

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

**Кафедра «Автоматика та комп'ютерне телекерування
рухом поїздів»**

АВТОМАТИЧНА ПЕРЕЇЗНА СИГНАЛІЗАЦІЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

“СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ПЕРЕГОНАХ”

Харків - 2012

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри „Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів” 9 грудня 2010 р., протокол № 4.

Описано методику вивчення та аналізу принципів побудови та функціонування пристроїв автоматичної переїзної сигналізації. Наведено принципові схеми та основні принципи технічної реалізації схемних вузлів з подачі сповіщення та контролю проходження поїздом переїзду як з використанням традиційних рейкових кіл так і тональних рейкових кіл, накладання.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 092507 “Автоматика та автоматизація на транспорті” усіх форм навчання, що вивчають курс “Системи автоматики на перегонах”.

Укладачі:

проф. А.Б. Бойнік,
доц. С.В. Кошевий,
старш. викл. О.А. Абакумов

Рецензент

проф. М.М. Бабаєв

АВТОМАТИЧНА ПЕРЕЇЗНА СИГНАЛІЗАЦІЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ПЕРЕГОНАХ»

Відповідальний за випуск Абакумов О.А.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 25.01.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,75. Тираж 100. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра “Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів”

АВТОМАТИЧНА ПЕРЕЇЗНА СИГНАЛІЗАЦІЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
“СИСТЕМИ АВТОМАТИКИ НА ПЕРЕГОНАХ”

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри „Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів” 9 грудня 2010 р., протокол № 4.

Описано методику вивчення та аналізу принципів побудови та функціонування пристроїв автоматичної переїзної сигналізації. Наведено принципові схеми та основні принципи технічної реалізації схемних вузлів з подачі сповіщення та контролю проходження поїздом переїзду як з використанням традиційних рейкових кіл так і тональних рейкових кіл, накладання.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 092507 “Автоматика та автоматизація на транспорті” усіх форм навчання, що вивчають курс “Системи автоматики на перегонах”.

Укладачі:

проф. А.Б. Бойнік,

доц. С.В. Кошевий,

старш. викл. О.А. Абакумов

Рецензент

проф. М.М. Бабаєв

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лабораторна робота 1 Автоматична переїзна сигналізація	4
Лабораторна робота 2 Автоматична переїзна сигналізація з тональними рейковими колами накладання.....	33
Список літератури.....	62

ВСТУП

До початку занять у лабораторії студент повинен ознайомитися з даними методичними вказівками, а також опрацювати відповідні розділи теоретичного курсу за підручниками, конспектами лекцій і рекомендованою літературою.

1 Зошити з таблицями, формулами та іншими матеріалами, що полегшують запис результатів досліджень, мають бути підготовлені заздалегідь. Елементи, які необхідно вносити до звіту, зазначені стосовно кожної роботи окремо у розділі "Зміст звіту" даних методичних вказівок.

2 До виконання чергової роботи допускаються студенти, які подали звіт про попередні лабораторні роботи. Перевірка знань студентів здійснюється побригадно й індивідуально. Студенти, що не допущені до виконання двох лабораторних робіт, до наступних занять допускаються тільки з дозволу деканату.

3 Результати виконаної роботи необхідно показати викладачу, і тільки після його схвалення робота вважається виконаною.

4 Лабораторні заняття, що пропущені з поважної причини, відпрацьовуються за графіком, який затверджує завідувач кафедри.

Лабораторна робота 1

АВТОМАТИЧНА ПЕРЕЇЗНА СИГНАЛІЗАЦІЯ

1.1 Мета роботи

Вивчення та аналіз принципів побудови та функціонування пристроїв автоматичної переїзної сигналізації (АПС), а також технічної реалізації схемних вузлів з подачі сповіщення та контролю проходження поїздом переїзду на ділянках, обладнаних системами автоблокування (АБ) з традиційними рейковими колами (РК).

1.2 Основні положення

Залізничними переїздами називаються перетинання в одному рівні залізниці і автомобільної дороги, що становить підвищену небезпеку для руху транспорту й вимагає використання спеціальних технічних засобів убезпечення руху. Будівництво перетинань у різних рівнях вимагає значних капітальних витрат і потужностей. Тому воно ведеться обмежено, у першу чергу при особливо інтенсивному русі залізничного й автомобільного транспорту, на міських магістралях і на лініях з високошвидкісним рухом. При середніх і невеликих розмірах руху транспорту заміна переїздів перетинаннями в різних рівнях не доцільна й тому вони обладнуються різними пристроями загородження. Усі залізничні переїзди залежно від інтенсивності руху поїздів та автодорожніх транспортних засобів поділяються на чотири категорії. На залізницях України у цей час експлуатується близько шести тисяч переїздів, які залежно від категорії обладнані такими пристроями загородження:

- а) автоматичні шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;
- б) напівавтоматичні шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;
- в) електричні шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;
- г) механізовані шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;
- д) автоматична світлофорна й сповіщувальна сигналізація;
- е) неавтоматична світлофорна й сповіщувальна сигналізація;
- ж) горизонтально-поворотні шлагбауми;
- и) хрестоподібні попереджувальні знаки.

На цей час розрізняють такі автоматичні системи керування пристроями загородження:

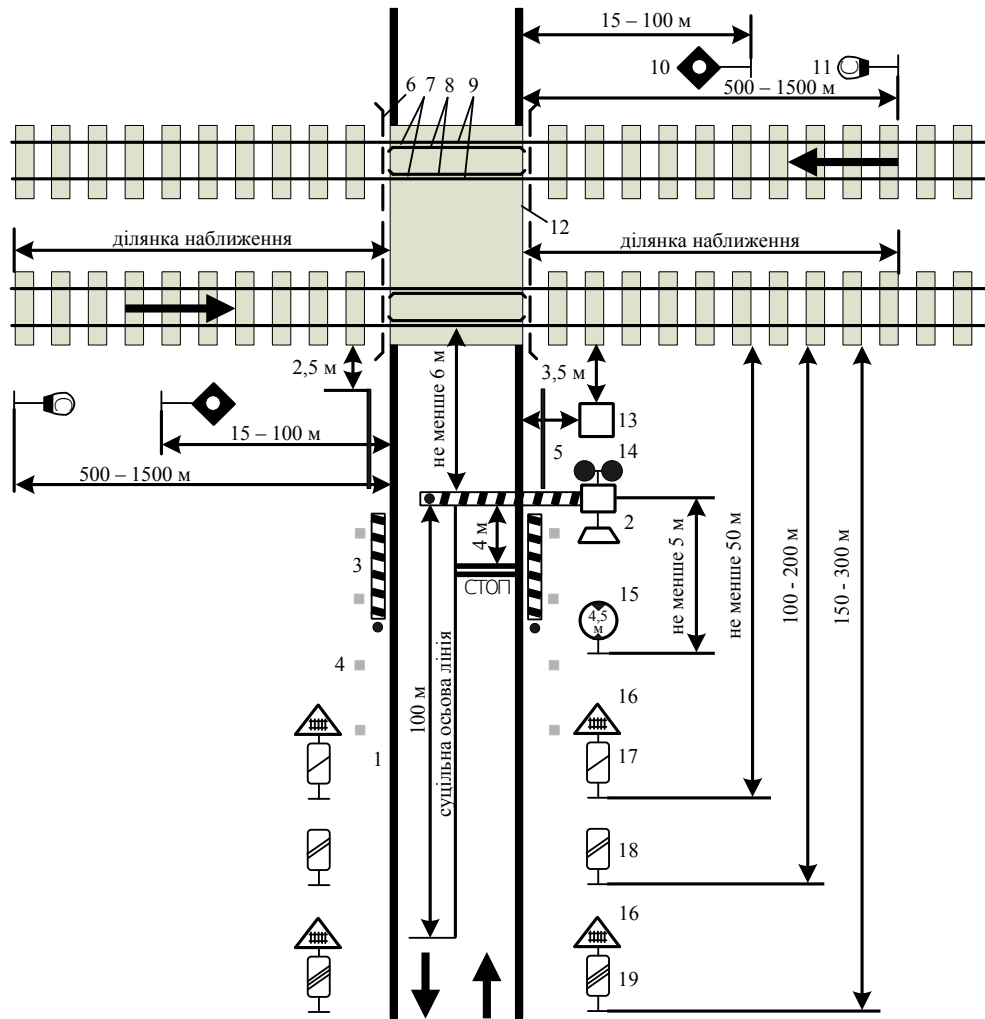
- а) з фіксованою ділянкою сповіщення;
- б) з фіксованим часом сповіщення;
- в) з контролем параметрів руху поїзда;
- г) з дистанційним керуванням.

На мережі залізниць України та в промислово розвинених країнах світу переважно поширені системи з фіксованою ділянкою сповіщення про наближення поїзда до переїзду.

У таких системах час сповіщення на переїзд постійний й визначається попереднім розрахунком виходячи з максимальної швидкості руху поїздів. Недоліком таких систем є те, що ними допускається зайвий час закритого стану переїзду для руху автотранспорту, якщо швидкість поїзда менше прийнятої при розрахунку. Системи з контролем параметрів руху поїзда позбавлені цих недоліків, тому інтенсивно розробляються останніми роками. У цих системах час повідомлення визначається виходячи з повного аналізу параметрів руху поїзда, що наближається до переїзду. У ряді випадків при розташуванні декількох десятків переїздів на великих станціях і прилягаючих до них перегонах з прискореним рухом поїздів, а також на великих станціях промислового транспорту застосовується дистанційне керування пристроями загородження з одного пункту, як правило, приміщення чергового по станції.

На переїздах з високою інтенсивністю руху транспорту й обладнаних пристроями загородження, які мають шлагбауми, встановлюється цілодобове чергування працівника дистанції колії. Основним обов'язком чергових по переїзду є постійне забезпечення безпеки руху. Такі переїзди обладнуються в напрямку руху поїздів спеціальною загороджувальною сигналізацією неавтоматичної дії з наступним розміщенням знаків і табличок (рисунок 1.1).

У напрямку автодорожнього транспорту при автоматичних системах керування переїзди обладнуються автодорожніми світлофорами без шлагбаумів або зі шлагбаумами, що регулюють рух автотранспорту.



1 – крайка проїжджої частини автомобільної дороги; 2 – автоматичний або електричний шлагбаум; 3 – запасні горизонтально-поворотні шлагбауми; 4 – огорожувальні стовпчики; 5 – перила (огорожа); 6 – водовідвідні лотки; 7 – дерев'яні бруси; 8 – контррейки; 9 – колійні рейки; 10 – загороджувальний світлофор; 11 – сигнальний знак «С»; 12 – залізобетонні плити або інше покриття; 13 – будівля переїзного поста; 14 – переїзний світлофор із звуковою сигналізацією; 15 – дорожній знак «Рух транспортних засобів, висота яких перевищує ... м, заборонено»; 16 – дорожній знак «Залізничний переїзд із шлагбаумом»; 17, 18, 19 – дорожні знаки «Наближення до залізничного переїзду»

Рисунок 1.1 – Улаштування та обладнання переїзду зі шлагбаумами

З огляду на більшу інерційність руху залізничного рухомого складу, переважне право руху через переїзди надається, як правило, залізничному транспорту. Виходячи із цього, джерелом інформації для роботи систем переїзної сигналізації є РК. Довжина РК перед переїздом (ділянка наближення) визначається розрахунком залежно від максимальної швидкості руху поїздів, довжини переїзду, максимальної довжини та швидкості руху автотранспортних засобів з урахуванням гарантійного часу та часу спрацювання пристроїв і часу сприйняття.

Розрахункова довжина переїзду складається з відстані від переїзного світлофора для встановленого напрямку руху, основного або дублюючого, найбільш віддаленого від крайньої рейки до протилежної крайньої рейки, плюс 2,5 м – відстань, яка необхідна для безпечної зупинки автомобіля після проїзду переїзду, плюс 5 м – відстань від переїзного світлофора до місця зупинки автотранспорту перед переїздом. Зона, яка розташована у межах розрахункової довжини переїзду, називається небезпечною зоною.

Розрахункові довжини ділянок наближення мають забезпечувати сповіщення на закриття переїзду з АПС, у тому числі і з шлагбаумами, за час, необхідний для завчасного звільнення небезпечної зони переїзду автотранспортом довжиною 24 м при мінімальній швидкості руху 8 км/год при додатковому часі 2 с на спрацювання апаратури АПС та 10 с гарантійного (запасного) часу:

$$L_p = V_n \cdot \left(\frac{l_{nep} + l_a + l_o}{V_a} + \frac{t_{cnp} + t_z}{3,6} \right) = 0,28 \cdot V_n \cdot (t_a + t_{cnp} + t_z) = 0,28 \cdot V_n \cdot t_c, (1.1)$$

де V_n – швидкість руху поїзда, км/год;

l_{nep} – довжина залізничного переїзду, м;

l_a – найбільша розрахункова довжина автотранспортного засобу, $l_a = 24$ м;

l_o – відстань від місця зупинки автотранспортного засобу до автотранспортного світлофора, при якій забезпечується видимість показання світлофора, $l_o = 5$ м;

V_a – розрахункова швидкість руху автотранспортного засобу через переїзд, $V_a = 8$ км/год;

t_{cnp} – час спрацьовування приладів кіл сповіщення і керування АПС, $t_{cnp} = 2$ с;

t_z – гарантійний час, $t_z = 10$ с;

t_c – час сповіщення про наближення поїзда до переїзду, с;

t_a – час, необхідний для проїзду автотранспортним засобом через переїзд, с;

3,6 і 0,28 – перевідні коефіцієнти, що враховують одиниці вимірювання.

Мінімальний час сповіщення на мережі залізниць України прийнятий такий:

а) при автоматичній світлофорній сигналізації, у тому числі з автоматичними (напівавтоматичними) шлагбаумами, якщо у ділянку наближення до переїзду входять імпульсні (кодові) РК постійного або змінного струму – 32 с, у решті випадків – 30 с. При встановленні додаткових автоматичних (напівавтоматичних) шлагбаумів додається гарантійний час 10 с на їх закриття;

б) при сповіщальній сигналізації з електрошлагбаумами – 40 с.

Основні вимоги до перетинань залізниць із іншими залізницями, трамвайними коліями, тролейбусними лініями, автомобільними дорогами й міськими вулицями визначені будівельними нормами й правилами (СНиП), а також інструкціями, що затверджує Міністерство транспорту та зв'язку України.

Електроживлення пристроїв переїзної сигналізації на ділянках з АБ здійснюється аналогічно пристроям АБ з тією особливістю, що для переїзних світлофорів і автошлагбаумів в усіх випадках (при електротязі й при автономній тязі), незалежно від кількості живильних фідерів змінного струму, передбачається резервне живлення від акумуляторних батарей, як правило, з акумуляторів типу АБН. Типове розміщення устаткування на переїзді двоколіїної лінії при АБ й підключенні фідерів електроживлення до переїзних пристроїв показані на рисунку 1.2. Фідер основного живлення (ОПХ, ООХ) подається від трансформатора типу ОМ, підключеного до високовольтної лінії ВЛ СЦБ у релейну шафу переїзної сигналізації 2П2. Резервне живлення (РПХ, РОХ) подається в ту саму релейну шафу від

трансформатора типу ОМ, підключеного до лінії ВЛ ПЭ на опорах контактної мережі. Електроживлення переїзних сигналів та автошлагбаума доповнено акумуляторною батареєю, що розміщена в бетонній шафі БШ.

