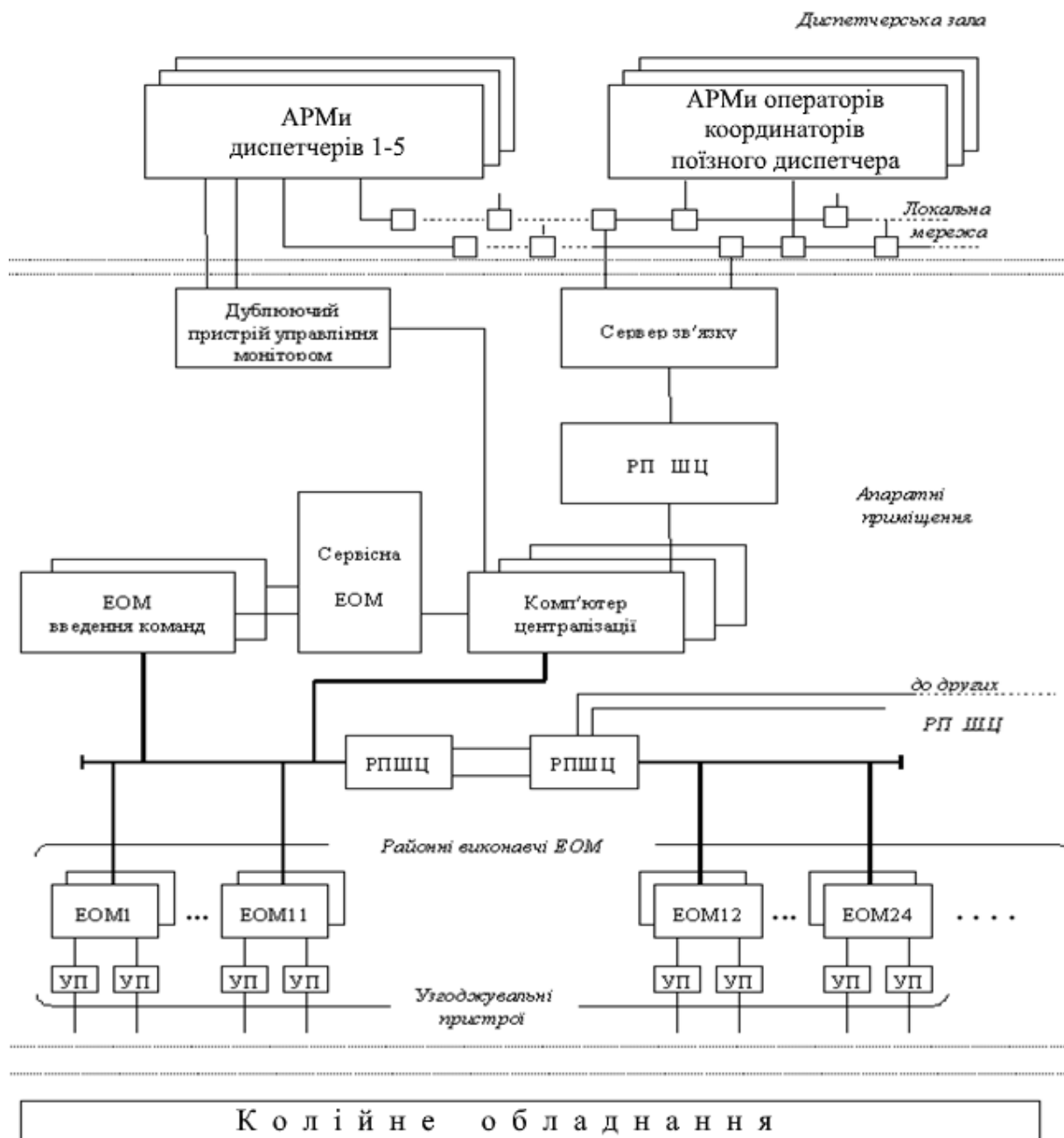


Рис. 3.2. Структурна схема МПЦ станції Ганновер-Головний

Централізації Alcatel SEL і Alcatel Austria. Фірми Alcatel SEL і Alcatel Austria випускають централізації, які відповідають вимогам німецького ринку, однак підходи до їх розробки і технічна реалізація різні. Система EIL Alcatel SEL відрізняється від традиційного підходу використанням стандартних комп'ютерів для перевірки логічних умов безпеки. Сукупність апаратних засобів і спеціального програмного забезпечення до них називається "контуром безпеки". Переваги такого підходу:

- використання програмних продуктів з більш широкими функціональними можливостями;

- підвищення ефективності внаслідок того, що сучасні ЕОМ мають показники, які безперервно поліпшуються щодо ціни і продуктивності;

- система стає більш гнучкою, усувається залежність від апаратних засобів, що застосовуються.

Комплекс пристроїв для забезпечення безпеки, або блок безпеки, називається SELMIS. Безпека забезпечується багаторазовими перевірками логічних умов в паралельно працюючих обчислювальних каналах. Помилки виявляються програмними засобами шляхом порівняння в каналах вхідних, вихідних, проміжних і контрольних даних обробки інформації. Безпека і експлуатаційна готовність забезпечується схемою апаратних засобів «два з трьох».

Система централізації типу ESTW L90. При її розробці використовувалися стандартні компоненти, що дозволило забезпечити високу продуктивність і добрі експлуатаційні показники. Вона містить чотири основних рівні: інтерфейс користувачів, рівень сповіщень і введення інформації, рівень забезпечення безпеки, виконавчий рівень. Інтерфейс користувачів містить оглядові і детальні монітори «Лупа». Для введення використовуються графічні планшети, є діалоговий монітор і робоче місце інженера СЦБ.

Рівень сповіщень і введення інформації. Модуль сповіщень і введення інформації МЕМ перевіряє правильність формування команд ДСП. Він же обробляє вихідні сигнали від модуля забезпечення безпеки SM і передає їх в інтерфейс користувачів. Модуль формування зображення колійного розвитку ВМ забезпечує безпеку за допомогою двох незалежних систем.

Рівень забезпечення безпеки. Кожний модуль SM прив'язаний до певного району станції, він виконує:

- перевірку всієї залежності СЦБ;
- зберігає в пам'яті таблицю маршрутів;
- видає команди на вимкнення колійних пристроїв.

Усі модулі, що забезпечують відповідальні функції, захищені від небезпечних відмов. Вони будуються на блоках SELMIS за триканальною структурою з порівнянням результатів

на програмному рівні і мажоритарним вибором «два з трьох». Порівнюються вхідні, проміжні і вихідні дані. Програми виконані мовою "Паскаль". Обчислювальні канали забезпечуються даними через гальванічні розв'язки. У разі незбігу відбувається відключення каналу, що відмовив, від периферійних пристроїв.

Виконавчий рівень. Модулі управління ЕАМ мають паралельний інтерфейс з об'єктами, забезпечуючи дальність управління до 6,5 км. Пристрої узгодження побудовані за двоканальним принципом з резервуванням і динамічним характером роботи.

Допустимий час усунення несправностей в системі – 12 год, напрацювання на відмову за даними розробників сягає близько ста років.

Програмне забезпечення. Для схем з безпечною відмовою застосоване структурне програмування. Такий підхід дозволяє легко нарощувати систему новими функціями, будь-яка технічна модернізація може бути зроблена без корінної переробки усього програмного забезпечення. Базове програмне забезпечення (ПЗ) не залежить від технічних засобів, що використовуються, і не вимагає враховувати специфіку роботи залізничного транспорту. Для реалізації специфічних вимог, що ставлять до галузі, застосовується спеціалізоване ПЗ, до того ж при вирішенні проблем безпеки використовується структурне програмування. Усе це дозволяє досить швидко і ефективно пристосуватися до різних вимог, обумовлених умовами експлуатації.

Система ELEKTRA Alcatel Austria. Має двоканальну структуру, за допомогою якої забезпечується необхідний рівень надійності і безпеки. Особливістю централізації є розділення функцій в каналах; один з них є логічним, інший призначений для забезпечення безпеки. Таким чином, надмірність, необхідна для забезпечення безпеки, має місце не на апаратному, а на системному рівні. Кожний з каналів має відмінне від іншого програмне забезпечення. Таким чином вдається дещо поліпшити економічні показники. Розділення концепцій безпеки і забезпечення експлуатаційної готовності робить систему більш гнучкою. Надійність досягається резервуванням ЕОМ за принципом VOTRIC (Voting Triple Modular Redundant Computing System).

Система МПЦ типу SSI. Реалізує основні функції централізації стрілок і сигналів. Ці функції, як правило, не

виходять за межі вимог, які можуть бути поставлені у вигляді таблиці залежності. Розширення функцій, пов'язаних із забезпеченням безпеки, наприклад замикання секцій при користуванні запрошувальним сигналом, не передбачається, однак подібні складні завдання не ставляться британськими залізницями. Структура системи централізації будується за географічним принципом, всі основні логічні умови безпеки, введення команд і індикація здійснюються постовим обладнанням, а керування колійним обладнанням здійснюється об'єктними модулями, які встановлені в горловині станції, рис. 3.3. Команди від ДСП на встановлення маршрутів обробляються процесорним модулем централізації пульта управління. Перевірку логічних пристроїв безпеки проводить багатопроцесорний модуль керування або модуль централізації. Діагностичний модуль перевіряє роботу модуля централізації і видає інформацію про його стан технічному персоналу. Зв'язок між постовою апаратурою і пристроями виконавчого рівня проводиться через модулі зв'язку. Внутрішня лінія передачі даних забезпечує інформаційний обмін між каналами центрального поста, а зовнішня зв'язує рівень забезпечення безпеки з виконавчим рівнем.

Безпосереднє формування керуючих сигналів і зв'язок з колійним обладнанням проводиться за допомогою колійних функціональних модулів, які мають вісім безпечних входів і виходів. Існує декілька типів таких модулів: для стрілок, сигналів. Останнім часом розроблені модулі, що забезпечують підключення колійних пристроїв для залізниць різних країн. Колійні модулі не тільки передають керівні накази, але й знімають інформацію, перевіряють вхідні і вихідні кола. Модуль керування світлофором має вісім виходів, до яких підключаються лампи. Лампа червоного вогню, крім того, підключена до додаткового виходу, для ввімкнення червоного вогню при будь-якому пошкодженні. Крім сигналу, модуль керує колійними індукторами АЛС і контролює стан рейкових кіл.

Стрілочний модуль керує двома спареними стрілками з електрогідравлічним приводом. Відповідно до концепції безпеки на ВР, колійний розвиток станції практично не містить поодиноких стрілок, більшість з них спарені. Колійні функціональні модулі розміщуються у шафах в горловині станції.

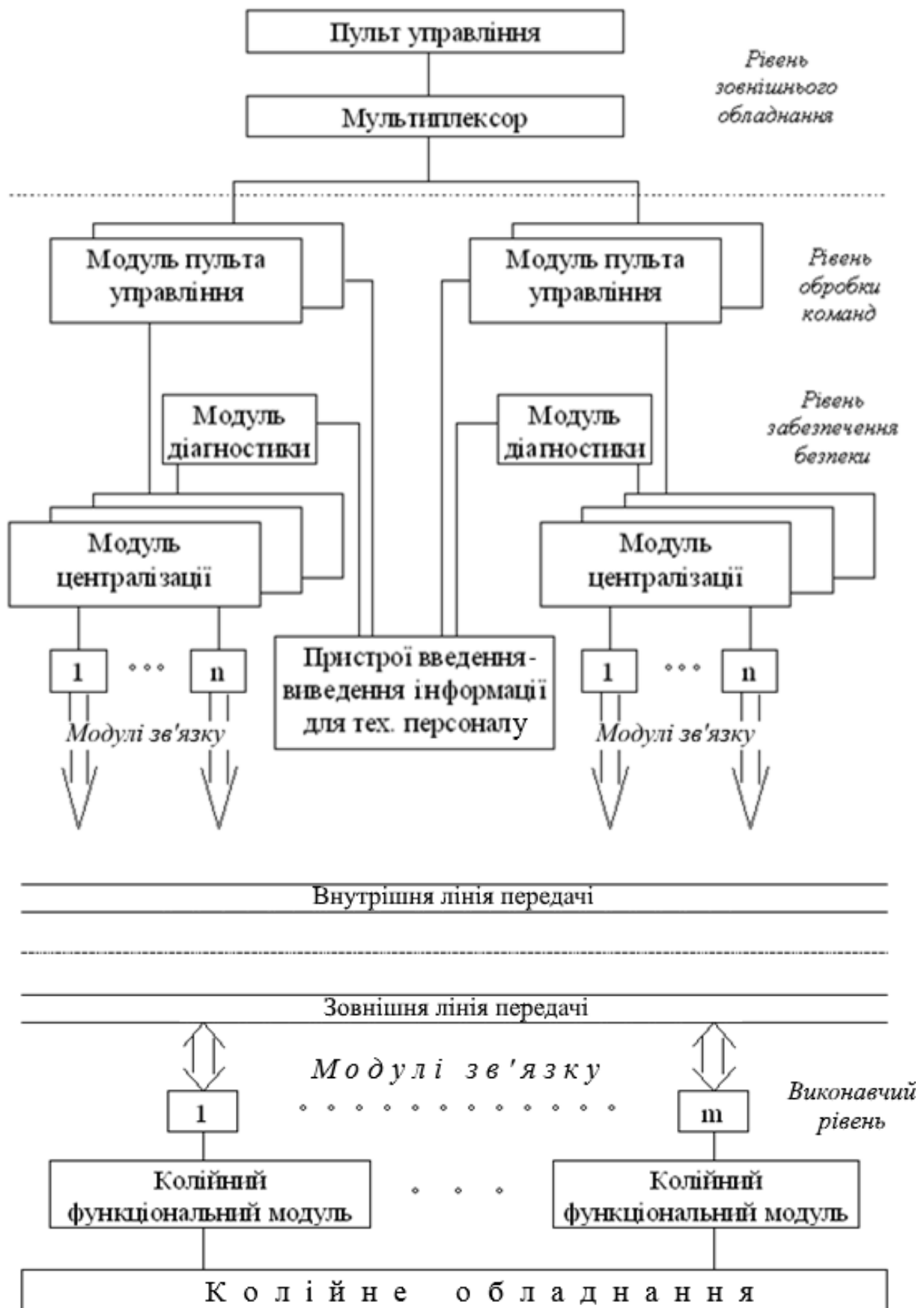


Рис. 3.3. Структурна схема централізації SSI

Система WESTRACE. Мікропроцесорна централізація SSI дуже поширена в усьому світі як система управління великими і середніми станціями. Водночас на малих станціях її впровадження не завжди було економічно виправдане. У зв'язку з цим дочірні фірми промислової групи Hawker-Siddeley, включаючи Westinghouse Brake and Signal (Великобританія), Westinghouse Brake and Signal (Австрія), Safetran (США), Dirmetronic (Іспанія), здійснили проект Westinghouse Train Radio and Advanced Control Equipment (WESTRACE). Концепція технічного забезпечення полягає в такому: навколо центрального модуля конфігуруються функціональні модулі відповідно до завдань, поставлених замовником. Радіус дії компонентів системи найменший з усіх відомих МПЦ, вся логіка управління розподілена. Основна галузь застосування розробленої системи WESTRACE – малі станції, рис. 3.4, випускаються системи цього типу і для великих станцій.

Система має три основних рівні: обробки команд керування, забезпечення безпеки і виконання команд. На рівні обробки команд керування не передбачається захист від небезпечних відмов. Ця функція реалізовується в логічному модулі забезпечення безпеки VLM. Для більш великої станції застосовується посилений модуль VLM з більш потужним процесором. Модуль введення-виведення I/O – це набір спеціалізованих пристроїв, пов'язаних між собою лінією безпечної послідовної передачі даних VSL. З системами верхнього рівня (диспетчерська централізація) МПЦ сполучена лінією послідовної передачі даних, що не впливають на безпеку.

Для контролю стрілок і ділянок колії використовується модуль VRIM, що забезпечує введення даних по дванадцяти безпечних входах. Керування сигнальним реле проводиться безпечним модулем VROM з вісьма виходами. Модуль VLOM може здійснювати безпосереднє ввімкнення ниток ламп світлофорів з контролем їх цілісності в холодному і гарячому режимах. Він забезпечує комутацію кіл постійного струму з будь-яким режимом горіння ламп, безперервним або миготливим. Модуль телеметрії VTC забезпечує передачу інформації, пов'язаної із забезпеченням безпеки між постами централізації. Технічні засоби виконані в одноканальному варіанті, програмне забезпечення – двоканальне.

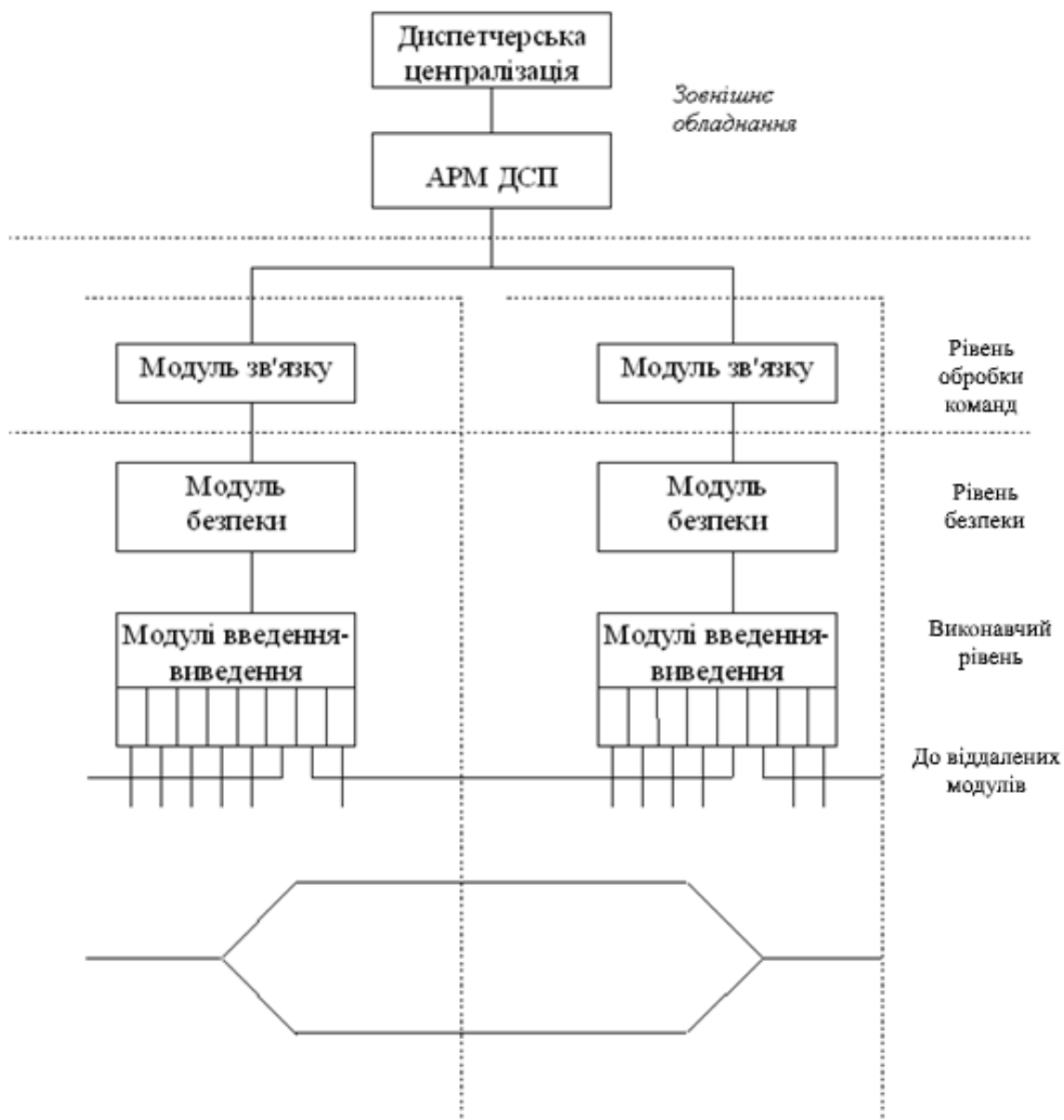


Рис. 3.4. Структурна схема централізації WESTRACE

Модулі, що виконують відповідальні функції, містять окремі процесори для тестування. За кільцевою шиною, що з'єднує модулі між собою, проводиться додаткова перевірка. Результати цих тестових перевірок за шиною даних надходять в центральний модуль. У разі виявлення збою (при негативному результаті тестування) через шину DPNB передається команда на відключення системи. При мінімальній конфігурації системи до кола контролю включаються три модулі I/O. Контроль живлення вихідних кіл (модуль OPCR) виконано на реле, що одержує живлення з двох боків. Коло первинного відключення PN вмикається центральним модулем ZM. Ця команда може

з'явитися при виявленні помилки в самому ZM або в одному з модулів введення-виведення I/O, що буде передано по шині DPNB.

