

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Факультет денної форми навчання

Кафедра електронних  
приладів і автоматики

## **Кваліфікаційна робота**

**Розробка електронного пристрою контролю маневрових поїздів на  
лінійній вантажній ділянці станції Бахмач**

Студент гр. ЕІс2-81к

Я.В.Барабаш

Науковий керівник  
к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2022

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач.

Об'єктом розробки такого пристрою є фрагмент лінійної вантажної ділянки станції Бахмач.

Мета роботи – розробка електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач з використанням програмуємих логічних матриць і *RS*-тригерів для побудови пристроїв контролю.

При виконанні кваліфікаційної роботи по розробці електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач розроблений алгоритм, абстрактна та структурна математичні моделі роботи такого пристрою. Для задання таких моделей використані автомати Мура, які представлені у вигляді графа.

Використовуючи структурну математичну модель роботи електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач, на основі таблиць переходів і виходів отримані канонічні рівняння його роботи. Мінімізація та аналіз цих рівнянь показали, що найкращим варіантом по їх реалізації є програмуємі логічні матриці (ПЛМ) типу K556PT1 із застосуванням *RS* - тригерів.

Робота викладена на 29 сторінках, у тому числі вона включає 13 рисунків, 4 таблиці, список цитованої літератури із 11 джерел.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, МАНЕВРОВІ ПОЇЗДА, ВАНТАЖНА ДІЛЯНКА, СТАЦІЯ БАХМАЧ, АБСТРАКТНА ТА СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ТАБЛИЦЯ ПЕРЕХОДІВ-ВИХОДІВ, ПЛМ, ПРОГРАМУВАННЯ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО, МАНЕВРОВЫЕ ПОЕЗДА, ГРУЗОВОЙ УЧАСТОК, СТАНЦИЯ БАХМАЧ, АБСТРАКТНАЯ И СТРУКТУРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ, ТАБЛИЦЫ ПЕРЕХОДОВ-ВЫХОДОВ, ПЛМ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ.

**KEY WORDS:** ELECTRONIC DEVICE, MANEUVERING TRAINS, FREIGHT SECTION, BAKHMACH STATION, ABSTRACT AND STRUCTURAL MATHEMATICAL MODELS, CAN.

## ЗМІСТ

стор.

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ПОЗНАЧЕННЯ СИГНАЛІВ, ТЕРМІНИ ТА СВІТЛОФОРИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ НА ВАНТАЖНИХ ДІЛЯНКАХ РЕЛЬСОВИХ ДОРІГ СТАНЦІЇ БАХМАЧ</b> .....	5
1.1. Основні позначення сигналів та терміни на вантажних ділянках рельсових доріг.....	5
1.2. Світлофори та сигнали, які використовуються на вантажних ділянках залізничних станцій .....	7
<b>РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МОДЕЛЕЙ ТА ЗНАХОДЖЕННЯ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЯНЦІ СТАНЦІЇ БАХМАЧ</b> .....	14
2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач .....	14
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач .....	15
2.3. Розробка структурної математичної моделі пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач .....	18
2.4 Знаходження канонічних рівнянь роботи пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач .....	20
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЯНЦІ СТАНЦІЇ БАХМАЧ</b> .....	22
3.1. Вибір елементної бази електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач .....	22
3.2. Розробка електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач .....	25
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	28
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	29

## ВСТУП

Маневрові і під'їзні колії є важливою частиною залізничного транспорту, від стану яких суттєво залежить здійснення перевізного процесу. Тому на сьогодні основою розвитку залізничної мережі в Україні є модернізація, а також технічне переоснащення, перш за все як напрямків вантажних перевезень, так і різних маневрових роз'їздів, від оперативної роботи яких залежить вчасна доставка вантажів як технологічного, так і промислового призначення.

Колії українських залізниць сягають майже 60 тис. км, у тому числі понад 40 тис. км - головні, близько 16 тис. км - станційні, 6 тис. км - під'їзні та понад 80 тис. стрілкових переводів. На сьогодні розроблені нові конструкції стрілкових переводів різних типів та освоєно їх виготовлення на Дніпропетровському стрілковому заводі.

Для забезпечення швидкості руху пасажирських поїздів до 140 км/год і вантажних - до 90 км/год розпочали переобладнуватися різні напрямки колійного руху поїздів. За контролем руху на маневрових і під'їзних коліях та роз'їздах розпочато використання пристроїв цифрової електроніки, обладнання із застосуванням комп'ютерних реєстраторів і т.ін. Використання такого обладнання дало можливість значно підвищити безпеку руху як на маневрових ділянках колійних доріг, так і на роз'їздах різного технологічного призначення.

Але усі роботи з утримання колії, маневрових ділянках, роз'їздах різного технологічного призначення, споруд і пристроїв колійного господарства повинні виконуватися відповідно до ПТЕ, інструкцій з руху поїздів і маневрової роботи, щодо забезпечення безпеки їх руху при виконанні маневрів, колійних робіт тощо, а також згідно з проектами і технологічними процесами.

