

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Факультет денної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота

**Розробка електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом
«Питомник» станції Конотоп**

Студент гр. ЕІс2-81к

С. В. Троць

Науковий керівник

к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2022

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп. Об'єктом розробки такого пристрою є фрагмент роз'їзду «Питомник» станції Конотоп.

Мета роботи – розробка електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп з використанням сучасної елементної бази електроніки для побудови високонадійних пристроїв керування.

При виконанні кваліфікаційної роботи для фрагменту роз'їзду «Питомник» станції Конотоп розроблений алгоритм, абстрактна та структурна математичні моделі роботи електронного пристрою, які задані графічно у вигляді автомата Мура.

Використовуючи структурну математичну модель роботи пристрою для управління фрагментом роз'їзду «Питомник» станції Конотоп, на основі таблиць переходів і виходів отримані канонічні рівняння його роботи. Мінімізація і аналіз канонічних рівнянь роботи пристрою показали, що найкращим варіантом їх реалізації є програмуємі логічні матриці типу К556РТ1 з застосуванням *RS* – тригерів.

Робота викладена на 30 сторінках, у тому числі включає 14 рисунків, 3 таблиці, список цитованої літератури із 12 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, СИГНАЛІЗАЦІЯ, РУХ ПОЇЗДІВ, СВІТЛОФОР, СТІЛКА, АБСТРАКТНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ТАБЛИЦЯ ПЕРЕХОДІВ – ВИХОДІВ, ПРОГРАМУЄМА ЛОГІЧНА МАТРИЦЯ (ПЛМ).

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ УПРАВЛІННІ РОЗ'ЇЗДОМ «ПИТОМНИК» СТАНЦІЇ КОНОТОП	5
1.1. Основні терміни на лінійних учасках залізодорожних доріг.....	5
1.2. Основні сигнали і світлофори, які застосовуються при автоматизованому управлінні роз'їздами.....	7
1.3. Вхідні, вихідні та маршрутні світлофори.....	11
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗ'ЇЗДОМ «ПИТОМНИК» СТАНЦІЇ КОНОТОП	16
2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп.....	16
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп	17
2.3. Розробка структурної математичної моделі пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп	19
2.4. Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп	21
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗ'ЇЗДОМ «ПИТОМНИК» СТАНЦІЇ КОНОТОП	24
3.1. Вибір елементної бази електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп	23
3.2. Принципи побудови вибраної базової ПЛМ.....	23
3.3. Розробка схеми електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп	27
ВИСНОВКИ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

ВСТУП

Залізничні під'їзні колії і колійне господарство становить одну з найважливіших галузей залізничного транспорту, від якої суттєво залежить здійснення перевізного процесу. Тому в сучасних умовах пріоритетами розвитку залізничної мережі України є модернізація і технічне переоснащення, перш за все як напрямків концентрації вантажних перевезень, так і різних роз'їздів, від оперативної роботи яких у значній мірі залежить вчасна доставка вантажів різного технологічного і промислового призначення.

Колійне господарство українських залізниць - це майже 60 тис. км залізничних колій, в тому числі понад 40 тис. км головних колій, близько 16 тис. км - станційних, 4 тис. км - під'їзних колій та понад 70 тис. стрілкових переводів. Розроблено нові конструкції стрілкових переводів різних типів і освоєно їх виготовлення на Дніпропетровському стрілковому заводі та Керченському металургійному комбінаті.

Під швидкість руху поїздів пасажирських до 140 км/год і вантажних - до 90 км/год переобладнуються різні напрямки колійного руху поїздів. Для контролю за станом такого руху поїздів і контролю сигналізації на лінійних ділянках колійних доріг і роз'їздів різного технологічного призначення розпочато широке використання пристроїв цифрової електроніки, обладнання із застосуванням комп'ютерних реєстраторів і т.ін. Застосування такого обладнання дає можливість значно підвищити безпеку руху як на лінійних ділянках колійних доріг, так і на роз'їздах різного технологічного призначення.

Але усі роботи з утримання колії, споруд і пристроїв колійного господарства повинні виконуватися відповідно до ПТЕ, інструкцій з сигналізації, з руху поїздів і маневрової роботи, щодо забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт тощо, а також згідно з проектами і технологічними процесами.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ УПРАВЛІННІ РОЗ'ЇЗДОМ «ПИТОМНИК» СТАНЦІЇ КОНОТОП

1.1. Основні терміни на лінійних участках залізодорожних доріг

При експлуатації колійних доріг на лінійних участках використовують наступні основні терміни [9]:

Автоматизована сигналізація як самостійний засіб сигналізації та зв'язку – система, за якої рух поїзда на перегоні здійснюється за сигналами локомотивних світлофорів, а роздільними пунктами є позначені межі блок-ділянок;

Блок-ділянка – частина міжстанційного перегону за умови автоблокування або автоматичної локомотивної сигналізації, що застосовується як самостійний засіб сигналізації та зв'язку, обмежена прохідними світлофорами (межами блок-ділянок) або прохідним світлофором (межею блок-ділянки) і станцією;

Відкритий світлофор – світлофор, який має сигнальне показання, що дозволяє рух;

Головні колії – колії перегонів, а також колії станцій, що є безпосереднім продовженням колій суміжних перегонів і, як правило, не мають відхилень на стрілочних переводах;

Дільниця колійного блокування – частина залізничної мережі, обладнана пристроями автоматичної локомотивної сигналізації, що застосовується як самостійний засіб сигналізації та зв'язку, пристроями автоблокування або напівавтоматичного блокування;

Закритий світлофор – світлофор, який має сигнальне показання, що забороняє рух;

Маневровий состав – група вагонів, зчеплених між собою та з локомотивом, що проводить маневри;

Особливі колійні знаки – межі залізничної смуги відведення, покажчик номера стрілки, знак осі пасажирської будівлі, знаки на лінійних колійних будівлях, репери початку і кінця кругових кривих, а також початку та кінця перехідних кривих, прихованих споруд земляного полотна, найвищого горизонту вод і максимальної висоти хвилі;

Перегін – частина залізничної лінії, обмежена суміжними станціями, роз'їздами, обгінними пунктами або колійними постами;

Під'їзна колія – колія, призначена для обслуговування окремих підприємств, організацій, установ (заводів, фабрик, шахт, кар'єрів, лісоторфорозробок, електричних станцій, тягових підстанцій тощо), зв'язана із загальною мережею залізниць безперервною рейковою колією і належить залізниці чи підприємству, організації, установі;

Поїзд – сформований і зчеплений состав вагонів з одним або декількома діючими локомотивами чи моторними вагонами, що мають встановлені сигнали. Локомотиви без вагонів, моторні вагони та спеціальний самохідний рухомий склад, що відправляються на перегін, вважаються поїздом;

Поїзні сигнали – сигнали, що застосовуються для означення поїздів, локомотивів та інших рухомих одиниць;

Сигнал – умовний видимий чи звуковий знак, за допомогою якого подається певний наказ;

Сигнальний знак – умовний видимий знак, за допомогою якого подається наказ або вказівка певній категорії працівників. До сигнальних знаків відносяться граничні стовпчики, знаки, що означають межі станції, місця подачі свистка, відключення і включення струму тощо. Сигнальні знаки бувають постійними і тимчасовими;

Станція – роздільний пункт з колійним розвитком, що дозволяє проводити операції з приймання, відправлення, схрещення й обгону поїздів, операції з приймання, видачі вантажів та обслуговування пасажирів, а за умови розвинених колійних пристроїв – маневрову роботу з розформування та формування поїздів і технічні операції з поїздами;

Стрілка – частина стрілочного переводу, що складається з рамних рейок, вістряків та перевідного механізму. У разі наявності хрестовин з рухомим осердям у поняття стрілки входить і хрестовина;

Черговий по станції – змінний помічник начальника станції, який одноособово розпоряджається прийманням, відправленням і пропусканням поїздів, а також іншими переміщеннями рухомого складу на головних та приймально-відправних коліях станції (а де немає маневрового диспетчера – і на інших коліях).