Вторинний канал SN є контрольним, проходячи через всі модулі, він надходить у пристрій контролю живлення вихідних кіл OPCR. Реле залишається в збудженому стані тільки при збігу сигналів PN і SN, що динамічно змінюються. Контакти реле OPCR використовуються в схемі ввімкнення ламп світлофора. Слід відзначити, що відключається тільки той блок, який відмовив, а якщо це не вдається - відключається вся система керування, рис. 3.5.

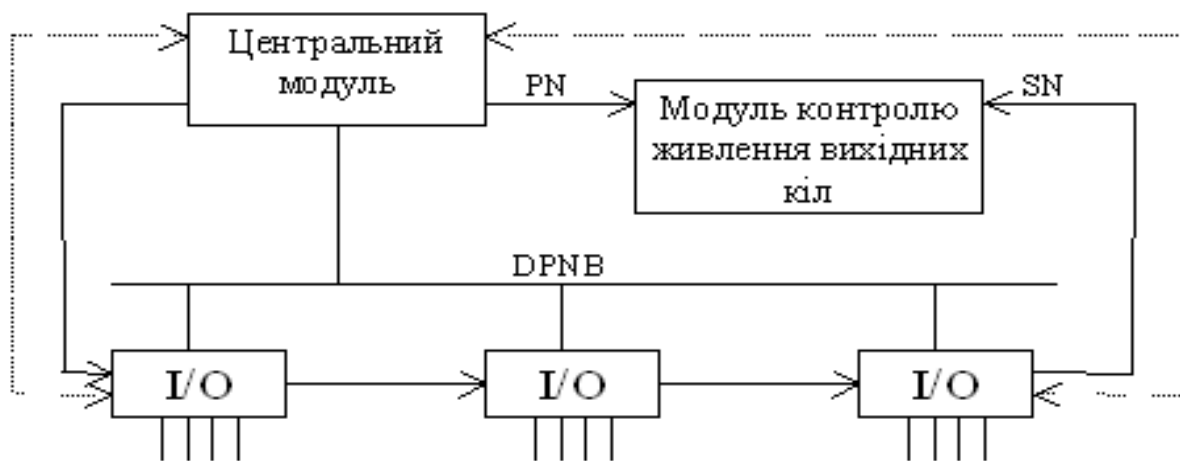


Рис. 3.5. Блок-схема керування модулем контролю живлення вихідних кіл

Двоканальність програмного забезпечення досягається компіляцією одноканального варіанта двома різними методами генерування двоканального програмного коду. І в цьому випадку ПО володіє диверситетом, який обмежується тільки способом зберігання коду в пам'яті, що перепрограмується. Обробка даних або операції введення-виведення можливі тільки при збігу результатів роботи обох програм.

Звичайно система працює без резерву, однак на вимогу може бути використана структура з гарячим резервуванням.

Система централізації VPI. Виробляється американською фірмою General Railway Signal (GRS), яка спеціалізується на системах з одноканальним технічним забезпеченням. Маючи

багато спільного в принципах побудови з WESTRACE, вона поширена не тільки в США, але і країнах західної Європи і Азії. Система VPI має три основних рівні: обробки команд, забезпечення безпеки і ввімкнення виконавчих пристроїв, рис. 3.6. Центральний процесор є основою системи, інші процесори виконують допоміжні функції. Для дільничних станцій зі значною кількістю об'єктів управління та контролю системи централізації обмінюються інформацією по лінії послідовної передачі даних. Виконання завдань, не пов'язаних із забезпеченням безпеки, покладається на емулятор кодів, який забезпечує зв'язок з пультом керування ДСП або системою диспетчерської централізації. У централізації VPI індикація на табло не відноситься до відповідальних функцій. Передбачений також обмін інформацією між поїздом і постовим обладнанням централізації. Для цього встановлюються спеціальні модулі, які не мають захисту від небезпечних відмов. З їх допомогою машиніст здійснює встановлення маршруту проходження поїзда. Виведення команд керування та зчитування інформації про стан об'єктів відбувається за допомогою модулів безпечного введення-виведення:

- модуль зчитування сповіщень,
- модуль управління світлофорними лампами,
- модуль керування реле СЦБ (з одно - або двополюсним відключенням).

Забезпечення безпеки та експлуатаційної готовності. Технічні засоби одноканальні, програмне забезпечення має первинну і вторинну логіку, рис. 3.7.

Первинна, або прикладна логіка PL, забезпечує реалізацію основних функцій СЦБ. Логіка забезпечення безпеки SAL являє контрольну програму. Вона перевіряє коректність виконання програм і стан модулів введення-виведення. Контрольні слова, циркулюючи в системі, періодично перевіряються. Команда на ввімкнення реле СЦБ видається тільки при збігу результатів тестування обох комплектів даних, розміщених в пам'яті диверситетним шляхом. Обробка програм, що реалізують логіку МПЦ, проводиться циклічно з періодом 1с. За цей час всі ввімкнені безпечні виходи перевіряються через кожні 50 мс, тобто 20 разів у циклі виконання основної програми уривається,

перевіряється відповідність стану виходу і даних в пам'яті. Внаслідок такої перевірки встановлюється, чи допустима у даний момент часу видача конкретного керуючого сигналу. Вимкнені входи не перевіряються ні в нормальному режимі, ні у випадку їх відключення при виявленні помилки.

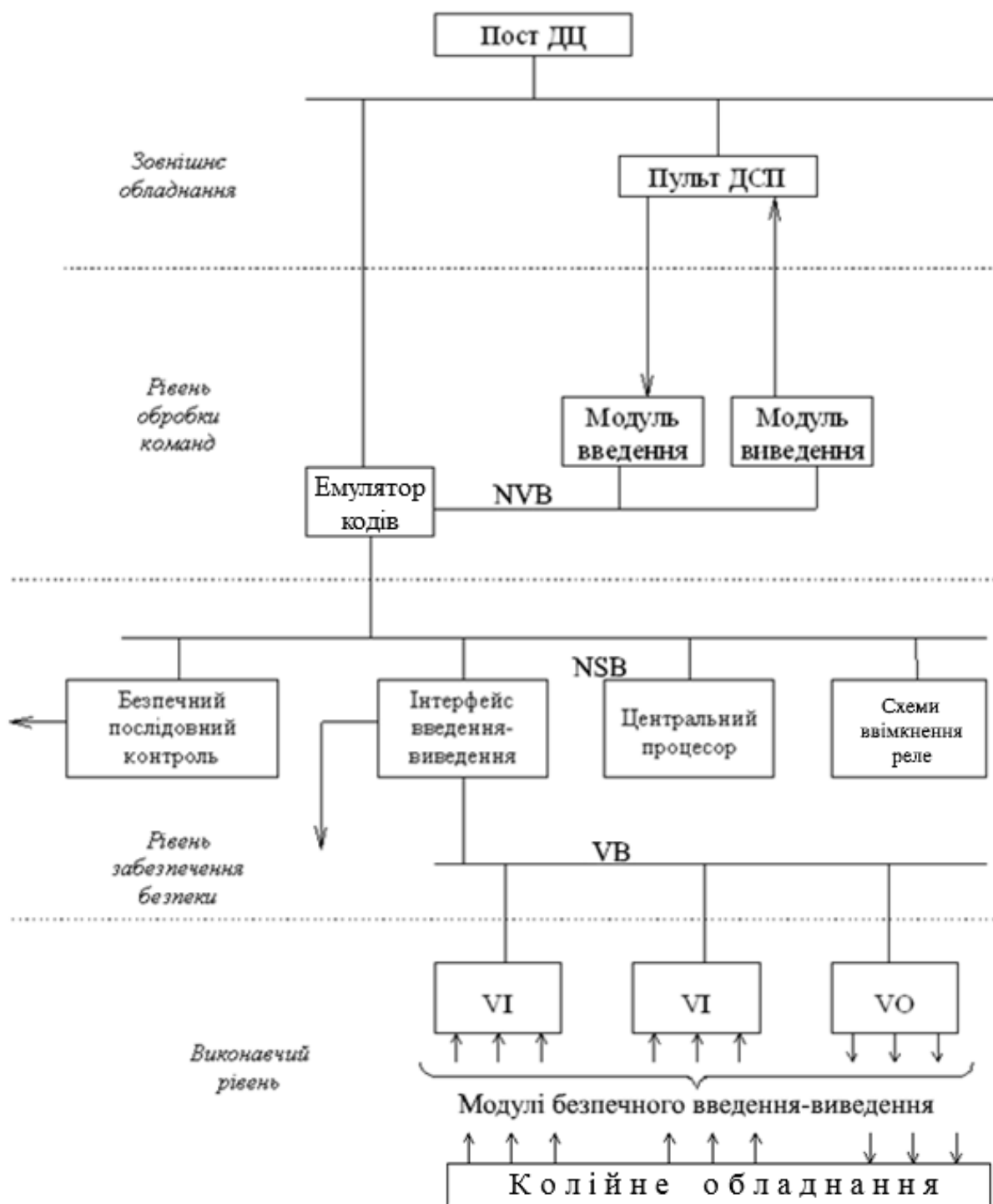


Рис. 3.6. Структурна схема централізації VPI

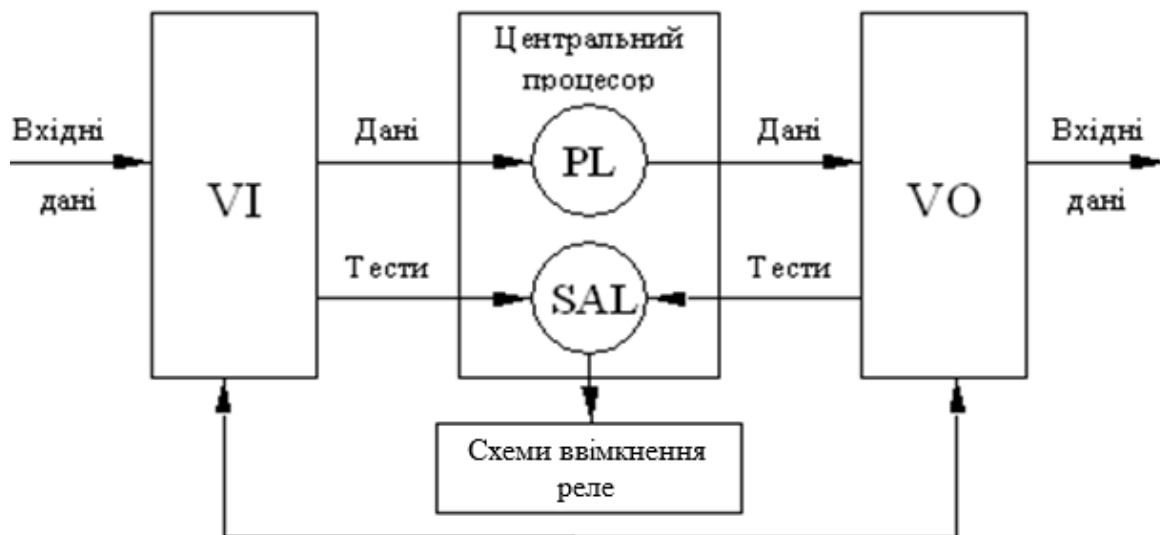


Рис. 3.7. Забезпечення безпеки в системі VPI

При всіх порушеннях нормального функціонування логіки системи, не пізніше ніж через 150 мс, реле розмикає коло живлення у модулях введення-виведення. Сигнали керування реле оновлюються кожні 50 мс. На вимогу замовника система може резервуватися з повним дублюванням всіх функцій. Для перемикання на резервний комплект використовується послідовна лінія передачі даних.

Параметри продуктивності. Кількість входів і виходів – 320. Входи і виходи можуть використовуватися продуктивно. За показниками продуктивності система VPI займає проміжне положення між системами WESTRACE для малої і великої станції.

Система EBILOCK. Ця система дуже поширена у європейських країнах завдяки функціональності та гнучкості конструкцій. Система централізації EBILOCK розроблена фахівцями шведської фірми ABB Даймлер-Бенц Транспортейшн (ADtranz). На вимогу замовника постачається будь-який з трьох варіантів централізації EBILOCK 750, 850 або 950. Варіант 750 – передбачає використання релейних схем для керування колійним обладнанням, модифікація 850 – має повністю безконтактну техніку, а 950 – адаптована до різних схем управління колійним обладнанням релейно-контактним і безконтактним. Централізація охоплює три рівні керування: перший рівень включає робочі місця чергового по станції і технічного персоналу, другий рівень забезпечує перевірку логічних умов безпеки, а третій – підключення датчиків і виконавчих пристроїв, рис. 3.8.

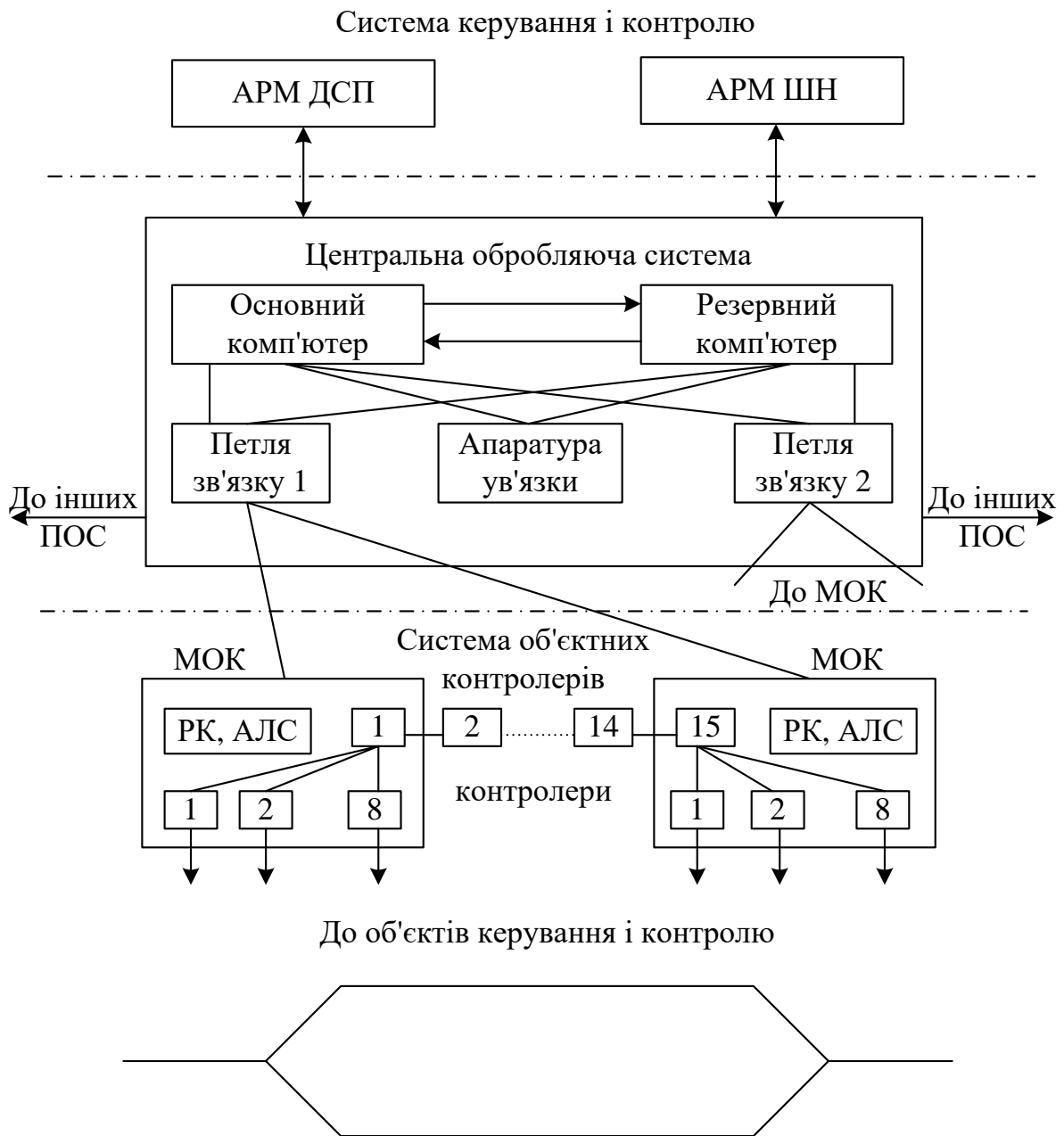


Рис. 3.8. Структурна схема МПЦ ЕВІЛОСК-950

Встановлення маршрутів відбувається за допомогою клавіатури АРМ ДСП і контролюється на дисплеї. Ці команди обробляються в комп'ютері залежностей центральної обробляючої системи (ЦОС). Основний комп'ютер приймає, обробляє інформацію і видає команди для керування об'єктами. Резервний комп'ютер працює в гарячому резерві: він приймає і обробляє інформацію, але не формує команд. Обидва комп'ютери безперервно обмінюються інформацією, а при виході з ладу основного перемикавання на резервний відбувається без затримки.

Комп'ютери через шлейф зв'язку підключені до об'єктних контролерів, які розташовуються в модулях об'єктних контролерів (МОК). МОК встановлюються в горловині станції і через контролери підтримують інформаційний обмін з обома комп'ютерами та між собою. Кожна петля зв'язку об'єднує до 15 комп'ютерів. Обрив кабелю в одному місці не приводить до порушення зв'язку: кожний концентратор має по два напрями, а вихід з ладу одного не приводить до втрати працездатності системи.

У модулях об'єктних контролерів встановлюються концентратори, контролери, апаратура рейкових кіл, кодування, енергопостачання тощо. Один концентратор дозволяє підключити до восьми об'єктних контролерів. Об'єктні контролери можуть бути повністю безконтактними або комбінуватися з релейною апаратурою. Ядром системи є комп'ютер централізації, який здійснює перевірку логічних умов безпеки і видає команди на встановлення маршрутів, рис. 3.9.