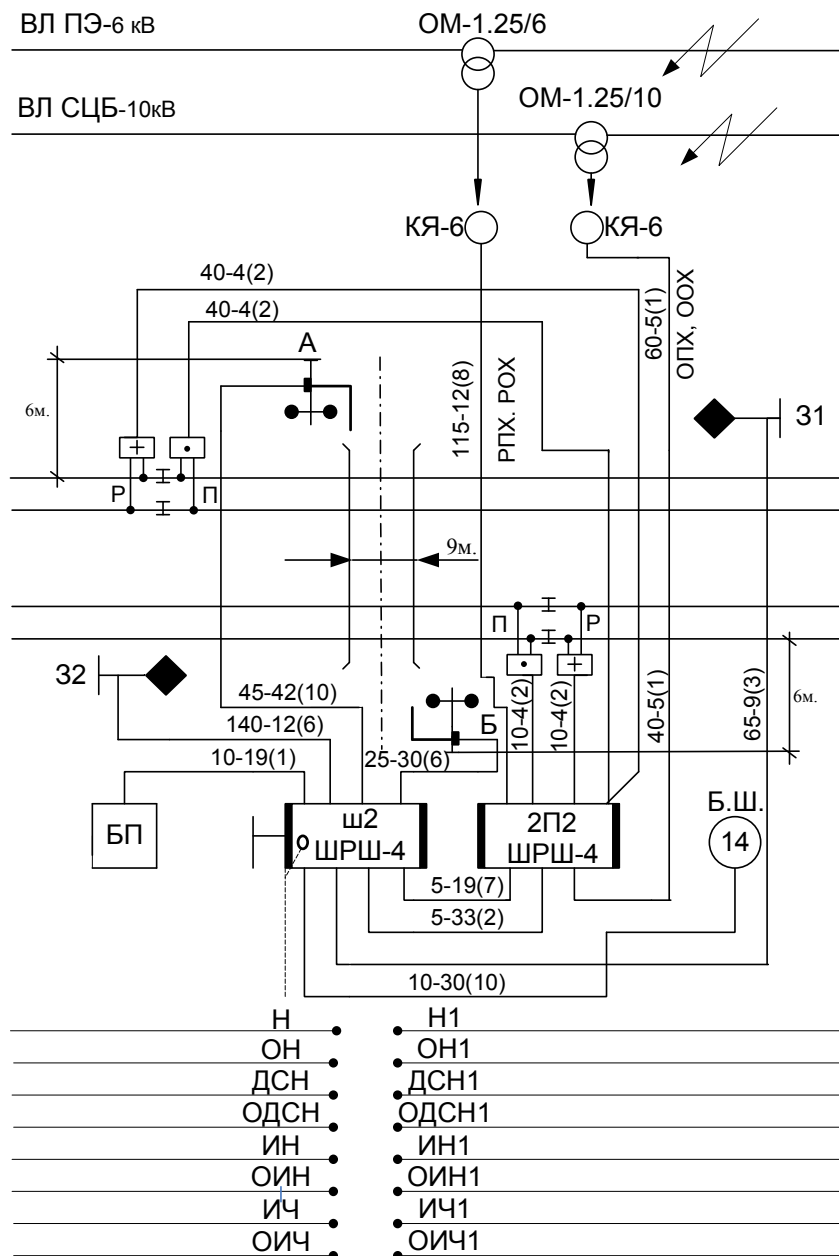


Рисунок 1.2 – Приблизний колійний план переїзду

1.3 Аналіз принципів побудови та функціонування пристроїв автоматичної переїзної сигналізації

Схема керування автоматичною переїзною сигналізацією (рисунок 1.3) виконана з дотриманням вимог щодо забезпечення:

- а) нормальної роботи пристроїв АБ та АЛС;
- б) на ділянках із двостороннім рухом – вмикання сигналізації при підході поїзда незалежно від установленого напрямку руху;
- в) на ділянках зі спеціалізованими під певний напрямок руху коліями – вмикання сигналізації при підході поїзда, що рухається у встановленому напрямку;
- г) вмикання червоного сигналу на прохідному світлофорі, що огорожує блок-ділянку з переїздом, при вмиканні загороджувальної сигналізації й припинення подачі кодів АЛС у РК перед переїздом зі сторони руху поїзда;
- д) передавання по системі диспетчерського контролю з переїзду на найближчу станцію інформації про справність ламп переїзних світлофорів, наявність живлення змінним струмом по основному й резервному фідеру, а також контроль положення переїзної сигналізації.

Схеми переїзної сигналізації мають задовольняти вимоги, що висуваються до виконавчих схем пристроїв СЦБ, і будуються на базі використання реле І класу надійності. Пошкодження окремих приладів або сполучних проводів схеми не повинні викликати небезпечних для руху транспорту ситуацій і при цьому переїзна сигналізація повинна вмикатися.

Стан кіл схеми керування АПС при двоколіїному АБ змінного струму із двостороннім рухом відповідає встановленому правильному напрямку руху по непарній колії перегону – переїзд відкритий для руху автотранспорту. При вільній блок-ділянці 3-5 розрізне рейкове коло кодується залежно від показання світлофора 3. На переїзді від кодових імпульсів працює реле НИ й повторює його роботу реле НТ. Колійне реле НП, включене за схемою релейно-конденсаторного дешифратора, збуджується, що вказує на вільність РК за переїздом. Фронтним контактом реле НП вмикається його повторювач НПТ і замикає коло кодування

рейкового кола 5П. Реле НТ виконує трансляцію кодових імпульсів у рейкове коло 5П.

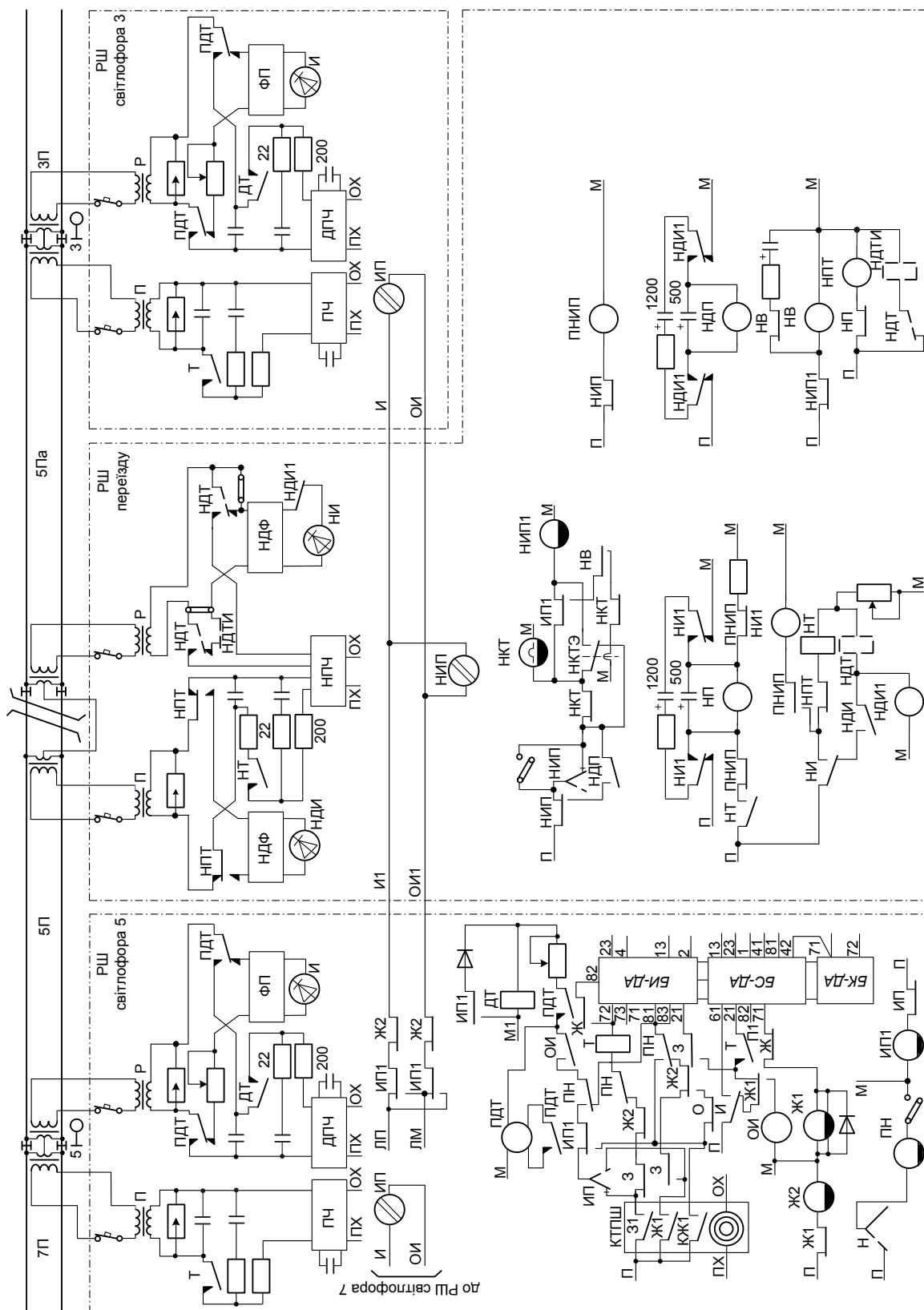


Рисунок 1.3 – Схема управління автоматичною переїзною сигналізацією

При цьому у релейній шафі світлофора 5 перебуває під струмом реле И, чим контролюється вільність блок-ділянки 3-5.

Сигнальна установка 5 перед переїздом має схему сповіщення за дві ділянки наближення. При вступі поїзда на другу ділянку наближення 7П у схемі 5 сигнальної установки вимикається реле ИП і ИП1. Останнє, відпускаючи якір, змінює полярність струму в колі И1-ОИ1 збудження реле НИП на переїзді. Реле НИП поляризованим якорем вимикає реле НИП1, НКТ, НВ, і далі переїзд закривається. При повідомленні за одну ділянку встановлюється перемичка, що шунтує контакт поляризованого якоря реле НИП, і вимикання переїзної сигналізації буде здійснюватися нейтральним контактом реле НИП за одну ділянку наближення. У випадках, коли фактична довжина ділянки наближення більше розрахункової, в колі реле НВ передбачається витримка часу, що підбирається шляхом розрахунку значення ємності конденсатора, що ввімкнений паралельно обмотці реле НВ.

При вступі поїзда на першу ділянку наближення 5П у світлофора 5 вимикаються реле Ж, Ж1, Ж2. Останнє своїми контактами розмикає коло сповіщення, що вимикає реле НИП на переїзді. Відпускаючи якір, реле НИП вимикає свій повторювач ПНИП, а також повторно кола реле НИП1 і НКТ. При цьому реле ПНИП вимикає реле НП із кола перевірки імпульсної роботи реле НТ і підключає до кола релейно-конденсаторного дешифратора реле НИ1. У результаті цього реле НП і НПТ залишаються під струмом і продовжують перевіряти вільність рейкового кола 5П.

Захист від помилкової вільності при короткочасній втраті шунта під поїздом, що рухається по ділянці наближення до переїзду, здійснюється за допомогою реле НИП1 і НКТ. Принцип побудови та функціонування даного вузла схеми аналогічний подібним вузлам у схемах зміни напрямку руху поїздів.

У кодовому АБ живлення РК завжди подається назустріч поїзду, тому на переїзді немає колійного реле, що могло б фіксувати звільнення ділянки наближення й вчасно відкривати переїзд для руху автотранспорту. Для цього ділянка наближення кодується вслід поїзду, що рухається.

Вмикання кодування вслід поїзду починається з моменту вступу поїзда на рейкове коло 5П. У світлофора 5 через тилові

контакти реле И і Ж1 збуджуються реле ОИ, ПДТ і ДТ. Реле ПДТ і ДТ працюють у режимі коду КЖ, посилаючи цей код услід поїзду, що звільнює переїзд. При вступі першої колісної пари поїзда на рейкове коло 5Па вимикаються реле НИ, НИ1, НТ, НП, НПТ і припиняється трансляція кодів з рейкового кола 5Па у 5П. Тиловими контактами реле НПТ до рейкового кола 5П підключається реле НДИ. Після повного звільнення переїзду поїздом реле НДИ і реле НДИ1 починають працювати в режимі коду КЖ, що надходить від світлофора 5, завдяки чому збуджується реле НДП, фіксуючи звільнення переїзду. Через фронтний контакт НДП і тильний контакт термоелемента спрацьовує реле НКТ, через фронтний контакт якого вмикається обмотка термоелемента. Після закінчення витримки часу нагрівання термоелемента (від 8 до 18 с) спрацьовують реле НИП1, НВ і переїзд відкривається.

Після повного звільнення усієї блок-ділянки на переїзді від коду КЖ починають працювати реле НИ і НИ1 і в релейно-конденсаторному дешифраторі збуджуються реле НП і НПТ. Реле НПТ тильним контактом відключає реле НДИ від рейкового кола 5П, а фронтним контактом вмикає коло реле НТ, що працює як повторювач реле НИ. У рейкове коло 5П починають транслюватися коди з рейкового кола 5Па.

Після спрацьовування у великому інтервалі коду КЖ реле И у світлофора 5 збуджуються реле Ж, Ж1, Ж2 (коди КЖ надходять із обох кінців рейкового кола від трансмітерів різних типів). Розмикаючи тильний контакт, реле Ж1 вмикає реле ОИ й перериває коло кодування від світлофора 5, після чого здійснюється нормальна трансляція кодів з рейкового кола 5Па в 5П.

Фронтними контактами реле Ж2 замикає коло сповіщення, й на переїзді спрацьовують реле НИП, ПНИП, і всі кола керування переїздної сигналізації повертаються у вихідний стан.

При зміні напрямку руху поїздів на неправильний, переїзна сигналізація не вмикається, закриття переїзду при наближенні поїзда в неправильному напрямку робить черговий по переїзду встановленим порядком.

Вмикання вогнів світлофора й дзвінків звукової сигналізації та переведення бруса шлагбаума в горизонтальне положення здійснюється при знеструмленні реле ПВ і ПВ1 (повторювачі

реле В). Реле ПВ1 ввімкнене так, що сигналізацію можна вмикати автоматично знеструмленням реле ПВ і вручну із щитка керування шляхом натискання кнопки «З» (рисунок 1.4).

ділянок наближення (не перевіряються фронтові контакти реле ПВ).

Кнопка «О» без фіксації положення, тому для вимикання сигналізації кнопку необхідно увесь час тримати натиснутою.

Нормально, якщо переїзд відкритий, під струмом перебувають реле ПВ, ПВ1, ВМ і ОШ.

Фронтові контакти реле ОШ у колі живлення якоря й обмотки збудження двигуна замкнуті. При цьому полярність живлення на замкнутих контактах реле ОШ така, що обертання якоря двигуна (при замкнутих контактах 3-3' привода) спрямовано у бік підйому бруса шлагбаума (рисунок 1.5).

При вертикальному положенні бруса через замкнуті контакти 1-1' перемикачів приводів і фронтові контакти 21-22 і 41-42 реле ПВ1 під струмом перебувають керуючі реле У, У1, тиловими контактами яких вимикаються сигнальні вогні шлагбаума.

Для контролю справності сигнальних ламп встановлено два вогневі реле АО і БО типу АОШ2-180/0,45.

Вогневі реле призначені для контролю цілості ниток світлофорних ламп і передачі інформації про їхній стан на найближчу станцію по колу частотного диспетчерського контролю. Кожне з вогневих реле перевіряє справність двох сигнальних ламп, розміщених на різних світлофорах, у холодному стані й при горінні.

Вогневе реле АО перевіряє справність першої лампи світлофора А та другої лампи світлофора Б. Вогневе реле БО перевіряє справність двох інших ламп.

Нормально, при вільній ділянці наближення, коли переїзд відкритий, при справних лампах вогневі реле перебувають під струмом, одержуючи живлення по високоомних обмотках через дві послідовно з'єднані сигнальні лампи світлофорів А і Б. Через великий опір обмоток вогневих реле струм у колі ламп малий, щоб забезпечити горіння лампи, але достатній для підтримки якоря реле в притягнутому положенні.

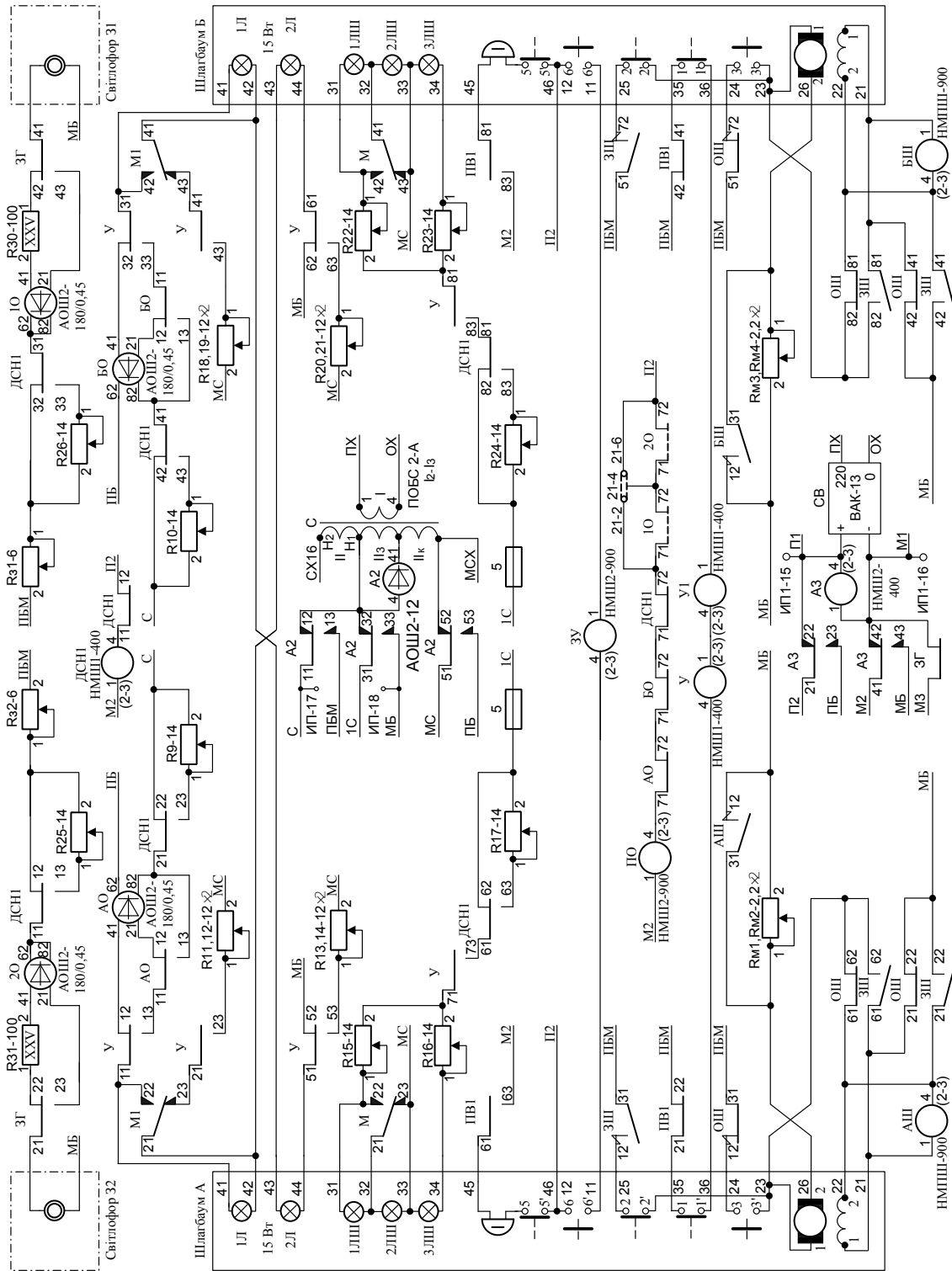


Рисунок 1.5 – Схема електрична принципова управління автошлагбаумами

При вступі поїзда на ділянку наближення знеструмлюється реле ПВ1 і своїми фронтними контактами обриває коло живлення керуючих реле У, У1 і реле ВМ.

