

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 Конотоп**

Студент гр. ЕПз-61к

Є. В. Артёмов

Науковий керівник
к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2020

РЕФЕРАТ

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

Об'єктом розробки електронного пристрою є ділянка маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.

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

При виконанні кваліфікаційної роботи, для фрагменту контролю руху маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп розроблений алгоритм, абстрактна та структурна математичні моделі роботи електронного пристрою. Задані математичні моделі представлені графічно у вигляді автоматів Мура.

Використовуючи структурну математичну модель роботи електронного пристрою при управлінні дільницею контролю руху маневрових поїздів на лінійній вантажній дільниці станції Конотоп, на основі таблиць переходів та виходів знайдені канонічні рівняння його роботи. Мінімізація і аналіз таких рівнянь показали, що найкращим варіантом для їх реалізації є програмуємі логічні матриці (ПЛМ) типу К556РТ1 із застосуванням *RS* - тригерів.

Робота викладена на 33 сторінках, у тому числі вона включає 13 рисунків, 5 таблиць, список цитованої літератури із 15 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, СХЕМА, РУХ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ, СИГНАЛІЗАЦІЯ, СВІТЛОФОР, СТІЛКА, АБСТРАКТНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ТАБЛИЦЯ ПЕРЕХОДІВ ТА ТАБЛИЦЯ ВИХОДІВ, ПРОГРАМУЄМИ ЛОГІЧНІ МАТРИЦІ (ПЛМ), ПРОГРАМУВАННЯ ПЛМ.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СИГНАЛИ, СВІТЛОФОРИ ТА ТЕРМІНИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ВИКОНАННІ МАНЕВРІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЯХ СТАНЦІЙ	5
1.1. Терміни, які використовують при маневрах на залізничних коліях станцій.....	5
1.2. Світлофори та сигнали , які застосовують при маневрах на залізничних коліях станцій.....	6
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ І МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ РУХУ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЯНЦІ СТАНЦІЇ КОНОТОП	15
2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.	15
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі управління контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.....	16
2.3. Розробка структурної математичної моделі управління контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.....	18
2.4 Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою управління контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп	24
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЯНЦІ СТАНЦІЇ КОНОТОП	25
3.1. Вибір елементної бази електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп	25
3.2. Розробка електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп	28
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	33

ВСТУП

Колійне господарство будь – якої залізничної станції є найважливішою складовою частиною у її транспортному сполученні. Від стану такого господарства залежить здійснення швидкості маневрового і перевізного процесу. Тому, на сьогодні основою розвитку залізничної мережі в Україні є модернізація і технічне переоснащення залізничного транспорту, перш за все як напрямків концентрації вантажних перевезень, так і різних маневрових роз'їздів, від оперативної роботи яких залежить вчасна доставка вантажів різного промислового призначення.

Колійне господарство українських залізниць нараховує майже 60 тис. км залізничних колій, у тому числі - 40 тис. км головних колій, близько 16 тис. км - станційних, 6 тис. км і понад 80 тис. стрілкових переводів. Розроблено нові конструкції стрілкових переводів різних типів і освоєно їх виготовлення на Дніпропетровському стрілковому заводі.

Щоб забезпечити швидкість руху пасажирських поїздів до 140 км/год та вантажних - до 90 км/год в Україні розпочато переобладнання різних напрямків колійного руху. Для контролю руху та сигналізацією на маневрових лінійних ділянках залізничних мереж розпочато широке використання цифрової електроніки, обладнання із застосуванням комп'ютерних реєстраторів, контролерів і таке інше. Використання такого обладнання дає можливість підвищити безпеку руху як на лінійних ділянках колійних доріг, так і на маневрових ділянках різного технологічного призначення.

Але всі такі роботи по утриманню колії і пристроїв колійного господарства повинні виконуватися відповідно до ПТЕ, інструкцій з сигналізації при руху поїздів та їх маневрової роботи щоб забезпечити безпеку руху поїздів при виконанні різних колійних робіт, а також згідно з різними проектами і технологічними процесами.

РОЗДІЛ 1

СИГНАЛИ, СВІТЛОФОРИ ТА ТЕРМІНИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ВИКОНАННІ МАНЕВРІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЯХ СТАНЦІЙ

1.1. Терміни, які використовують при маневрах на залізничних коліях станцій

Експлуатація колійних доріг при виконанні маневрів на залізничних коліях станцій дозволяється при виконанні наступних основних термінів [1, 2, 3]:

«**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»;

«**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»;

«**Головні колії** – колії перегонів, а також колії станцій, що є продовженням колій суміжних перегонів і не мають відхилень на стрілочних переводах»;

«**Дільниця колійного блокування** – частина залізничної мережі, обладнана автоматичною локомотивною сигналізацією, яка використовується як окремий засіб сигналізації та зв'язку, пристроями напівавтоматичного блокування»;

«**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»;

«**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»;

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

«**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»;

«**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. . Світлофори та сигнали , які застосовують при маневрах на залізничних коліях станцій

Світлофори та сигнали підрозділяються на [1, 2, 4]:

«**Закритий світлофор** – світлофор, який має сигнальне показання, що забороняє Рух»;

«**Відкритий світлофор** – світлофор, який має сигнальне показання, що дозволяє Рух»;

«**Світлофори** за призначенням підрозділяються на»:

«**вхідні**, які дозволяють або забороняють поїзду відправлятися з перегону на станцію»;

«**вихідні**, які дозволяють або забороняють поїзду їхати зі станції на перегін»;

«**маршрутні**, що дозволяють або забороняють проїжджати поїзду з одного участку станції до іншого»;

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

«**прохідні**, які дозволяють або забороняють проїжджати поїзду з однієї блок-ділянки на іншу»;

«**загороджувальні**, що вимагають зупинки в разі небезпеки для руху, яка виникла на переїздах з черговим працівником, обвальних місцях, а також при огороженні рухомого складу для огляду і ремонту вагонів на станційних коліях»;

«**попереджувальні**, які попереджують про показання основного світлофору (вхідного, прохідного, загороджувального та прикриття)»;

«**повторювальні**, які сповіщають про показання вихідного, маршрутного і гіркового світлофорів, якщо за виникшими умовами видимість основного світлофора не забезпечується»;

«**локомотивні** – для дозволу або заборону поїзду їхати перегонем з однієї блок-ділянки на іншу»;

«**маневрові** – дозволяють або забороняють проведення маневрів»;

«**гіркові** – дозволяють або забороняють спуск вагонів з гірки».

Один світлофор може поєднувати декілька призначень (вихідний 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 бувають лінзові і прожекторні ; вони поділяються на щоглові і карликові».

«Світлофори позначаються буквами або цифрами. На кожному перегоні прохідні світлофори автоматичного блокування нумеруються. Нумерація світлофорів непарного напрямку позначаються непарними числами (1, 3, 5...), а світлофори парного – парними (2, 4, 6...)».

«Станційним світлофорам присвоюється літери «Н» або «Ч» у залежності від напрямку руху. На вихідних світлофорах додатково цифрою вказується номер колії, до якої належить 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 додається літера «М» з парним порядковим номером у парній горловині станції, а 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»».

«Попереджувальні або повторювальні світлофори позначають літерою «П» та літерою основного світлофора».

«Загороджувальні світлофори, які застосовуються для огороження рухомого складу на станційних коліях, позначаються літерами «НЗ» або «ЧЗ» та цифрами, які вказують номер колії».

До основних значень сигналів, які подаються світлофорами належать 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 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 такі сигнали [2, 5] :

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

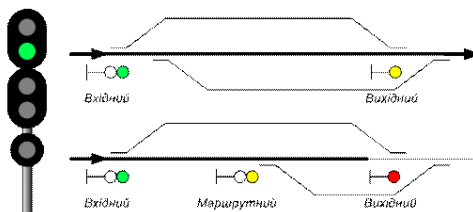


Рис.1.2.1

«один жовтий вогонь»— «Дозволяється потягу прямувати на станцію по головній колії з можливістю зупинитися; наступний світлофор (маршрутний або вихідний) закритий» (рис. 1.2.2)»;

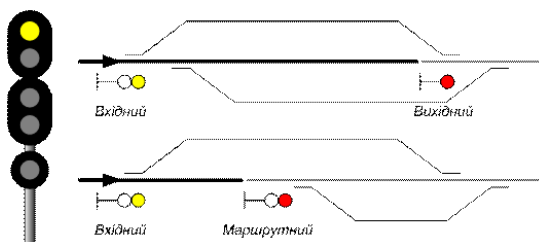


Рис.1.2.2

«один жовтий мигаючий вогонь»—«Дозволяється потягу прямувати на станцію по головній колії з встановленою швидкістю; наступний світлофор (маршрутний або вихідний) відкритий і вимагає проходження його із зменшеною швидкістю» (рис. 1.2.3)»;

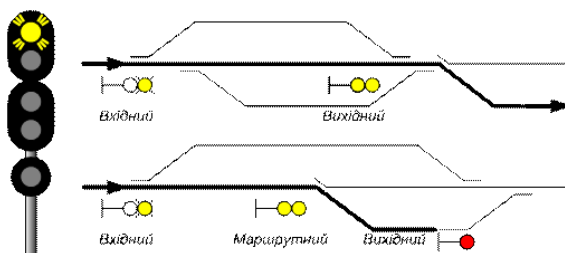


Рис.1.2.3

«два жовті вогні, з них верхній – мигаючий, – «Дозволяється потягу прямувати на станцію із зменшеною швидкістю на бокову колію; наступний світлофор (маршрутний або вихідний) відкритий» (рис. 1.2.4)»;

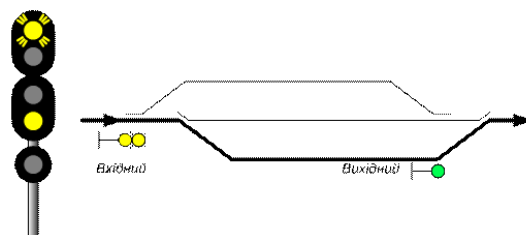


Рис.1.2.4

«два жовті вогні – «Дозволяється потягу 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»;

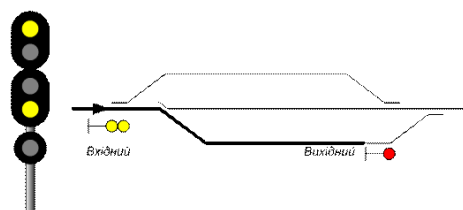


Рис.1.2.5

«один червоний вогонь – «Стій! Забороняється проїжджати сигнал», рис. 1.2.6».