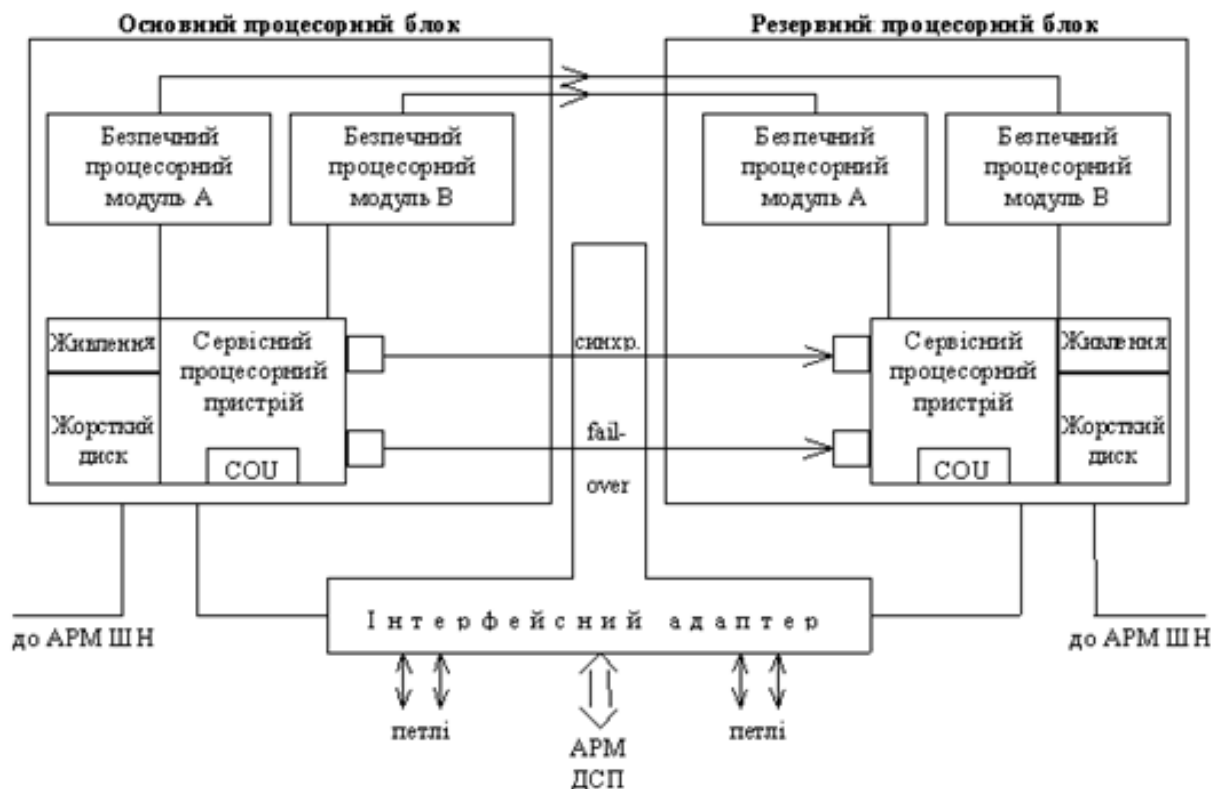


Рис. 3.9. Центральний процесорний блок системи EBILOCK

Процесорний блок – Interlocking Processing Unit (IPU) включає два синхронних процесори: один функціонує в робочому режимі (on-line), інший – в резервному (stand by). Резервний комплект безперервно контролює стан робітника, не впливаючи на його роботу, а при його пошкодженні бере на себе керування. Сервісний процесорний пристрій (SPU) виконує всі асинхронні функції (операції введення-виведення тощо). Робота SPU здійснюється під управлінням операційної системи UNIX. Комп'ютерна підсистема Communication Unit (COU) здійснює з'єднання процесорного блоку з АРМом ДСП і концентраторними петлями. Блок працює з комунікаційним протоколом HDLC, а на фізичному рівні використовується протокол V.24. Всередині кожного IPU є два незалежних безпечних процесорних модулі А і В – Fail-Safe Processing Unit (FSPA, FSPB). Вони працюють відповідно до програм А і В, забезпечуючи безпеку МПЦ. При виявленні помилки по високошвидкісному каналу Fail-over відбувається перемикання на резервний модуль. Комунікаційні підсистеми COU основного і резервного каналів приєднані до спільного інтерфейсного адаптера СІА, який підтримує інформаційний обмін з петлями зв'язку та АРМом ДСП. АРМ електромеханіка стикується з комп'ютером за протоколом Ethernet. Центральна обробляюча система функціонує циклічно з періодом 0,3 с. За цей час збирається інформація про стан об'єктів керування, обробляються накази від об'єктних контролерів, передається інформація на АРМи. Видача наказів відбувається після порівняння результатів роботи комп'ютерів А і В. Цей процес організований таким чином, що блоки А і В прочитують результати обробки програм один у одного: FSPA прочитує з FSPB і навпаки. Якщо внаслідок порівняння в одному з блоків виявляється невідповідність результатів обох програм, то дія системи припиняється до усунення пошкодження.

Модулі об'єктних контролерів (МОК) забезпечують керування і контроль стану колійного обладнання. Кожний контейнер з МОК з'єднаний петлею зв'язку з центральним блоком. Петля зв'язку і системні зв'язки є тільки середовищем передачі даних і не забезпечують їх безпеку. Петля зв'язку з концентраторами здійснює обмін даними між модулями введення-виведення і концентраторами. У разі пошкодження

кабелю концентратор ЦОС ізолює пошкоджену ділянку. Прийняті від центрального концентратора команди об'єктний контролер перетворює у електричні сигнали для переведення стрілок. Аналогічно електричні сигнали від колійних датчиків перетворюються і передаються до ЦОС. Той контролер, що відмовив, відключається із забезпеченням всіх умов безпеки.

Модуль керування сигналами забезпечує виконання нижчезказаних функцій:

- керування сигнальними показниками, тобто ввімкнення ламп світлофора;
- автоматичне ввімкнення більш заборонного показання при пошкодженнях, що не впливають на безпеку;
- регулювання яскравості свічення ламп;
- увімкнення двониткових ламп;
- миготливий сигнальний показник;
- виявлення заземлених жил в кабелі між МОК і сигнальною лампою.

Модуль керування стрілками виконує такі основні функції:

- переведення стрілки (ввімкнення електродвигуна);
- контроль положення гостряків;
- контроль розрізу, втрата контролю;
- контроль часу переведення стрілки;
- захист вихідного кола від перевантажень;
- контроль заземлення жил кабелю від МОК до стрілки.

Як і в релейних ЕЦ, стрілки можуть керуватися з поста і включатися до місцевого керування. У цьому режимі формування команд здійснюється об'єктним контролером, а робота центрального процесора по керуванню стрілкою тимчасово блокується. Крім світлофорів і стрілок, об'єктні контролери можуть управляти роботою реле I класу, забезпечуючи їх безпечне ввімкнення не тільки в системах централізації, але і в пристроях лічби осей, автоблокування, переїзної сигналізації. Випускаються також об'єктні контролери для ввімкнення невідповідальних кіл, тобто кіл, безпосередньо не пов'язаних із забезпеченням безпеки.

Забезпечення безпеки. Забезпечення вимог fail-safe в МПЦ ЕВІЛОСК полягає в обробці даних і реалізації залежності двома незалежними програмами в одному комп'ютері. Умовою

правильної роботи є отримання однакового результату. Обробка всіх результатів проводиться диверситетними програмами А і В, рис. 3.10. Кожна з програм створювалася окремо, ізольованою від іншої, групою розробників. Процесор об'єктного контролера порівнює результати обробки програм А і В, у випадку їх збігу формує управляючу команду для об'єкта. Для розробки програми логіки, її введення використовується мова STERNOL, спеціально розроблена фірмою. Вона максимально адаптована під стандартну логіку схем СЦБ. Після введення і налагодження програма цією мовою компілюється і на виході утворюється два файли стандартною мовою програмування (програми А і В). Всі отримані файли обробляються програмою PSI-950, яка формує машинно-залежні коди для МПЦ.

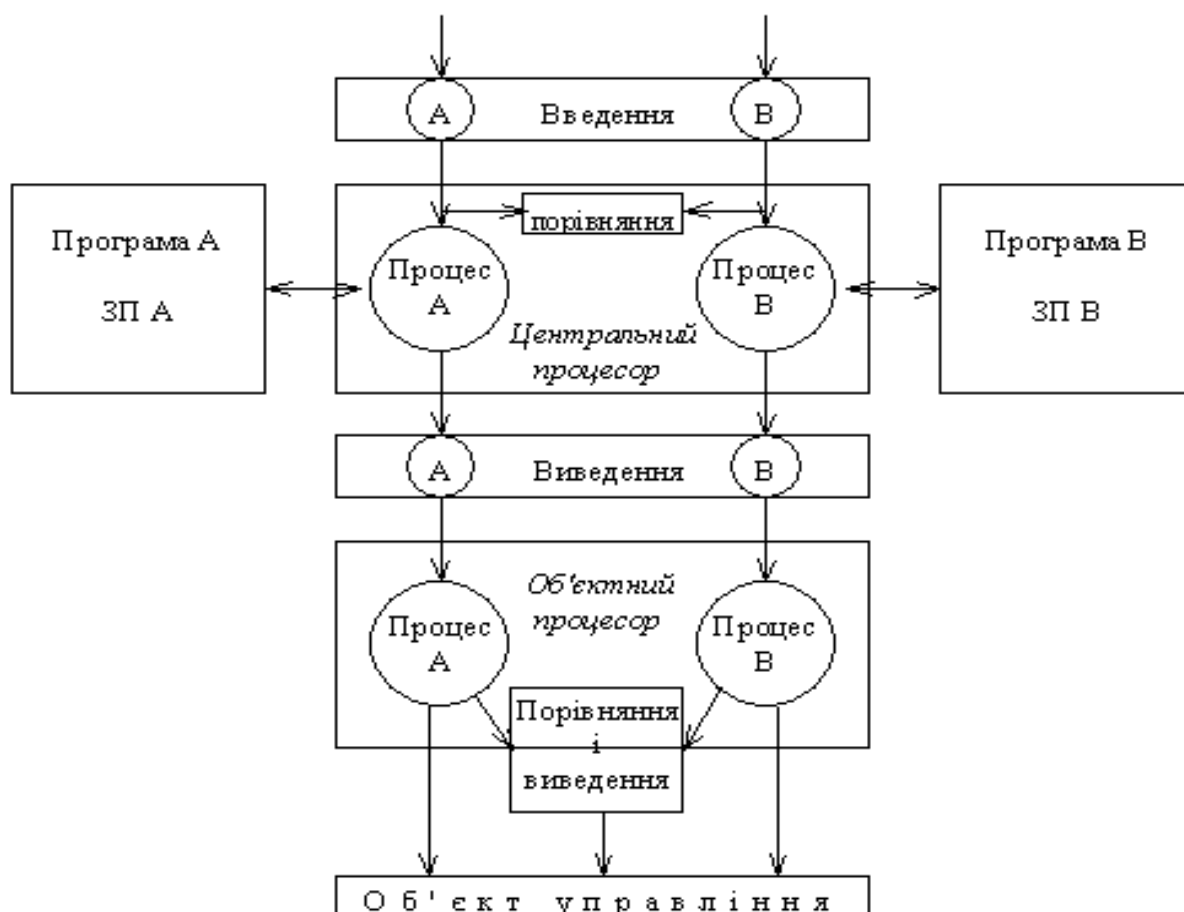


Рис. 3.10. Забезпечення безпеки в МПЦ EBILOCK

Система EBILOCK 950 може контролювати до 100 логічних і 1000 об'єктів IPU. Час формування керуючої команди з моменту спрацьовування датчика і до видачі наказу об'єктному

контролеру не перевищує 1 с. Цикл обробки даних в програмах А і В – 0,6 с. Комп'ютер централізації включає три процесори Motorola MC68030 з тактовою частотою 32 МГц, FSPA і FSPB займають 4 Мбайт пам'яті, а SPU – 8 Мбайт. У одному шлейфі зв'язку може бути до 15 контролерів з МОК, в кожному з яких знаходиться вісім об'єктних контролерів. Кожний об'єктний контролер управляє одним об'єктом (стрілка, світлофор).

Релейно-процесорна система централізації ЕЦ-МПК. Система розроблена Центром комп'ютерних технологій Петербурзького державного університету шляхів сполучення. Наряду з системою EBILOCK вона є однією з найбільш поширених у застосуванні на залізницях Російської Федерації. Структура ЕЦ-МПК має три рівні, що забезпечують формування команд керування й забезпечення їх безпечного виконання, рис. 3.11.

Верхній рівень системи представлений автоматизованими робочими місцями чергового по станції та електромеханіка СЦБ. Вони виконані на базі резервованих промислових ПЕОМ, що поєднані в локальну мережу, до якої за необхідності можуть бути підключені інші користувачі. Формування команд керування здійснюється за допомогою клавіатури й миші. Активним може бути тільки один комплект АРМу, з якого й відбувається керування. Резервний комплект забезпечує тільки відображення відеограми станції, поточної інформації довідкового характеру. Є можливість встановлення пульта аварійного керування з кнопками допоміжних режимів і спрощеною індикацією. До складу другого рівня входять: програмовані логічні контролери, периферійні пристрої узгодження з електричними схемами електричної централізації та пристрої електроживлення.

Все обладнання комплексу має повний резерв і складається з двох РС на промислових контролерах і периферійних плат узгодження. Комплекс забезпечує знімання, оброблення та зберігання інформації про стан пристроїв СЦБ, передавання цієї інформації до АРМів персоналу формування команд керування, що надходять від робочого місця ДСП. До третього рівня відносяться релейні схеми електричної централізації, зокрема схеми виконавчої групи та пристрої колійного обладнання (рейкові кола, стрілки, сигнали). Фактично це схеми виконавчої групи, які забезпечують перевірку логічних умов безпеки при встановленні, замиканні та розмиканні маршрутів.

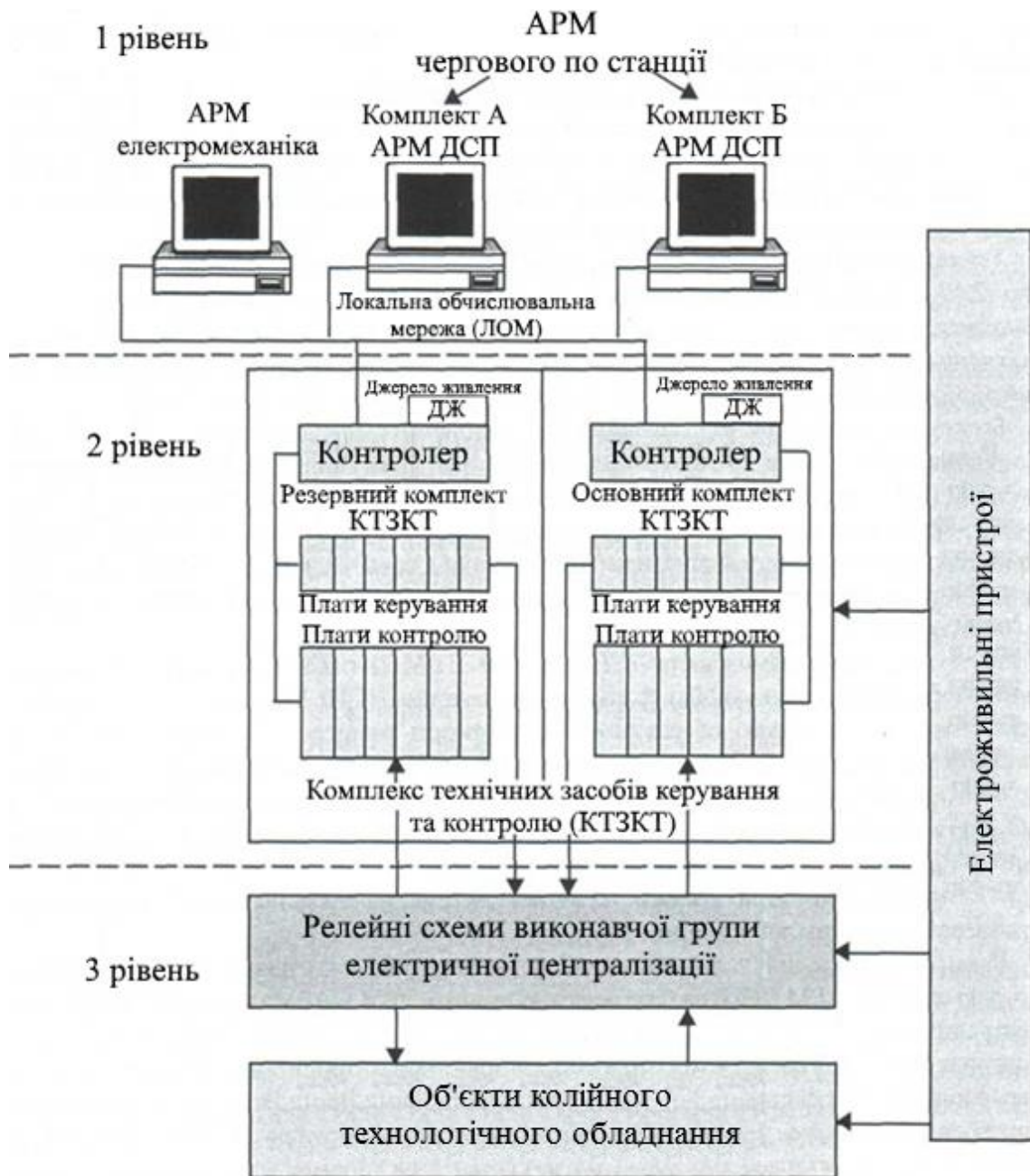


Рис. 3.11. Структурна схема технічних засобів ЕЦ-МПК

Для контрольної інформації застосовуються пристрої матричного введення з оптоелектронною розв'язкою, що забезпечує ефективний захист від зовнішніх електромагнітних завад. Пристрої виведення мають у своєму складі електронний ключ, або твердотільне реле. Перед реалізацією команди перевіряється правильність приймання, а після виконання формується сигнал квітування, який підтверджує її виконання. Безпечна поведінка системи при пошкодженнях гарантується

аварійним реле першого класу. Воно може знаходитися під струмом тільки при наявності імпульсних послідовностей від двох пристроїв узгодження (плати UDO-48R). При появі пошкодження або збоїв у роботі комплексу імпульсні сигнали зникають, що приводить до знеструмлення аварійного реле. Своїми фронтними контактами аварійне реле вимикає живлення зовнішніх кіл модулів контролера. Так забезпечується захист системи при пошкодженнях.

3.2. Вітчизняні системи мікропроцесорної централізації

В Україні впровадження мікропроцесорної техніки почалося з встановленням релейно-процесорної системи централізації на станції «Технічна» ранжирного парку Київ-Пасажирський. Наступним кроком було обладнання станції Нова Баварія Південної залізниці мікропроцесорним комплексом керування. Серед розробників вітчизняних систем найбільш відомими є: НВП «САТЕП», НВП «Залізничавтоматика», НВП «Іпра-Софт», НВП «Стальенерго», НПП КС МИСАТ м. Харків та ТОВ «Антра» м. Дніпропетровськ.

У 2010 р. зусиллями фахівців Словенії та вітчизняних спеціалістів була введена в експлуатацію система ESB-1 на станції Доманинці Львівської залізниці. Електронний центральний пост ESB-1 розроблений словацькою компанією Betamont та адаптований для використання на мережі української залізниці. ESB-1 – це стаціонарний пристрій СЦБ третьої категорії, призначений для забезпечення руху поїздів на залізничних станціях та під'їзних коліях.