1.2. Основні сигнали і світлофори, які застосовуються при автоматизованому управлінні роз'їздами

Сигнали призначені для забезпечення безпеки руху, а також для чіткої організації руху поїздів і маневрової роботи. За способом сприйняття сигнали підрозділяються на видимі та звукові [10].

Видимі сигнали виражаються кольором, формою, положенням і числом сигнальних показань. Для подання видимих сигналів служать сигнальні прилади – світлофори, диски, щити, ліхтарі, прапорці, сигнальні покажчики та сигнальні знаки. Видимі сигнали за часом їх застосування підрозділяються на:

денні, що подаються у світлий час доби; для подання таких сигналів служать диски, щити, прапорці та сигнальні покажчики (стрілочні, колійного загородження та гідравлічних колонок);

нічні, що подаються у темний час доби; такими сигналами служать вогні визначених кольорів у ручних і поїзних ліхтарях, ліхтарях на жердинах і сигнальних покажчиках.

Нічні сигнали повинні застосовуватись і в денний час під час туману, заметілі та інших несприятливих умов, коли видимість денних сигналів зупинки менше 1000м, сигналів зменшення швидкості – менше 400м, маневрових – менше 200м;

цілодобові, що подаються однаково у світлий і темний час доби; такими сигналами служать вогні світлофорів визначених кольорів, маршрутні та інші світлові покажчики, постійні знаки «Зменшення швидкості», тимчасові знаки «Зменшення швидкості» (зворотна сторона зеленого кольору), червоні диски із світловідбивачем для позначення хвоста вантажного поїзда, сигнальні покажчики та знаки.

Звукові сигнали подаються сполученням звуків різної тривалості та кількості. Значення їх удень і вночі одне й те саме.

Для подання звукових сигналів використовуються свистки локомотивів, моторвагонних поїздів, спеціального самохідного рухомого складу, ручні свистки, духові ріжки, сирени, гудки і петарди.

Світлофори за призначенням підрозділяються на:

вхідні, які дозволяють або забороняють поїзду прямувати з перегону на станцію;

вихідні, що дозволяють або забороняють поїзду відправлятися зі станції на перегін;

маршрутні, які дозволяють або забороняють поїзду проїжджати із одного району станції до іншого;

прохідні, що дозволяють або забороняють поїзду проїжджати з однієї блок-ділянки (міжпостового перегону) на іншу;

прикриття – для огороження місць перехрещень залізничних колій на одному рівні іншими залізничними коліями, трамвайними коліями і тролейбусними лініями, розвідних мостів і ділянок, які проходять з провідником;

загороджувальні, які вимагають зупинки в разі небезпеки для руху, що виникла на переїздах з черговим працівником, великих штучних спорудах і обвальних місцях, а також у разі огороження рухомого складу для огляду і ремонту вагонів на станційних коліях;

попереджувальні, що попереджують про показання основного світлофору (вхідного, прохідного, загороджувального та прикриття);

повторювальні, що повідомляють про показання вихідного, маршрутного і гіркового світлофорів, коли за місцевими умовами видимість основного світлофора не забезпечується;

локомотивні – для дозволу чи заборони поїзду прямувати перегonom з однієї блок-ділянки на іншу, а також попередження про показання світлофора, до якого наближається поїзд;

маневрові – дозволяють чи забороняють проведення маневрів;

гіркові – дозволяють чи забороняють розпуск вагонів з гірки.

Один світлофор може поєднувати декілька призначень (вхідний і вихідний, вихідний і маневровий тощо).

На ділянках, де зберігаються семафори, порядок їхнього застосування визначається Інструкцією з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України.

Світлофори застосовуються лінзові і прожекторні; вони підрозділяються на щоглові, карликові і такі, що встановлюються на містках і консолях.

Світлофори повинні позначатися буквами або цифрами. На кожному перегоні прохідні світлофори автоматичного блокування нумеруються, починаючи від вхідного світлофора, при цьому світлофори непарного напрямку позначаються непарними числами (1, 3, 5...), а світлофори парного напрямку – парними (2, 4, 6...).

При обладнанні двоколійних діляниць двостороннім АБ до номера прохідного світлофора, встановленого для неправильного напрямку руху, додається римська цифра, яка означає номер колії.

Станційним світлофорам присвоюється літери “Н” або “Ч” в залежності від напрямку руху. На вихідних світлофорах додатково цифрою вказується номер колії, до якої відноситься світлофор, а на додаткових вхідних до основної літери додається літера „Д”.

У позначеннях маршрутних світлофорів до літери “Н” (“Ч”) додається літера “М”, до яких можуть додаватися цифри для позначення номеру колії.

Маневровим світлофорам привласнюється літера “М” з парним порядковим номером у парній горловині станції та з непарним – у непарній горловині.

Світлофорам прикриття привласнюються літери “НП” або “ЧП”.

Загороджувальні світлофори позначаються літерою „З” та цифрою від 1 до 4, а попереджувальні до них літерою „П”.

Загороджувальні світлофори, що використовуються для огороження рухомого складу на станційних коліях, позначаються літерами „НЗ” або „ЧЗ” та цифрами, які вказують номер колії.

Попереджувальні та повторювальні світлофори позначаються літерою „П” та літерою основного світлофора.

Основні значення сигналів, що подаються світлофорами (незалежно від місця встановлення та призначення їх), такі:

один зелений вогонь— «Дозволяється рух із встановленою швидкістю»;

один жовтий мигаючий вогонь—«Дозволяється рух із встановленою швидкістю; наступний світлофор відкритий і вимагає проходження його із зменшеною швидкістю»;

один жовтий вогонь – «Дозволяється рух з готовністю зупинитися; наступний світлофор закритий»;

два жовті вогні, з них верхній – мигаючий, – «Дозволяється проходження світлофора із зменшеною швидкістю; поїзд прямує з відхиленням по стрілочному переводу; наступний світлофор відкритий»;

два жовті вогні– «Дозволяється проходження світлофора із зменшеною швидкістю та готовністю зупинитися біля наступного світлофора; поїзд прямує з відхиленням по стрілочному переводу»;

один червоний вогонь– «Стій! Забороняється проїжджати сигнал»;

один місячно-білий вогонь– «Дозволяється проводити маневри»;

один синій вогонь– «Забороняється проводити маневри».

Застосування перелічених сигналів на світлофорах різного призначення передбачається у відповідних пунктах цієї Інструкції. Порядок застосування цих сигналів в інших випадках, не передбачених цією Інструкцією, з дотриманням їхнього сигнального значення визначається Державною адміністрацією залізничного транспорту України.