## РОЗДІЛ 1

### ПОЗНАЧЕННЯ СИГНАЛІВ, ТЕРМІНИ ТА СВІТЛОФОРИ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ НА ВАНТАЖНИХ ДІЛЯНКАХ РЕЛЬСОВИХ ДОРІГ СТАНЦІЇ БАХМАЧ

#### 1.1. Основні терміни та позначення сигналів на вантажних ділянках рельсових доріг

При експлуатації колійних доріг на маневрових участках станцій використовують наступні основні терміни [1, 2]:

**Головні колії** – колії перегонів, а також колії станцій, що є безпосереднім продовженням колій суміжних перегонів і 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;

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

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

**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;

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

**Автоматична локомотивна 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;

**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;

**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;

**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;

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

**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;

**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;

**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;

**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. Сигнали та світлофори, які використовуються на вантажних ділянках залізничних станцій**

Сигнали призначені для забезпечення безпеки руху, для чіткої організації руху поїздів і маневрової роботи. За способом сприйняття вони розділяються на видимі та звукові [2].

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

**денні**, що подаються у світлий час доби; для їх подання використовують диски, щити, прапорці та сигнальні покажчики (стрілочні, колійного загородження та гідравлічні колонки);

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

**цілодобові**, що подаються однаково у світлий і темний час доби; такими сигналами є 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 розділяють на:

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

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

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

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

**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;

**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;

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

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



**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 ділянок двостороннім АБ до номера прохідного світлофора, встановленого для неправильного напрямку руху, додається римська цифра, що означає номер колії.

Станційним світлофорам присвоюється літери «Н» або «Ч» у 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 літером 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 вогонь** – «Дозволяється рух з готовністю зупинитися; наступний світлофор закритий»;

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

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

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

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

**один синій вогонь**– «Забороняється проводити маневри»;

**один місячно-білий вогонь**– «Дозволяється 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.

**Вхідними світлофорами подаються сигнали [2] :**

**один зелений вогонь**– «Дозволяється поїзду прямувати на станцію по головній колії з встановленою швидкістю; наступний світлофор (маршрутний або вихідний) відкритий» (рис. 1.2.1);

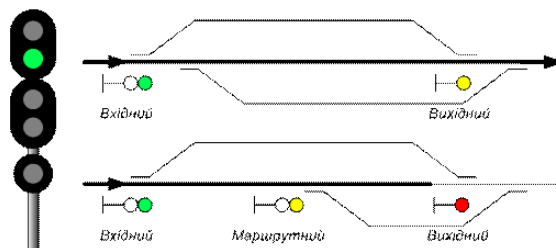


Рис.1.2.1. Вхідні світлофори

**один жовтий вогонь**– «Дозволяється поїзду прямувати на станцію по головній колії з готовністю зупинитися; наступний світлофор (маршрутний чи вихідний) закритий» (рис. 1.2.2);

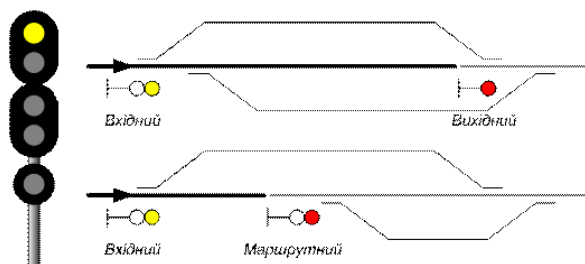


Рис.1.2.2. Вхідні світлофори

**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. 1.2.3);

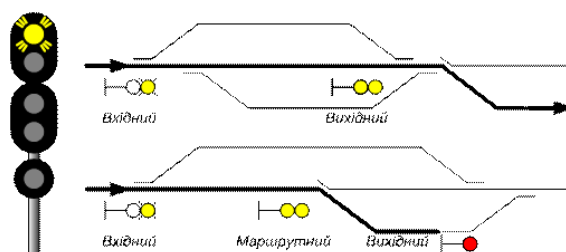


Рис.1.2.3. Вхідні світлофори

**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. 1.2.4);

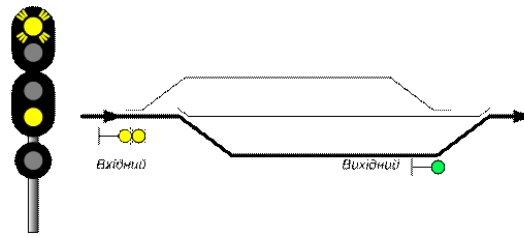


Рис.1.2.4. Вхідні світлофори

**два жовті вогні**– «Дозволяється поїзду прямувати на станцію із зменшеною швидкістю на бокову колію і готовністю зупинитися; наступний світлофор закритий» (рис. 1.2.5). При прийманні на бокову колію, яка не призначена для беззупинного пропуску поїздів, показання вхідного світлофора **два жовті вогні** зберігається незалежно від показань вихідного світлофора;

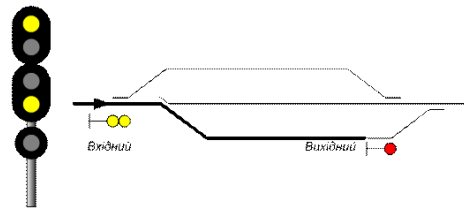


Рис.1.2.5.