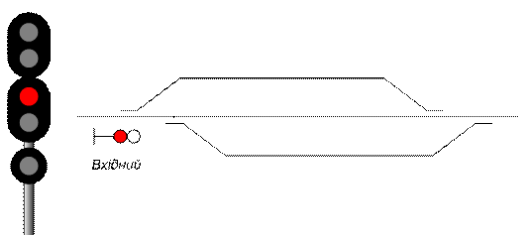


Рис. 1.2.6

«Вихідними світлофорами на ділянках, які облаштовуються автоблокуванням, подаються наступні сигнали»:

«один зелений вогонь – «Дозволяється потягу відправлятися зі станції і прямувати із встановленою швидкістю; попереду вільні дві або більше блок-ділянки», рис. 1.2.7, а»;

«один жовтий вогонь»—«Дозволяється потягу відправлятися зі станції та прямувати з готовністю зупинитися; наступний світлофор закритий», рис. 1.2.7, б»;

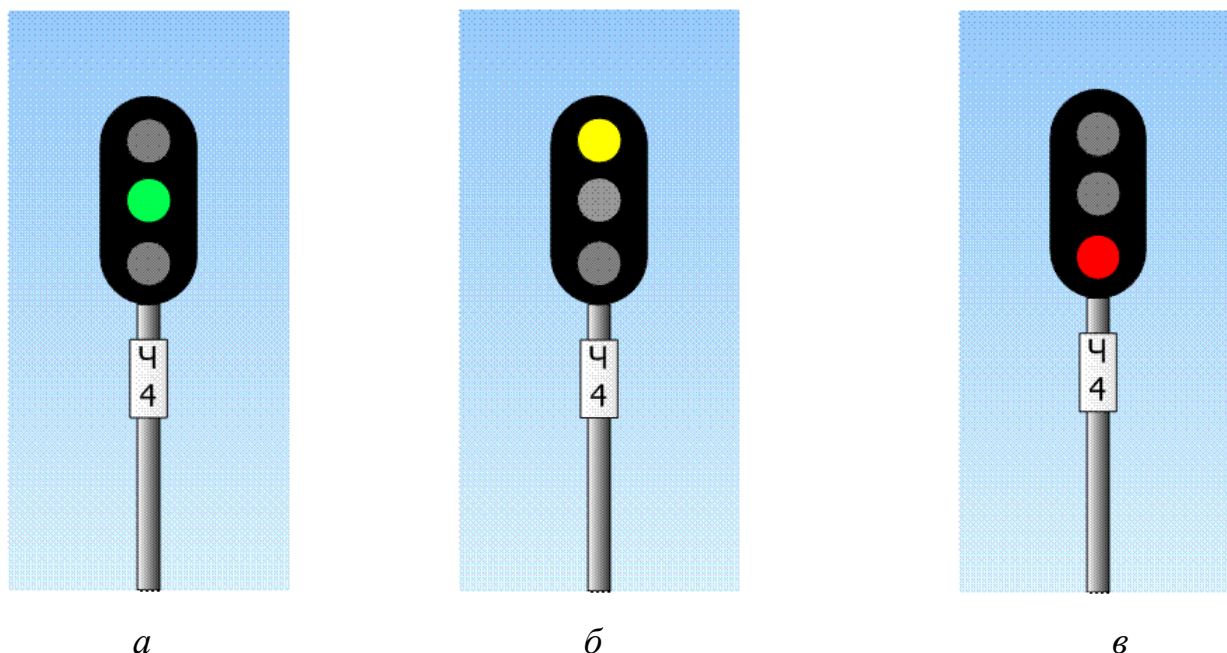


Рис. 1.2.7

«один червоний вогонь – «Стій! Забороняється потягу проїжджати сигнал», рис. 1.2.7, в».

Вихідними світлофорами, обладнаних напівавтоматичним блокуванням, подаються наступні сигнали:

«один зелений вогонь –«Дозволяється потягу відправлятися із станції та прямувати із встановленою швидкістю; перегін до наступної станції колійного поста - вільний»» ;

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

«два жовті вогні»– «Дозволяється потягу відправлятися зі станції із зменшеною швидкістю; потяг їде з відхиленням по стрілочному переводу; перегін до наступної станції колійного поста є вільним»»»;

«два жовті вогні, з них верхній мигаючий, – «Дозволяється потягу їхати із станції із зменшеною швидкістю; потяг слідує з відхиленням по стрілочному переводу, перегін до наступної станції колійного поста є вільним; вхідний

світлофор наступної станції відкритий, попереджувального світлофору до вхідного немає»»).