У базовому комплекті за допомогою двох технологічних комп'ютерів, які є складовою частиною модуля CPU, рис. 3.12, безперервно спостерігається стан зовнішніх пристроїв і підтримується зв'язок з комп'ютером керування ОПІ. Стан пристроїв колійного обладнання відображається на екрані кольорового монітора згідно з інструкціями JOP. Технологічні комп'ютери контролюють хід встановлення поїзного маршруту, відкриття дозвільного сигналу, проходження поїзда до кінця маршруту, виявлення перешкод на шляху його прямування.

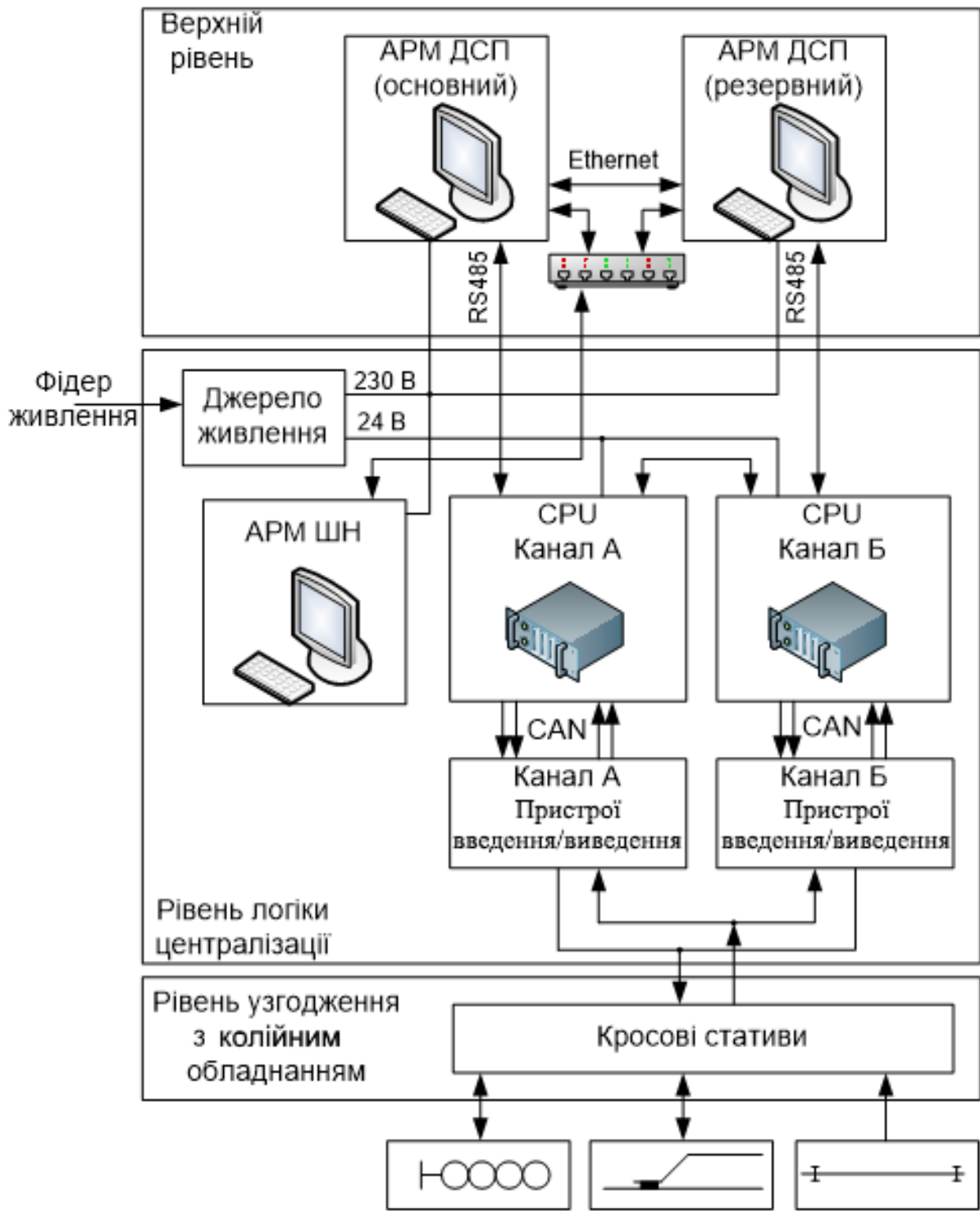


Рис. 3.12. Структурна схема МПЦ ESB-1

Програмне забезпечення комп'ютера керування розроблено за стандартами IOP. Програмне забезпечення для зв'язку «обслуговуючий персонал – комп'ютер» написано за допомогою дослідів системи «DELPHI» з використанням операційної системи «Windows XP». Програми керування для другого рівня

системи розроблено за допомогою мови програмування «ASSEMBLER». Для забезпечення безпеки було розроблено два різних алгоритми для програм у окремих каналах.

Прилади взаємодії із зовнішніми пристроями уніфіковані, внаслідок цього з'явилася можливість використовувати зовнішні пристрої інших виробників. Живлення системи здійснюється зі станційних пристроїв електроживлення або від стаціонарної батареї, розрахованої на п'ять годин. При роботі станції від батареї живляться тільки пристрої захисту. Захист від перенапруги комп'ютерної частини забезпечується на декількох рівнях. У контурах живлення використовуються громовідводи і варистори. Введення та виведення в комп'ютерну частину здійснюється через гальванічну розв'язку.

Перший рівень зв'язку – зв'язок між комп'ютерами керування і технологічними комп'ютерами здійснюється в модулі CPU й відбувається за допомогою мережі з інтерфейсом RS485. Другий рівень зв'язку між CPU і модулями CANi30 та CANo24 здійснюється за допомогою ущільненої лінії CAN.

Система мікропроцесорної централізації стрілок і сигналів НПП «САТЕП» з централізованим розміщенням обладнання. Система МПЦ з централізованим розміщенням апаратури має три рівні. Верхній рівень складається з резервованого АРМ ДСП, який забезпечує: введення керуючих команд, виведення інформації для ДСП про стан об'єктів, виведення попереджувальних повідомлень для ДСП у разі порушення умов безпеки при функціонуванні системи. АРМ електромеханіка забезпечує розширену діагностику станів об'єктів та елементів системи, як в реальному масштабі часу, так і в режимі перегляду архіву подій. Середній рівень складається з трьох ЕОМ промислового виконання (ЕОМ залежностей 1-го, 2-го і 3-го каналів резервування) з програмним забезпеченням, що розробляється за диверситетним принципом (ПЗ у каналах резервування написано різними групами розробників). Використання трьох ЕОМ залежностей забезпечує принцип мажоритарності «два з трьох», що необхідно для досягнення нормативних показників безпеки та відмовостійкості. ЕОМ залежностей виконують такі завдання: забезпечують всі логічні залежності електричної централізації; виконують перевірку

необхідних умов функціональної безпеки системи; обробку інформації, що надходить від апаратури верхнього і нижнього рівнів; формують видачу керуючих сигналів на елементи системи; забезпечують контроль поточного стану всіх пристроїв МПЦ; формують архів стану всіх пристроїв системи і дій оператора у вигляді «чорної скрині»; надають діагностичну інформацію; контролюють працездатність об'єктних контролерів; виконують аналіз коректності запитів від оператора.

Нижній рівень складається з об'єктних контролерів керування стрілками, світлофорами та електромагнітними реле, системи контролю колійних ділянок (СКПУ), до складу яких входять мікропроцесорні контролери з двоканальною структурою «два з двох», виконавчі колійні пристрої (стрілочні електроприводи, сигнальні трансформатори, електромагнітні реле, рейкові датчики).

Програмне забезпечення ЕОМ залежностей і АРМів розроблено в операційному середовищі реального часу QNX Neutrino. Ядро ОСРВ QNX Neutrino сертифіковано Міжнародною Електротехнічною Комісією (International Electrotechnical Commission (IEC)) на відповідність стандарту 61508 згідно із ступенем інтеграції з безпеки Safety Integrity Level 3 (SIL3). ОС QNX застосовується в державних оборонних відомствах США і Росії, в системах управління ядерних реакторів, медичному обладнанні, автомобілебудуванні, машинобудуванні, у металургійній промисловості і інших галузях, де основне значення приділяється безпеці та надійності.

Децентралізована система мікропроцесорної централізації з точковими датчиками. Розроблена і введена в експлуатацію на промисловому транспорті України мікропроцесорна система електричної централізації (МПЦ-Д), в якій застосовані пристрої контролю колійних ділянок на базі лічильників осей рухомого складу.

На посту ЕЦ розташовуються: в релейному приміщенні – АРМ електромеханіка, шафа з трьома ЕОМ залежностей, шафа мікропроцесорних контролерів зв'язку з об'єктами (один на кожні 50 стрілок) і шафа електроживлення. Усі шафи виконані за єдиною технологією, з захистом від пилу та вологи, з можливістю візуального огляду розміщеної в них мікропроцесорної апаратури

та індикації за допомогою прозорих дверей. В приміщенні чергового по станції встановлено АРМ ДСП, що включає два комп'ютери управління з відображенням інформації на TFT-моніторах.

Обсяг кабельно-провідникової продукції та будівельно-монтажних робіт зменшено за рахунок використання променевої структури інформаційних і живильних магістралей для об'єктів управління та контролю: стрілочних двигунів змінного струму; рейкових датчиків; світлофорів поїзних, маневрових і переїзних, а також інших виконавчих пристроїв. Особливо це важливо для станцій зі складними категоріями ґрунтів або де прокладення кабелю в траншеях взагалі неможливе.

Функціональні можливості системи. Засобами мікропроцесорної техніки забезпечена реалізація всіх функціональних завдань СЦБ, необхідних для безпечного керування технологічним процесом на станції, у т.ч. встановлення, розмикання і скасування маршрутів, підтримка дозвільних показань світлофорів з перевіркою всіх умов безпеки, оброблення кутових заїздів при маневрових пересуваннях, подання повідомлення на переїзди, індивідуальне переведення і автоматичне повернення гостряків стрілок, штучне розмикання секцій, встановлення й зняття макетів стрілок та ізольованих ділянок. Система має велику кількість додаткових функцій і можливостей, ряд вбудованих підсистем, які переважно функціонують окремо.

Крім стандартних, базових функцій МПЦ забезпечує:

- рахунок осей рухомого складу у певних точках і контроль заповнення колійних ділянок;
- контроль тривалості переведення стрілок і автоматичне відключення двигунів стрілок при перевищенні максимального часу переведення;
- плавне ввімкнення і вимкнення стрілочних і переїзних електродвигунів, ламп світлофорів та інших пристроїв за допомогою прогамованих режимів керування зі зниженням пускових струмів і перенапруг при комутації;
- неможливість вибору та встановлення маршрутів, які є ворожими встановленим;
- запити на підтвердження оператором дій у допоміжному режимі;

- виведення повідомлень діагностики;
- ведення архіву, у тому числі в режимі кінофільму, з переглядом динаміки зміни поїзного стану і роботи пристроїв залізничної автоматики, дій чергового по станції (оператора);
- можливість задання оператором команд за допомогою миші з використанням розвиненої системи меню, що спускається;
- формування спеціальних оптичних і звукових сигналів для привертання уваги оператора;
- обмеження доступу до керування в штатному і позаштатному режимі без введення спеціальних паролів;
- можливість відключення стрілок, світлофорів та ізольованих секцій від керування;
- сполучення та обмін даними з системами такого ж або верхнього рівня, наприклад, з системою диспетчерського контролю, диспетчерською централізацією, системами стеження за номерами поїздів, інформаційними пасажирськими системами оповіщення працюючих на коліях;
- розвинену діагностику працездатності пристроїв МПЦ;
- можливість керування стрілками, сигналами та переїздами з суміжних станцій, а також з локальних центрів управління;
- огороження рухомого складу.

За завданням замовника система може бути спроектована у централізованому або децентралізованому варіантах.

При необхідності система комплектується додатковими пристроями:

- контролю вільності прилеглих перегонів методом рахунку осей рухомого складу;
- автоматичного коректування часу подачі сигналу для закриття переїзду в залежності від швидкості поїзда, що наближається до переїзду, яка визначається за допомогою спеціальних датчиків;
- архівування телефонних і радіопереговорів (з ефіру);
- передачі інформації по радіоканалу між суміжними станціями або на центральний пост диспетчерського керування рухом поїздів;
- автоматичного оповіщення ремонтних бригад про наближення поїздів;
- автоматичного оповіщення пасажирів про прибуття поїздів;

- контролю зайнятості та заповнення колійних ділянок на базі генераторів і приймачів інфрачервоного випромінювання.

Структурна схема системи з точковими колійними датчиками складається з п'яти основних частин, рис. 3.13: автоматизованого робочого місця чергового по станції (АРМ ДСП), ЕОМ залежностей, колійних об'єктних мікропроцесорних контролерів стрілок, рейкових датчиків, інших виконавчих пристроїв; автоматизованого робочого місця електромеханіка (АРМ ШН) та апаратури електроживлення.

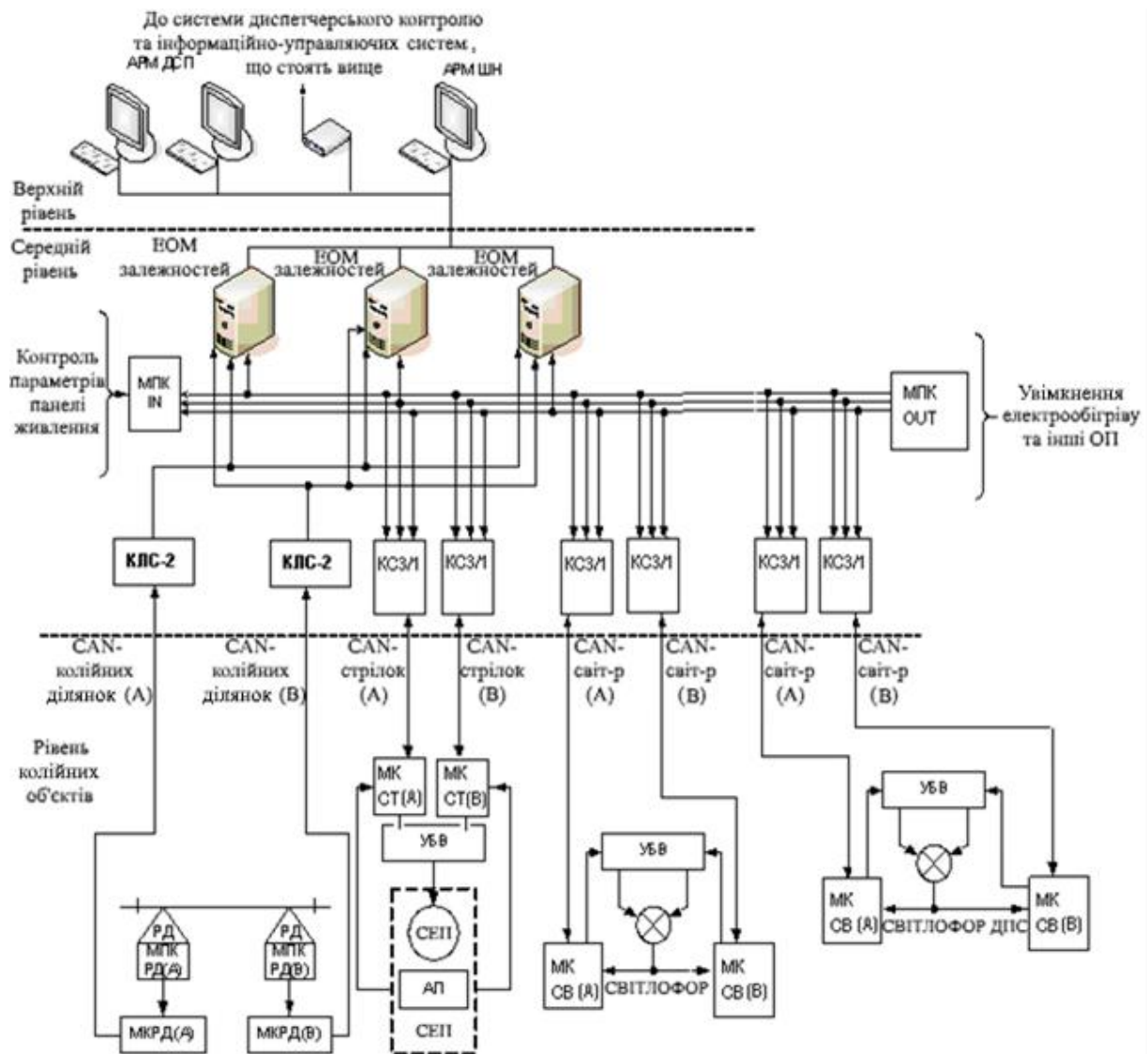


Рис. 3.13. Структура мікропроцесорної централізації з точковими колійними датчиками

Автоматизоване робоче місце чергового по станції (АРМ ДСП) складається з двох керуючих ЕОМ, включених для керування в штатному режимі – за варіантом навантаженого резервування «АБО»; а для виконання відповідальних команд у позаштатному режимі – за варіантом «І» з використанням спеціальної процедури паролів і доступу до виконання відповідальних команд. Керування здійснюється тільки за допомогою миші, а відображення інформації – тільки на моніторах TFT з можливістю подання різної додаткової інформації, з використанням спливаючих вікон, наприклад, що пояснюють помилки ДСП, причини неможливості приготування маршруту або виникнення відмов системи. ЕОМ залежностей є основними програмно-апаратними модулями системи МПЦ-Д і паралельно виконують у трьох незалежних каналах резервування, обробку інформації, перевірку необхідних логічних залежностей та умов забезпечення безпеки руху поїздів. Вони включені за варіантом мажоритарного навантаженого резервування «два з трьох» з періодичним контролем стану елементів, їх своєчасним відновленням. Це дозволяє виконувати всі необхідні функції при відмовах і збоях будь-якого з каналів резервування, що істотно підвищує відмовостійкість і функціональну безпеку системи. Для мінімізації помилок і виключення можливих небезпечних наслідків програмне забезпечення розробляється незалежними групами програмістів.

Об'єктні мікропроцесорні контролери включені за схемою двоканального навантаженого резервування з безпечним вирішальним елементом «І». Така структура забезпечує відсутність небезпечної відмови при будь-яких пошкодженнях або збоях контролерів. Мікропроцесорні контролери стрілок і світлофорів дозволяють безпосередньо керувати стрілочними двигунами, однитковими і двонитковими лампами поїзних, маневрових і переїзних світлофорів. Мікропроцесорні контролери рейкових датчиків розташовуються у муфтах або колійних ящиках в безпосередній близькості від них. Вони дозволяють визначити вільність або зайнятість колійних ділянок, контроль їх заповнення, а також контроль проходження поїздів і підрахунок числа осей, у тому числі на межах станцій і ділянок залізниць, на стиках між різними підприємствами.