Одночасно тилловими контактами реле ПВ1 вмикаються дзвінки шлагбаумів, які будуть сигналізувати доти, поки брус шлагбаума не опуститься в горизонтальне положення й розімкнуться контакти 5-5' привода, ввімкнені в коло дзвінка. Реле У тилловими контактами вмикає лампи переїзних світлофорів і лампи, що розташовані на брусах автошлагбаумів. При цьому кола ламп автодорожніх світлофорів відключаються від високоомних обмоток вогневих реле, а тилловими, по колу блокування, підключаються до низькоомних обмоток.

Тилловими контактами реле ПВ1 вмикається маятниковий трансмітер МТ типу МТ-2 і починає працювати в імпульсному режимі реле М, одержуючи при замиканні контактів 31-32 маятникового транс-мітера живлення. Лампи шлагбаумів 1Л та 2Л, а також лампи 1ЛШ і 2ЛШ, встановлені на брусах шлагбаумів, починають горіти миготливим вогнем. Лампа 3ЛШ, розташована на краю бруса, горить безперервним вогнем.

Реле ВМ якийсь час після вимикання живлення втримує свій якір притягнутим за рахунок струму розряду конденсатора, підключеного паралельно обмотці реле.

Ємність конденсатора, що створює час уповільнення реле ВМ, визначається необхідною витримкою часу між включенням світлової й звукової сигналізації й початком опускання бруса шлагбаума.

Для напівшлагбаумів така витримка часу повинна становити порядку 14-16 с. За цей час автомобіль, що перебуває перед шлагбаумом у момент появи червоних вогнів, повинний проїхати шлагбаум. Після знеструмлення реле ВМ через його замкнуті тиллові контакти 11-13 збуджується реле ЗШ (закриття шлагбаума) і знеструмлюється реле ОШ.

Фронтними контактами реле ЗШ замикається коло живлення якоря й обмотки збудження двигуна привода. В обмотку збудження при цьому подається живлення полярності, при якій обертання двигуна забезпечує опускання бруса.

Після того як брус прийме горизонтальне положення, контактами перемикача привода 2-2' буде виключений двигун, а контактами 5-5' – дзвінок. Сигнальні вогні будуть, як і раніше, горіти в сигнальному режимі.

Якщо реле ПВ1 короткочасно збудиться й після спрацьовування реле ВМ і ОШ почнеться підйом бруса шлагбаума, то наступне знеструмлення реле ПВ1 до повного підйому бруса призведе до опускання бруса без витримки часу. При розімкнутому фронтівому контакті 11-12 У1 розряд конденсатора на обмотку реле ВМ відбувається через діод.

Після проходження поїзда й збудження реле ПВ1 вмикається коло реле ВМ, зі збудженням якого стає під струм реле ОШ і знеструмлюється ЗШ.

Реле ОШ вмикає двигун привода на підйом бруса шлагбаума. Коли брус шлагбаума займе вертикальне положення, контактами 3-3' вмикається двигун, а контактами 1-1' замикається коло реле У, У1, після збудження яких вмикаються сигнальні вогні на переїзних світлофорах.

Вогневі реле АО та БО перебувають під струмом, одержуючи живлення по низькоомних обмотках через контакти миготливого реле М, що по черзі підключає лампи відповідної пари. У той момент, коли миготливе реле М перебуває без струму, перевіряється справність ввімкненої першої лампи світлофора А. Перевірка здійснюється низькоомною обмоткою вогневого реле, через фронтівий контакт реле АО й тиліві контакти реле У і М. Друга лампа світлофора Б у цей час не горить, тому що вона підшунтована тилівим контактом 21-23 реле М.

У момент, коли реле М під струмом, через його фронтівий контакт одержує живлення друга лампа світлофора Б.

Якщо при знаходженні поїзда на ділянці наближення лампа 1Л світлофора А перегоряє, то при знеструмленні реле М коло низькоомної обмотки реле АО виявляється розімкнутим. У результаті цього якір реле АО за період інтервалу 0,75 с відпускається й контактом 11-12 розриває своє блокувальне коло живлення низькоомної обмотки.

Вогневе реле АО знову не збудиться, незалежно від стану ділянки наближення, поки не буде встановлена справна лампа. Коло горіння другої лампи світлофора Б зберігається через тилівий контакт 11-13 реле АО.

У випадку перегорання ввімкненої другої лампи світлофора Б, при справній першій світлофора А, якір реле АО відпускається

й розриває блокувальне коло під час імпульсу при замкнутому фронтівому контакті реле М.

Прийнятий спосіб ввімкнення ламп, при якому через один трійник миготливого реле керуються дві лампи різних світлофорів, зменшує ймовірність загасання відразу двох ламп на одному світлофорі при можливих обривах кіл живлення.

Шунтування ламп, а не повне їхнє вимикання, поліпшує умови роботи контактів миготливого реле й створює більш легкий режим роботи світлофорних ламп.

Реле КМ із конденсаторним дешифратором перевіряє імпульсну роботу миготливого реле М і за допомогою допоміжного реле КМК, у колі живлення якого ввімкнений контакт реле КМ, передається інформація на станцію, якщо при знаходженні поїзда на ділянці наближення реле М не працює в імпульсному режимі.

Нормально, при відсутності поїзда на ділянці наближення, реле КМК одержує живлення по блокувальному колу через свій замкнутий фронтівий контакт і фронтівий контакт реле У1. При справній роботі миготливих пристроїв контрольне реле КМК постійно перебуває під струмом.

Якщо при знаходженні поїзда на ділянці наближення (реле ПВ1 без струму) реле М з якої-небудь причини не працює – реле КМ вимкнене. Внаслідок цього реле КМК, знеструмившись, знову не збудиться доти, поки не буде усунуте пошкодження. При знеструмленому реле КМК, незалежно від стану ділянки наближення, у лінію буде посилатися контрольний код.

Тиловий контакт реле КМК, включений у коло живлення маятникового трансмітера, забезпечує автоматичне збудження реле КМК при усуненні пошкодження, як наприклад, заміна конденсаторного блока БКМ, коли на ділянці наближення немає поїзда.

При вступі поїзда на ділянку наближення знеструмлюється реле У1 і фронтівим контактом розриває блокувальне коло живлення.

Одночасно, як уже згадувалося, вмикається маятниковий трансмітер, після чого, у результаті роботи МТ і реле М в імпульсному режимі, збуджується реле КМ і своїм фронтівим контактом замикає паралельне коло живлення реле КМК.

Час уповільнення на відпускання якоря реле КМК перекриває проміжок часу між розмиканням фронтового контакту реле У1 і замиканням фронтового контакту реле КМ, протягом якого реле КМК не одержує живлення.

Живлення сигнальних ламп здійснюється змінним струмом від сигнального трансформатора С типу ПОБС-2А. Контроль наявності змінного струму здійснює реле А2 типу АОШ2-12, включене у вторинну обмотку трансформатора С. При вимиканні змінного струму реле А2 знеструмлюється й перемикає живлення ламп на акумуляторну батарею.

Живлення двигуна привода здійснюється від акумуляторної батареї напругою 28 В, включеної за схемою безперервного підзаряду з випрямлячами ВАК-13. Батарея розділена на дві секції по 14 В кожна. Мінімально допустима напруга на затискачах двигуна привода 23 В.

Секції моторної батареї використовуються як резервне джерело живлення сигнальних ламп і для живлення приладів схем автошлагбаума.

З метою підвищення надійності роботи пристроїв електроживлення приладів, не зв'язаних зі схемою включення шлагбаума, застосований випрямляч СВ типу ВАК-13.

На охоронних переїздах для керування автоматичними шлагбаумами й загороджувальними світлофорами застосовується щиток керування (рисунок 1.4). Щиток встановлюється на зовнішній стіні будки чергового по переїзду або на окремому стояку.

На лицьовій панелі щитка розміщуються 7 кнопок і 16 контрольних лампочок з такими позначеннями (у дужках зазначені умовні позначення кнопок і лампочок, прийняті в принципових схемах):

- кнопка «Закриття» (З) – двопозиційна, пломбується, з фіксацією положення, що служить для вмикання переїзних світлофорів і закриття шлагбаумів;

- кнопка "Відкриття" (О) – двопозиційна, пломбується, без фіксації положення, що служить для вимикання переїзних світлофорів і відкриття шлагбаумів;

- кнопка "Вмикання загородження" (ЗС) – двопозиційна, пломбується, з фіксацією положення, що служить для вмикання загороджувальної сигналізації;

- кнопка "Підтримка" (Б) – двопозиційна, пломбується, без фіксації положення, що служить для підтримки брусів шлагбаумів у верхньому положенні при збереженні миготливих вогнів на переїзних світлофорах;

- кнопка "Вимикання дзвінка" (ВЗ) – двопозиційна, пломбується, з фіксацією положення, що служить для вимикання сигнальних дзвінків в пристроях сповіщальної переїзної сигналізації;

- кнопки "МН" і "МЧ" – двопозиційні, пломбуються, з фіксацією положення, що служать для керування непарними й парним маневровими світлофорами, установленими для огороження переїзду на під'їзній колії.

- дві лампочки, біла й червона, – "Наближення непарне" (НП), контролюють наближення поїздів, що йдуть у непарному напрямку;

- дві лампочки, біла й червона, – "Наближення парне" (ЧП), контролюють наближення поїздів, що йдуть у парному напрямку;

- дві лампочки, біла й червона, – "Світлофори" (АБО), контролюють справність сигнальних ламп переїзних світлофорів;

- дві лампочки, біла й червона, – "Миготіння" (КМ), контролюють справність комплексу миготливих пристроїв;

- дві лампочки, біла й червона, – "Загороджувальний 31" (31) і дві "Загороджувальний 32" (32), контролюють справність ламп загороджувальних і попереджувальних до них світлофорів;

- дві лампочки білі "МН" і "МЧ" – контролюють справність ламп маневрових світлофорів;

- дві лампочки білі А1 і А2 – наявність основного й резервного живлення на переїзній установці.

Кнопки ВЗ, МН, МЧ і лампочки МН, МЧ використовуються при проектуванні сигналізації на станційних переїздах.

У нижній частині корпусу щитка для оброблення кабелю встановлена клемна панель на 42 штирі.

Для передавання інформації по системі диспетчерського контролю з переїзної установки на станцію використовується двопровідне коло подвійного зниження напруги. На кожній

переїзній установці в проводі ДСН-ОДСН ввімкнений генератор типу ГКШ, настроєний на певну фіксовану частоту.

В коло живлення підсилювача потужності ГКШ ввімкнені фронтіві контакти: повторювача вогневих реле АО, БО, ІО, 2О та подвійного зниження напруги ДСН1 – реле ПО, що контролює справність світлофорних ламп автодорожніх та загороджувальних світлофорів і кола подвійного зниження напруги; реле КМК, що контролює справність роботи комплекту миготливих пристроїв; керуючого реле У1, що повторює стан повторювача реле зайнятості ділянки наближення ПВ1; реле ЗУ, що контролює положення бруса шлагбаума; аварійних реле А і А1, що контролюють наявність живлення в основному та резервному фідерах живлення (рисунок 1.6).

При вільній ділянці наближення і відсутності несправностей у лінії від генератора надходить безперервний контрольний код – контрольна лампочка на табло чергового по станції не горить.

При несправності будь-якої лампи або знеструмленні реле ДСН тилowymi контактами реле ПО на генераторі створюються перемички 53-31 і 41-42-43. У лінію посилається контрольний код, що складається з імпульсів і інтервалів тривалістю 0,3 с. Контрольна лампочка даної переїзної установи на пульті буде горіти в миготливому режимі. Як видно зі схеми, справність ламп і реле ДСН перевіряється на станції незалежно від стану ділянки наближення.

Передавання інформації на станцію про пошкодження кола подвійного зниження напруги необхідне через різке зниження видимості сигналів, що може негативно позначитися на умовах безпеки руху.

При знеструмленому реле КМК, коли несправний комплект миготливих пристроїв і на світлофорах у цьому випадку горять по одній лампі безперервним вогнем, за рахунок отриманих перемичок 53-31 і 43-41 у лінію ДСН від ГКШ буде посилатися контрольний код. Цей код складається з імпульсів тривалістю 0,3 с і інтервалів тривалістю 1 с. Контрольна лампочка на табло буде 1 с горіти і 0,3 с погашена.

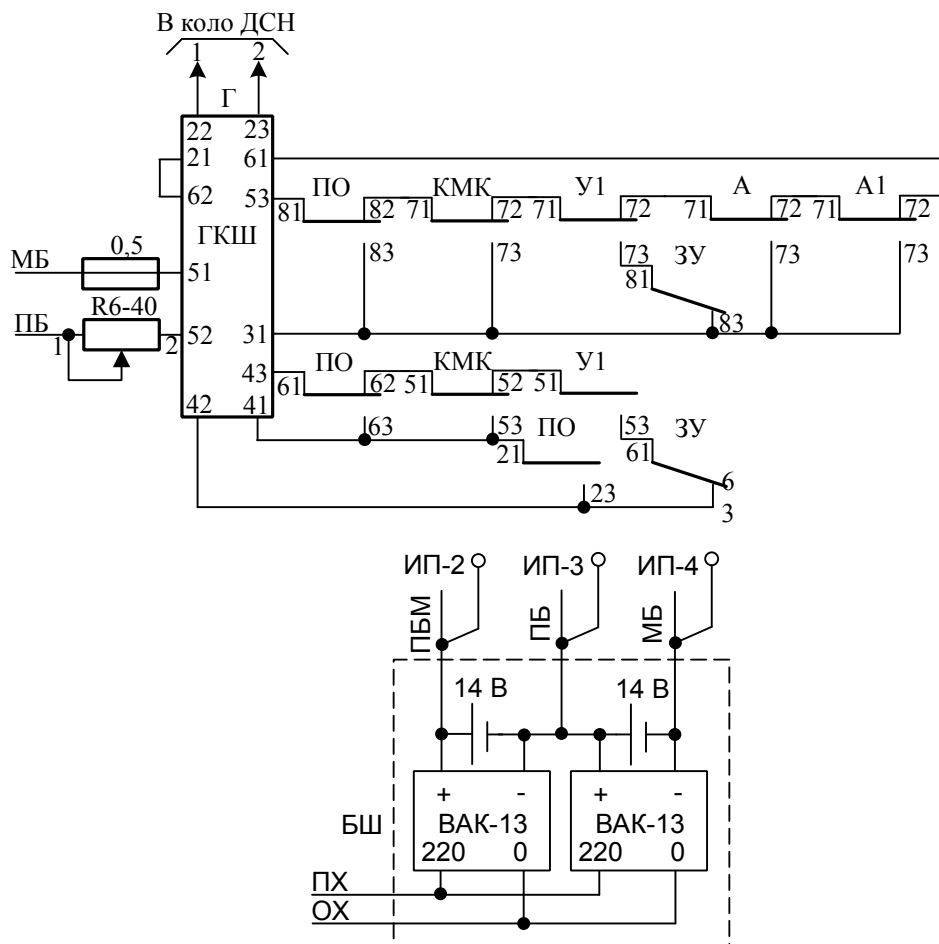


Рисунок 1.6 – Схема вмикання генератора ЧДК та електроживлення мотора привода

При відсутності на переїзній установці основного або резервного живлення знеструмлюється аварійне реле А або А1 і на генераторі ГКШ створюється перемичка 53-31. У лінію посилається контрольний код, що складається з імпульсів і інтервалів тривалістю 1 с. У цьому випадку контрольна лампочка на табло буде горіти 1 с і 1 с буде погашена.