«Маршрутні світлофори залежно від місця їх установлення подають наступні сигнали»:

«один зелений вогонь»– «Дозволяється рух із встановленою швидкістю; наступний світлофор маршрутний або вихідний є відкритий»»;

«один жовтий вогонь»– «Дозволяється рух з готовністю зупинитися; наступний світлофор маршрутний або вихідний є закритий»»;

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

«один жовтий мигаючий вогонь»– «Дозволяється проходження світлофора із встановленою швидкістю; наступний світлофор маршрутний або вихідний є відкритий і потребує його проходження із зменшеною швидкістю»»;

«два жовті вогні, з них верхній – мигаючий, –» «Дозволяється проходження світлофора із зменшеною швидкістю; поїзд слідує на бокову колію; наступний світлофор маршрутний або вихідний є відкритим»»;

«два жовті вогні»– «Дозволяється проходження світлофора із зменшеною швидкістю та готовністю зупинитися на станції; потяг прямує на бокову колію; наступний світлофор закритий»».

«один зелений мигаючий і один жовтий вогні та одна зелена смуга, що світиться, –» «Дозволяється потягу прямувати на станцію із швидкістю не більше 80 км/год на бокову колію; наступний світлофор маршрутний або вихідний є відкритими і вимагають проходження його із швидкістю не більше 80 км/год»».

«Поїзні сигнали» це сигнали, що застосовуються для означення поїздів, локомотивів та інших рухомих одиниць»;

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

«Стрілка –» частина стрілочного переводу, що складається з рейок, вістряків та перевідного механізму»;

«Сигнали завжди застосовуються для підтримання безпеки руху, а також для чіткої організації маневрової роботи поїздів. Вони підрозділяються на видимі та звукові» [9].

«Видимі сигнали виражаються кольором, формою, положенням і числом сигнальних показань. Для їх подання викорисовують світлофори, диски, щити, ліхтарі, прапорці та сигнальні знаки. Видимі сигнали можуть бути»:

«**денні**, які подають у світлий час доби»;

«**нічні**, які подають у темний час доби».

«Нічні сигнали повинні застосовуватись і в денний час під час туману, заметілі та інших несприятливих умов».

«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)».

«Звукові сигнали застосовуються шляхом сполученням звуків різної тривалості та кількості».

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ, МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ І КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЯНЦІ СТАНЦІЇ КОНОТОП

2.1. Розробка алгоритму роботи пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп

Для контролю руху маневрових поїздів на лінійних ділянках колійних доріг часто застосовують системи сигналізації, централізації і блокування (СЦБ), які працюють тільки в ручному режимі керування. Це визвано вимогами безпеки на колійних дорогах при маневрах поїздів [6, 7]. У даній кваліфікаційній роботі розглядується ділянка залізничної дороги, на якій відбуваються контроль маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп. топологія руху для п'яти маршрутів

якої наведена на рис. 2.1.1. Виходячи із топології роз'їзду, Алгоритм пропуску поїздів при їх

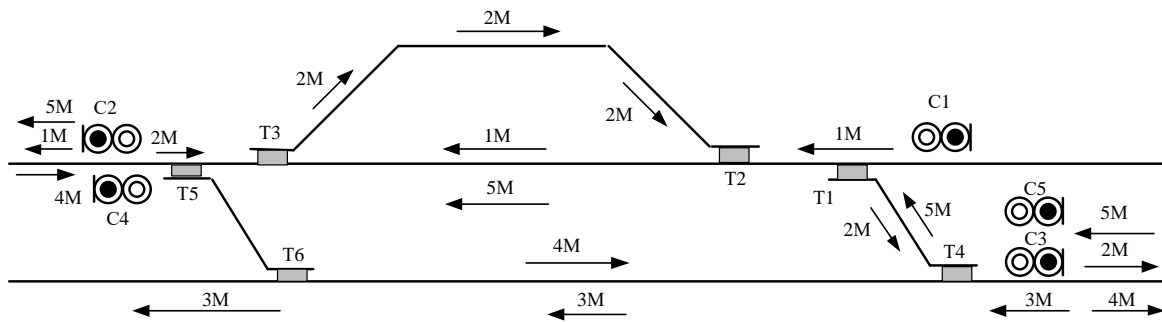


Рис. 2.1.1. Технологічна схема руху маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп

маневрах має наступний зміст.

1. Увімкнення заданого маршруту виконується у ручному режимі диспетчером .
2. При увімкненні першого маршруту стрілка T2 і T3 переводяться праворуч, а стрілки T1 і T5 – ліворуч і тоді світлофор C1 загоряється зеленим світлом, а світлофори C2, C3, C4, C5 – червоним.
3. З увімкненням другого маршруту і переведенням стрілок T2, T3 і T5 праворуч, а T1 і T4 - ліворуч світлофор C2 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1, C3, C4, C5 – червоним.
4. При увімкненні третього маршруту і переведенням стрілок T4 і T6 праворуч світлофор C3 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1, C2, C4, C5 – червоним.
5. З увімкненням четвертого маршруту і переведенням стрілок T5 і T4 ліворуч, а T6 - праворуч світлофор C4 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1, C2, C3, C5 – червоним.
6. З увімкненням п'ятого маршруту і переведенням стрілок T4 і T5 ліворуч, а T1, T2, T3 - праворуч світлофор C5 загоряється зеленим світлом, а світлофори C1, C2, C3, C4 – 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 управління контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп

Виходячи із словесного змісту алгоритму абстрактна математична модель, згідно [8, 9, 10], пристрою управління контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп матиме вигляд, наведений на рис. 2.2.1.