Вхідні світлофори

**один червоний вогонь** – «Стій! Забороняється проїжджати сигнал» (рис. 1.2.6).

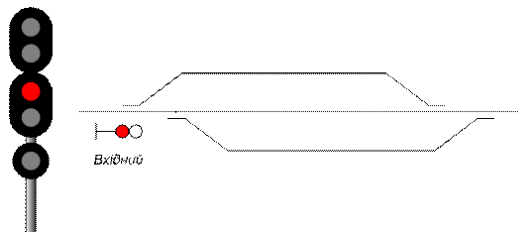


Рис. 1.2.6. Вхідні світлофори

**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. 1.2.7, а);

**один жовтий вогонь**–«Дозволяється поїзду відправлятися зі станції та прямувати з готовністю зупинитися; наступний світлофор закритий» (рис. 1.2.7, б);

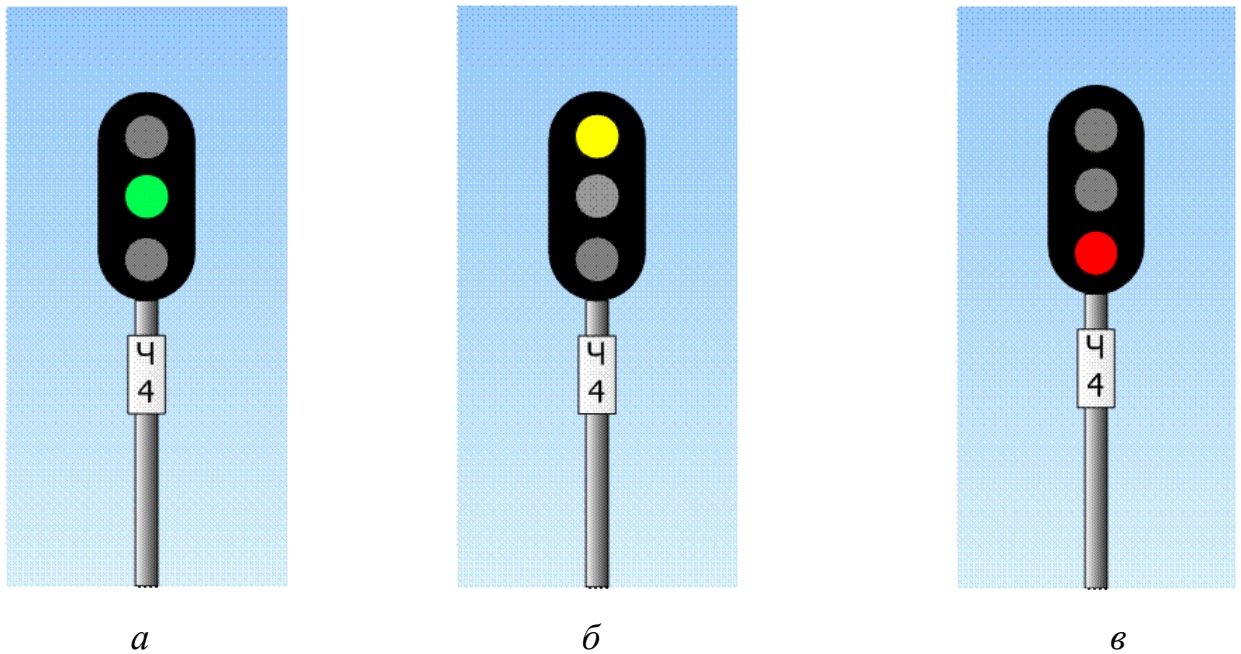


Рис. 1.2.7. Вихідні світлофори

**один червоний вогонь** – «Стій! Забороняється проїжджати сигнал» (рис. 1.2.7, 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 (коліяного 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 (коліяного 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 (коліяного поста) вільний; вхідний світлофор наступної станції відкритий, попереджувального світлофору до вхідного немає».

**Маршрутні світлофори залежно від місця їх установлення подають 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**– «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;

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

**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, МОДЕЛЕЙ ТА ЗНАХОДЖЕННЯ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЯНЦІ СТАНЦІЇ БАХМАЧ**

#### **2.1. . Розробка алгоритму роботи пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач**

Для контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач застосовують системи сигналізації і блокування, які працюють тільки в ручному режимі управління. Це пов'язано з вимогами безпеки на колійних дорогах [1, 2]. У даній кваліфікаційній роботі розглядується фрагмент лінійної вантажної ділянки

станції Бахмач. Топологія руху для цих маршрутів наведена на рис. 2.1.1. Вона має три маршрути, а алгоритм

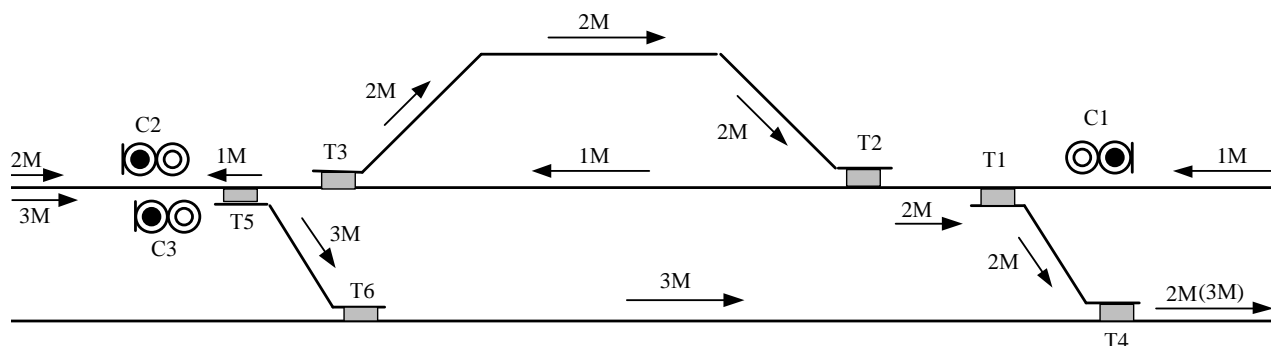


Рис. 2.1.1. Фрагмент лінійної вантажної ділянки станції Бахмач

пропуску поїздів по фрагменту лінійної вантажної ділянки станції Бахмач має наступний зміст.