При зайнятій поїздом ділянці наближення керуюче реле У1 знеструмлюється й через його тиловий контакт і тиловий контакт реле ЗУ, що контролює горизонтальне положення бруса шлагбаума, на генераторі створюються перемички 53-31 і 43-42. Протягом 16 с, поки брус не прийме горизонтального положення, у лінії буде посилатися імпульсне живлення. Лампочка на табло чергового буде у цей час горіти в миготливому режимі.

Після закінчення 16 с брус автошлагбаума прийме горизонтальне положення, при якому контакт 6-6'

автоперемикача замикається. Реле ЗУ збудиться й своїм тиловим контактом розірве коло живлення генератора. Лампочка на табло буде горіти безперервним вогнем.

Якщо з якихось причин брус автошлагбаума не опуститься, то контрольна лампочка на станції буде горіти до повного звільнення всієї ділянки наближення.

1.4 Опис робочого місця

Лабораторний макет АПС складається із двох статурів, на яких зліва направо розміщена апаратура схеми керування автоматичною переїзною сигналізацією та автоматичними шлагбаумами. Статури з'єднані в єдину жорстку конструкцію і змонтовані за типовими схемами на базі малогабаритної штепсельної апаратури з урахуванням включення пристроїв диспетчерського контролю.

На горизонтальній площині статурів виконана фізична модель залізничного переїзду для парної колії двоколісного перегону: на переїзді встановлений один макетний автодорожній світлофор і один перегінний світлофор АБ. Відкрите положення бруса шлагбаума імітується вмиканням білої смужки вздовж автомобільної дороги. Загороджувальне положення бруса шлагбаума імітується вмиканням червоної смужки поперек автомобільної дороги.

Вмикання електроживлення макета здійснюється тумблером «Живлення», а контроль наявності електроживлення в мережі здійснюється горінням червоної лампочки над тумблером.

Для можливості імітації дій чергового по переїзду на макеті наявні такі основні кнопки та індикація:

- кнопка «ЗС» (з фіксуванням) – для вмикання загороджувального світлофора, над нею розміщена контрольна лампа фактичного горіння червоного вогню;
- кнопка «З» (з фіксуванням) – для закриття переїзду;
- кнопка «О» (без фіксації) – для відкриття переїзду.

Над кнопками «З», «О» та «ЗС» розташовані лампочки контролю зайнятості ділянки наближення.

Імітація пошкодження основного і резервного фідерів живлення переїзної і сигнальної установок здійснюється чотирма тумблерами, що розміщені на стативах.

1.5 Програма виконання лабораторної роботи

1 Вивчення особливостей, принципів побудови й функціонування основних вузлів схем керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка керування автошлагбаумом та частотного диспетчерського контролю пристроїв переїзної сигналізації.

2 Аналіз функціонування схем керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка керування автошлагбаумом та частотного диспетчерського контролю пристроїв переїзної сигналізації.

3 Дослідження роботи схем АПС на діючій лабораторній установці.

4 Аналіз функціонування схем керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка керування автошлагбаумом при штатних та нештатних експлуатаційних ситуаціях.

1.6 Методика виконання лабораторної роботи

Завдання 1. *Самопідготовка й допуск до виконання роботи.*

1 Особливості, принципи побудови й функціонування основних вузлів схем керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка керування автошлагбаумом та частотного диспетчерського контролю пристроїв переїзної сигналізації необхідно вивчити самостійно за рекомендованою літературою [1-5] та даними методичними вказівками.

2 На базі самостійної підготовки до проведення досліджень у лабораторії потрібно пройти допуск, для чого необхідно правильно відповісти на питання викладача й подати в оформленому вигляді перші три пункти звіту про роботу.

Завдання 2. Аналіз функціонування схем керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка керування автошлагбаумом та частотного диспетчерського контролю пристроїв переїзної сигналізації.

1 Ознайомитися з лабораторним макетом АПС.

2 Не вмикаючи живлення лабораторного макета, вивчити апаратуру й принципові схеми АПС.

3 За принциповими схемами проаналізувати роботу схем АПС при проходженні поїзда через залізничний переїзд. З урахуванням стану приладів установки заповнити таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Стан реле схеми керування переїзною сигналізацією

Місце знаходження поїзда на ділянці	Стан реле схеми керування переїзною сигналізацією															
	за схемою															
	на макеті															
1	НН	ННІ	НДІ	НДІІ	ННІІ	ННІІІ	ННІІІІ	НКТ	НВ	НП	ННТ	НДП	НТ	НДТ	НДТІ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1 Поїзд на ділянці наближення відсутній																
2 Поїзд вступив на ділянку наближення																
3 Поїзд вступив на переїзд																
4 Поїзд пройшов переїзд																
5 Поїзд звільнив блок-ділянку, на якій розташовано переїзд																

4 За аналогією із завданням пункту 3 проаналізувати роботу схеми керування автошлагбаумом і в таблиці 1.2 відмітити відповідний стан реле.

Таблиця 1.2 – Стан реле схеми керування автошлагбаумом

Місце знаходження поїзда на ділянці	Стан реле схеми керування автошлагбаумом															
	за схемою															
	на макеті															
	В	ПВ	ПВІ	У, УІ	ВМ	ОШ	ЗШ	ЗУ	ЗГ	М	МІ	КМ	КМК	ПО	А1, А2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1 Поїзд на ділянці наближення відсутній																
2 Поїзд вступив на ділянку наближення																
3 Поїзд вступив на переїзд																
4 Поїзд пройшов переїзд																
5 Поїзд звільнив блок-ділянку, на якій розташовано переїзд																

Завдання 3. Дослідження роботи схем АПС на діючій лабораторній установці.

1 Увімкнути лабораторний стенд і переконатися в його справності, візуально спостерігаючи за дією пристроїв огороження при проходженні поїзда по ділянці перегону. (Для нормального функціонування лабораторного стенда необхідно увімкнути живлення не лише на макеті АПС, а й на макеті КАБ).

2 Перевірити за макетом відповідність стану реле раніше зробленим записам у таблицях 1.1 та 1.2. У випадку невідповідності з'ясувати причину й виправити допущену помилку.

3 Користуючись секундоміром, визначити значення уповільнення у схемах АПС та елементи, що забезпечують ці уповільнення. Результати оформити у вигляді таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Значення встановлених уповільнень у схемах АПС

Призначення уповільнення	Величина уповільнення, с	У якому колі і яким елементом забезпечується
1 Компенсація надлишкової довжини фактичної ділянки наближення		
2 Витримка часу для захисту від короткочасної втрати поїзного шунта		
3 Інтервал між моментом вмикання червоних миготливих вогнів на переїзному світлофорі та початком опускання бруса шлагбаума		
4 Інтервал між початком підняття бруса шлагбаума та вимиканням червоних миготливих вогнів на переїзних світлофорах		

Завдання 4. Аналіз функціонування схем керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка керування автошлагбаумом при штатних та нештатних експлуатаційних ситуаціях.

1 Користуючись схемами керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка керування автошлагбаумом, які наведені на рисунках 1.3-1.5, побудувати часові діаграми функціонування вказаних схем відповідно до варіанта індивідуального завдання, вказаного у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Варіанти індивідуального завдання

Перша буква імені студента	Перша буква прізвища студента			
	А-Ж	З-Л	М-Р	С-Я
А-Л	1	2	3	4
М-Я	5	6	7	8

Поїзні ситуації задані в таблицях 1.5, 1.6 у вигляді двох станів: початкового та кінцевого. При побудові часової діаграми

спочатку відобразити початковий стан реле, потім перехідний процес та кінцевий стан реле. Реле, стан яких необхідно відобразити на часовій діаграмі, вказані у таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.5 – Поїзні ситуації для аналізу схеми керування переїзною сигналізацією

Варіант	Експлуатаційна ситуація	
	Початковий стан	Кінцевий стан
1	Нормальний стан переїзду (всі ділянки вільні, пристрої АПС справні)	Відбувся схід ізолюючих стиків між ділянками 5П та 5Па
2	Нормальний стан переїзду	Поїзд вступив на ділянку 7П
3	Поїзд знаходиться на ділян-ках 7П та 5П	Відбулася короткочасна втрата поїзного шунта
4	Поїзд знаходиться на ділян-ках 7П та 5П	Поїзд звільнив ділянку 7П і вступив на ділянки 5П та 5Па
5	Поїзд знаходиться на ділян-ках 5П та 5Па	Поїзд звільнив переїзд і знаходиться на ділянці 5Па
6	Поїзд знаходиться на ділянці 5Па	Поїзд повністю звільнив блок-ділянку 5
7	Поїзд знаходиться на ділянці 5Па. Обрив конденсатора 1200 мкФ у колі реле НДП	Поїзд повністю звільнив блок-ділянку 5. Обрив конденсатора 1200 мкФ у колі реле НДП
8	Поїзд знаходиться на ділянці 5Па. Обрив конденсатора 1200 мкФ у колі реле НП	Поїзд повністю звільнив блок-ділянку 5. Обрив конденсатора 1200 мкФ у колі реле НП

Таблиця 1.6 – Поїзні ситуації для аналізу схеми керування автоматичним шлагбаумом

Варіант	Експлуатаційна ситуація
---------	-------------------------

	Початковий стан	Кінцевий стан
1	Переїзд відкритий	Початковий момент закриття переїзду: АПС почала працювати, але брус ще піднятий
2	Від початкового моменту закриття переїзду пройшло 3-4 с: червоні миготливі вогні ввімкнулися, але брус ще піднятий	Переїзд закритий: червоні миготливі вогні ввімкнені, брус опущений
3	Переїзд закритий	Початковий момент відкриття переїзду: брус почав підніматися, червоні миготливі вогні ще ввімкнені
4	Початковий момент відкриття переїзду: брус почав підніматися, червоні миготливі вогні ще ввімкнені	Переїзд відкритий
5	З початкового моменту відкриття переїзду пройшло 3-4 с: брус почав підніматися, червоні миготливі вогні ще ввімкнені	На ділянку наближення вступив наступний поїзд
6	Переїзд відкритий	Переїзд закривається: АПС почала працювати, але брус ще піднятий і черговий по переїзду натиснув кнопку «Б»
7	Переїзд відкритий, але черговий натиснув кнопку «З»	Переїзд закрився
8	Переїзд закритий, але черговий по переїзду натиснув кнопку «О»	Переїзд відкрився

2 Після побудови часових діаграм необхідно нанести на схемах АПС кола протікання струмів для вищевказаних реле відповідно до заданої поїзної ситуації.

1.7 Зміст звіту

- 1 Назва та мета роботи.
- 2 Коротка характеристика схем АПС.
- 3 Результати досліджень у вигляді таблиць 1.1-1.3.
- 4 Часові діаграми роботи пристроїв АПС відповідно до заданої поїзної ситуації.
- 5 Схеми керування переїзною сигналізацією, автошлагбаумом, щитка управління автошлагбаумом та частотного диспетчерського контролю пристроїв переїзної сигналізації з нанесеними вказівками щодо протікання струму відповідно до заданої поїзної ситуації.

1.8 Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Як класифікуються залізничні переїзди і якими пристроями огороження обладнуються?
- 2 Які особливості побудови рейкових кіл на переїзді?
- 3 З якою метою у межах переїзду встановлюються додаткові ізолюючі стики?
- 4 Як забезпечується трансляція кодів у розрізному РК переїзду?
- 5 Яким чином подається сповіщення на переїзд при наближенні рухомого складу?
- 6 Як здійснюється повідомлення на переїзд при довжині розрахункової ділянки наближення більше або менше фактичної границі блок-ділянки?
- 7 За допомогою чого досягається необхідне уповільнення між початком дії сповіщальної сигналізації й початком закриття шлагбаума?
- 8 Чому для правильного функціонування системи АПС організовується кодування у хвіст поїзда?
- 9 Як здійснюється захист від помилкового відкриття переїзду для руху автотранспорту при короткочасній втраті шунта під короткою рухомою одиницею?

10 Яким чином забезпечується повертання схеми АПС до початкового стану?

11 З якою метою здійснюється уповільнення на закриття шлагбаума після вмикання переїзної сигналізації і яким чином воно забезпечується?

12 Яким чином виключається повне відкриття переїзду при короткочасному збудженні реле ПВ1?

13 Як забезпечується контролювання стану ниток розжарювання ламп автодорожніх світлофорів?

14 Як здійснюється керування переїзною сигналізацією при тимчасовому неправильному напрямку руху поїздів?

15 З якою метою здійснюється контроль пристроїв переїзної сигналізації за допомогою частотного диспетчерського контролю?

Лабораторна робота 2

АВТОМАТИЧНА ПЕРЕЇЗНА СИГНАЛІЗАЦІЯ З ТОНАЛЬНИМИ РЕЙКОВИМИ КОЛАМИ НАКЛАДАННЯ

2.1 Мета роботи

Вивчення принципів побудови та аналіз функціонування пристроїв автоматичної переїзної сигналізації (АПС), а також технічної реалізації схемних вузлів з подачі сповіщення та контролю проходження поїздом переїзду, у яких використовуються тональні рейкові кола (ТРК) накладання.

2.2 Основні положення

При проектуванні АПС, модернізації діючих пристроїв АПС на одноколіїних та двоколіїних дільницях з кодовим автоблокуванням (КАБ) на сьогоднішній день використовують технічні рішення, в яких подача сповіщення на переїзд та контроль проходження поїзда через переїзд виконані з

використанням ТРК накладання, що суміщені з рейковими колами КАБ 50 та 25 Гц.

Як правило, переїзд обладнується чотирма ділянками наближення 1У...4У по кожній колії, які обладнуються ТРК накладання (на рисунку 2.1 – АП (АП1, АП2), 1П, 2П, БП), що забезпечує надійний та достовірний контроль проходження поїзда через переїзд (схеми ТРК наведено на рисунку 2.2).

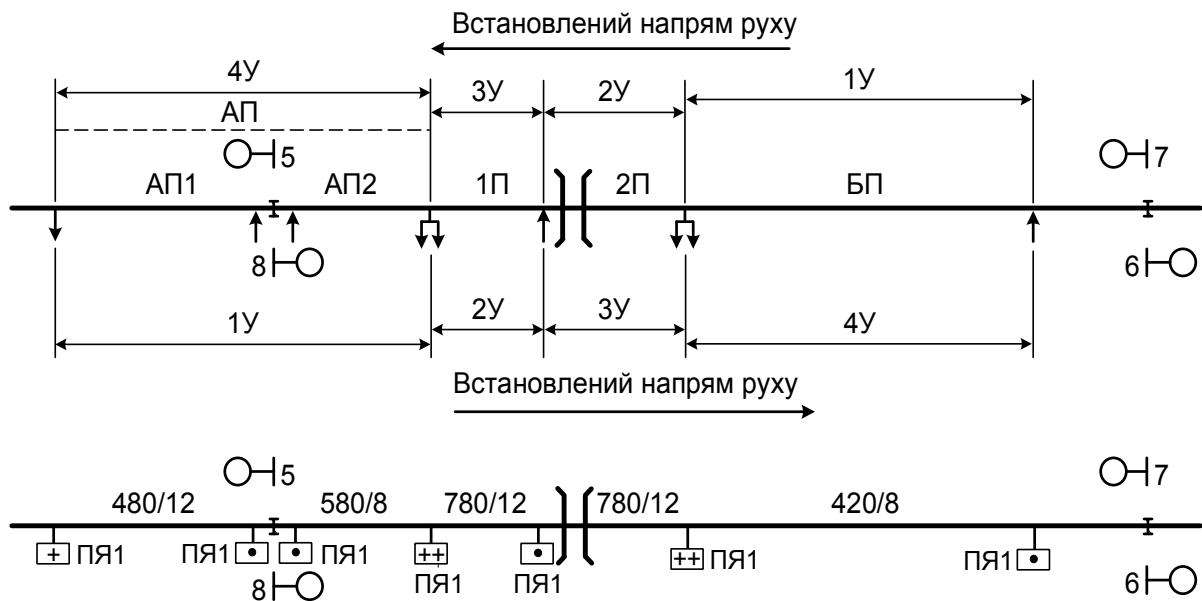


Рисунок 2.1 – Варіант розміщення ділянок наближення та підключення ТРК накладання на одноколійній ділянці

Використання незалежних від АБ ТРК, по-перше, виключає відмови у подачі сповіщення про наближення поїзда до переїзду при сході ізолюючих стиків на сигнальних установках КАБ, по-друге, забезпечує подачу сповіщення на переїзд у межах розрахункового часу, який залежить від розрахункової довжини переїзду та розрахункових довжин ділянок наближення.