1.3. Вхідні, вихідні та маршрутні світлофори

Вхідними світлофорами подаються сигнали [10] :

один зелений вогонь– «Дозволяється поїзду прямувати на станцію по головній колії з встановленою швидкістю; наступний світлофор (маршрутний або вихідний) відкритий» (рис. 1.3.1);

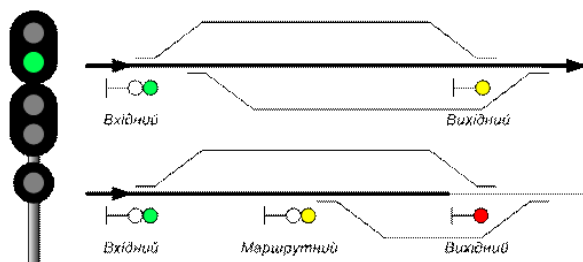
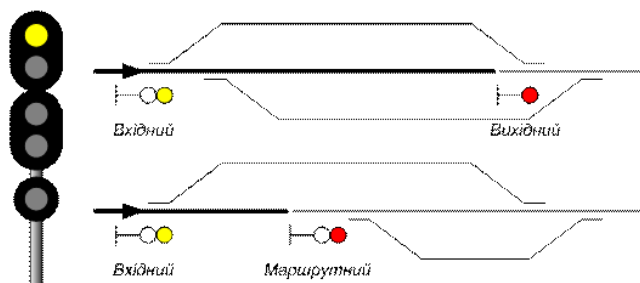


Рис.1.3.1

один жовтий вогонь– «Дозволяється поїзду прямувати на станцію по головній колії з готовністю зупинитися; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) закритий» (рис. 1.3.2);



один жовтий мигаючий вогонь—«Дозволяється поїзду прямувати на станцію по головній колії з встановленою швидкістю; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) відкритий і вимагає проходження його із зменшеною швидкістю» (рис. 1.3.3);

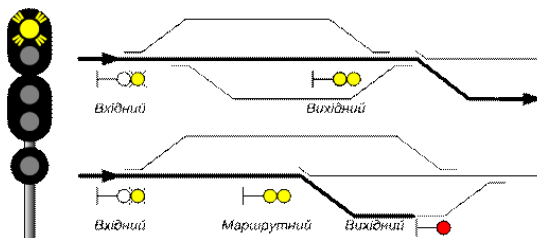


Рис.1.3.3

два жовті вогні, з них верхній – мигаючий, – «Дозволяється поїзду прямувати на станцію із зменшеною швидкістю на бокову колію; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) відкритий» (рис. 1.3.4);

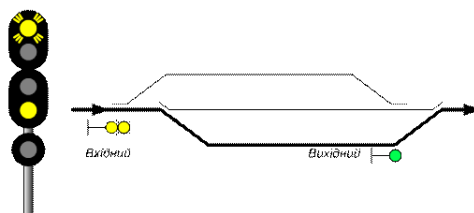


Рис.1.3.4

два жовті вогні— «Дозволяється поїзду прямувати на станцію із зменшеною швидкістю на бокову колію і готовністю зупинитися; наступний світлофор закритий» (рис. 1.3.5). При прийманні на бокову колію, яка не призначена для беззупинного пропуску поїздів, показання вхідного світлофора **два жовті вогні** зберігається незалежно від показань вихідного світлофора;

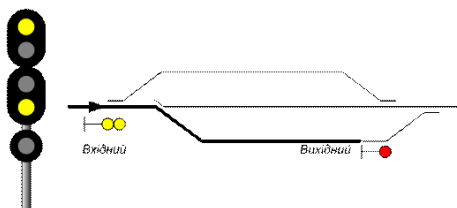


Рис.1.3.5

один червоний вогонь – «Стій! Забороняється проїжджати сигнал»
(рис. 1.3.6).

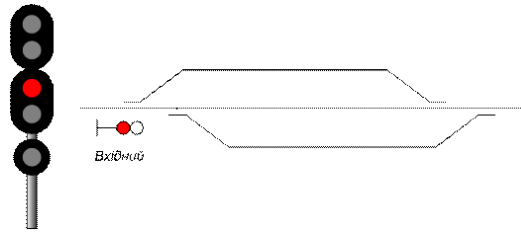


Рис. 1.3.6

Вихідними світлофорами на ділянках, обладнаних автоблокуванням, подаються сигнали:

один зелений вогонь— «Дозволяється поїзду відправлятися зі станції та прямувати із встановленою швидкістю; попереду вільні дві чи більше блок-ділянки» (рис. 1.3.7, а);

один жовтий вогонь—«Дозволяється поїзду відправлятися зі станції та прямувати з готовністю зупинитися; наступний світлофор закритий» (рис. 1.3.7, б);

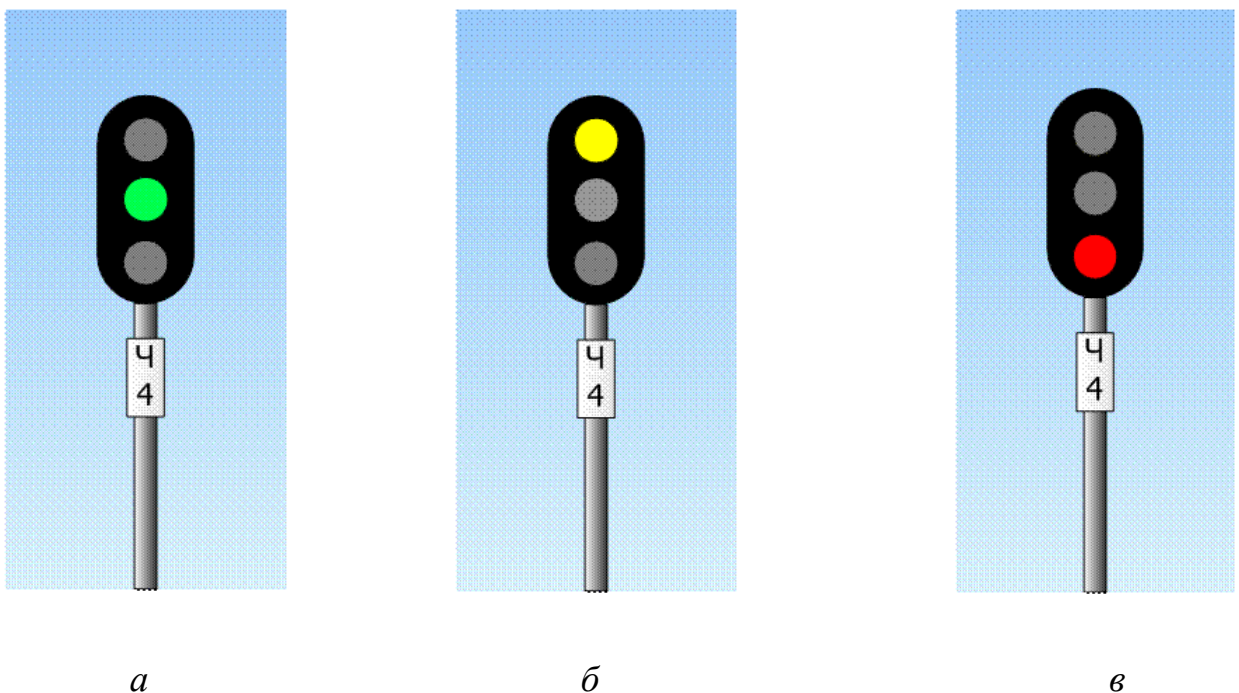


Рис. 1.3.7

один червоний вогонь – «Стій! Забороняється проїжджати сигнал» (рис. 1.3.7, в).

Вихідними світлофорами на ділянках, обладнаних напівавтоматичним блокуванням, подаються сигнали:

один зелений вогонь – «Дозволяється поїзду відправлятися зі станції та прямувати із встановленою швидкістю; перегін до наступної станції (колійного поста) вільний» ;

один червоний вогонь– «Стій! Забороняється проїжджати сигнал» ;

два жовті вогні– «Дозволяється поїзду відправлятися зі станції із зменшеною швидкістю; поїзд прямує з відхиленням по стрілочному переводу; перегін до наступної станції (колійного поста) вільний»;

два жовті вогні, з них верхній мигаючий, – «Дозволяється поїзду відправлятися зі станції із зменшеною швидкістю; поїзд прямує з відхиленням по стрілочному переводу, перегін до наступної станції (колійного поста) вільний; вхідний світлофор наступної станції відкритий, попереджувального світлофору до вхідного немає».