- задання вантажного маршруту виконується диспетчером у ручному режимі;
- при увімкненні першого маршруту стріка T2 переводиться праворуч і при її переведенні світлофор C1 загоряється зеленим світлом, а світлофори C2 та C3 не задежно від положення остальных стрілок, - червоним;
- при увімкненні другого маршруту і при переведенні стрілок T2, T3 і T4 праворуч, а T1 і T5 - ліворуч світлофор C2 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1 та C3 - червоним;
- при увімкненні третього маршруту і при переведенні стрілок T4 і T5 ліворуч, а T6 праворуч світлофор C3 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1, C2 – червоним.

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 контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач

Виходячи із словесного змісту алгоритму абстрактна математична модель згідно [3, 4, 10] пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач матиме вигляд, наведений на рис. 2.2.1.

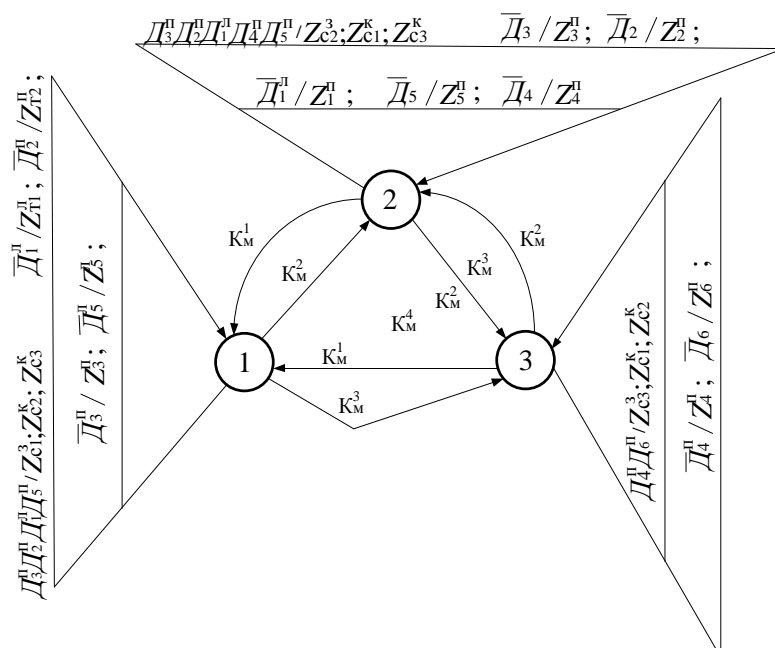


Рис. 2.2.1. Абстрактна математична модель

В абстрактній математичній моделі пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач 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;
- $D_1^p$  – сигнал від датчика першої стрілки при переводі її ліворуч;
- $D_2^p$  – сигнал від датчика другої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_3^p$  – сигнал від датчика третьої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_4^p$  – сигнал від датчика четвертої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_5^p$  – сигнал від датчика п'ятої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_5^l$  – сигнал від датчика п'ятої стрілки при переводі її ліворуч;
- $D_6^p$  – сигнал від датчика шостої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_6^l$  – сигнал від датчика шостої стрілки при переводі її ліворуч;

**сигналів управління світлофорами і стрілками**

- $Z_{c1}^3$  – зелений сигнал першого світлофора;
- $Z_{c2}^3$  – зелений сигнал другого світлофора;
- $Z_{c3}^3$  – зелений сигнал третього світлофора;
- $Z_{c1}^k$  – красний сигнал першого світлофора;



$Z_{c2}^k$  – червоний сигнал другого світлофора;  
 $Z_{c3}^k$  – червоний сигнал третього світлофора;  
 $Z_1^l$  - сигнал на перевод першої стрілки ліворуч;  
 $Z_2^p$  - сигнал на перевод другої стрілки праворуч;  
 $Z_3^p$  - сигнал на перевод третьої стрілки праворуч;  
 $Z_4^p$  - сигнал на перевод четвертої стрілки праворуч;  
 $Z_4^l$  - сигнал на перевод четвертої стрілки ліворуч;  
 $Z_5^p$  - сигнал на перевод п'ятої стрілки праворуч;  
 $Z_5^l$  - сигнал на перевод п'ятої стрілки ліворуч;  
 $Z_6^p$  - сигнал на перевод шостої стрілки праворуч;  
 $Z_6^l$  - сигнал на перевод шостої стрілки ліворуч.

Електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач по абстрактній 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 та третій – червоне.

Для задання другого маршруту необхідно натиснути на кнопку  $K_M^2$  і математична модель із стану «1» перейде у стан «2». У цьому стані другий світлофор переключиться із червоного 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 червоним.