Сповіднення на переїзд подається при наближенні поїзда, що прямує у будь-якому напрямку, незалежно від спеціалізації колій та напрямку дії АБ.

Підвищення безпеки функціонування пристроїв АПС під час наближення поїзда до переїзду та його проходження через переїзд досягається контролем послідовного шунтування ТРК чотирьох ділянок 1У, 2У, 3У, 4У з трьома контрольованими захисними інтервалами часу:

- не менше 15 с між зайняттям поїздом першої (1У) та другої (2У) ділянок (тобто час проходження головою поїзда ділянки 1У не може бути менше 15 с за будь-якою розрахунковою довжиною ділянки наближення при швидкості руху поїзда до 140 км/год);

- не менше 3 с між зайняттям поїздом другої (2У) та третьої (3У) ділянок (тобто час проходження головою поїзда ділянки 2У довжиною 150...250 м не може бути менше 3 с при швидкості руху поїзда до 140 км/год);

- не більше 30 с між зайняттям поїздом третьої (3У) та четвертої (4У) ділянок (30 с – максимальний час проходження поїзда, що рухається зі швидкістю 50 км/год, по ділянці 3У, довжина якої 150...250 м.

Вимкнення схеми блокування, яка запобігає вимкненню червоних вогнів на переїзних світлофорах та ввімкненню миготливих біло-місячних вогнів під час проходження поїздом ділянки віддалення при несправній ТРК цієї ділянки, здійснюється двома каскадами приладів витримки часу, реалізованих на реле та конденсаторах.

Першим каскадом (першою пульс-парою) контролюється час проходження поїзда усім складом по ділянці віддалення 3У. Час роботи схеми блокування першого каскаду складає 107 с – з моменту зайняття ділянки 3У до повного проходження поїздом ділянки 3У (відповідно й попереднього звільнення ділянок 1У, 2У) при довжині поїзда 1350 м, довжині зони додаткового шунтування 3У – 40 м, 4У – 120 м, розрахунковій швидкості руху поїзда 50 км/год.

Другим каскадом (другою пульс-парою) контролюється проходження поїзда по ділянці 4У після звільнення ділянки 3У.

Час затримки схеми блокування другого каскаду (час роботи другої пульс-пари) визначається:

$$t_{затр} = \frac{L_{ділянки\ 4У}}{V_{середн}}, \quad (2.1)$$

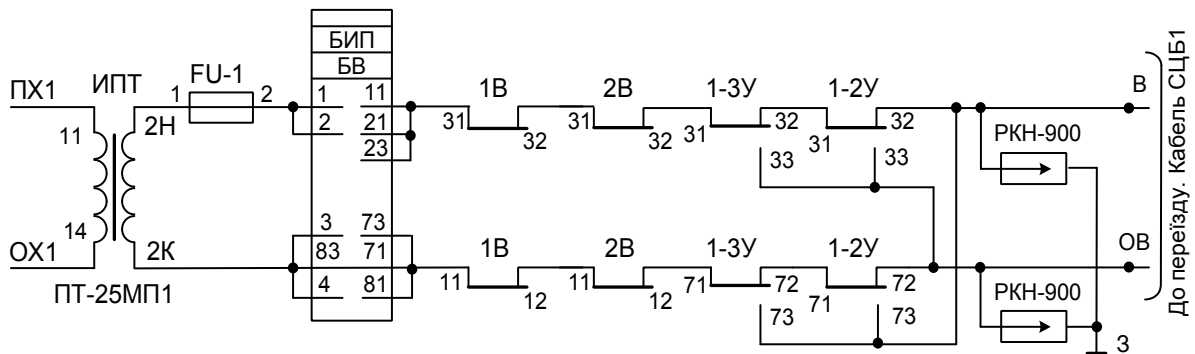
де $L_{ділянки\ 4У}$ – довжина ділянки 4У, м;

$V_{середн}$ – середня (розрахункова) швидкість руху поїзда по ділянці 4У, $V_{середн} = 50$ км/год.

Для системи АБ з ТРК та централізованим розміщенням обладнання (АБТЦ) розроблено схеми керування переїзною світлофорною сигналізацією, переїзною сигналізацією з автошлагбаумами, релейної шафи світлофорної сигналізації та релейної шафи з автошлагбаумами, що виконані у відповідності до типових проектних рішень АПС-93. Передача інформації про наближення поїзда до переїзду, що не охороняється та охороняється, з метою його закриття, виконується у відповідності до схем, що зображені на рисунку 2.3.

Для керування переїзною сигналізацією на залізничних дільницях, що обладнані автоблокуванням з ТРК та децентралізованим розміщенням обладнання (АБТ) біля переїзду організовується два ТРК довжиною 150 – 200 м з частотою-носієм 4545 Гц, частотою маніпуляції 8 Гц для непарної колії та 12 Гц – для парної колії (аналогічно ділянкам 2У, 3У рисунка 2.1). Обладнання цих ТРК (один кінець живильний і два кінця приймальні) розміщується у релейній шафі переїзду. Для переїздів, що розташовані біля прохідних світлофорів, можуть бути використані рейкові кола ТРК4 сигнальних установок.

а)



б)

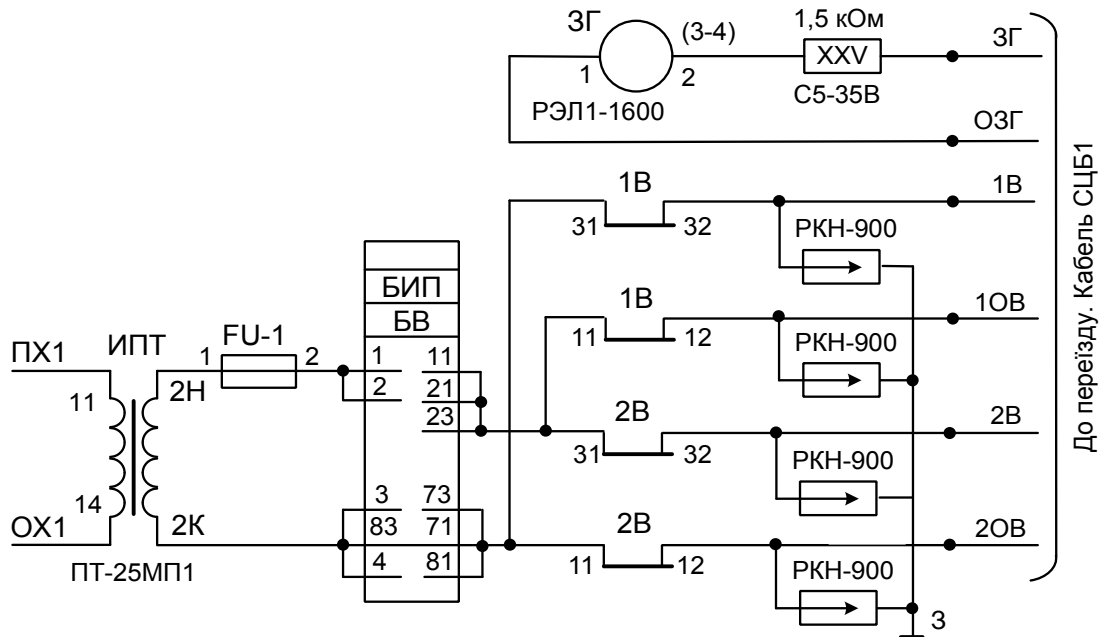


Рисунок 2.3 – Схеми передачі в системі АБТЦ інформації про наближення поїзда до переїзду а) що не охороняється; б) що охороняється

2.3 Основні реле та блоки, що використовуються в пристроях АПС з ТРК накладання для подачі сповіщення та контролю проходження поїздом переїзду

В пристроях АПС для подачі сповіщення та контролю проходження поїздом переїзду використовуються такі реле, блоки та інші пристрої.

Н (1Н, 2Н) – реле напрямку, фіксує встановлений напрям руху по перегону (на двоколіній дільниці **1Н** – для непарної колії, **2Н** – для парної колії).

АН, АН1, БН, БН1 (1ПН1, 1ПН2, 1НН1, 1НН2, 2ПН1, 2ПН2, 2НН1, 2НН2) – реле-повторювачі реле напрямку (основне та дублююче), за допомогою яких здійснюється комутація ділянок наближення до переїзду (1У, 2У, 3У, 4У) залежно від встановленого напрямку руху поїздів.

Примітка – На двоколіїних дільницях у найменуванні реле наявні індекси 1 та 2, які вказують на належність реле відповідно до непарної або парної колії. Призначення реле для одноколіїних та двоколіїних дільниць однакове, тому у подальшому описі позначення реле буде надаватися за функціональною ознакою без індексів 1 і 2.

1У1, 1У2 (тут і далі останні індекси 1 і 2 у найменуванні означають відповідно основне та дублююче) – реле, за допомогою яких здійснюється контроль вільності першої по ходу руху поїзда ділянки наближення (1У) незалежно від напрямку руху поїзда, до схеми керування якими включаються колійні реле однієї або кількох ТРК (на рисунку 2.1 при встановленому непарному напрямі руху – БП, парному напрямі руху – АП1 та АП2).

2У1, 2У2, 3У1, 3У2 – реле, за допомогою яких здійснюється контроль вільності відповідно другої ділянки (2У – наближення) і третьої ділянки (3У – віддалення) по ходу руху поїзда незалежно від напрямку його руху, до схеми керування якими включаються колійні реле однієї ТРК (на рисунку 2.1 при встановленому непарному напрямі руху – відповідно 2П та 1П, парному напрямі руху – відповідно 1П та 2П).

4У1, 4У2 – реле, за допомогою яких здійснюється контроль вільності четвертої по ходу руху поїзда ділянки наближення (4У) незалежно від напрямку руху поїзда, до схеми керування якими включаються колійні реле однієї або кількох ТРК (на рисунку 2.1 при встановленому непарному напрямі руху – АП1 та АП2, парному напрямі руху – БП).

В1, В2 (вмикання виконавчих пристроїв АПС) – є загальними реле-повторювачами реле контролю вільності ділянок наближення 1У, 2У, 3У, 4У, реле **МБ1, МБ2**, що блокують (контактами яких у схемі реле **В1, В2** здійснюється шунтування контактів реле **4У1, 4У2**), **МБВ** (контактами якого в схемі реле **В1, В2** здійснюється шунтування контактів реле **3У1, 3У2**). Крім

того, в схемі реле **В1**, **В2** реалізовано захисні функції від неправильної роботи пристроїв при короткочасній втраті поїзного шунта у будь-якій ТРК (АП, БП, 1П, 2П), бо збудження реле **В1**, **В2** після їхнього знеструмлення можливе лише після замикання фронтних контактів термоелементів **КТЕ1** реле **КТ1**, **КТЕ2** реле **КТ2**, що мають витримку часу на замикання цього контакту 8... 18 с.

КТ1, **КТ2** – реле (з термоелементами **КТЕ1** та **КТЕ2** відповідно), що виключає можливість відкриття переїзду у випадку короткочасної втрати поїзного шунта в рейкових колах.

С1 – реле-лічильник, що фіксує зайняття першої ділянки наближення (1У) при вільності колійних ділянок другої, третьої та четвертої (2У, 3У, 4У). Включає блок витримки часу **ВВ** з реле-лічильником **С1з** на виході, які задають поїзду час проходження по першій ділянці наближення (1У), який визначається виходячи з максимальної розрахункової швидкості руху поїзда, встановленої на даній дільниці (до 140 км/год). Мінімальна витримка часу **ВВ1** становить 15 с.

С2 – реле-лічильник, що фіксує зайняття другої ділянки наближення (2У) не раніше часу, що задається блоком **ВВ** та реле **С1з** при вільності колійних ділянок третьої та четвертої (3У, 4У). У колі збудження реле **С2** фронтним контактом реле **СМ2** перевіряється робота останнього.

С3 – реле-лічильник, що фіксує зайняття ділянки віддалення 3У при вільності колійної ділянки 4У в інтервалі часу, що задається контактами реле **СМ**, **СМ1**, **СМ2** – порядку 3 с.

ВВ, **ПВВ**, **МВВ** – реле першого каскаду витримки часу. При спрацюванні **С3** включаються реле першої пульс-пари **ВВ**, **ПВВ** та їхній повторювач **МВВ**, які задають поїзду час проходження (з розрахунковою швидкістю 50 км/год) по ділянці наближення 3У до вступу голови поїзда на ділянку 4У. Час перебування реле **МВВ** під струмом залежить від довжини ділянки 3У, що приймається при проектуванні (при довжині ділянки 3У 200 м цей час складає 30 с).

Б, **ПБ1**, **ПБ2**, **МБ1**, **МБ2** – реле другого каскаду витримки часу, фіксують зайняття поїздом ділянки віддалення 4У не пізніше часу, що задається комплектом реле першого каскаду витримки часу (реле пульс-пари **ВВ**, **ПВВ** та їхнього повторювача

МБВ). Періодичність спрацювання реле другої пульс-пари **Б**, **ПБ1**, **ПБ2** обирається виходячи з часу, який необхідний поїзду довжиною 1350 м на проходження та послідовне звільнення ділянок 1У, 2У, 3У при його русі з розрахунковою швидкістю 50 км/год, і складає 107 с.

ПС2 – реле, за допомогою якого фіксується звільнення ділянки 2У. При вступі хвоста поїзда на ділянку 3У при умові попереднього спрацювання реле **С2**, спрацюває (стає під струм) реле **ПС2**. Після знеструмлення реле **СМ2** збуджується реле **С3**, через фронтіві контакти якого та реле **ПС2** спрацюває реле **СМ**, потім **СМ1**, після чого знов стає під струм реле **СМ2**. Після звільнення ділянки 2У, ділянка 3У повинна звільнитися:

- не раніше часу, що задається комплектом реле **СМ**, **СМ1**, **СМ2**;
- не пізніше часу, що задається комплектом реле першого каскаду витримки часу **БВ**, **ПБВ**, **МБВ**.

При виконанні цих вимог та звільненні ділянок 2У, 3У повторно імпульсом струму заряджається конденсатор **БК3** в колі реле **Б**, що забезпечує час роботи реле пульс-пари **Б**, **ПБ1**, **ПБ2**, який необхідний поїзду на звільнення ділянки 4У при розрахунковій швидкості руху 50 км/год.

Б1 – реле, за допомогою якого контролюється знеструмлення реле **Б**.

СК – загальний зворотний повторювач реле-лічильників **С1з**, **СМ2**, **С3**, **ПС2**, **МБВ**, фронтівим контактом якого контролюється їхня правильна робота (знеструмлений стан) у колі збудження реле-лічильника **1С** при фіксації вступу поїзда на першу ділянку наближення.

Склад та призначення апаратури, що належить до ТРК накладання (колійні генератори, фільтри, приймачі, блоки випрямлячів узгодження, пристрої узгодження та захисту), та колійні реле (рисунок 2.2) достатньо відомі за умови їхнього попереднього вивчення, тому їхній опис у даній роботі буде опущений.

2.4 Опис функціонування електричних схем сповіщення та контролю проходження поїзда через переїзд на одноколійній дільниці

У даному розділі подано опис функціонування пристроїв АПС при проходженні поїзда через переїзд без схем керування виконавчими пристроями – переїзними та загороджувальними світлофорами, шлагбаумами. Побудова даних схем не залежить від способу фіксації рухомої одиниці і тому детально була розглянута у Лабораторній роботі 1.

При відсутності поїзда на ділянках наближення до переїзду під струмом перебувають: основні та додаткові колійні реле усіх ТРК накладання; реле контролю стану ділянок наближення **1У1, 1У2, 2У1, 2У2, 3У1, 3У2, 4У1, 4У2**; реле напряму **АН, АН1** або **БН, БН1**; реле включення виконавчих пристроїв **В1, В2, КТ1, КТ2, ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2**. Знеструмлені: реле-лічильники **С1, С1з, С2, ПС2, С3; СМ, СМ1, СМ2**, усі блокувальні реле першого (**БВ, ПБВ, МБВ**) та другого (**Б, ПБ1, ПБ2, МБ1, МБ2, Б1**) каскадів витримки часу. Переїзд відкритий.

При вступі поїзда на ділянку, наприклад АП1 при встановленому парному напрямі руху (рисунок 2.1, 2.3), у додатковій релейній шафі сигнальної установки 5/8 знеструмлюються основне **АП1О** та додаткове **АП1Д** колійні реле рейкового кола АП1. Своїми розімкненими фронтowymi контактами вони вимикають живлення колійного генератора **ГАП2** (рисунок 2.2), що включений на живильному кінці рейкового кола АП2. В результаті цього у релейній шафі переїзної установки знеструмлюються основне **АПО** та додаткове **АПД** колійні реле рейкового кола АП2, які своїми фронтowymi контактами (31-32) розривають коло живлення реле **1У1, 1У2** (рисунок 2.5). Контактими 61-62 реле **1У1, 1У2** розмикається коло живлення реле **В1, В2, КТ1, КТ2** і вони знеструмлюються (рисунок 2.6), у результаті чого знеструмлюються реле **ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2**. Переїзд закривається.