Маршрутні світлофори залежно від місця їх установаження подаються сигнали:

один зелений вогонь– «Дозволяється рух із встановленою швидкістю; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний), відкритий»;

один жовтий вогонь– «Дозволяється рух з готовністю зупинитися; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) закритий»;

один червоний вогонь– «Стій! Забороняється проїжджати сигнал»;

один жовтий мигаючий вогонь– «Дозволяється проходження світлофора із встановленою швидкістю; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) відкритий і вимагає проходження його із зменшеною швидкістю»;

два жовті вогні, з них верхній – мигаючий, – «Дозволяється проходження світлофора із зменшеною швидкістю; поїзд прямує на бокову колію; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) відкритий»;

два жовті вогні– «Дозволяється проходження світлофора із зменшеною швидкістю та готовністю зупинитися на станції; поїзд прямує на бокову колію; наступний світлофор закритий». При прийманні на бокову колію, яка не призначена

для беззупинного пропуску поїздів, показання вхідного світлофора два **жовті вогні** зберігається незалежно від показань вихідного світлофора;

один зелений мигаючий і один жовтий вогні та одна зелена смуга, що світиться, – «Дозволяється поїзду прямувати на станцію із швидкістю не більше 80 км/год на бокову колію; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) відкритий і вимагає проходження його із швидкістю не більше 80 км/год».

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗ'ЇЗДОМ «ПИТОМНИК» СТАНЦІЇ КОНОТОП

2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп

Для контролю руху поїздів на лінійних ділянках колійних доріг часто застосовують системи сигналізації, централізації і блокування, які працюють тільки в ручному режимі керування. Таке рішення пов'язано з вимогами безпеки на колійних дорогах [9,10]. У даній дипломній роботі розглядується фрагмент лінійної ділянки колійної дороги роз'їзду «Питомник» станції Конотоп, топологія руху для трьох маршрутів якої наведена на рис. 2.1.1. Виходячи із топології роз'їзду,

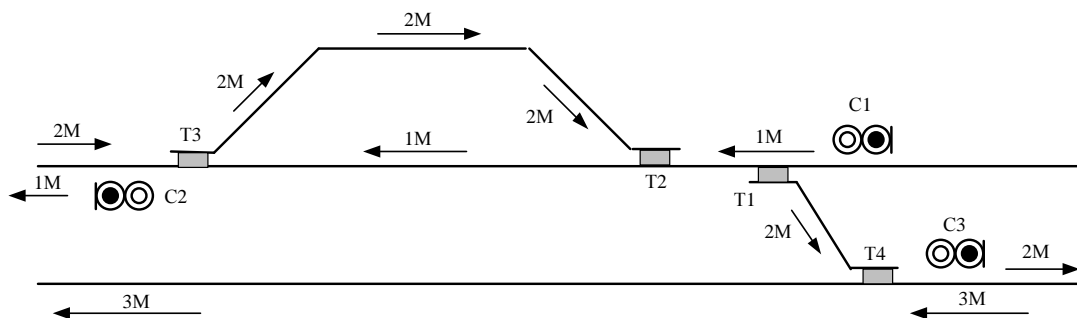


Рис. 2.1.1

алгоритм пропуску поїздів має наступний зміст.

- включення необхідного маршруту виконується у ручному режимі диспетчером ;
- при увімкненні першого маршруту стріка T2 переводиться праворуч і при її переведенні світлофор C1 загоряється зеленим світлом, а світлофори C2 і C3 , не задежно від положення остальных стрілок, - червоним;

- при увімкненні другого маршруту і при переведенні стрілок T2, T3 і T4 праворуч, а T1 - ліворуч світлофор C2 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1 і C3 - червоним;
- при увімкненні третього маршруту і при переведенні стрілки T4 праворуч світлофор C3 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1 і C2 - червоним. Положення остальных стрілок є задовільним;

При цьому електронний пристрій повинен працювати таким чином, щоб при виконанні будь - якого із маршрутів він повинен мати можливість переходити до включення і виконання любого іншого маршрута.

2.2. Розробка абстрактної математичної моделі пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп

Виходячи із словесного змісту алгоритму абстрактна математична модель згідно [3, 4, 11] пристрою управління рухом поїздів і станом сигналізації на лінійних ділянках колійних доріг матиме вигляд, наведений на рис. 2.2.1.

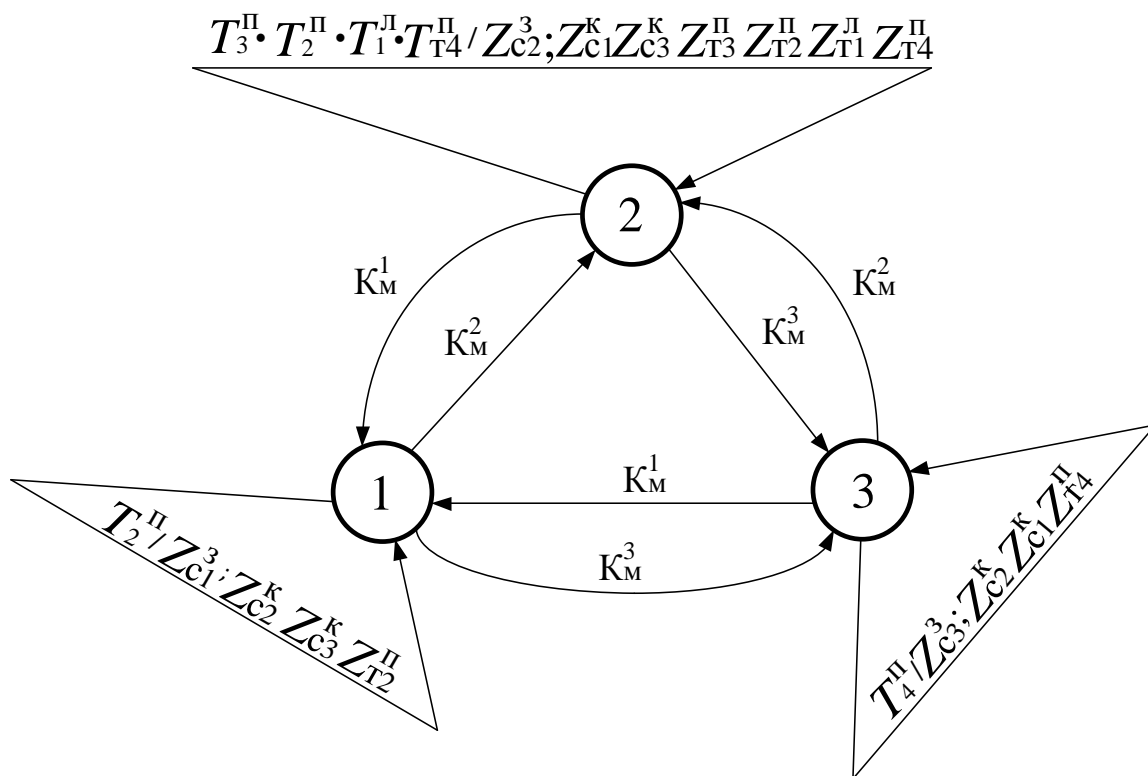


Рис. 2.2.1. Абстрактна математична модель електронного пристрою управління рухом поїздів і стану сигналізації фрагменту лінійної ділянки колійної дороги роз'їзду «Питомник» станції Конотоп

В абстрактній математичній моделі управління рухом поїздів і станом сигналізації на фрагментній ділянці колійної дороги роз'їзду «Питомник» станції Коното прийняти наступні позначення для:

кнопок управління і сигнали від стрілок (датчиків)

K_M^1 – кнопка включення першого маршрута;

K_M^2 – кнопка включення другого маршрута;

K_M^3 – кнопка включення третього маршрута;

T_1^l – сигнал від першої стрілки при переводі її ліворуч;

T_2^p – сигнал від другої стрілки при переводі її праворуч;

T_3^p – сигнал від третьої стрілки при переводі її праворуч;

T_4^p – сигнал від четвертої стрілки при переводі її праворуч;

сигналів управління світлофорами і стрілками

Z_{c1}^z – зелений сигнал першого світлофора;

Z_{c2}^z – зелений сигнал другого світлофора;

Z_{c3}^z – зелений сигнал третього світлофора;

Z_{c1}^k – красний сигнал першого світлофора;

Z_{c2}^k – красний сигнал другого світлофора;

Z_{c3}^k – красний сигнал третього світлофора;

Z_{T1}^l - сигнал на перевод першої стрілки ліворуч;

Z_{T2}^p - сигнал на перевод другої стрілки праворуч;

Z_{T3}^p - сигнал на перевод третьої стрілки праворуч;

Z_{T4}^p - сигнал на перевод четвертої стрілки праворуч.

Електронний пристрій управління рухом поїздів і стану сигналізації на лінійних ділянках колійних доріг по абстрактній математичній моделі (рис.2.2.1) працює наступним чином. У початковому стані «1» заданим є перший маршрут. У цьому стані друга стрілка переводиться праворуч і тоді перший світлофор буде випромінювати зелене світло, а другий і третій – червоне.

Для задання другого маршруту необхідно натиснути на кнопку K_m^2 і абстрактна математична модель із стану «1» перейде у стан «2». У цьому стані другий світлофор переключиться із червоного випромінювання світла на зелене, при умові, якщо перша стрілка перейде у положення ліворуч, а друга, третя і четверта – праворуч. У цьому ж стані перший світлофор переключиться із зеленого на червоний, а третій продовжує горіти красним.

Для задання третього маршруту необхідно натиснути на кнопку K_m^3 і абстрактна математична модель із стану «2» перейде у стан «3». У цьому стані третій світлофор переключиться із червоного випромінювання світла на зелене, при умові, якщо четверта стрілка світлофора перейде у положення праворуч (такий сигнал видається у цьому стані на переключення четвертої стрілки праворуч). У цьому ж стані другий світлофор переключиться із зеленого на червоний, а перший продовжує горіти красним кольором.

Із третього стану абстрактна математична модель може переходити у перший стан під дією кнопки K_m^1 (перший маршрут), або у другий стан під дією кнопки K_m^2 (другий маршрут). У цих станах відбуваються відповідні переводи стрілок і засвічення відповідних огнів на світлофорах, про що було описано вище.

2.3. Розробка структурної математичної моделі пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп

Для перетворення абстрактної математичної моделі в структурну необхідно у відповідності з [1, 2, 5] закодувати її стани. Для кодування використаємо двійковий нормальний код. Кількість розрядів двійкового нормального коду (елементів пам'яті) можна знайти з виразу [8]

$$n = \lceil \log_2 Q \rceil, \quad (2.3.1)$$

де Q – кількість станів абстрактної математичної моделі; n – кількість елементів пам'яті розрядів двійкового коду; $\lceil \rceil$ – знак, який показує на найбільше ціле додатне число.

Використовуючи (2.3.1), отримаємо $n = 2$. Тобто, для реалізації трьох станів абстрактної математичної моделі електронного пристрою необхідно використати два елементи пам'яті, наприклад два "R-S" тригери. Для отримання структурної математичної моделі і канонічних рівнянь роботи пристрою необхідно закодувати стани абстрактної математичної моделі. Кодування має наступний вигляд: 1 – 00; 2 – 01; 3 – 10. Тоді структурна математична модель матиме вигляд (рис. 2.3.1).

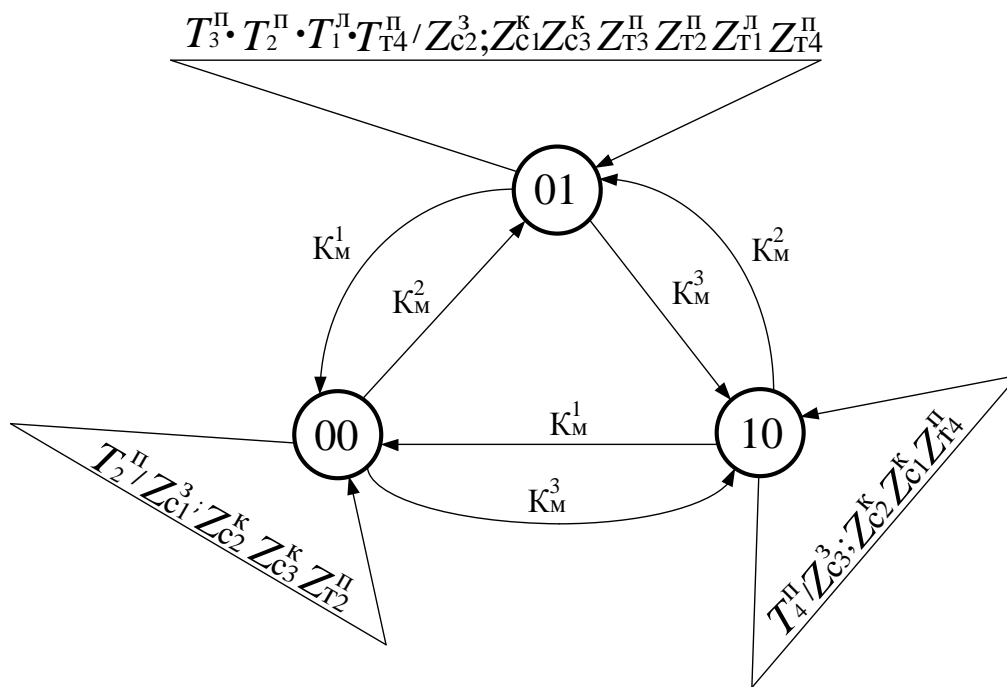


Рис. 2.3.1 Структурна математична модель електронного пристрою управління рухом поїздів і станом сигналізації на фрагменті лінійної ділянки колійної дороги роз'їзду «Питомник» станції Конотоп

Пристрій управління рухом поїздів і станом сигналізації на фрагменті лінійної ділянки колійної дороги роз'їзду «Питомник» станції Конотоп (рис.2.3.1) працює наступним чином. У початковому стані «00» заданим є перший маршрут. У стані «00» видється сигнал управління на перевод другої стрілки T_{c2}^{II} у положення праворуч. При її переводі перший світлофор буде випромінювати зелене світло, а другий і третій – червоне.

Для задання другого маршруту необхідно натиснути на кнопку K_M^2 і структурна математична модель із стану «00» перейде у стан «01», тобто перший елемент

пам'яті перейде у стан «1», а другий залишиться у стані «0». У цьому стані другий світлофор переключиться із червоного випромінювання світла на зелене, при умові, якщо перша стрілка перейде у положення ліворуч, а друга, третя і четверта – праворуч. У цьому ж стані перший світлофор переключиться із зеленого на червоний, а третій продовжує горіти красним.

Для задання третього маршруту необхідно натиснути на кнопку K_M^3 і структурна математична модель із стану «01» перейде у стан «10», тобто перший елемент пам'яті із стану «1» перейде у стан «0», а другий навпаки. У цьому стані третій світлофор переключиться із червоного випромінювання світла на зелене, при умові, якщо четверта стрілка T перейде у положення праворуч (такий сигнал видається у цьому стані на переключення четвертої стрілки праворуч). У цьому ж стані другий світлофор переключиться із зеленого на червоний, а перший продовжує горіти красним кольором.