Для задання третього маршруту необхідно натиснути на кнопку  $K_M^3$  і математична модель із стану «2» перейде у стан «3». У цьому стані третій світлофор переключиться із червоного 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 червоним кольором.

Із третього стану 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. Такі переходи відбуваються із третього, другого і першого стану в усі інші аналогічно описаному вище.

### **2.3. Розробка структурної математичної моделі пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач**

Для перетворення абстрактної математичної моделі у структурну необхідно у відповідності з [3, 5, 8, 9, 10] закодувати її стани. Для кодування використовують двійковий код. Кількість розрядів двійкового нормального коду (елементів пам'яті) можна знайти з виразу [3, 4]

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

де  $Q$  – кількість станів абстрактної 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  $RS$ -тригери. Для отримання структурної математичної моделі і знаходження логічних рівнянь роботи пристрою необхідно закодувати стани абстрактної математичної моделі. Кодування має наступний вигляд: 1 – 00; 2 – 01; 3 – 11. Тоді структурна математична модель матиме вигляд (рис. 2.3.1).

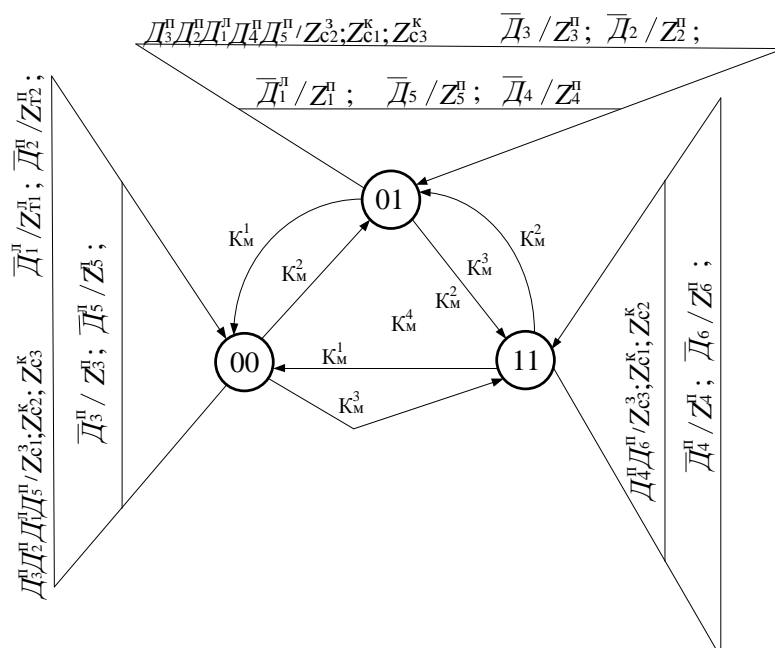


Рис. 2.3.1. Структурна математична модель

По структурній математичній моделі електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач, наведений на 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  $T_{c2}^n$  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 продовжить горіти красним.

Для задання третього маршруту необхідно натиснути на кнопку  $K_m^3$  і структурна математична модель із стану «01» перейде у стан «11», тобто перший елемент пам'яті залишиться у стані «1», а другий навпаки перейде у стан «0». У цьому стані

третій світлофор переключиться із червоного випромінювання світла на зелене, при умові, якщо четверта стрілка Т 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 продовжить горіти красним кольором.

Із третього стану 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 засвічення відповідних огнів на світлофорах, про що було описано вище. Такі переходи відбуваються із третього «11», другого «01» і першого стану «00» в усі інші аналогічно описаному вище.

#### **2.4. Знаходження канонічних рівнянь роботи пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач**

Користуючись структурною математичною моделлю, згідно [6, 7, 10] будемо таблиці її переходів та виходів (табл.2.4.1 і табл.2.4.2 відповідно).

Таблиця переходів      Таблиця 2.4.1

$D_i \backslash Q_i$	00	01	11
$K_M^1$	-	00	00
$K_M^2$	01	-	01
$K_M^3$	11	11	-

Таблиця виходів

Таблиця 2.4.2

$Z_i$	$Z_{c2}^k$ ; $Z_{c3}^k$ ; $Z_{c1}^3$	$Z_{c1}^k$ ; $Z_{c3}^k$ ; $Z_{c2}^3$	$Z_{c1}^k$ ; $Z_{c2}^k$ ; $Z_{c3}^3$
$Q_i$ $D_i$	00	01	11
$D_3^n D_2^n D_1^n D_5^n$	$Z_{c1}^3$	-	-
$D_3^n D_2^n D_1^n D_4^n D_5^n$	-	$Z_{c2}^3$	-
$D_4^n D_6^n$	-	-	$Z_{c3}^3$
$D_4^n D_6^n D_5^n$	-	-	-
$\overline{D_1^n}$	$Z_1^n$	$Z_1^n$	-
$\overline{D_2^n}$	$Z_2^n$	$Z_2^n$	-
$\overline{D_3^n}$	$Z_3^n$	-	-
$\overline{D_5^n}$	$Z_5^n$	-	-
$\overline{D_5^n}$	-	$Z_5^n$	-
$\overline{D_4^n}$	-	$Z_4^n$	$Z_4^n$
$\overline{D_6^n}$	-	-	$Z_6^n$

Використовуючи таблицю переходів (табл. 2.4.1), знаходимо функції переходів структурної математичної моделі, тобто функції включення і виключення відповідних *RS*-тригерів електронного пристрою. Функції включення позначимо:  $\Phi_1^1, \Phi_2^1$ , а функції виключення:  $\Phi_1^0, \Phi_2^0$ . Функція  $Y_1$ , відповідає елементу кода розміщеного справа, а  $Y_2$  – зліва.