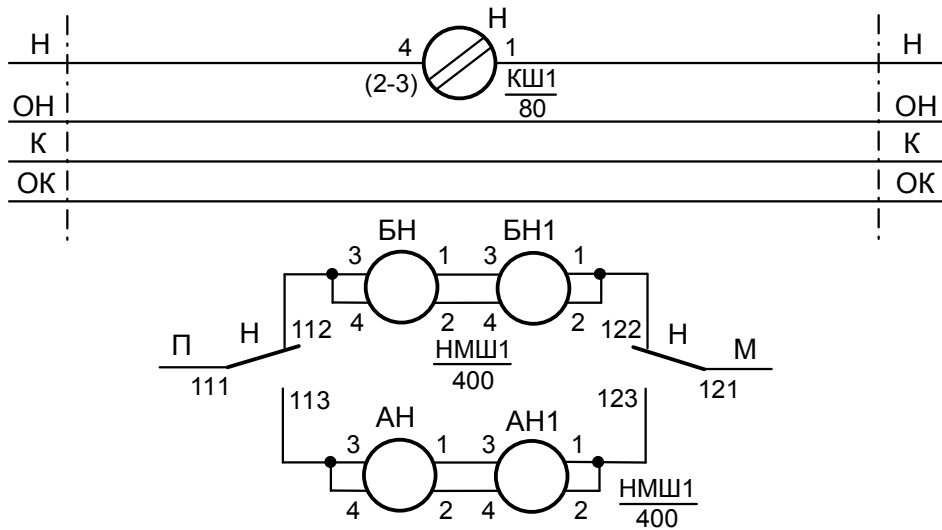


Рисунок 2.4 – Схема фіксації встановленого напрямку руху

Через тиловий контакт 11-13 реле **1У1** з перевіркою справності реле (реле **СК** під струмом), вільності ділянок 2У, 3У, 4У (реле **2У1**, **3У1**, **4У1** під струмом) стає під струм реле **С1** (рисунок 2.7), чим фіксується зайняття поїздом першої ділянки наближення (1У) до переїзду.

Реле **С1** включає блок витримки часу **ВВ**, який налаштований на витримку часу 15 с – мінімальний час, який необхідний поїзду для проходження першої ділянки наближення (1У) до переїзду з максимальною розрахунковою швидкістю 140 км/год. По закінченні часу 15 с спрацьовує реле **С1з**.

Реле **С1** фронтовим контактом (71-72) включає комплект реле **СМ**, **СМ1**, **СМ2** (кожен з наступних реле є прямим повторювачем попереднього).

При вступі поїзда на ділянку наближення 2У знеструмлюються основне та додаткове колійні реле **1ПО**, **1ПД** рейкового кола 1П, фронтовими контактами яких (31-32) розривається коло живлення реле **2У1**, **2У2** (рисунок 2.5).

Фронтовим контактом (11-12) реле **2У1** вимикається живлення реле-лічильника **С1** (рисунок 2.7), а тиловим контактом (11-13) цього реле з перевіркою вільності попереду розташованих ділянок віддалення 3У, 4У (фронтові контакти 11-12 реле **3У1**, **4У1**) і при умові спрацювання реле **1Сз** та **СМ2** (фронтові контакти 61-62) утворюється коло включення реле-лічильника **С2**. За час затримки на знеструмлення реле **1Сз** та **СМ2** збуджується реле **С2** і стає на

самоблокування (через фронтний контакт 61-62).

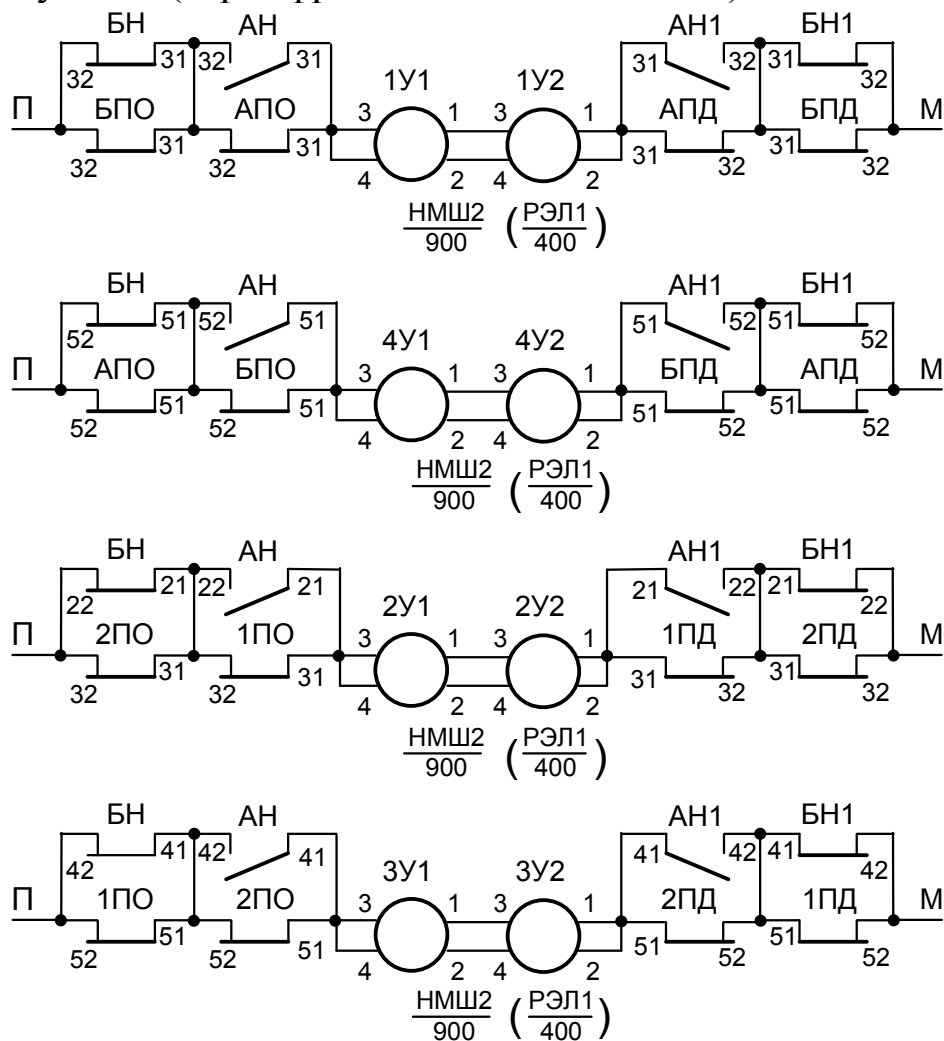


Рисунок 2.5 – Схема контролю стану ділянок наближення (1У, 2У) та віддалення (3У, 4У) у зоні переїзду

Фронтним контактом 71-72 реле **С1** вимикається живлення комплексу реле **СМ, СМ1, СМ2**. Реле **СМ2** знеструмлюється по закінченні 3 с (за умовою роботи схеми контролю проходження поїзда через переїзд, зайняття поїздом третьої ділянки віддалення 3У має відбуватися після зайняття другої ділянки наближення 2У не раніше ніж через 3 с при максимальній розрахунковій швидкості 140 км/год).

При вступі поїзда на ділянку 3У знеструмлюються основне та додаткове колійні реле **2ПО, 2ПД** рейкового кола 2П, фронтними контактами яких (51-52) розривається коло живлення реле **3У1, 3У2** (рисунок 2.5).

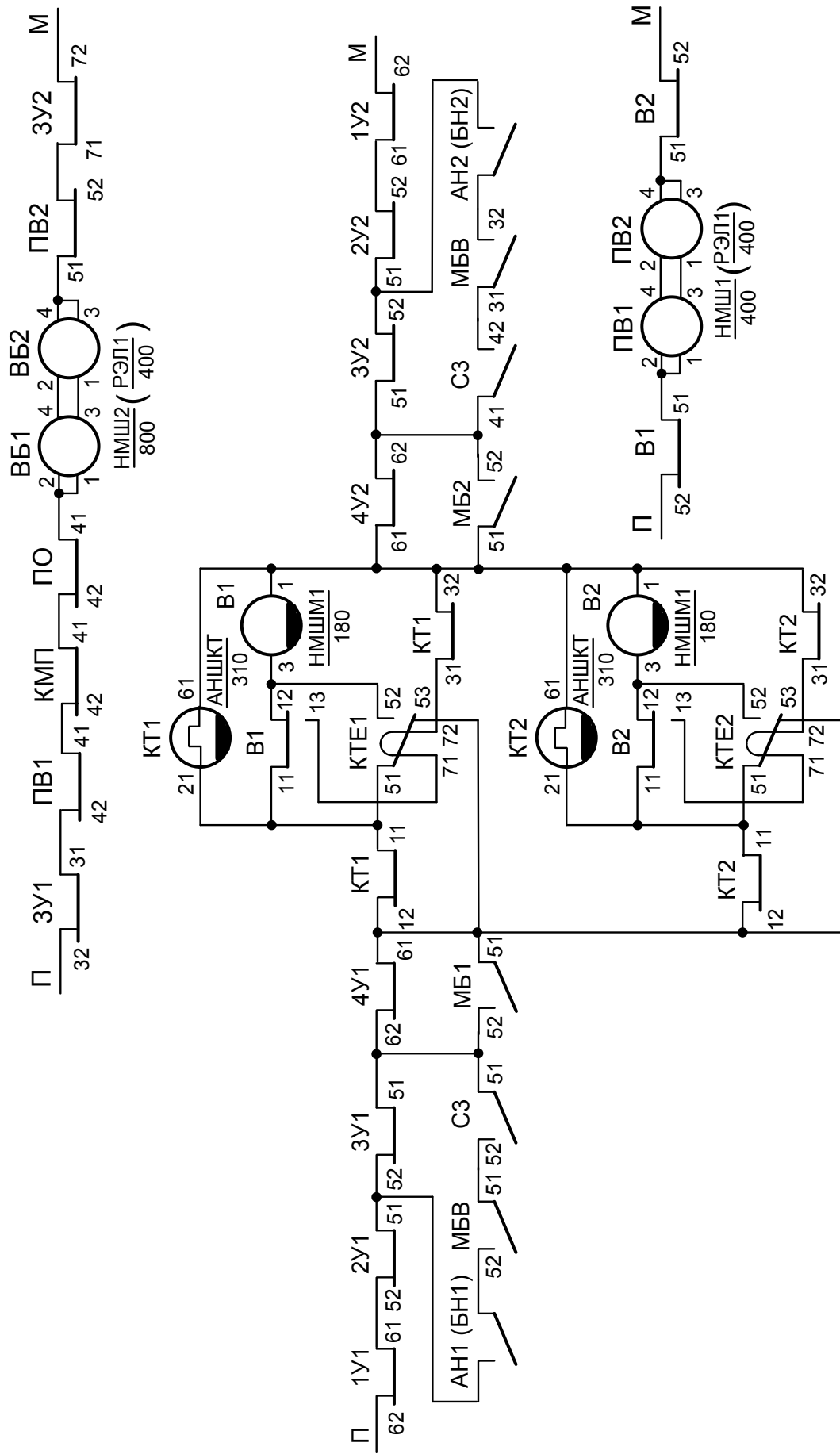


Рисунок 2.6 – Схема реле керування виконавчими пристроями АПС

Фронтним контактом 11-12 реле **3У1** вимикається живлення реле-лічильника **С2** (рисунок 2.7), а тиловим контактом 11-13 реле **3У1** з перевіркою вільності попереду розташованої ділянки віддалення 4У (фронтний контакт 11-12 реле **4У1**) за час затримки на відпаданні якоря реле **С2** (фронтні контакти 21-22, 31-32) спрацьовують реле **С3** і **ПС2** та стають на самоблокування через свої фронтні контакти.

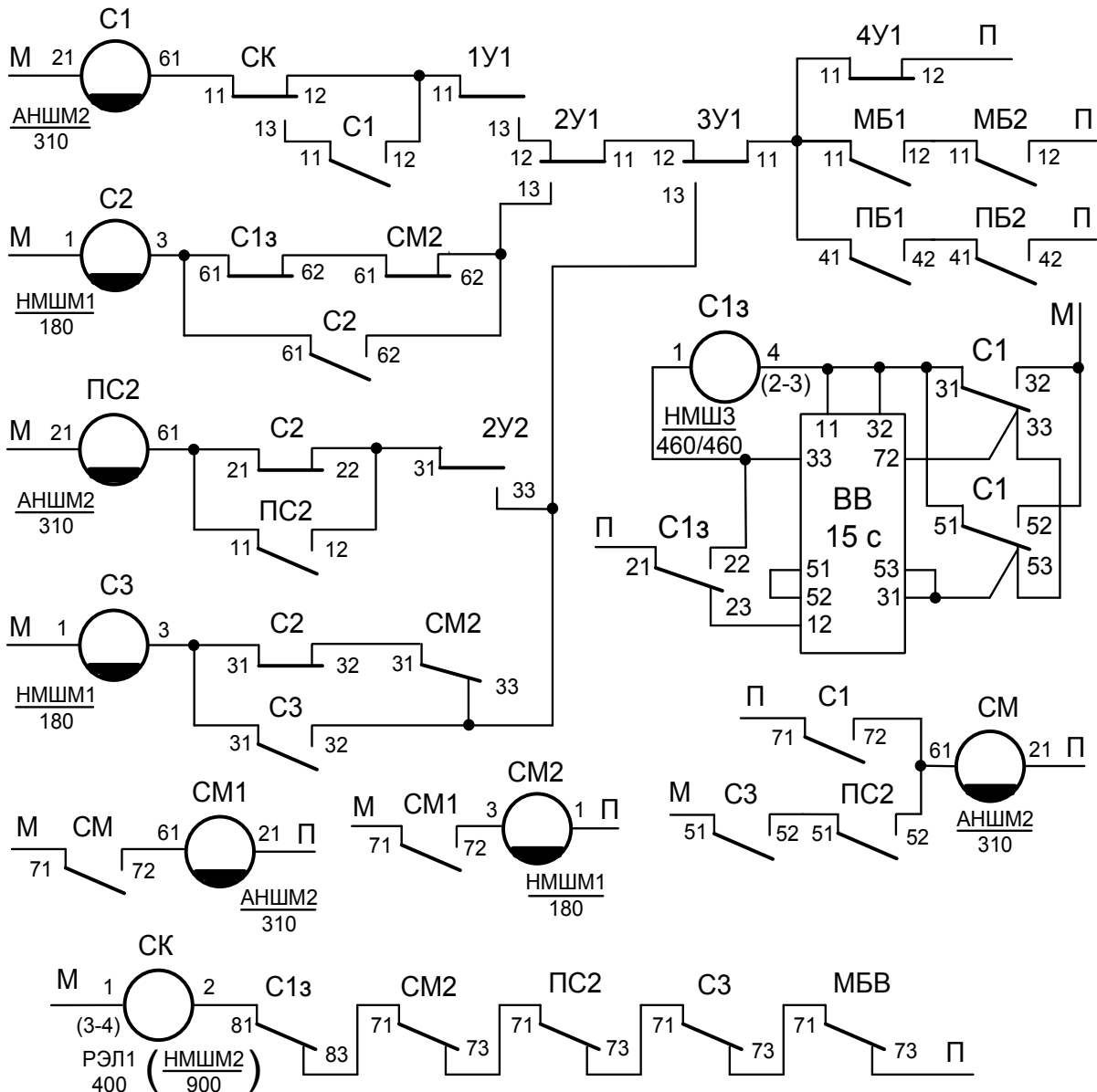


Рисунок 2.7 – Схема реле-лічильників фіксації зайняття колійних ділянок наближення (1У, 2У) та віддалення (3У, 4У) у зоні переїзду

За час затримки на відпаданні якоря реле **С2** (фронтний

реле. По закінченні витримки часу на знеструмлення реле **БВ** (обумовлене діодом **Д1**, який підключений паралельно до обмотки реле **БВ**), фронтовим контактом 81-82 цього реле розмикається коло заряду конденсатора **БК2** (підключений паралельно до обмотки реле **ПБВ**) та живлення реле **ПБВ** від джерела живлення постійного струму П1 – М1.

По закінченні витримки часу на знеструмлення реле **ПБВ** своїм тиловим контактом 81-83 підключає заряджений конденсатор **БК1** до обмотки **БВ**, яке стає під струм, після чого черговий цикл роботи реле **БВ** та **ПБВ** в режимі пульс-пари повторюється.

Через фронтовий контакт 21-22 реле **ПБВ**, яке працює в «імпульсному» режимі пульс-пари, стає під струм у постійному режимі (за рахунок уповільнення на знеструмлення) реле **МБВ**.