Функціональна безпека мікропроцесорних контролерів гарантується не тільки їх безпечною двоканальною структурою, а й передачею інформації по незалежних лініях зв'язку з ідентифікацією приймачів і передавачів, певною структурою послідовного формування і кодування керуючих команд, а також використанням незалежних живильних променів і джерел електроживлення для кожного каналу резервування. Інтенсивність небезпечних відмов системи МПЦ-Д, за даними розробника, становить не більше $\lambda_{\text{э}} = 1,4 \cdot 10^{-11}$ 1/г, що відповідає четвертому рівню безпеки ДСТУ 4178-2003 або європейському нормативу безпеки SIL4. Експлуатаційна інтенсивність небезпечних відмов релейних систем ЕЦ в розрахунку на усереднену станцію (22 стрілки ЕЦ) складає $\lambda_{\text{э}} = 1,8 \cdot 10^{-7}$ 1/год, а електромагнітних реле 1 класу надійності $\lambda_{\text{э}} = 1,4 \cdot 10^{-11}$ 1/год. Для станції з 50 стрілками ЕЦ в цьому випадку експлуатаційна інтенсивність небезпечних відмов тільки з релейної апаратури становитиме $\lambda_{\text{э}} = 2,8 \cdot 10^{-7}$ 1/ год. (при використанні 40 реле 1 класу надійності на 1 стрілку ЕЦ). Тому за критерієм імовірності появи небезпечних відмов через відмови елементів МПЦ-Д її функціональна безпека істотно вище, ніж в існуючих релейних системах ЕЦ.

Безпека функціонування МПЦ забезпечується таким чином:

- використання триканальної структури ЕОМ залежностей та двоканальної структури об'єктних контролерів і мажоритарних елементів;
- застосування спеціалізованих пристроїв безпечного ввімкнення об'єктів керування;
- використання процедури допуску до формування відповідальних і особливо відповідальних команд;
- введення періодичного контролю справності апаратури в каналах резервування;
- ведення архіву поїзних маневрів по станції, дій чергового по станції і стану пристроїв залізничної автоматики.

Все постове обладнання розміщується у шафах. Апаратура електроживлення виконана з використанням приладів захисту від грозових розрядів, електромагнітних перешкод, стабілізації напруги і автоматичного перемикачання на резерв (2-й фідер живлення або дизель-генератор). Необхідна інформація про стан

живлення пристроїв виведена на передню панель шафи електроживлення і передається за допомогою мікропроцесорних контролерів в ЕОМ залежностей, після чого відображається на АРМ ДСП та АРМ ШН.

Мікропроцесорна централізація НВП «Залізничавтоматика». Метою розробки цієї системи є створення простої, відкритої системи, яка може бути відтворена будь-якою проектною організацією та експлуатуватися існуючими дистанціями сигналізації після відповідної підготовки. На базі цієї ідеї були розроблені уніфіковані системи мікропроцесорної централізації для різних типів станцій.

Структура мікропроцесорної централізації побудована за класичною двоканальною схемою. На всіх рівнях керування такий підхід забезпечить чіткість технічних рішень, зрозумілі персоналу принципи побудови схем і програмного забезпечення. Верхній рівень системи має автоматизовані робочі місця чергового по станції (АРМ ДСП) з можливістю встановлення типового пульта-табло і робочого місця електромеханіка СЦБ (АРМ ШН). Автоматизовані робочі місця (основне, резервне) мають однакову побудову програмного забезпечення та обладнання, що дає змогу у разі пошкодження передавати функції керування, рис. 3.14. У штатному режимі активним є тільки один з АРМ ДСП, з якого можна формувати команди. Ця функція має і пульт керування, який за вимогами замовника може мати пріоритетне або тільки резервне значення. Внаслідок такого підходу система має трикратне дублювання основних функцій керування. У разі ушкодження всіх електронних пристроїв забезпечується переведення стрілок за допомогою стрілочних комутаторів з пульта.

Середній рівень системи має двоканальну структуру з гарячим резервуванням у кожному каналі. Усі інформаційні канали також дублюються. При виході з ладу одного з програмованого логічного контролера (ПЛК) його функції виконує резервний. Програмне забезпечення основного і резервного ПЛК ідентичне, що забезпечує потактову перевірку роботи. Програмне забезпечення у каналах А і В має диверситет.

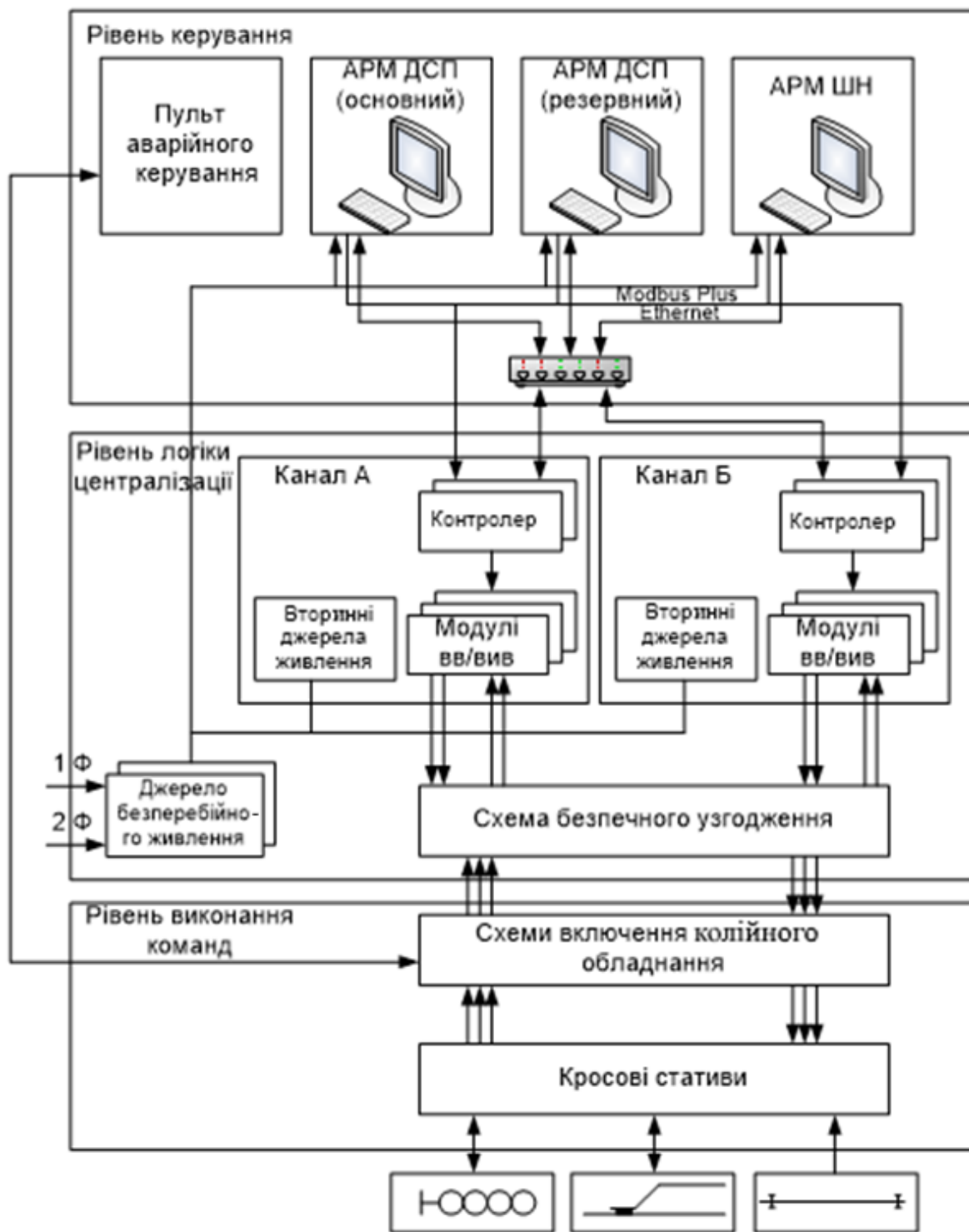


Рис. 3.14. Структурна схема мікропроцесорної централізації НВП «Залізничавтоматика»

Усі програмні модулі включені за схемою «І» таким чином: програмне забезпечення каналів А та В у процесі функціонування спочатку здійснює порівняння результатів роботи з резервним комплектом, а потім з іншим каналом. При розбіжності

результатів формування відповідної команди блокується. Таким чином забезпечується безпека функціонування МПЦ на всіх рівнях. У процесі введення команд та індикації обмежується доступ персоналу, блокуються небезпечні команди, є відповідна система індикації небезпечних станів і система допомоги персоналу, що запобігає формуванню небезпечних дій, здійснюється запис інформації у «чорну скриню».

На середньому рівні показники безпеки реалізуються ввімкненням програмного забезпечення каналів А і В за схемою «І» та резервними модулями. Показники надійності забезпечуються високонадійним обладнанням та апаратним резервуванням всіх модулів верхнього й середнього рівнів. Заміна модулів можлива без відключення живлення з відповідними шифрами на місцях встановлення. На нижньому рівні безпека функціонування реалізується схемами узгодження з двополюсною комутацією, безпечними комутаторами живлення та типовими релейними схемами керування стрілками та світлофорами. Введення та виведення інформації в системі організоване таким чином, що ушкодження будь-якого елемента або поодинокий збій інформації переводять систему до захисного стану.

Система мікропроцесорної централізації НВП «Іпра-Софт». Розроблена фахівцями підприємства НВП «Іпра-Софт». Об'єкт автоматизації автоматизованої системи мікропроцесорної централізації (АС МПЦ) – виконавчі пристрої керування та контролю залізничних станцій. Усі функції керування рухом поїздів здійснюються з АРМ ДСП. За допомогою нескладного інтерфейсу ДСП повністю контролює поїзну ситуацію на станції, передає команди керування відповідним об'єктам ЕЦ та здійснює контроль за ними. За допомогою АРМ ШН проводиться повна діагностика стану колійного обладнання (об'єктів керування та контролю), модулів і блоків обладнання нижнього рівня, джерел електроживлення тощо (рис. 3.15).

Усі дані про дії ДСП по організації поїзної роботи на станції, стан об'єктів контролю архівуються всіма АРМ верхнього рівня (або серверами в АС МПЦ для великих станцій) і зберігаються необхідний термін часу з можливістю їх порівняння, доповнення та відновлення окремих фрагментів у випадку непрацездатного (вимкненого) стану будь-якого АРМ протягом деякого проміжку часу.

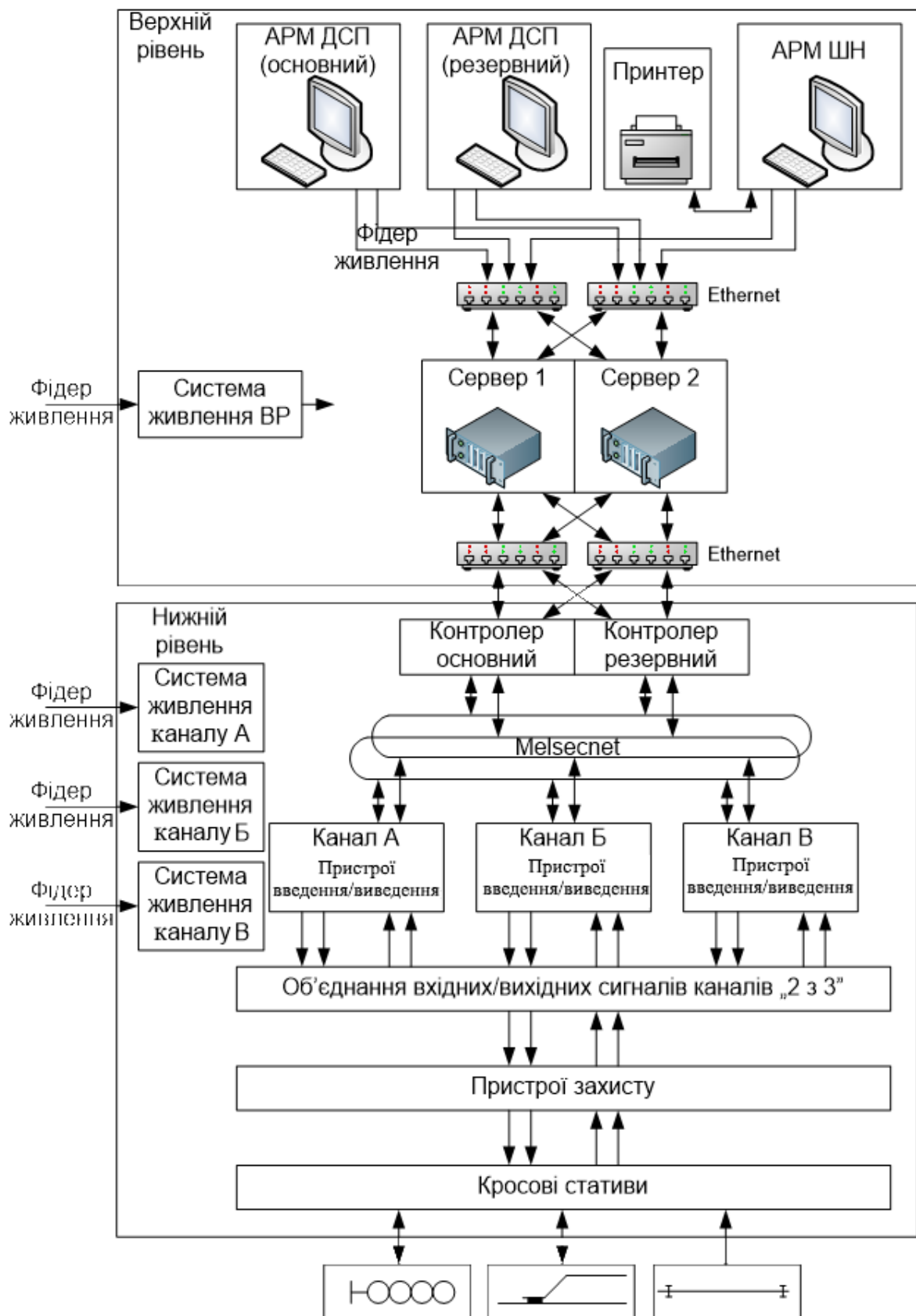


Рис. 3.15. Загальна структурна схема три каналного ПТК АС МПЦ

Обладнання нижнього рівня АС МПЦ малих і середніх станцій побудоване за двоканальним принципом рис. 3.16. Обидва канали ідентичні та включені до роботи паралельно. Всі функції керування та контролю реалізовані в обох каналах незалежно та передаються на об'єкти керування тільки при збігу сигналів на виході розв'язувальних пристроїв за допомогою схеми ввімкнення «логічне І». У свою чергу «логічне І» також реалізоване схемотехнічними рішеннями вихідних кіл. Підсистеми нижнього рівня ділянок (горловин) колійного розвитку великих станцій побудовані триканальними за мажоритарним принципом «два з трьох».

Зниження ймовірності виникнення небезпечних відмов в АС МПЦ здійснюється за допомогою введення надмірності: параметричної, схемної, структурної (дублювання).

Функціональна безпека АС МПЦ забезпечується шляхом виявлення небезпечних або безпечних відмов апаратних засобів, виконаних на елементах і модулях, запас міцності яких не гарантує необхідного рівня безпеки, та переведенням несправної частини апаратури або всієї системи в захисний стан. Відповідно до цього принципу вирішується задача скорочення часу «неправильного» функціонування системи після відмови. Забезпечення безпеки при цьому досягається застосуванням засобів, що локалізують розвиток несприятливих процесів.

При розробці АС МПЦ використано загальну концепцію побудови безпечних мікропроцесорних систем: одиночні дефекти апаратних і програмних засобів не повинні приводити до небезпечних відмов, а також виявлятися із заданою ймовірністю при робочих і тестових впливах не пізніше ніж у системі виникне другий дефект.

ПЗ нижнього рівня АС МПЦ будується за блок-схемою станції, як набірної, так і виконавчої групи. Кожний блок типового альбому релейної МРЦ, за принциповими схемами якого розроблено ПЗ, має адекватний програмний функціональний блок в GX IEC Developer.

Усі програмні функціональні блоки після розробки проходять автономне налагодження й тестування, після чого заносяться до користувальницької бібліотеки з метою їх подальшого використання. Розробка ПЗ зводиться до вибору,

розміщення й ув'язування готових блоків з користувальницької бібліотеки GX IEC Developer відповідно до плану станції. Програма мікропроцесорного контролера являє собою блок-схему станції у графічному вигляді. Програма також проходить автономне налагодження й тестування за спеціально розробленою програмою і методикою. ПЗ АРМ ДСП та АРМ ШН являє собою графічний інтерфейс «людина-машина». ПЗ АРМ складається з набору відеокадрів. Головний відеокадр – однопунктовий колійний план станції. Інші відеокадри – допоміжні, діагностичні й сервісні. Всі відеокадри складаються із графічних об'єктно-орієнтованих програмних модулів смарт-символів.

Комплекс програмно-технічних засобів залізничної автоматики Стріла 10» ТОВ НВП «Стальенерго». Компанія «Стальенерго» понад 20 років присутня на ринку виробництва та впровадження систем залізничної автоматики та зв'язку. Серійно виробляється і поставляється продукція для залізничного транспорту, пов'язана з безпекою. Виробничі потужності розгорнуті на території України та Росії. Інтеграція технічних рішень і накопиченого досвіду стали основою для створення програмно-технічного комплексу засобів залізничної автоматики та зв'язку (ПТК), який отримав назву «Стріла-10» (рис. 3.16).

При створенні комплексу розробники вирішували такі завдання:

- інтеграції систем централізації, автоблокування, технічної діагностики та моніторингу, пристроїв захисту, автоматичного оповіщення та електроживлення в єдиний комплекс з уніфікованими технічними рішеннями і принципами реалізації;

- відкритості архітектурних рішень;

- застосування технологій, що забезпечують розпаралелювання алгоритмів реалізації залежностей централізації і автоблокування, підвищення показників надійності, безпечності і продуктивності;

- резервування на системному рівні шляхом диверсифікації методів і засобів реалізації відповідальних функцій, що забезпечують підтримку працездатності при відмовах;

- резервування на рівні компонентів систем, у тому числі і для об'єктних контролерів та апаратури рейкових кіл.