У 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:

$$\Phi_1^1 = K_m^2 \cdot \bar{y}_2 \vee K_m^3;$$

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

$$\Phi_1^2 = K_m^3 \cdot y_1 \vee K_m^3 = K_m^3;$$

$$\Phi_2^0 = K_m^1 \vee K_m^2 \cdot y_1.$$

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

$$Z_{c1}^3 = D_3^n \cdot D_2^n \cdot D_1^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_{c2}^3 = D_1^n \cdot D_2^n \cdot D_3^n \cdot D_4^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{c3}^3 = D_4^n \cdot D_6^n \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{c1}^K = y_1 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_{c2}^K = Z_{c4}^K = \bar{y}_2 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_{c3}^K = \bar{y}_2 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_1^n = \bar{D}_1^n (\bar{y}_1 \vee \bar{y}_2 \cdot y_1); \quad Z_2^n = \bar{D}_2^n \cdot y_2; \quad Z_3^n = \bar{D}_3^n \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_4^n = \bar{D}_4^n \cdot y_2;$$

$$Z_5^n = \bar{D}_5^n \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; \quad Z_6^n = \bar{D}_6^n \cdot y_2.$$

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЯНЦІ СТАНЦІЇ БАХМАЧ

#### 3.1. Вибір елементної бази електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач

Оскільки канонічні рівняння електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач представлені у вигляді ДНФ, то для їх реалізації найбільш підходять програмуємі логічні матриці (ПЛМ) [3, 11].

Програмуємі логічні матриці знайшли широке використання у програмуєміх логічних інтегральних схемах (ПЛІС).

Виготовляємі електронною промисловістю ПЛІС мають у собі базову структуру програмуємої логічної матриці, яка включає матрицю кон'юнкторів (матриця "І") і матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО" [4, 9, 111].). Принцип побудови таких ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1 [11]. Структурна схема даної ПЛІС приведена на рис. 3.1.1

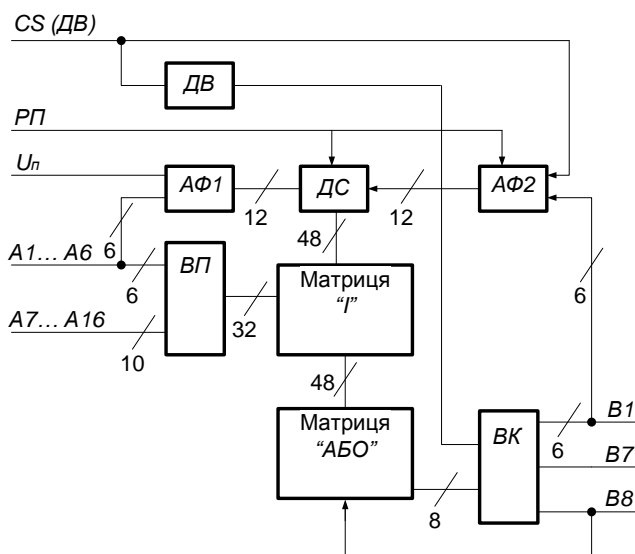


Рис 3.1.1. Структурна схема ПЛМ

Дана ПЛІС включає матрицю кон'юнкторів (матрицю «І») матрицю диз'юнкторів (матриця «АБО»), блок вхідних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозвону виборки кристалу (ДВ), програмуєміи дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі і інверсні значення вхідних змінних по всім шістнадцяти входам (А1...А16) [11].

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

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 «*I*», вводяться у матрицю «*АБО*», яка утворює другий логічний рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця «*АБО*» утворює вісім диз'юнкторів, кожний із яких може бути вибірково з'єднаний з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів [ 4, 11]. в.

Програмуємим елементом матриці «*I*» є діод Шоттки 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 [1, 2, 10]..

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 «*I*» 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 ПЛІМ.

Умовне графічне позначення ПЛІМ К556РТ1 приведено на рис. 3.1.2 [3, 11],



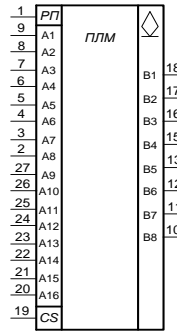


Рис. 3.1.2. Умовне графічне позначення ПЛМ

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).