При вступі поїзда на ділянку 4У знеструмлюються основне та додаткове колійні реле **БПО**, **БПД** рейкового кола БП, фронтовими контактами 51-52 яких розривається коло живлення реле **4У1**, **4У2** (рисунок 2.5). Фронтовим контактом 11-12 реле **4У1** вимикається живлення реле-лічильника **С3**, яке залишається у збудженому стані за рахунок наявності у нього витримки часу на знеструмлення. Завдяки цьому через тиллові контакти 11-13 реле **4У2**, 31-33 реле **МБ1**, 11-13 реле **С2** та фронтові контакти 11-12 реле **С3** та **МБВ** замикається коло заряду конденсатора **БК3** та збудження реле **Б** (рисунок 2.8).

Зайняття ділянки 4У має відбутися за час не більше 30 с від моменту зайняття поїздом ділянки 3У (час проходження головою поїзда ділянки 3У довжиною 150...250 м при швидкості руху 50 км/год). Інтервал часу 30 с забезпечується роботою пульс-пари **БВ**, **ПБВ** за рахунок заряду конденсаторів **БК1**, **БК2** та збудженим станом повторювача пульс-пари, реле **МБВ**, фронтовий контакт 11-12 якого входить у коло заряду конденсатора **БК3** та збудження реле **Б**. При зайнятій ділянці віддалення 4У (замкнутий тиловий контакт 41-43 реле **4У1** в колі реле **ПБ1**, **ПБ2** та конденсатора **БК4**) фронтовим контактом 41-42 реле **Б** замикається коло заряду конденсатора **БК4** та збудження реле **ПБ1**, **ПБ2**, тиллові контакти 21-23 яких включені в коло живлення реле **Б**. Тобто включення фронтового контакту реле **Б** у коло живлення реле **ПБ1**, **ПБ2**, а тиллових контактів реле

ПБ1, ПБ2 у коло живлення реле **Б** утворюють пульс-пару (другого каскаду витримки часу), подальший порядок роботи у якій реле **Б, ПБ1, ПБ2** аналогічний описаній вище роботі пульс-пари **БВ, ПБВ**. Імпульсний режим роботи реле другої пульс-пари контролюється збудженням у сталому режимі повторювачів пульс-пари, реле **МБ1, МБ2** та реле **Б1**, що контролює знеструмлення реле **Б**.

Періодичність роботи реле **Б, ПБ1, ПБ2** буде тривати 107 с. Це час, який необхідний поїзду довжиною 1350 м на звільнення першої 1У та другої 2У ділянок наближення і третьої 3У ділянки віддалення при русі поїзда з розрахунковою швидкістю 50 км/год. Тобто це інтервал часу, що забезпечує від моменту зайняття головою поїзда ділянки віддалення 4У послідовне звільнення хвостом поїзда ділянок 1У, 2У, 3У та вступ хвоста поїзда на ділянку 4У.

Під час руху поїзда через переїзд та звільнення ним ділянки 2У збуджуються основне та додаткове колійні реле **1ПО, 1ПД** рейкового кола 1П (рисунок 2.2), стають під струм реле **2У1, 2У2** (рисунок 2.5). Розімкненим тиловим контактом 31-33 реле **2У2** розмикається коло живлення реле **ПС2**, яке має затримку часу на знеструмлення.

За час, поки реле **ПС2** залишається у збудженому стані, повторно замикаються кола заряду конденсатора **БК1** та збудження реле **БВ**. Ці кола утворюються через фронтіві контакти 31-31 реле **2У1** (ділянка 2У вільна), 41-42 реле **СМ2** (ділянка 3У зайнята, контакти 51-52 реле **С3** замкнені, реле **ПС2** під струмом на уповільненні на знеструмлення, замкнуті його контакти 51-52 в колі реле **СМ** (рисунок 2.7), тому збуджене реле **СМ**, яке контактом 71-72 включає реле **СМ1**, що у свою чергу контактом 71-72 збуджує реле **СМ2**), 41-42 реле **ПС2** та 41-43 реле **С3** (рисунок 2.8).

За двополюсною схемою комутації через контакти (рисунок 2.6):

- фронтіві 61-62 реле **1У1, 1У2** (перша ділянка наближення 1У вільна);
- фронтіві 51-52 реле **2У1, 2У2** (друга ділянка наближення 2У вільна);
- фронтіві 31-32, 51-52 реле **МБВ** (імпульсний режим

роботи першої пульс-пари від повторного заряду конденсатора **БК1** та збудження **БВ** при умові фіксації звільнення хвостом поїзда другої ділянки наближення 2У) та фронтові 41-42, 51-52 реле **С3** (при зайнятій поїздом ділянці віддалення 3У коло живлення реле **С3** утворюється контактами 11-12 повторювачів другої пульс-пари, реле **МБ1, МБ2**);

- фронтові 51-52 реле **МБ1, МБ2** (імпульсна робота другої пульс-пари **Б, ПБ1, ПБ2** триває);

- тилові 51-53 термоелементів **КТЕ1, КТЕ2** збуджуються реле **КТ1 та КТ2**.

Через утворене коло, що описано вище, та фронтові контакти 11-12 реле **КТ1, КТ2** і тилові контакти 11-13 реле **В1, В2** замикається коло протікання струму через обмотки (затискачі 71-72) термоелементів **КТЕ1, КТЕ2**, за рахунок чого прогріваються контакти цих термоелементів. Через 8...18 с контакти 51-53 термоелементів **КТЕ1, КТЕ2** розмикаються, а 51-52 – замикаються. При цьому утворюється коло збудження реле **В1, В2**, які збуджують свої повторювачі **ПВ1, ПВ2**, контакти яких включено у кола керування пристроями АПС (на схемах, що наводяться, відсутні). Переїзд відкривається.

При звільненні поїздом ділянки віддалення 3У за час не пізніше 30 с (задається часом роботи реле пульс-пари **БВ, ПБВ** першого каскаду витримки часу, реле **МБВ** під струмом) через фронтові контакти 11-12 реле **МБВ, С3, 2У2, 3У2, 31-32** реле **МБ1** та тилові контакти 11-13 реле **4У2, СМ2, С2** за час затримки на знеструмлення реле **С3** після звільнення ділянки віддалення 3У повторно замикається коло заряду конденсатора **БК3**, яке забезпечує час роботи реле другої пульс-пари **Б, ПБ1, ПБ2**, який необхідний на звільнення поїздом ділянки віддалення 4У при швидкості руху 50 км/год. Через фронтові контакти реле **3У1, 3У2, ПВ1, ПВ2, КМП** (повторювач реле **КМК**, що контролює імпульсну роботу миготливих реле **М1, М2**), **ПО** (загальний повторювач вогневих реле усіх червоних ламп переїзних світлофорів **АО1, АО2, БО1, БО2**) стають під струм реле **ВБ1, ВБ2**, контактами яких на переїзних світлофорах вмикаються біло-місячні миготливі вогні.

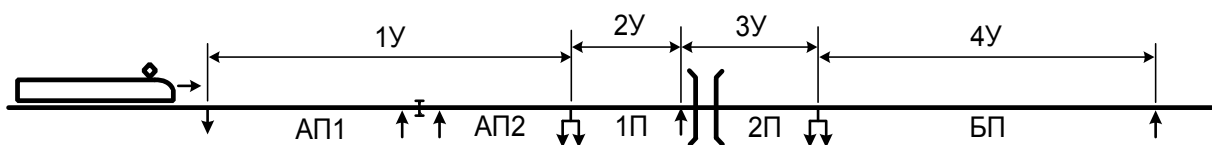
Якщо за час роботи комплекту реле другої пульс-пари **Б, ПБ1, ПБ2**, що визначається формулою (2.1), поїзд завчасно

звільнить ділянку віддалення 4У (реле 4У1, 4У2 стануть під струм), то реле Б, ПБ1, ПБ2, Б1, МБ1, МБ2 знеструмляться, реле ВБ1, ВБ2 продовжуватимуть залишатися під струмом. Усі елементи схеми придуть у вихідний стан.

У випадку, якщо час руху поїзда по ділянці віддалення 4У буде більше, ніж передбачено витримку часу роботи пульс-пари Б, ПБ1, ПБ2, то реле МБ1, МБ2 (повторювачі реле другої пульс-пари, які включені паралельно контактам реле 4У1, 4У2 в колі включення реле В1, В2, показані на рисунку 2.6) знеструмлюються. Відповідно знеструмлюються і реле В1, В2, ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2. Переїзд закривається.

2.5 Аналіз функціонування пристроїв сповіщення та контролю послідовного проходження поїздом ділянок наближення та віддалення

Узагальнений алгоритм функціонування пристроїв АПС із сповіщення та контролю за проходженням поїзда через переїзд наведено на рисунках 2.9 – 2.17. Розглядається варіант роботи пристроїв АПС в їхньому штатному (працездатному) режимі функціонування при русі поїзда з встановленою на дільниці швидкістю (рух за показаннями прохідних світлофорів з зеленого на зелений). У наведених алгоритмах використано такі умовні позначення: $\overline{\text{ПБВ}}$, $\underline{\text{ПБВ}}$ – реле відповідно під струмом та знеструмлене; $\text{БК1}\uparrow$, $\text{БК1}\downarrow$ – конденсатор відповідно заряджений (заряджається) (блок витримки часу ВВ включений) або розряджений (розряджається).



Стан реле сповіщення та контролю проходження поїзда через

переїзд:
 - під струмом
 $\overline{АПО}$, $\overline{АПД}$, $\overline{1ПО}$, $\overline{1ПД}$, $\overline{2ПО}$, $\overline{2ПД}$, $\overline{БПО}$, $\overline{БПД}$, $\overline{1У1}$, $\overline{1У2}$, $\overline{2У1}$, $\overline{2У2}$, $\overline{3У1}$, $\overline{3У2}$,
 $\overline{4У1}$, $\overline{4У2}$, $\overline{АН}$, $\overline{АН1}$, $\overline{БН}$, $\overline{БН1}$, $\overline{В1}$, $\overline{В2}$, $\overline{КТ1}$, $\overline{КТ2}$, $\overline{ПВ1}$, $\overline{ПВ2}$, $\overline{ВБ1}$, $\overline{ВБ2}$, $\overline{СК}$
 - знеструмлені
 $\underline{С1}$, $\underline{С13}$, $\underline{С2}$, $\underline{ПС2}$, $\underline{С3}$, $\underline{СМ}$, $\underline{СМ1}$, $\underline{СМ2}$,
 $\underline{ВВ}$, $\underline{ПВВ}$, $\underline{МБВ}$, $\underline{Б}$, $\underline{ПБ1}$, $\underline{ПБ2}$, $\underline{МБ1}$, $\underline{МБ2}$, $\underline{Б1}$

Рисунок 2.9 – Поїзд відсутній на ділянках сповіщення (рейкові кола АП1, АП2, 1П, 2П, БП вільні)

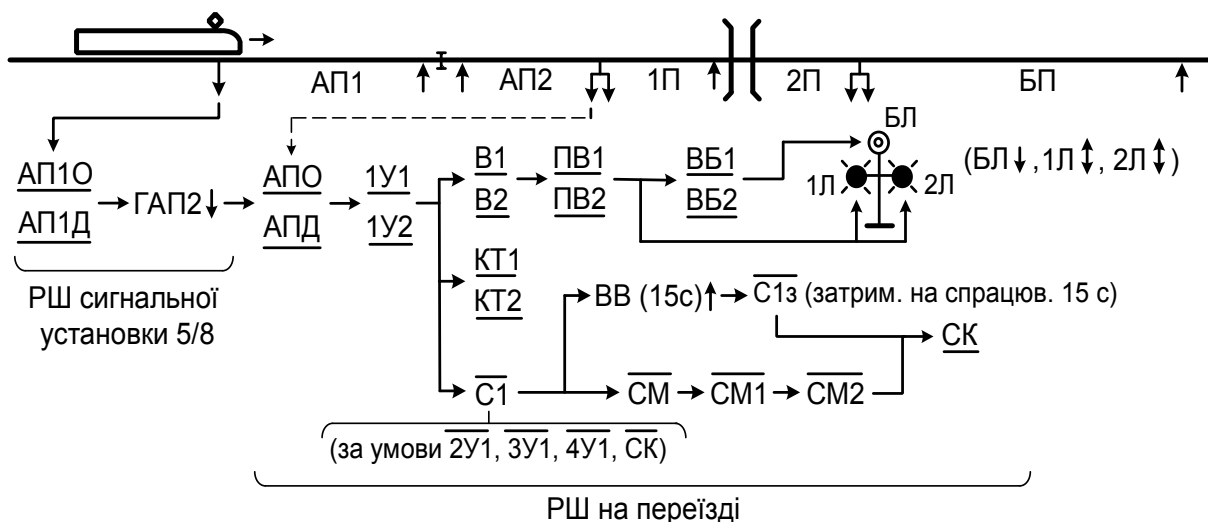


Рисунок 2.10 – Вступ голови поїзда на ділянку наближення 1У (рейкове коло АП1 зайняте, АП2, 1П, 2П, БП вільні)

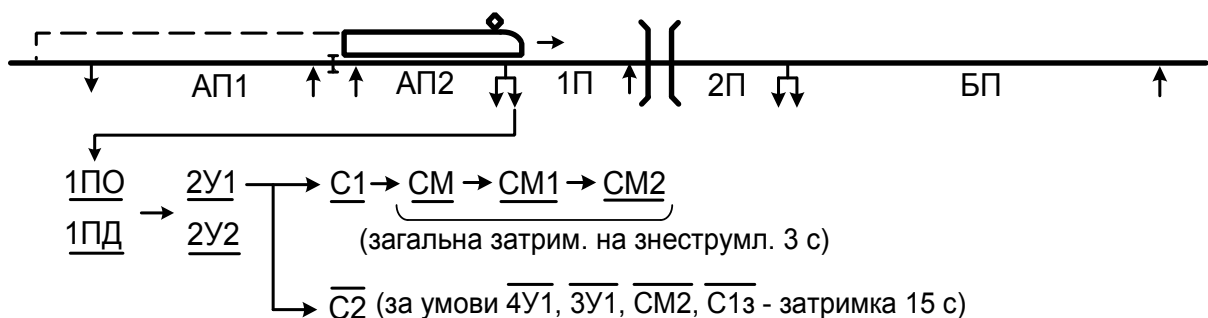


Рисунок 2.11 – Вступ голови поїзда на ділянку наближення 2У (рейкове коло 1П зайняте, 2П, БП вільні, стан АП1, АП2 – не має значення)

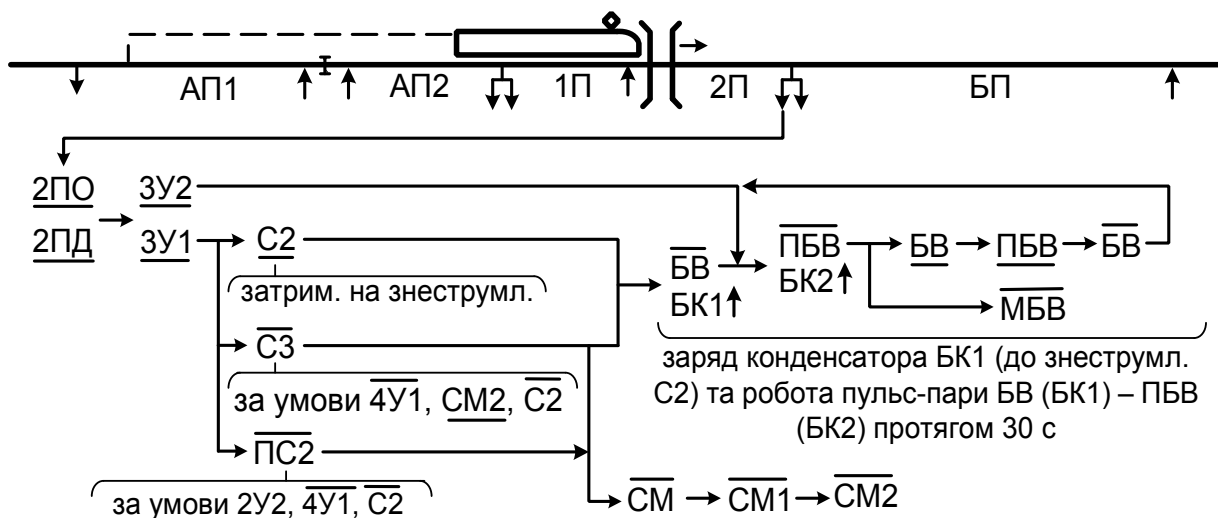


Рисунок 2.12 – Вступ голови поїзда на ділянку віддалення 3У (рейкові кола 1П, 2П зайняті, БП вільне, стан АП1, АП2 – не має значення)