В абстрактній математичній моделі контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп прийняти наступні позначення:

для кнопок управління і сигнали від датчиків (стрілок)

- K_M^1 – сигнал від кнопки увімкнення 1 маршрута;
- K_M^2 – сигнал від кнопки увімкнення 2 маршрута;
- K_M^3 – сигнал від кнопки увімкнення 3 маршрута;
- K_M^4 – сигнал від кнопки увімкнення 4 маршрута;
- K_M^5 – сигнал від кнопки увімкнення 5 маршрута;
- $D_1^л$ – сигнал від датчика 1 - ої стрілки при переводі її ліворуч;
- $D_1^п$ – сигнал від датчика 1 - ої стрілки при переводі її праворуч;

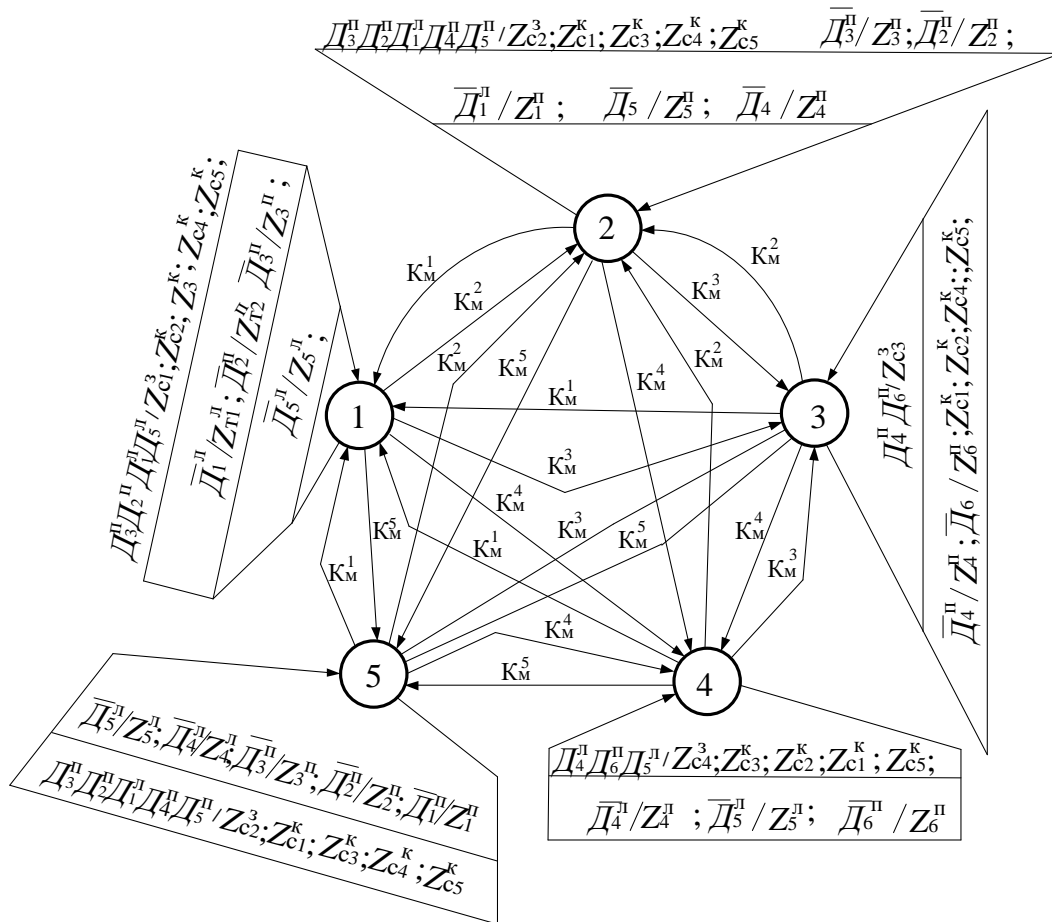


Рис. 2.2.1. Абстрактна математична модель алгоритму пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.