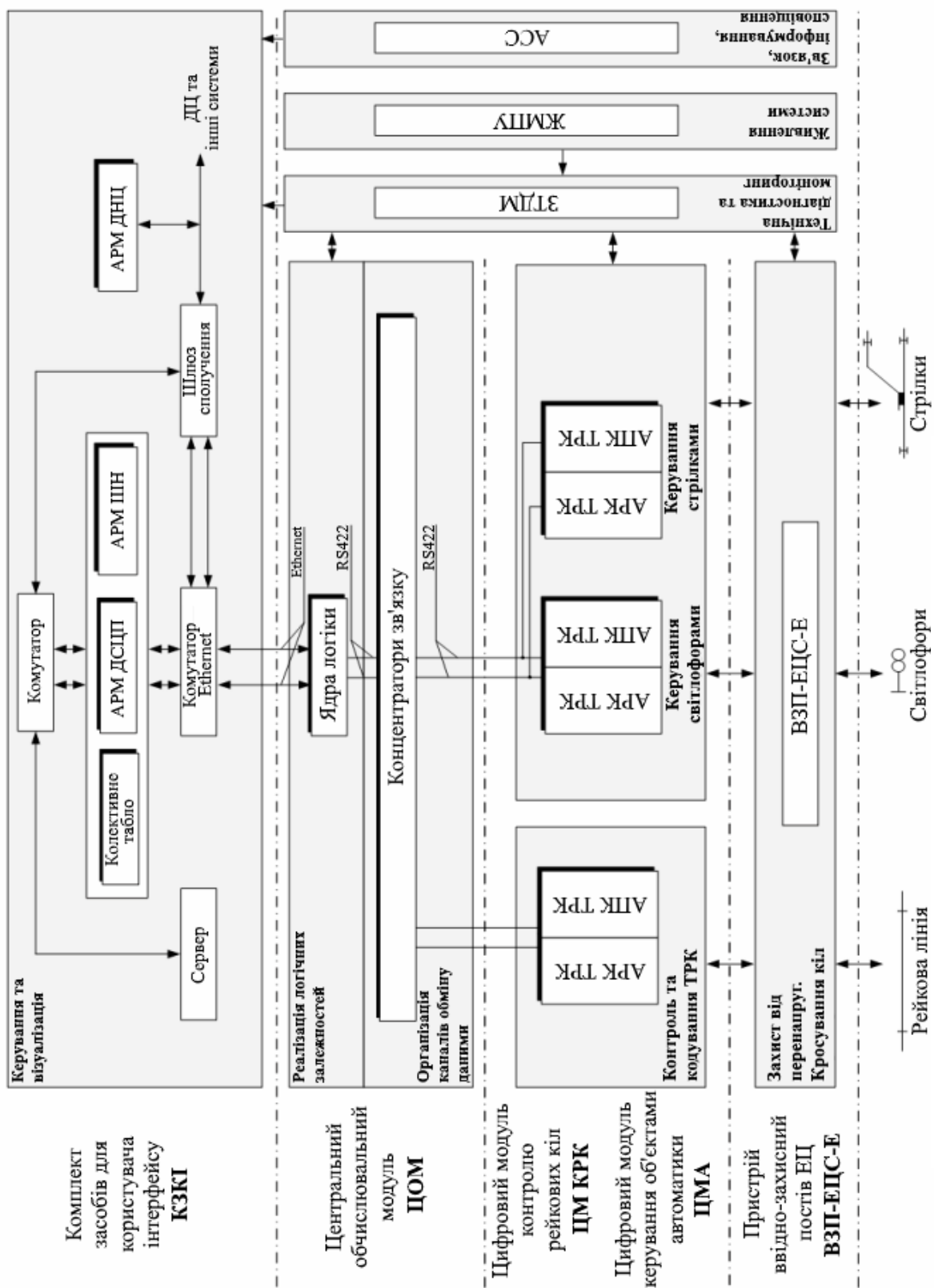


Рис. 3.16. Структурна схема ІТК «Стріла-10»

У ПТК виключені традиційні схеми комутації у колах керування об'єктами централізації і автоблокування. Формування сигналів керування стрілками, світлофорами і кодів автоматичної локомотивної сигналізації виконується методом широтно-імпульсної модуляції.

Для резервування компонентів, що забезпечують реалізацію логічних залежностей та керування об'єктами автоматики, застосовується схема з двома дубльованими каналами та вбудованою самодіагностикою «один з двох» (1 з 2). Дана схема має переваги у порівнянні зі структурою «два з трьох» (2 з 3) в частині показників безпеки та забезпечує можливість застосування простих схем комутації електричних кіл об'єктів керування.

Архітектура системи (рис. 3.16) містить такі підсистеми:

- комплект засобів для користувача інтерфейсу (КЗКІ) (рис. 3.17) призначений для формування команд управління і відображення поїзної ситуації;
- центральний обчислювальний модуль (ЦОМ) – забезпечує реалізацію логічних залежностей централізації і автоблокування;
- цифровий модуль контролю рейкових кіл (ЦМ КРК) – призначений для контролю та кодування рейкових кіл;
- цифровий модуль керування об'єктами автоматики (ЦМК) – здійснює керування стрілками і світлофорами;
- ввідно-захисний пристрій постів електричної централізації (ВЗП-ЕЦ) – забезпечує захист від комутаційних і атмосферних перенапруг, а також кросування кіл;
- засоби технічної діагностики та моніторингу (ЗТДМ) – забезпечують контроль, діагностування та збереження інформації про технічний стан пристроїв системи;
- живильна модульна поєднана установка (ЖМПУ) – забезпечує безперебійне електроживлення системи і колійного обладнання;
- апаратура автоматичної системи сповіщення та інформування (АСС) – призначена для виконання функцій зв'язку, сповіщення робітників бригад про наближення рухомого складу та інформування пасажирів про рух поїздів.

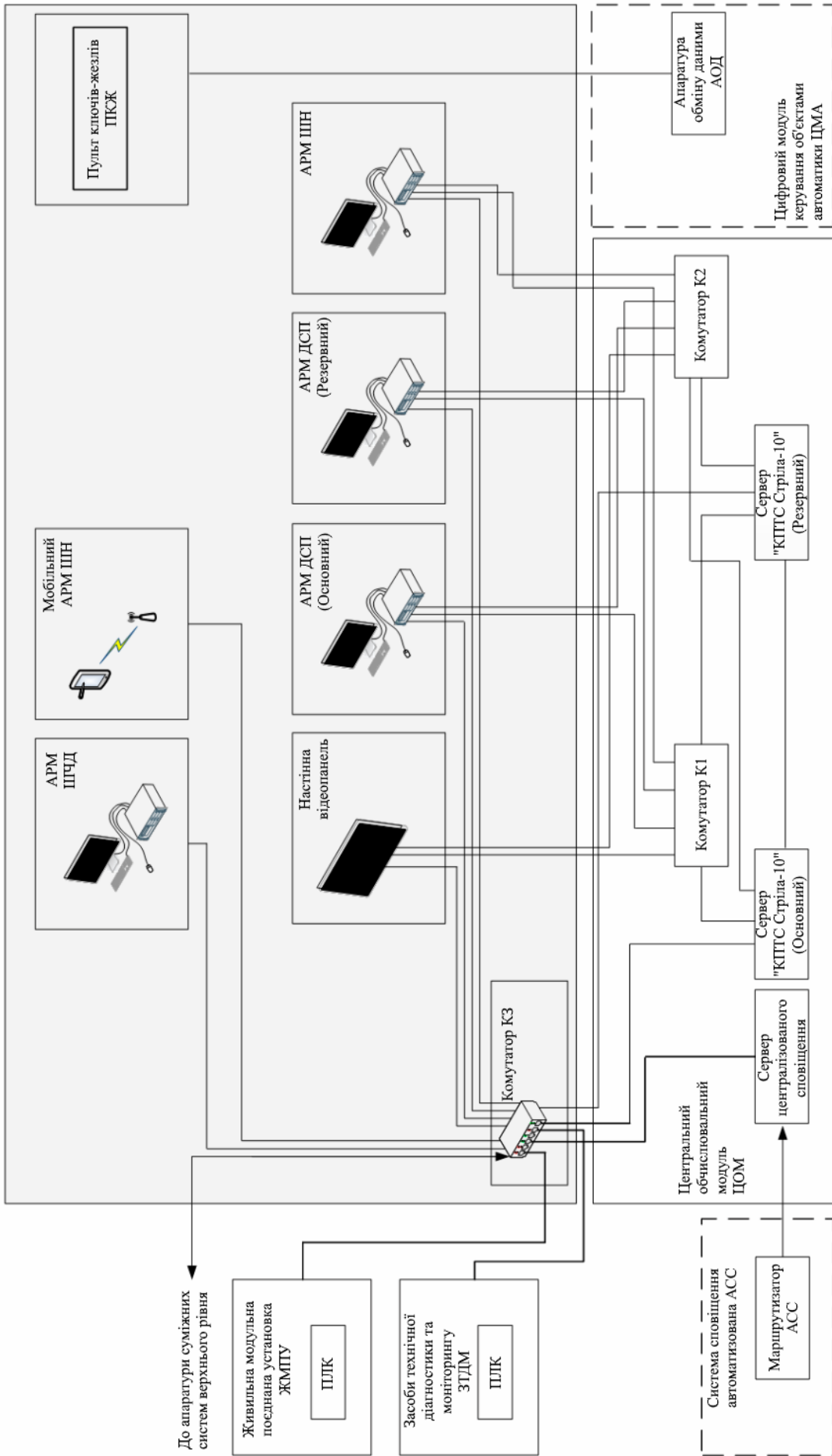


Рис. 3.17. Структурна схема К3К1

Комплект засобів для користувача інтерфейсу (КЗКІ), рис. 3.17 призначений для:

- відображення стану об'єктів автоматики на мнемосхемі станції;
- забезпечення введення команд або їх послідовностей, спрямованих на реалізацію керування об'єктами;
- інформування оператора (чергового по станції, електромеханіка і т.п.) про штатні і позаштатні події, а також зв'язку з елементами ПТК та обслуговуючим персоналом;
- відображення діагностичної інформації про стан об'єктів керування і технічних засобів системи;
- керування засобами сповіщення робочих бригад;
- керування засобами інформування (інформаційні табло) та сповіщення пасажирів;
- протоколювання: подій в системі, дій оператора;
- забезпечення перегляду журналу системних подій.

До складу підсистеми КЗКІ входять:

- автоматизоване робоче місце чергового по станції з резервуванням;
- автоматизоване робоче місце чергового електромеханіка;
- автоматизоване робоче місце чергового диспетчера дистанції;
- сервер КЗКІ з резервуванням;
- мобільне автоматизоване робоче місце електромеханіка (АРМ ШН);
- настінна панель відображення (колективне табло);
- пульт ключів жезлів (ПКЖ).

Центральний обчислювальний модуль (ЦОМ) являє собою монтажний стояк з апаратурою ядер логіки та обміну даними (АЯЛ ОД), рис. 3.18.

АЯЛ ОД виконує реалізацію залежностей електричної централізації і автоблокування і містить два канали з навантаженим резервуванням, кожен з яких включає:

- два ядра логіки (А і В), які резервуються за схемою логічного множення «І»;
- концентратори зв'язку верхнього рівня КЗв.

Цифровий модуль контролю рейкових кіл (ЦМ КРК) являє собою функціонально закінчену підсистему контролю та кодування рейкових ділянок з прийманням і передачею інформації через цифровий та/або релейний інтерфейс, рис. 3.19.

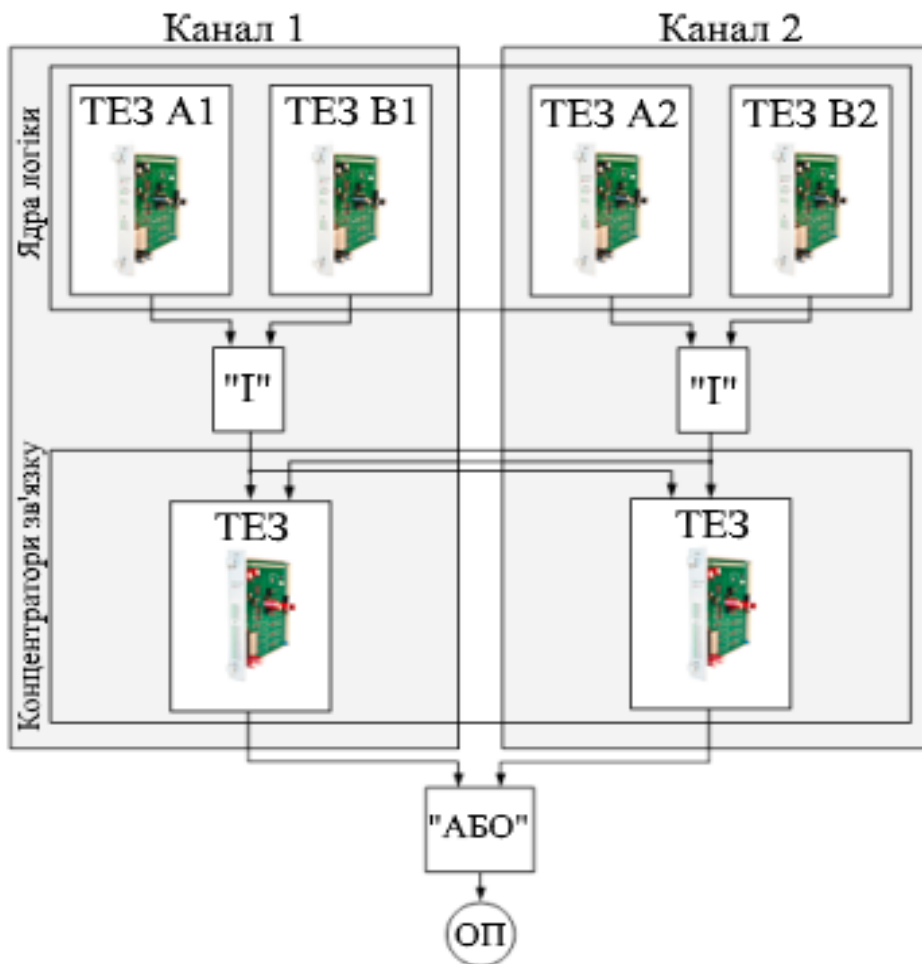


Рис. 3.18. Структурна схема ЦОМ

ЦМ КРК виконує такі функції:

- контроль вільності/зайнятості рейкових кіл (РЦ);
- контроль цілісності елементів РЦ за допомогою сигналів ТРК;
- формування та передача в РК сигналів АЛС;
- контроль параметрів кабельних кіл ТРК у складі систем автоблокування;
- передача інформації про стан РК і кабельних кіл у системі централізації і автоблокування.

До складу ЦМ КРК входять стояки двох типів:

- ЦМ КРК-ПК – для розміщення обладнання живильних кінців ТРЦ;
- ЦМ КРК-РК – для розміщення обладнання приймальних («релейних») кінців ТРК.

Цифровий модуль керування об'єктами автоматики (ЦМА) являє собою стояки монтажні з розміщеною в них апаратурою керування світлофорами (АКС), керування та контролю стрілок (АККС), обміну даними АОД), рис. 3.20.

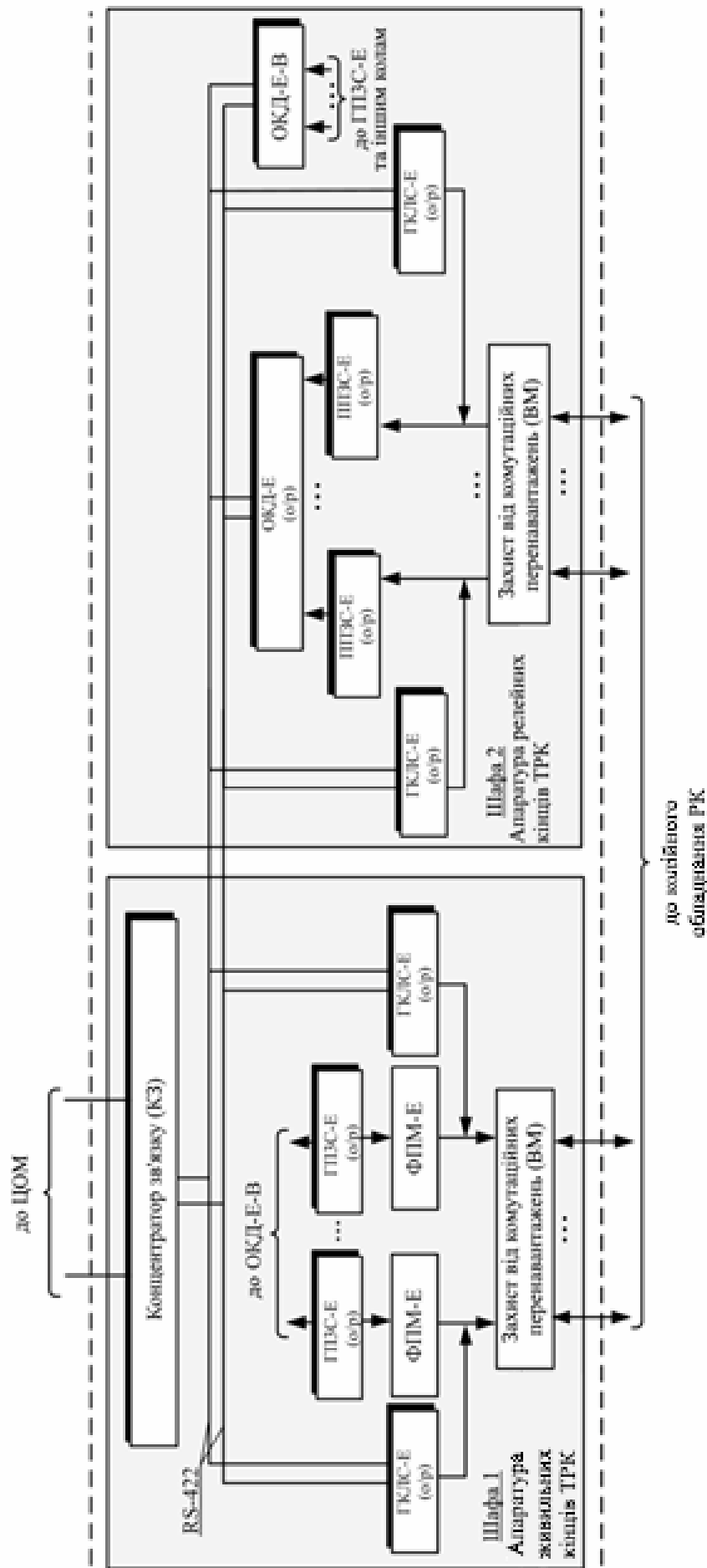


Рис. 3.19. Структурна схема ЦМ КРК

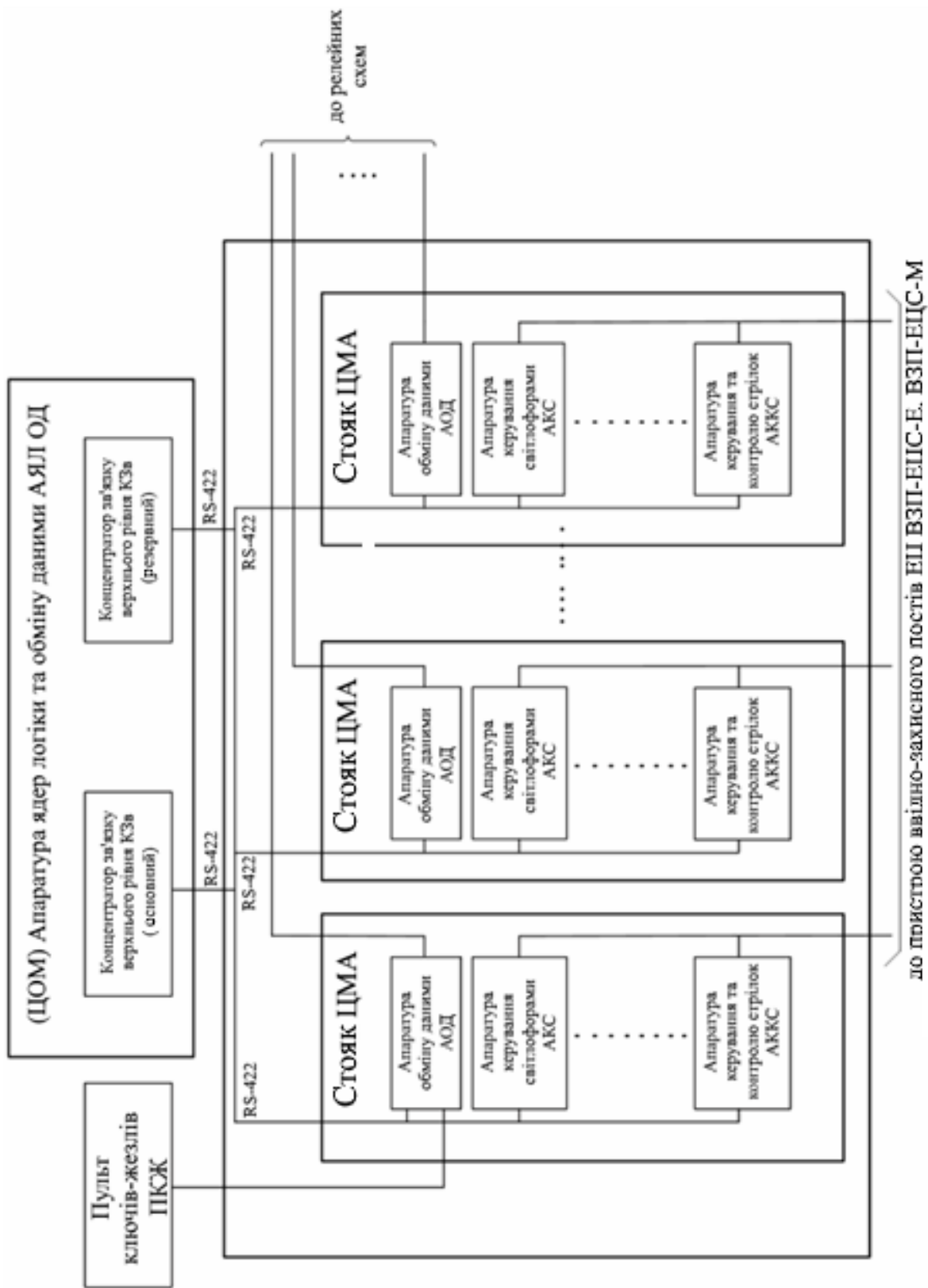


Рис. 3.20. Структурна схема ЦМА

Пристрій ввідно-захисний постів електричної централізації ВЗП забезпечує поділ колійних кабелів, підключення (відключення) кабельних жил від постового монтажу, розміщення засобів захисту від атмосферних перенапруг і електромагнітних перешкод .