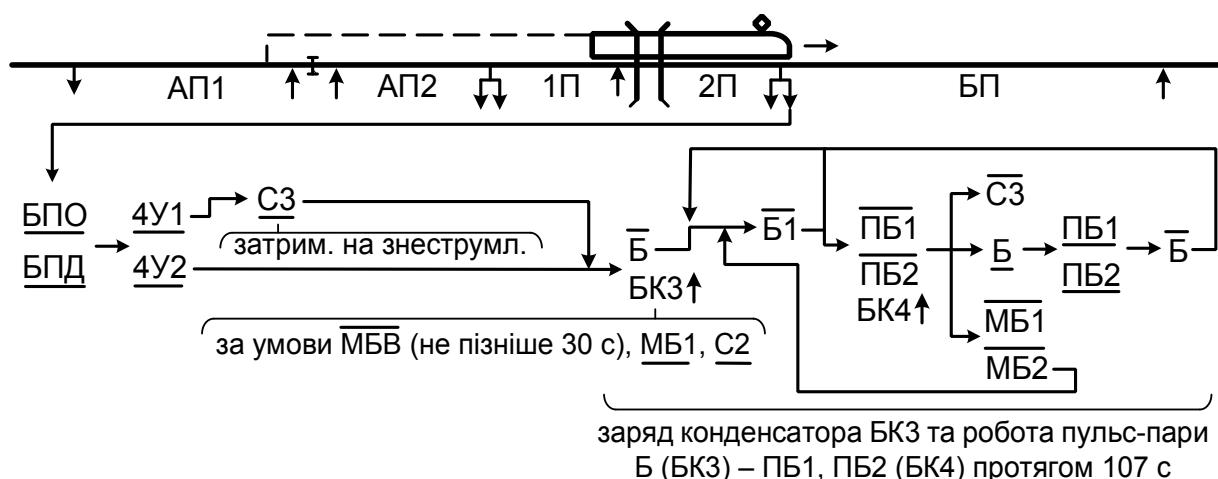


Рисунок 2.13 – Вступ голови поїзда на ділянку віддалення 4У (рейкові кола БП, 2П, 1П зайняті, стан АП1, АП2 – не має значення)

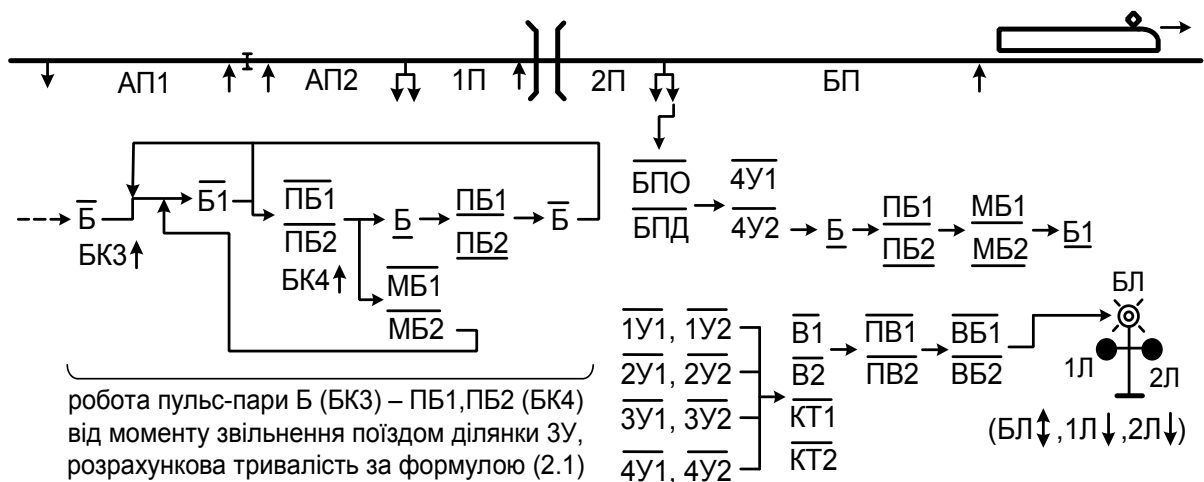


Рисунок 2.16 – Звільнення поїздом ділянки віддалення 4У за час, менший, ніж розрахункова тривалість роботи реле другої пульс-пари (рейкові кола АП1, АП2, 1П, 2П, БП – вільні)

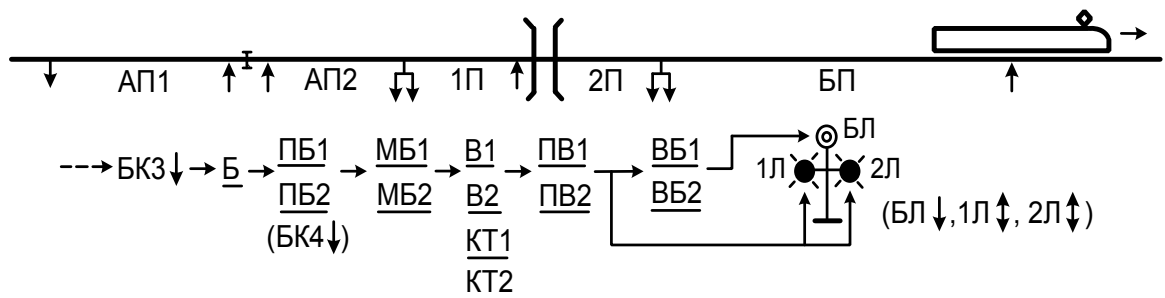


Рисунок 2.17 – Розрахунковий час роботи реле другої пульс-пари закінчився, поїзд не встиг звільнити ділянку віддалення 4У (рейкове коло БП зайняте, АП1, АП2, 1П, 2П – вільні)

2.6 Програма виконання лабораторної роботи

1 Вивчення в системі АПС з ТРК накладання особливостей, принципів побудови та функціонування пристроїв подачі сповіщення про наближення поїзда до переїзду та контролю проходження поїзда через переїзд.

2 Аналіз функціонування схем сповіщення та контролю проходження поїзда через ділянки наближення та віддалення, що утворені ТРК накладання, у штатному (працевдатному, швидкість руху поїзда відповідає розрахунковим режимам роботи блока і каскадів витримки часу) та нештатному (відмови окремих

пристроїв АПС, швидкість руху поїзда не відповідає розрахунковим режимам роботи блока та каскадів витримки часу) режимах роботи.

3 Відпрацювання алгоритму пошуку та локалізації функціонально закінчених схемних вузлів, що відмовили, або причин появи порушень у технологічному алгоритмі роботи пристроїв АПС при проходженні через переїзд поїздів з будь-якими довільними параметрами руху.

2.7 Методика виконання лабораторної роботи

Завдання 1. Самопідготовка й допуск до виконання роботи.

1 Правила обладнання переїзду ділянками наближення та віддалення на базі ТРК накладання, особливості, принципи побудови та функціонування пристроїв подачі сповіщення про наближення поїзда до переїзду та контролю проходження поїзда через переїзд попередньо необхідно вивчити самостійно за рекомендованою літературою [2, 5] та даними методичними вказівками.

2 На початку аудиторних занять у лабораторії потрібно пройти допуск, для чого необхідно правильно відповісти на питання викладача й подати в оформленому вигляді перший пункт звіту про роботу та заготовку таблиці для виконання завдання 2.

Завдання 2. Аналіз функціонування пристроїв сповіщення про наближення та контролю проходження поїзда через переїзд у штатному режимі та позаштатних ситуаціях.

1 Визначити правила обладнання на переїзді ділянок наближення та віддалення ТРК накладання і вибору для них частот-носіїв, маніпуляції та підґрунтя для розширення функціональних можливостей та підвищення надійності роботи пристроїв АПС.

2 Вивчити функціональне призначення реле, блоків, елементів, що використовуються у схемах сповіщення про наближення і контролю проходження поїзда через переїзд та

їхнього включення до схем керування виконавчими пристроями на переїзді (переїзні та загороджувальні світлофори, звукова сигналізація, шлагбауми).

3 Провести аналіз заходів з підвищення достовірності контролю проходження поїздів через переїзд у порівнянні з використанням на переїздах розрізних РК із встановленням за переїздом ізолюючих стиків. Визначити та описати технічну реалізацію ознак послідовного проходження поїздом ділянок наближення та віддалення з урахуванням реального часу проходження ними цих ділянок відповідно до розрахункових швидкостей руху.

4 Проаналізувати функціонування пристроїв АПС при знаходженні поїзда на різних ділянках наближення та віддалення (парний напрямок / непарний напрямок). За одним із варіантів таблиці 2.1, заданих викладачем, занести до таблиці 2.2 стан реле, що утворюють схеми подачі сповіщення та контролю проходження поїзда через переїзд.

Таблиця 2.1 – Варіанти завдань для аналізу функціонування пристроїв АПС

Варіант	Місце знаходження поїзда
1	Відсутність поїзда на ділянках наближення до переїзду
2	Вступ поїзда на першу ділянку наближення
3	Вступ поїзда на другу ділянку наближення
4	Вступ поїзда на першу ділянку віддалення (1У, 2У – зайняті)
5	Вступ поїзда на першу ділянку віддалення (1У – вільна, 2У – зайнята)
6	Вступ поїзда на другу ділянку віддалення (1У, 2У, 3У – зайняті)
7	Вступ поїзда на другу ділянку віддалення (1У – вільна, 2У, 3У – зайняті)
8	Вступ поїзда на другу ділянку віддалення (1У, 2У – вільні, 3У – зайнята)
9	Звільнення поїздом першої ділянки наближення (голова поїзда – на 4У)
10	Звільнення поїздом другої ділянки наближення (голова поїзда – на 4У)
11	Звільнення поїздом першої ділянки віддалення (голова

поїзда – на 4У)

Таблиця 2.2 – Стан реле схем подачі сповіщення та контролю проходження поїзда через переїзд при проходженні поїздом переїзду

Схемний вузол системи АПС	Стан реле схемних вузлів системи АПС
Рисунок 2.2	АП10, АП1Д, АПО, АПД, 1ПО, 1ПД, 2ПО, 2ПД, БПО, БПД
Рисунки 2.4, 2.5	АН, АН1, БН, БН1, 1У1, 1У2, 2У1, 2У2, 3У1, 3У2, 4У1, 4У2
Рисунок 2.6	В1, В2, КТ1, КТ2, ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2
Рисунок 2.7	С1, С1з, СМ, СМ1, СМ2, С2, ПС2, С3, СК,
Рисунок 2.8	БВ, ПБВ, МБВ, Б, ПБ1, ПБ2, МБ1, МБ2, Б1

Завдання 3. Аналіз функціонування пристроїв сповіщення про наближення та контролю проходження поїзда через переїзд у штатному режимі та нештатних ситуаціях.

1 Користуючись принциповими схемами та описом роботи пристроїв АПС даних методичних вказівок та джерел [2, 5], провести аналіз функціонування пристроїв АПС із подачі сповіщення про наближення та контролю проходження поїзда через переїзд при відмовах окремих релейних кіл та приладів АПС, порушеннях умов часу проходження поїздом окремих ділянок наближення та віддалення до розрахункового часу витримки окремими блоками та каскадами витримки часу (варіант обирається за завданням викладача згідно з таблицею 2.3).

Таблиця 2.3 – Індивідуальні завдання для аналізу роботи пристроїв АПС у разі виникнення нештатних ситуацій

Варіант	Характер відмови, нештатної ситуації
1	2
Варіант 1	Відмова (хибна зайнятість) рейкового кола АП1
Варіант 2	Відмова (хибна зайнятість) рейкового кола АП2
Варіант 3	Відмова (хибна зайнятість) рейкового кола 1П

Варіант 4	Відмова (хибна зайнятість) рейкового кола 2П
Варіант 5	Відмова (хибна зайнятість) рейкового кола БП
Варіант 6	Відмова (хибна вільність) рейкового кола 1П при проходженні по ньому короткого рухомого складу
Варіант 7	Відмова (хибна вільність) рейкового кола 2П при проходженні по ньому короткого рухомого складу
Варіант 8	Обрив живлення в колі фіксації встановленого напрямку руху (реле АН, БН)
Варіант 9	Обрив кола живлення реле 1У1, 1У2
Варіант 10	Обрив кола живлення реле 2У1, 2У2
Варіант 11	Обрив кола живлення реле 3У1, 3У2
Варіант 12	Обрив кола живлення реле 4У1, 4У2
Варіант 13	Обрив кола живлення реле 4У1, 4У2
Варіант 14	Обрив від кола живлення термоелемента КТ2
Варіант 15	Обрив кола живлення реле СМ1
Варіант 16	Обрив кола живлення реле СК

Продовження таблиці 2.3

1	2
Варіант 17	Відмова (обрив у вихідному колі) блока витримки часу ВВ
Варіант 18	Відмова (відсутність витримки часу) блоку ВВ
Варіант 19	Втрата ємності конденсатора БК1
Варіант 20	Втрата ємності конденсатора БК2
Варіант 21	Втрата ємності конденсатора БК3
Варіант 22	Втрата ємності конденсатора БК4
Варіант 23	Обрив полюса живлення «М» у колі живлення реле Б1
Варіант 24	Пробій (обрив) діода Д1 в колі реле БВ
Варіант 25	Пробій (обрив) діода Д2 в колі реле Б
Варіант 26	Пробій (коротке замикання) діода Д1 в колі реле БВ
Варіант 27	Пробій (коротке замикання) діода Д2 в колі реле Б
Варіант 28	Замикання виводів 3, 4 обмотки реле БВ на полюс живлення «П1»
Варіант 29	Замикання виводів 3, 4 обмотки реле Б на полюс живлення «П1»
Варіант 30	Обрив від кола виводу 21 обмотки реле МБ2

Варіант 31	Обрив від кола виводу 21 обмотки реле МБ1
Варіант 32	Обрив провідника між полюсом живлення «П» та контактом 12 реле МБ2 в колі живлення реле-лічильників С1, С2, С3, ПС2
Варіант 33	Коротке замикання обмотки реле СМ1 на джерело живлення (між виводом б1 обмотки та полюсом «П»)
Варіант 34	Час руху поїзда по ділянці віддалення 3У більше 30 с (часу роботи реле першої пульс-пари)
Варіант 35	За час роботи реле другої пульс-пари поїзд не встиг звільнити ділянку віддалення 3У
Варіант 36	Зупинка поїзда на переїзді із вступом голови поїзда на ділянку віддалення 3У
Варіант 37	Зупинка поїзда у зоні переїзду із вступом голови поїзда на ділянку віддалення 4У

2 На відповідних фрагментах схем АПС позначити кола протікання електричного струму для заданого варіанта нештатної ситуації.

3 Скласти алгоритм пошуку несправності у системі АПС відповідно до заданого варіанта.

2.8 Зміст звіту

1 Назва та мета роботи.

2 Стан реле схем подачі сповіщення та контролю проходження поїзда через переїзд при проходженні поїздом переїзду згідно з завданням для одного обраного варіанта.

3 Результати аналізу нештатної ситуації, відповідно до заданого варіанта, у вигляді фрагментів схем із позначенням кіл протікання електричного струму та опису роботи пристроїв АПС при виникненні даної ситуації.

4 Алгоритм пошуку несправності у системі АПС відповідно до заданого варіанта.

2.9 Контрольні запитання для самопідготовки

1 Які переваги має АПС з ТРК накладання у порівнянні з

АПС із розрізними РК у зоні переїзду?

2 За якими правилами переїзд облаштовується ТРК накладання?

3 Які умовно окремі функціональні блоки реалізують функції передачі сповіщення та контролю проходження поїздом переїзду?

4 Яке призначення мають схемні рішення:

- реле 1У...4У;
- лічильників С1...С3, ПС2;
- витримки часу (ВВ, СМ...СМ2, першого та другого каскадів)?

5 Яку функцію виконують реле КТ1, КТ2 в колі живлення реле В1, В2?

6 Які логічні умови закладаються в схеми контролю послідовності проходження поїздом переїзду і які схемні рішення при цьому використовуються?

7 За рахунок чого досягаються універсальність та розширені функціональні можливості АПС з ТРК накладання?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Путьевая блокировка и авторегулировка: Учебн. для вузов / Н.Ф. Котляренко, А.В. Шишляков, Ю.В. Соколов, И.З. Скрипин, В.А. Шишляков; Под. ред. Н.Ф. Котляренко. – М.: Транспорт, 1983. – 403 с.

2 Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов: Учебн. для техникумов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1995. – 320 с.

3 Перегонные системы автоматики: Учебн. для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / В.Ю. Виноградова, В.А. Воронин, Е.А. Казаков, Д.В. Швалов, Е.Е. Шухина; Под ред. В.Ю. Виноградовой. – М.: Маршрут, 2005. – 292 с.

4 Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів: Затв. Нак. Міністерства транспорту та зв'язку України 26.01.2007. № 54; Зареєстр. в Міністерстві юстиції України 22.02.2007. №162/13429 (ЦП/0174). – К.: Укрзалізниця, Головне управління колійного господарства, 2007. – 68 с.

5 Схемы переездной сигнализации для переездов, расположенных на перегонах при любых средствах сигнализации и связи (АПС-93): Технические решения 419311-СЦБ.ТР. – С.Пб.: Гипротранссигналсвязь, 1995.