- $D_2^п$ – сигнал від датчика 2 - ої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_3^п$ – сигнал від датчика 3 - ої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_4^п$ – сигнал від датчика 4 - ої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_4^л$ – сигнал від датчика 4 - ої стрілки при переводі її ліворуч;
- $D_5^п$ – сигнал від датчика 5 - ої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_5^л$ – сигнал від датчика 5 - ої стрілки при переводі її ліворуч;
- $D_6^п$ – сигнал від датчика 6 - ої стрілки при переводі її праворуч;
- $D_6^л$ – сигнал від датчика 6 - ої стрілки при переводі її ліворуч;

для сигналів управління світлофорами та стрілками

- Z_{c1}^3 – зелений сигнал 1 - го світлофора;
- Z_{c2}^3 – зелений сигнал 2 - го світлофора;
- Z_{c3}^3 – зелений сигнал 3 - го світлофора;
- Z_{c4}^3 – зелений сигнал 4 - го світлофора;
- Z_{c5}^3 – зелений сигнал 5 - го світлофора;
- $Z_{c1}^к$ – червоний сигнал 1 - го світлофора;
- $Z_{c2}^к$ – червоний сигнал 2 - го о світлофора;
- $Z_{c3}^к$ – червоний сигнал 3 - го світлофора;
- $Z_{c4}^к$ – червоний сигнал 4 - го світлофора;
- $Z_{c5}^к$ – червоний сигнал 5 - го світлофора;
- $Z_1^л$ - сигнал на перевод 1- ої стрілки ліворуч;
- $Z_1^п$ - сигнал на перевод 1- ої стрілки праворуч;
- $Z_2^п$ - сигнал на перевод 2- ої стрілки праворуч;
- $Z_3^п$ - сигнал на перевод 3- ої стрілки праворуч;
- $Z_4^п$ - сигнал на перевод 4- ої стрілки праворуч;
- $Z_4^л$ - сигнал на перевод 4- ої стрілки ліворуч;
- $Z_5^п$ - сигнал на перевод 5- ої стрілки праворуч;
- $Z_5^л$ - сигнал на перевод 5- ої стрілки ліворуч;
- $Z_6^п$ - сигнал на перевод 6- ої стрілки праворуч;

Z_6^l - сигнал на перевод 6- ої стрілки ліворуч.

2.3. Розробка структурної математичної моделі управління контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп

Щоб перетворити абстрактну математичну модель у структурну необхідно закодувати її стани у відповідності з [11, 12, 13]. Для цього використаємо двійковий нормальний код. Кількість розрядів двійкового нормального коду можна знайти з виразу [13]

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

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

Користуючись (2.3.1), отримаємо $n = 3$. Тобто, для реалізації п'яти станів абстрактної математичної моделі електронного пристрою необхідно мати три елементи пам'яті, наприклад, три RS -тригери. Для знаходження структурної математичної моделі і канонічних рівнянь роботи пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп необхідно закодувати стани абстрактної математичної моделі, які матимуть наступний вигляд: $1 \rightarrow 000$; $2 \rightarrow 001$; $3 \rightarrow 011$; $4 \rightarrow 010$; $5 \rightarrow 110$ Тоді структурна математична модель матиме вигляд, приведений на рис. 2.3.1.