### 3.2. Розробка електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач

Виходячи із канонічних рівнянь роботи пристрою, ПЛМ повинна відповідати наступним даним. Кількість диз'юнкторів у ній повинно бути не менше 2, вхідних змінних не більше 16, вихідних змінних 21 (4 - для управління RS - тригерами і 15 – для управління виконавчими механізмами і

світлофорами). Найближчою до цих даних є мікросхема ПЛМ [2, 11], мікросхема серії К556РТ1, яка має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації восьми

функцій і 48 кон'юнкторів. Згідно отриманих функцій  $Z_{c1}^3, Z_{c2}^3, Z_{c3}^3, Z_{c1}^k, Z_{c2}^k, Z_{c3}^k,$

$Z_1^n, Z_2^n, Z_3^n, Z_4^n, Z_4^n, Z_5^n, Z_6^n, Z_6^n, \Phi_1^1, \Phi_1^0, \Phi_2^1, \Phi_2^0$  присвоюємо номери їх

кон'юнкторам:  $k_1 = K_m^2 \cdot \bar{y}_2;$   $k_2 = K_m^2;$   $k_3 = K_m^1;$   $k_4 = K_m^3;$   $k_5 = K_m^2 \cdot y_1;$

$k_6 = D_3^n \cdot D_2^n \cdot D_1^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1;$   $k_7 = D_1^n \cdot D_2^n \cdot D_3^n \cdot D_4^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$   $k_8 = D_4^n \cdot D_6^n \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$

$k_9 = D_4^n \cdot D_6^n \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$  - для ПЛМ1 і  $k_{10} = y_1$ ;  $k_{11} = \bar{y}_2$ ;  $k_{12} = \bar{D}_1^n \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{13} = \bar{D}_1^n \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  
 $k_{14} = \bar{D}_2^n \cdot \bar{y}_2$ ;  $k_{15} = \bar{D}_3^n \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$ ;  $k_{16} = \bar{D}_4^n \cdot y_2$ ;  $k_{18} = \bar{D}_5^n \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ ;  $k_{19} = \bar{D}_6^n \cdot y_2$  - для ПЛМ2.

Використовуючи [11], програмуємо отримані функції і їх результати заносимо у табл. 3.2.1 і табл. 3.2.2 відповідно.

Таблиця переходів - виходів

Таблиця 3.2.

$k_i$	Кон'юнктори												Рівень активності							
	Вхідні змінні												1	1	1	1	1	1	1	1
	$K_m^1$	$K_m^2$	$K_m^3$		$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$y_1$	$y_2$	Вихідні функції							
	Номер програмує мого входу												$\Phi_1^1$	$\Phi_1^0$	$\Phi_2^1$	$\Phi_2^0$	$Z_{c1}^3$	$Z_{c2}^3$	$Z_{c3}^3$	$Z_{c1}^K$
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
$k_1$		1									0		A							
$k_2$			1										A							
$k_3$	1													A		A				
$k_4$			1												A					
$k_5$		1									1					A	A			
$k_6$					1	1	1	1			0	0						A		
$k_7$								1		1	0	1							A	
$k_8$								1		1	1	0								A

Таблиця виходів

Таблиця 3.2.2

$k_i$	Кон'юнктори												Рівень активності							
	Вхідні змінні												1	1	1	1	1	1	1	1
	$K_m^1$	$K_m^2$	$K_m^3$		$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$y_1$	$y_2$	Вихідні функції							
	Номер програмує мого входу												$Z_{c1}^K$	$Z_{c2}^K$	$Z_1^L$	$Z_2^N$	$Z_3^N$	$Z_4^N$	$Z_5^N$	$Z_6^N$
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	$Z_{c4}^K$	$Z_{c3}^K$						
$k_9$											1		A							
$k_{10}$											0	1	A							
$k_{11}$											0			A						
$k_{12}$											0	1		A						
$k_{13}$					0						0				A					
$k_{14}$					0						1	0			A					
$k_{15}$					0						0					A				
$k_{16}$						0					0	0					A			
$k_{17}$							0				1							A		
$k_{18}$								0			0	1							A	
$k_{19}$										0		1								A

Електронна схема пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач, яка виконана із застосуванням ПЛМ1 і ПЛМ2, наведена на рис. 3.2.1.