Засоби технічної діагностики та моніторингу (ЗТДМ) забезпечують контроль, діагностику та зберігання інформації про технічний стан пристроїв системи.

Основними функціями ЗТДМ є оперативне виявлення несправностей і параметричних відмов та реєстрація й архівування поточної інформації про стан обладнання .

ЗТДМ забезпечує контроль:

- напруги на колійній обмотці колійного реле;
- рівня струму сигналів АЛС;
- наявності сигналів кодування в рейкових колах;
- параметрів електроживлення апаратури;
- доступу до обладнання, розташованого в стояках;
- напруги на колійній обмотці колійних реле (при їх наявності);
- зовнішніх чинників (температура, задимлення).

Для відображення стану об'єктів контролю ЗТДМ використовується АРМ ШН або окремий АРМ ЗТДМ.

Живильна модульна поєднана установка (ЖМПУ) забезпечує безперебійне електроживлення мікропроцесорних та релейних систем залізничної автоматики.

До складу ЖМПУ, рис. 3.21, входять:

- шафа формування безперебійного живлення ШФБЖ;
- щит аварійного відключення ЩАВ;
- шафа акумуляторних батарей ШАБ;
- шафа формування гарантованого живлення ШФГЖ;
- щит фідера ввідний ЩФВ;
- шафа перетворююча розподільна універсальна ШПРУ.

Автоматизована система оповіщення та інформування (АСС) забезпечує автоматичне інформування та оповіщення бригад, що працюють в зоні руху поїздів, персоналу станції і пасажирів, рис. 3.22.

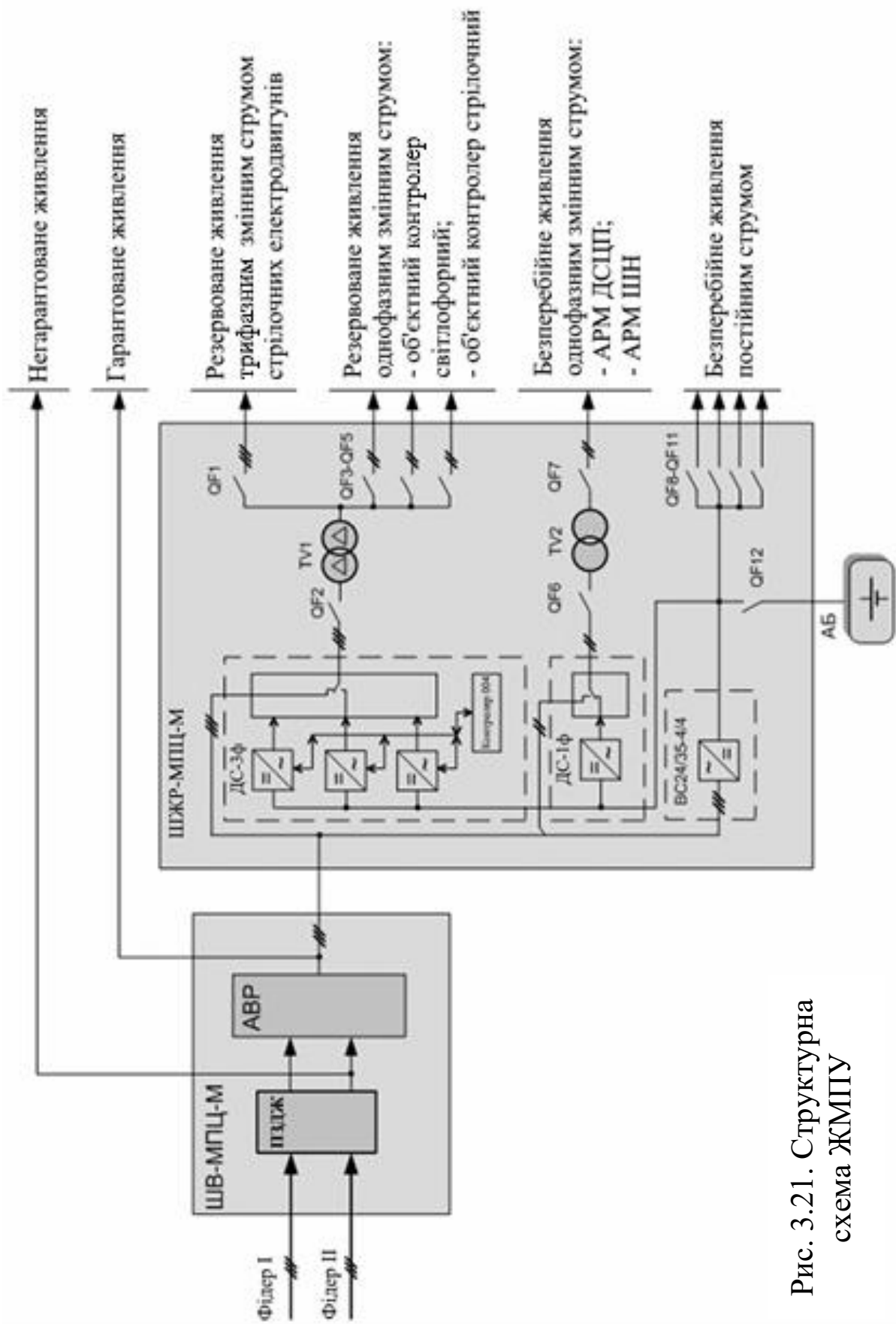


Рис. 3.21. Структурна схема ЖМП

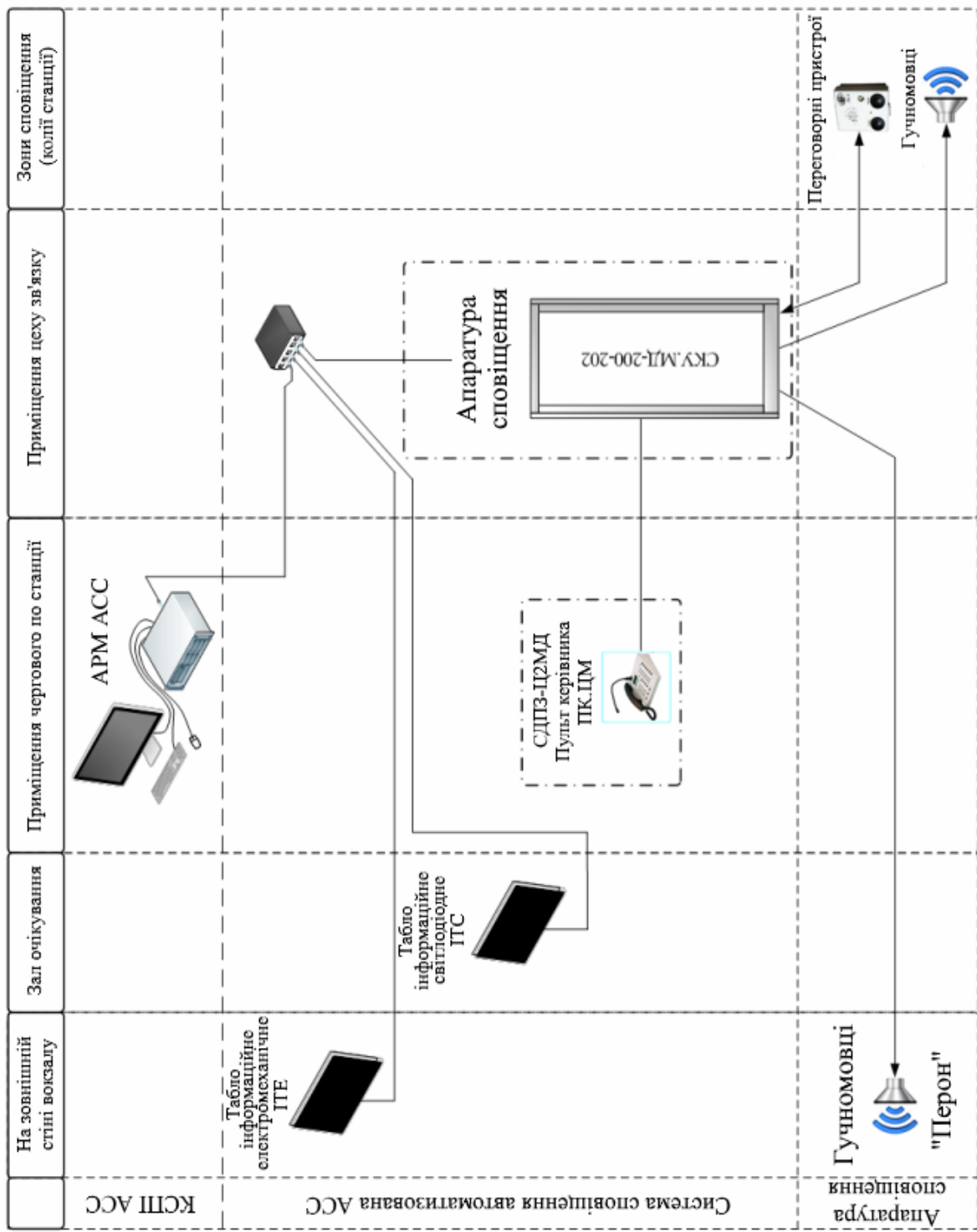


Рис. 3.22. Структурна схема АСС

Основними складовими елементами АСС є:

- серверний комплекс СК АСС;
- автоматизоване робоче місце чергового АРМ АСС;
- апаратура гучномовного оповіщення;
- інформаційні табло.

Серверний комплекс СК АСС забезпечує збір інформації про стан обладнання гучномовного оповіщення та узгоджувальних пристроїв. АРМ АСС виконує формування та передачу інформації оповіщення до засобів візуального і акустичного відтворення, відображення об'єктів оповіщення, відображення стану обладнання оповіщення, реєстрацію й оповіщення мобільних робочих бригад, внесення змін до поточного розкладу.

Комплекс «Стріла-10» дозволяє розширити функціональні можливості системи керування, поліпшити техніко-економічні показники, підвищити культуру обслуговування, істотно знизити витрати на проектування та будівельно-монтажні роботи. Гнучкість системи забезпечує можливість ув'язки з мікропроцесорними системами інших виробників.

Контрольні питання

1. У чому полягає відмінність між сучасними релейними системами та їх попередниками?
2. Які нові функції мають мікропроцесорні системи централізації у порівнянні з релейними?
3. У чому полягають техніко-економічні переваги систем МПЦ?
4. Охарактеризуйте основні функціональні вузли мікропроцесорної системи централізації.
5. Яке призначення процесорного модуля контролера?
6. Яке призначення мають модулі введення інформації, охарактеризуйте їх різновиди за призначенням.
7. Яке призначення мають модулі виведення, охарактеризуйте їх різновиди за призначенням.
8. Яким чином організується інформаційна взаємодія між ПЕОМ персоналу та контролером?

9. У чому основні відмінності АРМів персоналу у порівнянні з типовими засобами, що зараз використовуються?
10. Які нові функції має ПЕОМ АРМ персоналу?
11. Яким чином забезпечується безпека функціонування системи МПЦ, які є відмінності від релейної централізації?
12. У чому полягає основна проблема забезпечення безпеки в системах МПЦ?
13. Як змінилася робота чергового по станції при використанні МПЦ?
14. Як може змінитися робота електромеханіків СЦБ при використанні системи МПЦ?
15. Які загальні тенденції в розвитку технічних засобів МПЦ Ви можете виділити на сучасному етапі?
16. У структурі технічних засобів мікропроцесорної централізації переважає децентралізований підхід. Що це означає, які переваги він має?
17. Як розподіляються функції між центральним обладнанням і об'єктними модулями?
18. Як апаратно може бути реалізована центральна частина системи централізації?
19. Як на апаратному рівні забезпечується безпека в системах МПЦ?
20. Яким чином забезпечується безпека і безвідмовність в роботі об'єктних електронних модулів?
21. У чому суть сучасного підходу забезпечення безпеки в системах мікропроцесорної централізації на апаратному рівні?
22. Як забезпечується безпека на програмному рівні?
23. Час формування відповідальної команди в МПЦ складає близько 1 с. Що робить контролер за цей час?
24. Яким чином на програмному й апаратному рівнях порівнюється робота каналів у багатоканальних структурах централізації?
25. Охарактеризуйте принцип побудови централізації EIS і EIL Siemens.
26. Що спільного в структурі технічних засобів і програмному забезпеченні централізації Siemens і Alcatel, в чому відмінності?

27. Принципи побудови і забезпечення безпеки в системах WESTRACE і VPI.

28. Принципи побудови і забезпечення безпеки системи МПЦ типу ESB-1

29. Принципи побудови і забезпечення безпеки в системі EBILOCK.

30. Принципи побудови і забезпечення безпеки вітчизняних систем МПЦ НПП САТЕП.

31. Принципи побудови і забезпечення безпеки системи МПЦ ПТК АС МПЦ

32. Принципи побудови і забезпечення безпеки системи МПЦ НВП «Залізничавтоматика».

Завдання для самостійної роботи

1. Сформулюйте принципи побудови, функції і структури для МПЦ дільничної та проміжної станцій.

2. Проаналізуйте підходи в забезпеченні безпеки на програмному і апаратному рівні. Покажіть основні відмінності, чим вони зумовлені, виділіть загальні тенденції.

3. Сформулюйте вимоги, яким повинна відповідати вітчизняна система централізації. Наведіть перелік основних функцій, покажіть, як, на Вашу думку, має забезпечуватися безпека. Охарактеризуйте структуру технічних засобів і програмного забезпечення МПЦ.

4. Розробіть структури релейно-процесорної системи з мікропроцесорним маршрутним набором, пультом керування АРМами чергового та електромеханіка.

5. Для заданої станції визначте кількість об'єктів керування та контролю мікропроцесорної системи централізації, охарактеризуйте параметри аналогових сигналів (дискретні, аналогові, тип струму, напруга живлення).

6. Проаналізуйте роботу схеми безпечного узгодження, маючи на увазі її поведінку при відмовах (схема задається викладачем).

4. Залізничні переїзди

4.1. Загальні положення

Залізничним переїздом називається перетин залізниці в одному рівні з автомобільними шляхами, тролейбусними лініями, трамвайними коліями, вони можуть застосовуватись як на перегонах, так і на станціях.

На перших переїздах роль обладнання виконував сигнальник. При наближенні поїзда він за допомогою прапорця або ліхтаря (в темний час доби) подавав учасникам дорожнього руху сигнал зупинки. Пізніше стали використовувати спеціальні ворота або бар'єри, які приводилися в дію вручну. В той час, коли дорогами часто переганяли велику кількість худоби, був необхідний саме фізичний бар'єр. У США перший патент на ворота для залізничного переїзду був виданий 27 серпня 1867 р. на ім'я J. Nason і J. F. Wilson з Бостона.

В кінці XIX – на початку XX ст. стали швидко поширюватися автомобілі. У той же час перегін худоби по дорогах став досить рідкісним явищем. В таких умовах необхідності у воротах і бар'єрах вже не було, тому їх почали замінювати шлагбаумами або просто світловими сигналами, покладаючись на свідомість водіїв.

Спочатку шлагбауми приводилися в рух вручну – їх відкривав і закривав черговий по переїзду. Такі шлагбауми перекривали всю ширину дороги. Пізніше ручні шлагбауми стали замінювати автоматичними. У багатьох країнах автоматичні шлагбауми мають ширину в півдороги, щоб автомобіль не був замкнутим на переїзді між двома шлагбаумами (адже чергового, який міг би відкрити шлагбаум у разі необхідності, на автоматичних переїздах вже немає).

В Україні переїзди поділяють на чотири категорії в залежності від інтенсивності руху поїздів та автотранспорту, табл. 4.1.

Окрім категорій переїзди класифікують ще за багатьма ознаками. Різновиди систем автоматики на залізничних переїздах та їх склад наведені на рис. 4.1.