Із третього стану «10» структурна математична модель може переходити у перший стан «00» під дією кнопки K_M^1 (перший маршрут), або у другий стан «01» під дією кнопки K_M^2 (другий маршрут). У цих станах відбуваються відповідні переводи стрілок і засвідчення відповідних огнів на світлофорах, про що було описано вище.

2.4. Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп

Використовуючи структурну математичну модель, згідно [6, 11] будуємо таблиці її переходів та виходів (табл.2.4.1 і табл.2.4.2 відповідно).

Таблиця 2.4.1

Таблиця переходів структурної моделі

Q_i	00	01	10
D_i			
K_M^1	-	00	00
K_M^2	01	-	01
K_M^3	10	10	-

Таблиця 2.4.2

Таблиця виходів структурної моделі

Z_i	Z_{c2}^k ;	$Z_{c1}^k; Z_{T2}^n$;	Z_{c1}^k ;
	Z_{c3}^k ;	$Z_{c3}^k; Z_{T3}^n$;	Z_{c2}^k ;
	Z_{T2}^n .	$Z_{T1}^n; Z_{T4}^n$.	Z_{T4}^n .
Q_i D_i	00	01	10
T_2^n	Z_{c1}^3	-	-
T_4^n	-	-	Z_{c3}^3
$T_1^n \cdot T_2^n \cdot T_3^n \cdot T_4^n$	-	Z_{c2}^3	-

Користуючись таблицею переходів (табл. 2.4.1), знаходимо функції переходів структурної математичної моделі, тобто функції включення і виключення відповідних “RS”-тригерів електронного пристрою. Функції включення позначимо: Φ_1^1, Φ_2^1 , а функції виключення: Φ_1^0, Φ_2^0 . Функція Y_1 , відповідає елементу кода розміщеного справа, а Y_2 – зліва.

У відміченій таблиці переходів розглядають усі переходи кодових станів функції Y_1 з «0» до «1» під дією вхідних змінних. У кон’юнкцію вхідних змінних також записують і змінну другого елемента пам’яті, якщо вона не міняє свій знак при цьому переході. Якщо цей перехід для функції Y_1 відбувається не один раз, а, наприклад два, то знайдені кон’юнкції змінних об’єднують знаком диз’юнкції.

Рівняння виключення першого елемента пам’яті Y_1 отримують аналогічно описаному з тою лише різницею, що при цьому розглядають лише переходи із стану «1» до стану «0». Рівняння для функцій Y_2 отримують аналогічно описаному для функції Y_1 .

Тоді канонічні рівняння роботи структурної математичної моделі матимуть наступний вигляд:

$$\Phi_1^1 = K_M^2 \cdot \bar{y}_2 \vee K_M^2 = K_M^2;$$

$$\Phi_1^0 = K_M^1 \cdot \bar{y}_2 \vee K_M^3;$$

$$\Phi_1^2 = K_M^3 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^3 = K_M^3;$$

$$\Phi_2^0 = K_M^1 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^2;$$

Користуючись таблицею виходів (табл. 2.4.2), знаходимо функції виходів структурної математичної моделі, тобто функції включення і виключення виконавчих механізмів і сигналізації пристрою:

$$Z_{c1}^3 = T_2^n \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{c2}^3 = T_4^n \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{c3}^3 = T_1^n \cdot T_2^n \cdot T_3^n \cdot T_4^n \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{c3}^k = \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{y}_2 \cdot y_1 = \bar{y}_2;$$

$$Z_{c2}^k = \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1 = \bar{y}_1;$$

$$Z_{c1}^k = \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{t1}^n = \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{t2}^n = \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1 \vee \bar{y}_2 \cdot y_1 = \bar{y}_2 = \bar{y}_2;$$

$$Z_{t3}^n = \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{t4}^n = \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1.$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РОЗ'ЇЗДОМ «ПИТОМНИК» СТАНЦІЇ КОНОТОП

3.1. Вибір елементної бази електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп

Оскільки канонічні рівняння роботи пристрою контролю руху поїздів і стану сигналізації представлені у вигляді ДНФ, то для їх реалізації найбільш підходять програмуємі логічні матриці (ПЛМ) [1, 2]. Вони представляють собою логічну схему для перетворення множини вхідних значень $X = \{ x_1, x_2, \dots, x_m \}$ у відповідну множину

вихідних даних $Y = \{ y_1, y_2, \dots, y_m \}$ у двійковому коді [5,7]. Програмуємі логічні матриці знайшли широке застосування у логічних інтегральних схемах (ПЛІС). У їх складі уже давно відомі ПЛМ К556РТ1, КР556РТ2, КР556РТ21.

Найбільш широко ПЛІС використовують у мікропроцесорній і обчислювальній техніці. На основі ПЛІС часто виготовляють мікропрограмні автомати, спеціалізовані пристрої і т. ін. Якщо за кордоном ПЛІС уже зайняли достойне місце в арсеналі розробника, то в країнах співдружності ці технології тільки розпочинають по-справжньому розвиватися. Відставання пояснюється рядом причин. По-перше, дуже звужена номенклатура ПЛІС на нашому ринку елементної бази. По-друге, практична відсутність у наших спеціалістів сучасних систем проектування. По-третє, недостатність інформації у технічній літературі про ПЛІС, їх застосування і методам програмування.

3.2. Принципи побудови вибраної базової ПЛМ

Виготовляємі електронною промисловість ПЛІС мають у собі базову структуру програмуємі логічної матриці, яка включає матрицю кон'юнкторів (матриця "І") і матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"). Принцип побудови таких ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1 [12]. Структурна схема даної ПЛІС приведена на рис. 3.2.1

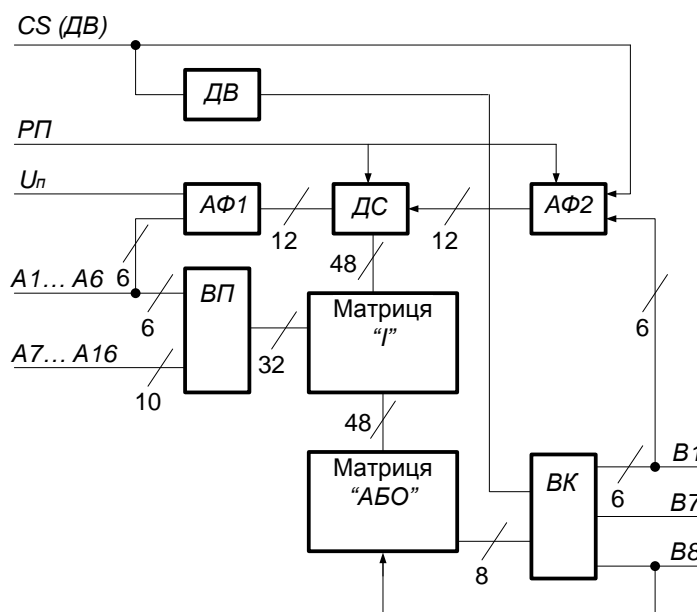


Рис 3.2.1 Структурна схема ПЛМ серії К556РТ1

Дана ПЛІС включає матрицю кон'юнкторів (матрицю «I») матрицю диз'юнкторів (матриця «АБО»), блок входних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозвону виборки кристалу (ДВ), програмуємий дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі і інверсні значення входних змінних по всім шістнадцяти входам (А1...А16).

Програмуємий дешифратор (ДС) і програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2) використовують тільки в режимах програмування і контролю ПЛІС.