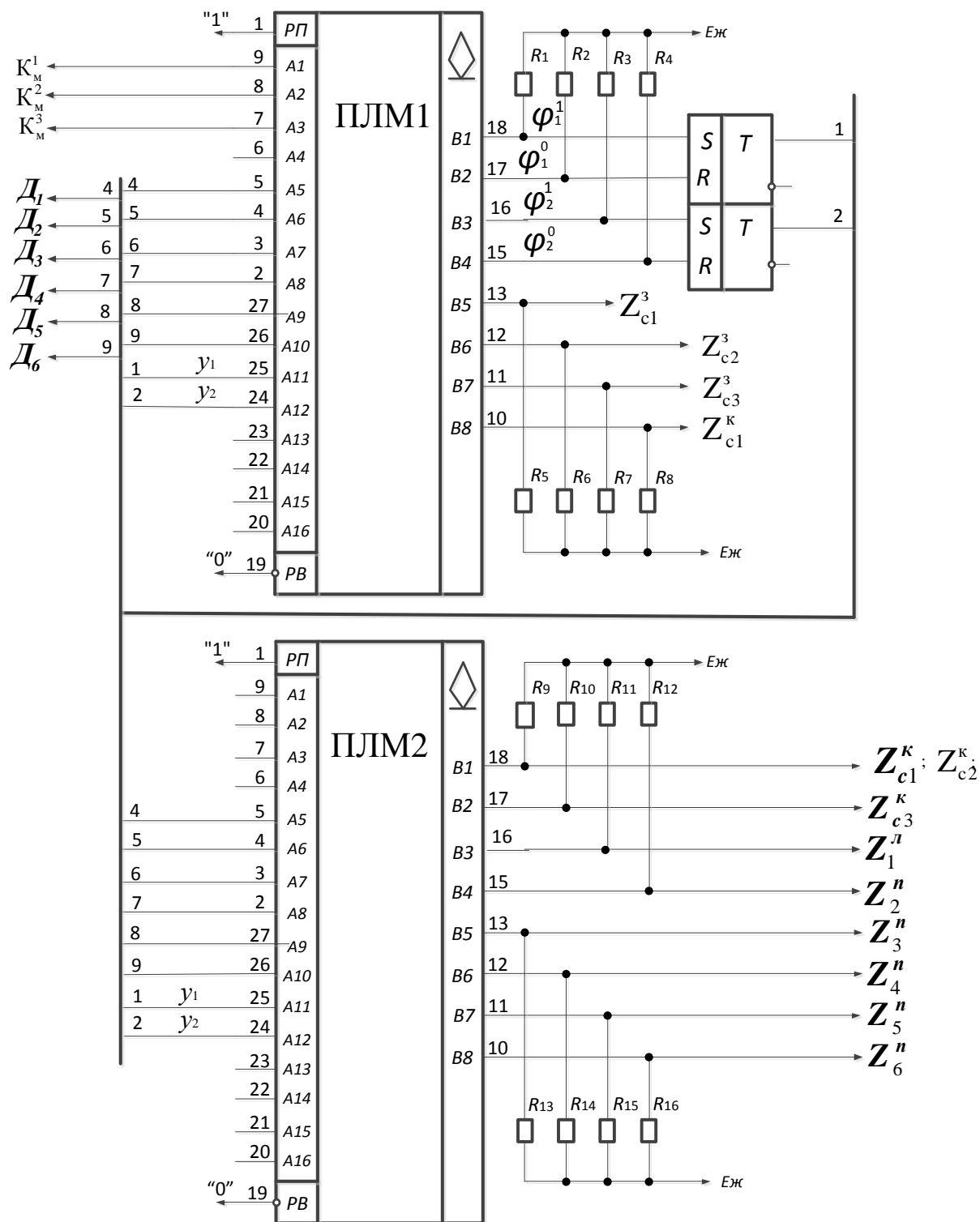


Рис. 3.2.1. Електронна схема пристрою контролю маневрових поїздів

## ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач з використанням сучасних засобів мікроелектроніки. Даний електронний пристрій розроблений з використанням теорії комп'ютерної логіки? теорії автоматів, та теорії алгоритмів і графів для фрагменту лінійної ділянки колійної дороги грузового участку станції Бахмач.

На підставі розробленого математичного та алгоритмічного забезпечення був розроблений електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач. У процесі розробки були використані абстрактна та структурна математична модель, на основі яких, використовуючи теорію автоматів, отримані рівняння роботи електронного пристрою.

Аналіз отриманих рівнянь показав, що їх реалізацію краще зробити, використовуючи програмуємі логічні матриці (ПЛМ). У кваліфікаційній роботі показано, що для ПЛМ найкраще підходять матриці серії K556PT1. На основі цих ПЛМ (їх було використано дві) розроблено електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач. Даний пристрій запрограмований на мові програмування використаних ПЛМ.

Розробка даної кваліфікаційної роботи показала можливість проектування електронних пристроїв для маневрових поїздів на лінійних грузових участках станції Бахмач з використанням теорії автоматів і комп'ютерної логіки, що дає можливість застосовувати сучасну елементну базу, наприклад, ПЛМ.

Використання даної роботи дозволить у значній мірі підвищити надійність роботи електронного пристрою за контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Бахмач.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила технічної експлуатації залізниць України. Київ. 2003р. 133с.
2. Інструкція з сигналізації на залізницях України . Київ. 2009р. 160с.
3. *Матвієнко М.П.* Комп'ютерна логіка / *Матвієнко М.П.* К: «Ліра-К», 2012 - 286с.
4. *Матвієнко М.П.* Проектування цифрових пристроїв / *Матвієнко М.П.* К: «Ліра-К», 2018 - 364с.
5. *Матвієнко М.П.* Пристрої цифрової електроніки / *Матвієнко М.П.* К: «Ліра-К», 2015 - 392с.
6. *Баранов С. И.* Синтез микропрограммных автоматов / *Баранов С. И.* – Ленинград; Энергия, 1979 – 232с.
7. *Блейкли Т. Р.* Проектирование цифровых устройств с малыми и большими интегральными схемами/ *Блейкли Т. Р.* – К: Вища школа, 1981 – 336с.
8. *Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко* Прикладна теорія цифрових автоматів/ *Жабін В.І.*-К: Видавництво НАУ ,2007 -364с.
9. *Жабин В.И. и др.* Логические основы и схемотехника ЭВМ. Практикум./ *Жабин В.И.* - К: ВЕК+, 1999 – 128с.
10. *Жураковський Ю.П., Полторак В.П.* Теорія інформації та кодування/ *Жураковський Ю.П.* К: «Вища школа» , 2001 – 255с.
11. Отраслевой стандарт. ОСТ 11.340.915-82. Микросхеми інтегральні серії 556(556РТ1, 556РТ2), Р556(Р556РТ1, Р556РТ2). Руководство по применению ОКП. 623 000.-51с.