Категорії переїздів

Категорія переїзду	Інтенсивність руху	Засоби автоматики на переїздах
Перша	Висока	Автоматична переїзна сигналізація зі шлагбаумами (АПШ)
Друга	Середня	Автоматична переїзна сигналізація зі шлагбаумами (АПШ) або без шлагбаумів (АПС)
Третя	Низька	АПС
Четверта	Незначна	Хрестоподібні дорожні знаки

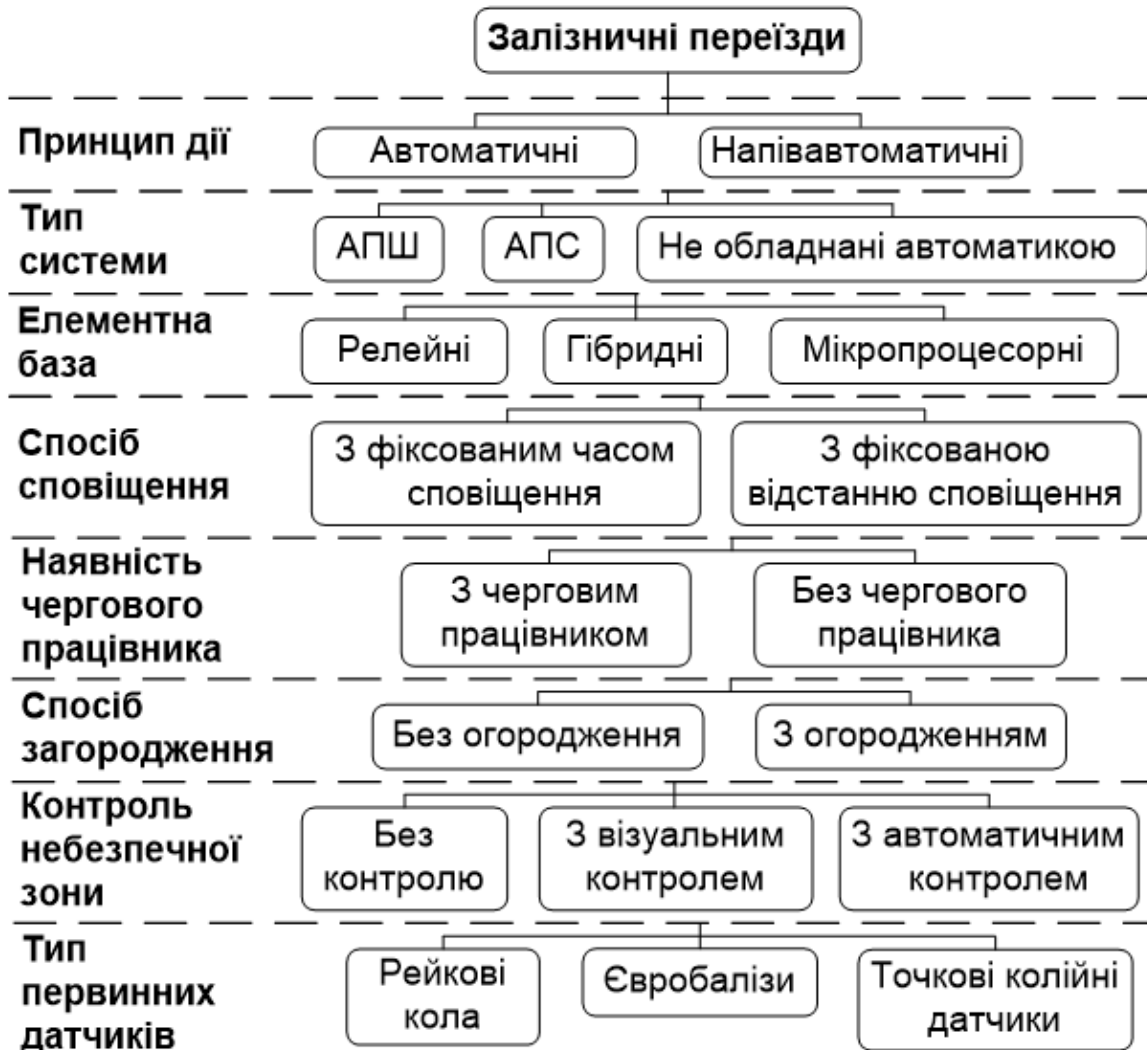


Рис. 4.1. Різновиди систем автоматики на переїздах

За принципом дії системи переїзної сигналізації бувають автоматичні (відкриття шлагбаума відбувається автоматично) і напівавтоматичні (відкриття шлагбаума відбувається за допомогою натискання кнопки черговим працівником). За типом системи автоматики переїзди підрозділяються на обладнані автоматичною переїзною сигналізацією зі шлагбаумами (АПШ) або без шлагбаумів (АПС).

За способом сповіщення переїзди класифікують на дві групи: з фіксованим часом сповіщення, з фіксованою відстанню сповіщення. На переїздах з фіксованим часом сповіщення потрібно визначити швидкість поїздів, що наближаються до нього, та переїзд буде закритий однаковий (мінімальний) час для різних категорій поїздів. На переїздах з фіксованою відстанню сповіщення розраховують точку ввімкнення переїзної сигналізації для найшвидкішого поїзда на даній ділянці. Для інших категорій поїздів переїзд буде закритий більш тривалий час, але обладнання на переїзді в цьому випадку простіше, ніж на переїзді з фіксованим часом сповіщення.

За наявністю чергового працівника переїзди бувають з черговим працівником (АПШ) та без нього (АПС).

На переїздах є потреба додатково унеможливити в'їзд автотранспорту у небезпечну зону, навіть за наявності шлагбаумів. Тому є переїзди з системою загородження та без неї.

За класифікацією контролю небезпечної зони переїзди бувають:

- без контролю;
- з візуальним контролем чергового працівника;
- з автоматичним контролем (відеозображення небезпечної зони обробляється системою розпізнавання образів або іншою системою штучного інтелекту).

На переїздах потрібно мати первинну інформацію про місцезнаходження поїзда. Це виконується за допомогою первинних датчиків. За типом первинних датчиків системи автоматики класифікують як такі, що використовують рейкові кола або євробалізи з точковими колійними датчиками.

Зазвичай в Україні використовуються системи переїзної сигналізації з фіксованою відстанню сповіщення. Увімкнення автоматичної світлофорної сигналізації та апаратури керування

автоматичними шлагбаумами відбувається при вступі поїзда на ділянку наближення. Тому безпека руху переїздом та його пропускна спроможність великою мірою залежать від того, наскільки правильно визначено довжину цієї ділянки. При розрахунку є ще така вимога: час від початку дії переїзної сигналізації до вступу поїзда на переїзд має бути таким, щоб автомобіль, який в'їхав на переїзд в момент увімкнення переїзної сигналізації, встиг звільнити переїзд.

4.2. Розміщення обладнання на переїзді

Для забезпечення проїзду автотранспорту через рейки укладається спеціальний автодорожній настил. Для регулювання руху автотранспорту через переїзд служать переїзні світлофори.

Переїзні світлофори ПС встановлюють праворуч від дороги (рис. 4.2) на відстані не менше 6 м від голівки крайньої рейки. Переїзні світлофори виготовляють з двома або з трьома світлофорними головками. Дві головки сигналізують червоними вогнями, а третя – білим миготливим вогнем у випадку відсутності поїзда та справності пристроїв переїзної сигналізації.

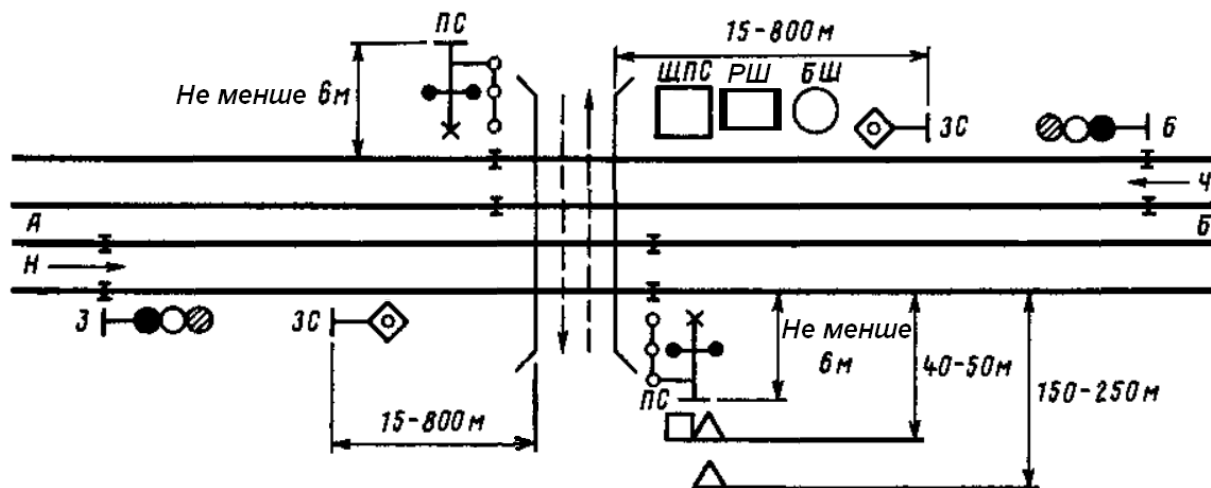


Рис. 4.2. Розміщення обладнання на переїзді

Окрім світлофорних головок на щоглах переїзних світлофорів розміщуються дзвінки. Дзвінки вмикаються

одночасно з вмиканням світлофорних головок, а вимикаються у системі АПШ після опускання шлагбаумів, а у системі АПС – після прослідування поїзда.

Перед переїзним світлофором на певній відстані встановлюються дорожні знаки «Залізничний переїзд із шлагбаумом» (білий трикутник з червоною окантовкою і силуетом паркану) або «Залізничний переїзд без шлагбаума» (білий трикутник з червоною окантовкою і силуетом паровоза). Безпосередньо перед переїздом встановлюється знак у формі андріївського хреста.

Шлагбаум конструктивно розташовується разом із переїзним світлофором. Шлагбауми перекривають проїзну частину автомобільної дороги при закритті переїзду та механічно перешкоджають руху автотранспорту. Загороджувальний брус автошлагбаума повертається у вертикальній площині електроприводом. Положення бруса в темний час доби контролюється трьома сигнальними лампами. Середня та права лампи з червоними лінзами направлені в бік автомобільної дороги, а ліва, що розташована на кінці бруса, має дві лінзи – червону, направлену в бік автомобільної дороги, та білу – в бік залізничної колії. При реконструкції системи переїзної сигналізації встановлюються шлагбауми без сигнальних ламп.

Брус шлагбаума має перекривати не менше половини ширини проїзної частини з правого боку, щоб ліворуч залишалася не перекрита ним проїзна частина дороги шириною не менше 3 м. Це необхідно для того щоб транспортний засіб, який вступив на переїзд в момент опускання бруса, міг безперешкодно залишити зону переїзду. На ділянках зі швидкісним рухом поїздів встановлюються шлагбауми ще й ліворуч. Таким чином автомобільна дорога повністю перекривається.

З боку залізниці на відстані 15–800 м від переїзду встановлюються загороджувальні світлофори ЗС, рис. 4.2. Ці світлофори сигналізують одним червоним вогнем у випадку заборони прослідування поїзда через переїзд. Загороджувальні світлофори вмикаються черговим працівником за допомогою спеціальної кнопки у випадку аварії на переїзді. Зазвичай ці світлофори вимкнені та сигнального значення не мають.

Окрім цього, на переїзді розміщується будівля для чергового працівника з встановленням щитка переїзної сигналізації ЩПС (рис. 4.2). Обладнання системи АПШ або АПС розміщується у релейній РШ та батарейній БШ шафах.

На малодієвих залізницях обладнання переїздів обмежується дорожніми знаками.

4.3. Структурна схема переїзної сигналізації та загальні особливості роботи переїзної сигналізації

На магістральному залізничному транспорті України застосовують системи АПС та АПШ з фіксованою ділянкою (відстанню) наближення до переїзду. Структурна схема, що пояснює принцип роботи переїзду, наведена на рис. 4.3.



Рис. 4.3. Структурна схема роботи переїзду

За відсутності поїзда шлагбаум піднятий, переїзні світлофори вимкнуті, переїзд відкритий, автомобільний транспорт вільно рухається через переїзд. При вступі поїзда на ділянку наближення спрацьовує первинний датчик (рейкове коло або точкові колійні датчики), фіксуючи наявність поїзда. Після цього відбувається вмикання переїзних світлофорів з витримкою часу № 1, що необхідна для компенсації різниці між розрахунковою та фактичною довжиною ділянки наближення.

Після збігання затримки часу № 1 вмикаються переїзні світлофори та дзвінки. За міжнародною класифікацією на залізничних переїздах, як об'єктах найбільшої небезпеки, для

передавання команди про заборону руху автотранспорту, велосипедистів та пішоходів прийнятий особливий сигнал – два червоних вогні, які по чергові вмикаються (імпульс – 0,75 с, інтервал 0,75 с). Видимість вогнів переїзного світлофора повинна бути такою, щоб забезпечувати зупинку автомобіля за 5 м до переїзного світлофора або шлагбаума. При цьому треба враховувати, що автомобіль рухається з максимальною швидкістю при найбільш несприятливих дорожніх умовах та має найбільший гальмівний шлях.

Потім вмикається затримка часу № 2, яка необхідна для того щоб автотранспорт зупинився перед переїздом, а той, що не встиг зупинитися – звільнив зону переїзду. Після збігання затримки часу № 2 опускаються шлагбауми, а дзвінки вимикаються.

Шлагбауми залишаються в такому стані до повного проходження поїзда через переїзд. Через декілька секунд після звільнення поїздом переїзду відбувається підняття шлагбаумів та вимикання переїзних світлофорів. Автомобільний транспорт може знову рухатись через переїзд.

Відповідно до вимог ПТЕ, переїзди, що обслуговуються черговим працівником, повинні мати радіозв'язок з машиністами поїзних локомотивів, моторвагонного рухомого складу та спеціального самохідного рухомого складу, прямий телефонний зв'язок з найближчою станцією або постом, а на ділянках, що обладнані диспетчерською централізацією, – з поїзним диспетчером. Прямий телефонний зв'язок з найближчою станцією – це проводовий зв'язок між черговим працівником на переїзді та черговим по станції (ДСП). Якщо переїзд знаходиться на станції, то цей зв'язок організовується по окремій фізичній лінії, а якщо на перегоні – телефонний апарат чергового працівника підключається до перегінного зв'язку. Перегінний зв'язок передбачає паралельне з'єднання телефонних апаратів, що знаходяться біля прохідних світлофорів автоблокування, на переїздах та ДСП тих станцій, що обмежують перегін, на якому знаходиться переїзд.

4.4. Недоліки переїзної сигналізації (ПС) та способи їх усунення

На переїздах трапляється багато аварій з таких причин:

- недисциплінованість водіїв, велосипедистів, пішоходів;
- зниження довіри водіїв до ПС через необґрунтовано довгий час закритого стану у деяких випадках;
- улаштування переїзду у кривій ділянці колії або відразу за кривою, що унеможливорює вчасну зупинку поїзда перед переїздом (задовільною вважається видимість, коли з екіпажу, який знаходиться на відстані не більше 50 м від залізничної колії, поїзд, що наближається, видно не менше ніж за 400 м, а переїзд видно машиністу не менше ніж за 1000 м);
- некваліфіковані дії обслуговуючого персоналу, зокрема, чергового по переїзду.

Для подолання великої кількості аварій на залізничних переїздах потрібно:

- проводити курси, лекції, заняття та іншу просвітницьку роботу з майбутніми водіями, молоддю, школярами, учнями професійно-технічних училищ, коледжів, студентами;
- при застосуванні ПС з фіксованою ділянкою наближення переїзд буде закритий різний час для різних категорій поїздів, а для дрезини, що робить вивантаження або завантаження якихось деталей на ділянці наближення, переїзд буде закритий необґрунтовано довгий час. Цей недолік можна усунути застосуванням системи ПС з фіксованим часом сповіщення. Але для цього потрібно визначати швидкість руху поїзда, що наближається до переїзду;
- переносити або ліквідувати переїзди з незадовільною видимістю. Якщо переїзд неможливо перенести – треба виконати розрахунок мінімальної видимості машиністом переїзду;
- потрібно застосовувати системи штучного інтелекту для аналізу відеозображення небезпечної зони переїзду з метою її контролю та, можливо, зовсім відмовитись від людини на переїзді.

Радикальне вирішення цих та інших проблем можливе при будівництві розв'язок у різних рівнях, а саме: мостів або шляхопроводів.

Контрольні питання

1. Чому переїзд вважається засобом безпеки?
2. Яким чином забезпечується на переїзді безпечність залізничного або автомобільного транспорту?
3. Які сигнали сповіщення надаються на переїзді учасникам руху?
4. Який вид транспорту має пріоритет на переїзді, що це означає?
5. За якими ознаками класифікуються переїзди?
6. Які технічні засоби включає автоматична переїзна сигналізація?
7. Охарактеризуйте технічні засоби загородження.
8. Коли необхідно подавати команду на закриття переїзду?
9. Чому сигналізація та автошлагбауми спрацьовують не одночасно?
10. Які функції виконує черговий по переїзду?

Завдання для самостійної роботи

- 1 Розробіть структурну схему алгоритму функціонування переїзду, обладнаного пристроями автоматичної переїзної сигналізації.
- 2 Проаналізуйте фактори, що впливають на розмір витримки часу на сповіщення.
- 3 Проаналізуйте ситуацію, коли в небезпечній зоні закритого переїзду знаходиться авто; які можуть бути наслідки цього порушення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Правила технічної експлуатації залізниць України. Київ: Транспорт України, 2003. 256 с.
2. Інструкція з сигналізації на залізницях України. Київ: Транспорт України, 2008. 158 с.
3. Інструкція з руху поїздів та маневрової роботи залізниць України. Київ: Транспорт України, 2005. 259 с.
4. Статут залізниць України. Київ: Транспорт України, 1998. 83 с.
5. Рекомендації з техніко-економічних розрахунків окремих показників експлуатаційної роботи залізниць України. Київ: Транспорт України, 2002. 63 с.
6. Бурковський Ю. В., Гончаров К. В. Порівняльний аналіз традиційних та координатних систем інтервального регулювання руху поїздів. *Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті*. Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2014. № 7. С.63-69. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/esbzt_2014_7_9.
7. Загальне положення про залізничну станцію. Київ: Транспорт України, 2004. 52 с.
8. Інструкція по складанню технічно-розпорядчого акту станції. Київ: Транспорт України, 1996. 143 с.
9. Типовий технологічний процес роботи дільничної станції. Київ: Транспорт України, 1998. 214 с.
10. Рекомендований технологічний процес роботи вантажної станції. Київ: Транспорт України, 2005. 224 с.
11. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України. Київ: 2004. Ч. 1. 432 с.
12. Правила перевезень вантажів і тарифів залізничного транспорту України. Збірник № 19. Київ: ПП "Март", 2005. 151 с.
13. Сборник нормативных актов по перевозке пассажиров железнодорожным транспортом по странам СНГ и Балтии. Київ: Транспорт Украины, 2005. 190 с.
14. Форми первинної облікової документації по господарству перевезень та інструктивні вказівки щодо їх складання та ведення. Київ: Укрзалізниця, 2005. 137 с.

15. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України. Київ: Укрзалізниця, 2000. 25 с.

16. Розвиток електричного моторвагонного рухомого складу. Харків: Алекс, 2005. 248 с.

17. Інструкції зі складання місячних технічних норм експлуатаційної роботи залізниць України. Київ: Транспорт України, 2003. 25 с.

18. Типовий технологічний процес з надання послуг пасажирам та організації роботи залізничних вокзалів Київ, 2005. 196 с.

19. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України. Київ, 2005. 98 с.

20. Тарифная политика железных дорог Украины на 2005 фрахтовый год. Сборник тарифов на транзитные перевозки грузов железнодорожным транспортом Украины. Київ, 2004. 166 с.

21. Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС). Организация сотрудничества железных дорог. 2000. № 1. 80 с.

22. Програма інформатизації на залізничному транспорті. Київ: Укрзалізниця, 2002. С. 18-38.

23. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України. Київ, 2004. 38 с.

24. Кривошей Б. О., Кулешов В. М. Управління експлуатаційною роботою підрозділу залізниці: навч. посіб. Харків: ХарДАЗТ, 2001. 100 с.

25. Загальний курс та технології роботи транспорту (залізничний транспорт): навч. посіб. / М. І. Данько, Т. В. Бутько, В. М. Кулешов, О. В. Березань, О. І. Гребцов, В. Д. Зонов, О. А. Малахова, Ф. Г. Ткачов; за ред. М. І. Данька. Харків: УкрДАЗТ, 2007. 242 с.

26. Мікропроцесорна диспетчерська централізація „КАСКАД”: навч. посіб. / М. І. Данько, В. І. Мойсеєнко, В. З. Рахматов, В. І. Троценко, М. М. Чепцов: Харків, 2005. 176 с.

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

28. Удосконалення організаційно-управлінської роботи на підприємствах залізничного транспорту в сучасних умовах: навч. посіб. / Г. Ф. Арбузов, В. М. Бутенко, О. Г. Дейнека, А. О. Каграманян та ін.; заг. ред. М. І. Данька. Харків: УкрДАЗТ, 2007. 178 с.

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