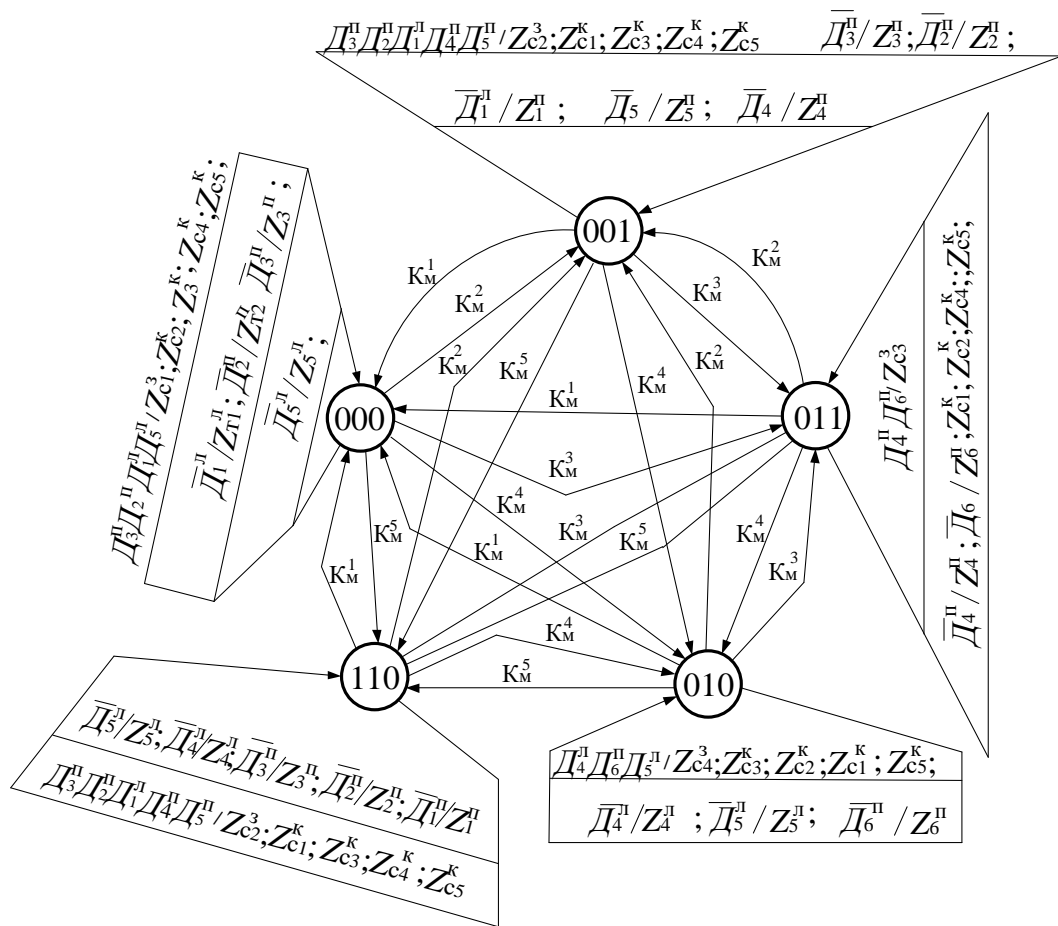


Рис. 2.2.1. Структурна математична модель алгоритму пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.

Така структурна математична модель електронного пристрою працює наступним чином. У стані «000» заданим є перший маршрут. У цьому стані видється сигнал на перевід другої і третьої стрілки ($D_2^{\bar{1}}$ і $D_3^{\bar{1}}$) праворуч, а п'ятої ($D_5^{\bar{1}}$) – ліворуч. При їх переведенні у відповідні положення, перший світлофор буде випромінювати зелене світло, а другий, третій, четвертий і п'ятий – червоне.

Для задання другого маршруту необхідно натиснути на кнопку K_M^2 і структурна математична модель із стану «000» перейде у стан «001», тобто перший елемент пам'яті перейде у стан «1», другий і третій залишаться у стані «0». У цьому стані другий світлофор переключиться із червоного випромінювання світла на зелене, при умові, якщо перша стрілка ($D_1^{\bar{1}}$) перейде у положення ліворуч, а друга, третя, четверта і п'ята ($D_2^{\bar{1}}, D_3^{\bar{1}}, D_4^{\bar{1}}$ і $D_5^{\bar{1}}$) – праворуч. У цьому ж стані перший світлофор

переключиться із зеленого на червоний, а третій, четвертий і п'ятий продовжують горіти красним.

При заданні третього маршруту необхідно натиснути на кнопку K_M^3 і структурна математична модель із стану «001» перейде у стан «011», тобто перший елемент пам'яті залишиться у стані «1», а другий навпаки перейде із стану «0» у стан «1». У цьому стані третій світлофор переключиться із червоного випромінювання світла на зелене, при умові, якщо четверта і шоста стрілки (D_4^n і D_6^n) перейдуть у положення праворуч. У цьому ж стані другий світлофор переключиться із зеленого на червоний, а перший, четвертий і п'ятий продовжують горіти красним кольором.

Із третього стану «011» структурна математична модель переходить у четвертий стан «010» під дією кнопки K_M^4 , тобто другий елемент пам'яті залишиться у стані «1», перший перейде у стан «0», а третій залишиться у стані «0» (четвертий маршрут). У такому стані четвертий світлофор переключиться із червоного світла на зелене, при умові, якщо четверта і п'ята стрілка (D_4^n і D_5^n) світлофора перейдуть у положення ліворуч, а шоста (D_6^n) – праворуч. У цьому ж стані третій світлофор змінить сигнал із зеленого на червоний, а перший, другий, третій і п'ятий продовжують горіти червоним кольором.

Із четвертого стану «011» структурна математична модель переходить у п'ятий стан «110» під дією кнопки K_M^5 . У цьому стані п'ятий світлофор переключиться із червоного світла на зелене, при умові, якщо четверта і п'ята стрілка (D_4^n і D_5^n) світлофора перейдуть у положення ліворуч, а перша, друга і третя (D_1^n, D_2^n і D_3^n) – праворуч. У цьому ж стані четвертий світлофор змінить сигнал із зеленого на червоний, а перший, другий, третій і п'ятий продовжують горіти червоним кольором.

Із п'ятого стану структурна математична модель може переходити у перший стан «000» під дією кнопки K_M^1 (перший маршрут), або у другий стан «001» під дією кнопки K_M^2 (другий маршрут), або у третій стан «011» під дією кнопки K_M^3

(третій маршрут), або у четвертий стан «010» під дією кнопки K_M^4 (четвертий маршрут). У цих станах відбуваються відповідні переводи стрілок і засвічення відповідних огнів на світлофорах, про що було описано вище. Такі ж переходи відбуваються із четвертого «010», третього «011», другого «001» і першого стану «000» в усі інші аналогічно описаному вище.

2.4. Розробка канонічних рівнянь роботи пристрою управління контролем маневрових поїздів на лінійній вантажній дільниці станції Конотоп

Використовуючи структурну математичну модель, згідно [8, 12] будемо таблиці її переходів, табл.2.4.1, та виходів, табл.2.4.2.