Для наглядності і більш повного розуміння принципу побудови ПЛМ розглянемо базову функціональну схему ПЛІС серії К556РТ1, яка включає в себе лише основні вузли схеми матриці «I», «АБО», вхідні і вихідні каскади (рис 3.2.2),

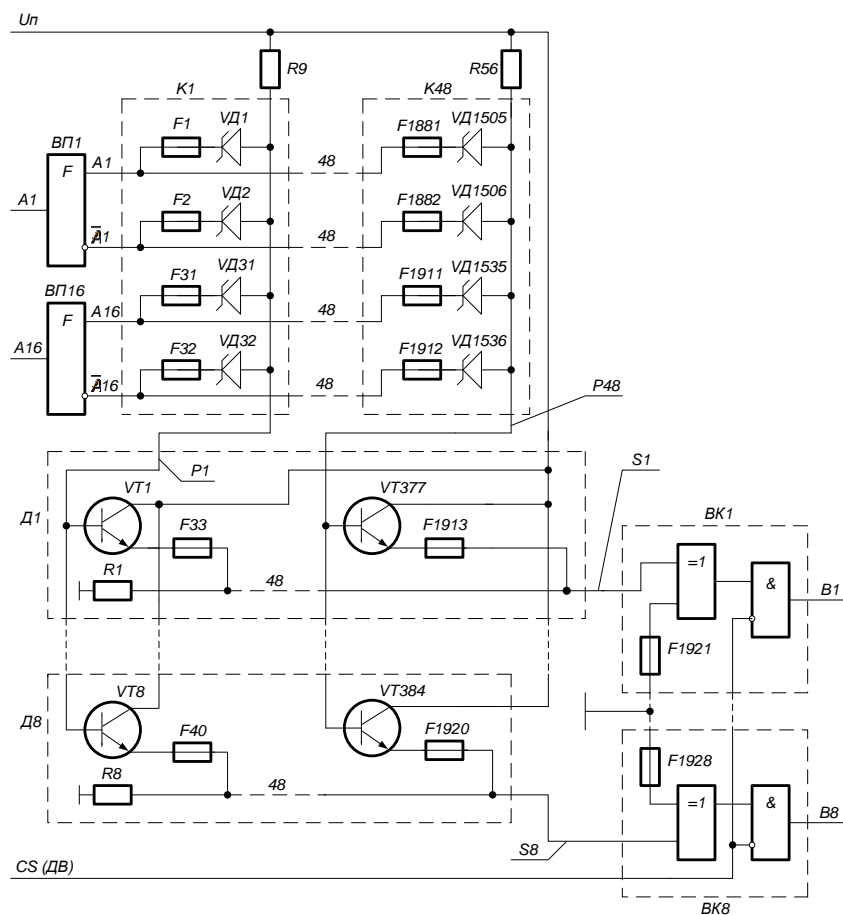


Рис. 3.2.2. Базова функціональна схема ПЛІС серії К556РТ1

де ВП1...ВП16 – вхідні підсилювачі;

К1...К48 – кон'юнктори матриці «I»;

Д1... Д8 – диз'юнктори матриці «АБО»;
ВК1... ВК8 – вихідні каскади;
Р1...Р48 – шини кон'юнкцій;
S1...S8 – шини диз'юнкцій;
F1...F1928 – плавкі ніхромові перемикачі;
VD1...VD1536 – діоди Шотки;
VT1...VT34 – транзистори;
R1...R6 – резистори.

Вхідні підсилювачі (ВП1...ВП16) формують прямі й інверсні значення вхідних змінних. Управляють вхідними підсилювачами шістнадцять входів (А1...А16).

Основними вузлами мікросхеми К556РТ1 є матриці «І» і «АБО», які реалізують двохрівневі логічні функції. Перший рівень ПЛМ складається із 48 кон'юнкторів (матриця «І»), які з'єднані за допомогою плавких ніхромових перемичок з будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. У матриці «І» , реалізують кон'юнкції вхідних змінних, причому кожна вхідна змінна може входити в кон'юнкцію або прямим або інверсним значенням, або не входити зовсім. Вхідні сигнали, які появляються на вхідних шинах матриці «І», вводяться у матрицю «АБО», яка утворює другий логічний рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця «АБО» утворює вісім диз'юнкторів, кожен із яких може бути вибірково з'єднаний з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів.

Програмуємим елементом матриці «І» є діод Шоткі з плавкою ніхромовою перемичкою, а матриці «АБО» включені по схемі емітерного повторювача, *n-p-n* транзистор з плавкою ніхромовою перемичкою в емітері.

Вихідні каскади ВК1...ВК8 включають логічні схеми «Виключаюче АБО» і підсилювачі зчитування. Наявність на вході каскаду логічної схеми «Виключаюче АБО» дозволяє інвертувати рівень вихідного сигналу в залежності від сигналу на вході, тобто дозволяє програмувати або активний високий, або активний низький рівень вихідного сигналу. Заземлення (підключення до сигналу «0») одного із двох входів логічної схеми «Виключаюче АБО» через плавку перемичку веде до того, що

активним рівнем виходу стає вихідна напруга високого рівня, а виплавлення цієї перемички веде до того, що активним рівнем стає вихідна низька напруга.

Підсилювачі зчитування побудовані на логічних схемах, що управляють сигналами, які поступають від матриці «АБО» і від схеми дозволу вибірки.

ПЛІС як базова програмуєма логічна матриця, в режимі обробки інформації працює наступним чином . Вхідні змінні А1...А16 через блок вхідних підсилювачів в прямому і інверсному значенні поступають на матрицю «І» де за допомогою діодів Шоттки і плавких ніхромових перемичок утворюють потрібні кон'юнкції Р1...Р48, які логічно сумірюються матрицею «АБО» утворюючи проміжні логічні функції S1...S8. Дані функції поступають у вихідні каскади для подальшого їх перетворення і видачі на виходи В1...В8 ПЛМ.

Умовне графічне позначення ПЛМ К556РТ1 приведено на рис. 3.2.3,

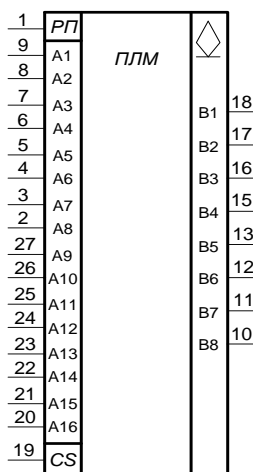


Рис. 3.2.3 Умовне графічне позначення мікросхеми К556РТ1

де входи і виходи мікросхеми визначають:

- 1 – вхід програмування РП;
- 2...9 – входи підключення вхідних змінних А1...А8;
- 10...13 – виходи отриманих функцій В8...В5;
- 14 – спільний вихід (вихід подачі «0» В);
- 15...18 – виходи отриманих функцій В4...В1;
- 19 – вхід дозволу роботи (вибору) мікросхеми;
- 20...27 – входи підключення вхідних змінних А16...А9;

28 – вхід подачі джерела живлення (+5В).

3.3. Розробка схеми електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп

Виходячи із канонічних рівнянь роботи пристрою, ПЛМ повинна відповідати слідуючим даним. Кількість диз'юнкторів у ній повинно бути не менше 2, вхідних змінних не менше 9, вихідних змінних 11 (4 - для управління *RS* – тригерами і 7– для управління виконавчими механізмами і сигналізацією). Таким влаивостям відповідає ПЛМ [12], мікросхема серії K556PT1, яка має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації восьми функцій і 48 кон'юнкторів. Згідно отриманих функцій $Z_{c1}^3, Z_{c2}^3, Z_{c3}^3, Z_{c1}^k, Z_{c2}^k, Z_{c3}^k, Z_{T1}^l, Z_{T2}^l, Z_{T3}^l, Z_{T4}^l, \Phi_1^1, \Phi_1^0, \Phi_2^1, \Phi_2^0$ присвоюємо номери їх

кон'юнкторам: $k_1 = K_M^2; k_2 = K_M^1 \cdot \bar{y}_2; k_3 = K_M^3; k_4 = K_M^1 \cdot \bar{y}_1; k_5 = T_2^l \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; k_6 = T_4^l \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$
 $k_7 = T_1^l \cdot T_2^l \cdot T_3^l \cdot T_4^l \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; k_8 = \bar{y}_2 \cdot y_1; k_9 = y_2 \cdot \bar{y}_1.$ Використовуючи [11], програмуємо отримані функції і їх результати заносимо в табл. 3.3.1.

Таблиця 3.3.1

Програма роботи ПЛМ

k_i	Кон'юнктори									Рівень активності							
	Вхідні змінні									1	1	1	1	1	1	1	1
	K_M^1	K_M^2	K_M^3	T_1^l	T_2^l	T_3^l	T_4^l	y_1	y_2	Вихідні функції							
	Номер програмує мого входу									Φ_1^1	Φ_1^0	Φ_2^1	Φ_2^0	Z_{c1}^3	Z_{c2}^3	Z_{c3}^3	Z_{c1}^k
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	
k_1		1								A			A				
k_2	1								0		A						
k_3			1								A	A					
k_4	1								0				A				
k_5					1				0	0		A		A			
k_6							1	1	0						A		
k_7				1	1	1	1	1	0							A	
k_8								1	0								A
k_9								0	1								A

Електронна схема пристрою контролю руху поїздів і стану сигналізації для фрагменту лінійної ділянки колійної дороги роз'їзду «Питомник» станції Конотоп, яка виконана із застосуванням ПЛМ, наведкна на рис. 3.3.1.

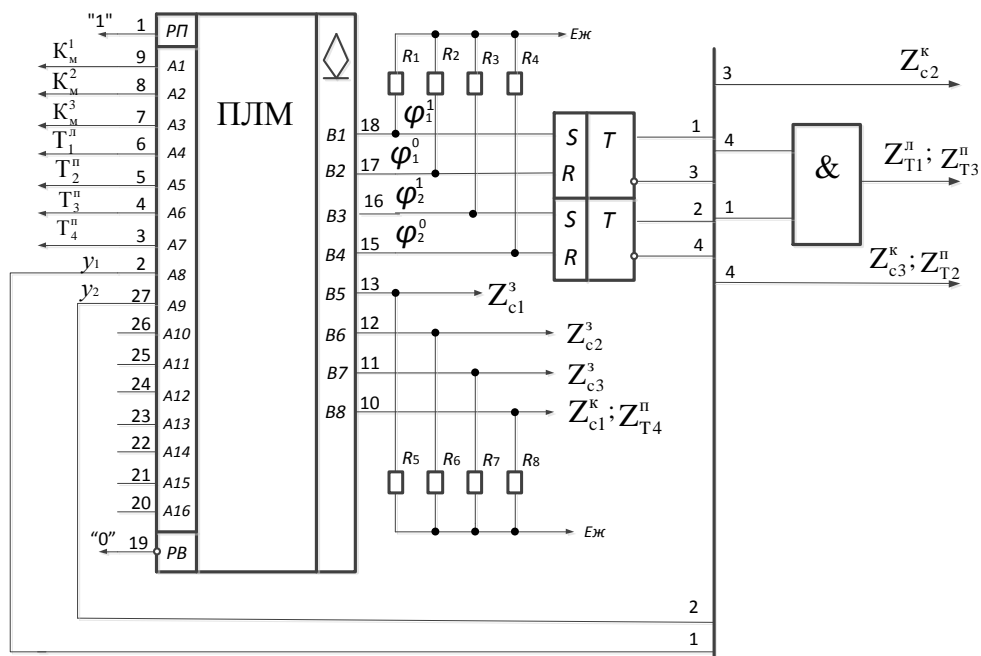


Рис. 3.3.1. Електронна схема пристрою контролю руху поїздів і стану сигналізації для фрагменту пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронний пристрій автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп з використанням сучасних засобів мікроелектроніки. Даний електронний пристрій розроблений з використанням теорії автоматів, теорії комп'ютерної логіки та теорії алгоритмів і графів для фрагменту лінійної ділянки автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп.

На підставі розробленого алгоритмічного та математичного забезпечення був спроектований електронний пристрій автоматизованого управління роз'їздом

«Питомник» станції Конотоп. У процесі розробки були використані абстрактна та структурна математична модель, на основі яких, використовуючи теорію автоматів, отримані канонічні рівняння роботи електронного пристрою.

Аналіз отриманих канонічних рівнянь показав, що їх реалізацію найкраще виконати, використовуючи програмуємі логічні матриці (ПЛМ). У кваліфікаційній роботі показано, що для ПЛМ найкраще підходять ПЛМ серії К556РТ1. На основі цих ПЛМ і було розроблено електронний пристрій. На підставі розробленого алгоритмічного та математичного забезпечення був спроектований електронний пристрій автоматизованого управління роз'їздом. Даний пристрій запрограмований на мові програмування використаної ПЛМ.

Розробка даної кваліфікаційної роботи показала можливість проектування електронних пристроїв автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп з використанням теорії автоматів і комп'ютерної логіки, що в свою чергу дало можливість застосовувати сучасну елементну базу, наприклад, ПЛМ.

Застосування даного проекту дозволить у значній мірі підвищити надійність роботи електронного пристрою автоматизованого управління роз'їздом «Питомник» станції Конотоп, зробивши її оптимальною для обслуговування і надійності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Абутов Ю. О.* Микроэлектронные устройства программного и логического управления/ *Абутов Ю. О.* Принципы построения.- М.: Машиностроение, 1979 – 208с.
2. *Алексенко А.Г., Шагурин И.И.* Микросхемотехника/ *Алексенко А.Г.,* М: Радио и связь, 1990 – 496с.
3. *Бабич М. А., Жуков И. А.* Компьютерная схемотехника/ *Бабич М. А.* – К. МК-Пресс, 2004 – 576с.
4. *Баранов С. И.* Синтез микропрограммных автоматов / *Баранов С. И.* – Ленинград; Энергия, 1979 – 232с.

5. *Блейкли Т. Р.* Проектирование цифровых устройств с малыми и большими интегральными схемами/ *Блейкли Т. Р.* – К: Вища школа, 1981 – 336с.
6. *Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко* Прикладна теорія цифрових автоматів/ *Жабін В.І.*-К: Видавництво НАУ ,2007 -364с.
7. *Жабин В.И. и др.* Логические основы и схемотехника ЭВМ. Практикум./ *Жабин В.И.* - К: ВЕК+,1999 – 128с.
8. *Жураковський Ю.П., Полторак В.П.* Теорія інформації та кодування/ *Жураковський Ю.П.* К: «Вища школа» , 2001 – 255с.
9. Правила технічної експлуатації залізниць України. Київ. 2003р. 133с.
10. Інструкція з сигналізації на залізницях України . Київ. 2009р. 160с.
11. *Матвієнко М.П.* Комп'ютерна логіка / *Матвієнко М.П.* К: «Ліра-К», 2012 - 286с.
12. Отраслевой стандарт. ОСТ 11.340.915-82. Микросхеми інтегральні серії 556(556РТ1, 556РТ2), Р556(Р556РТ1, Р556РТ2). Руководство по применению ОКП. 623 000.-51с.