Таблиця переходів структурного автомата Таблиця 2.4.1

$Q_i \backslash D_i$	000	001	011	010	110
K_M^1	-	000	000	000	000
K_M^2	001	-	001	001	001
K_M^3	011	011	-	011	011
K_M^4	010	010	010	-	010
K_M^5	110	110	110	110	-

Таблиця виходів структурного автомата Таблиця 2.4.2

Z_i	$Z_{c2}^K \ Z_{c4}^K$ $Z_{c3}^K \ Z_{c5}^K$	$Z_{c1}^K \ Z_{c3}^K$ $Z_{c5}^K \ Z_{c4}^K$	$Z_{c1}^K \ Z_{c2}^K$ $Z_{c4}^K \ Z_{c5}^K$	$Z_{c1}^K \ Z_{c2}^K$ $Z_{c3}^K \ Z_{c5}^K$	$Z_{c1}^K \ Z_{c2}^K$ $Z_{c3}^K \ Z_{c4}^K$
$Q_i \backslash D_i$	000	001	011	010	110
$D_3^H \ D_2^H \ D_1^H$	Z_{c1}^3	-	-	-	
$D_3^H \ D_2^H \ D_1^H \ D_4^H \ D_5^H$	-	Z_{c2}^3	-	-	
$D_4^H \ D_6^H$	-	-	Z_{c3}^3	-	
$D_4^H \ D_6^H \ D_5^H$	-	-	-	Z_{c4}^3	
$D_3^H \ D_2^H \ D_1^H \ D_4^H \ D_5^H$					Z_{c5}^3
\bar{D}_1^H	Z_1^H	Z_1^H	-	Z_1^H	Z_1^H
\bar{D}_2^H	Z_2^H	Z_2^H	-	-	Z_2^H

\bar{D}_3^n	Z_3^n	Z_3^n	-	-	Z_3^n
\bar{D}_5^n	Z_5^n	-	-	Z_5^n	
\bar{D}_5^n	-	Z_5^n	-	-	Z_5^n
\bar{D}_4^n	-	Z_4^n	Z_4^n	Z_4^n	Z_4^n
\bar{D}_6^n	-	-	Z_6^n	Z_6^n	

Користуючись таблицею переходів (табл. 2.4.1), знаходимо функції переходів структурної математичної моделі, тобто функції вмикання і вимикання відповідних *RS*-тригерів електронного пристрою [10, 12]. Функції включення позначино, як 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 таблиці переходів необхідно розглядувати 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 змінює 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 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 » [10].

Звідси канонічні рівняння роботи структурної математичної моделі матимуть наступний вигляд:

$$\Phi_1^1 = K_M^2 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee K_M^3 \bar{y}_3 \vee K_M^2 \bar{y}_3 \vee K_M^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 = K_M^2 \bar{y}_3 \vee K_M^3 \bar{y}_3;$$

$$\Phi_1^0 = K_M^1 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee K_M^4 \bar{y}_3 \vee K_M^5 \vee K_M^1 \cdot \bar{y}_3 \vee K_M^4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 = K_M^1 \bar{y}_3 \vee K_M^4 \bar{y}_3 \vee K_M^5;$$

$$\Phi_1^2 = K_M^3 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^4 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^3 \bar{y}_3 \cdot y_1 \vee K_M^4 \cdot \bar{y}_3 \vee K_M^5 = K_M^3 \cdot \bar{y}_3 \vee K_M^4 \cdot \bar{y}_3 \vee K_M^5;$$

$$\Phi_2^0 = K_M^1 \cdot \bar{y}_3 \vee K_M^2 \cdot \bar{y}_3 \cdot y_1 \vee K_M^1 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^2 \cdot \bar{y}_3 \vee K_M^1 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^2 = K_M^1 \cdot \bar{y}_3 \vee K_M^2 \bar{y}_3 \vee K_M^1 \bar{y}_1 \vee K_M^2;$$

$$\Phi_3^1 = K_M^5 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^5 \vee K_M^5 \cdot y_2 \vee K_M^5 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 = K_M^5;$$

$$\Phi_3^0 = K_M^1 \cdot \bar{y}_1 \vee K_M^2 \vee K_M^3 \cdot y_2 \vee K_M^4 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1.$$

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

$$Z_{c1}^3 = D_3^n \cdot D_2^n \cdot D_1^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_{c2}^3 = D_1^n \cdot D_2^n \cdot D_3^n \cdot D_4^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{c3}^3 = D_4^n \cdot D_6^n \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1; \quad Z_{c4}^3 = D_4^n \cdot D_6^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{c5}^3 = D_1^n \cdot D_2^n \cdot D_3^n \cdot D_4^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; \quad Z_{c1}^k = \bar{y}_3 \cdot y_1 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_{c2}^k = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_1 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1;$$

$$Z_{c3}^k = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_{c4}^k = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad Z_{c5}^k = \bar{y}_3;$$

$$Z_1^n = \bar{D}_1^n (y_3 \cdot \bar{y}_2 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1); \quad Z_2^n = \bar{D}_2^n (\bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1); \quad Z_3^n = \bar{D}_3^n \cdot (\bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1);$$

$$Z_4^n = \bar{D}_4^n \cdot (\bar{y}_3 \cdot y_2 \vee y_2 \cdot \bar{y}_1); \quad Z_5^n = \bar{D}_5^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; \quad Z_5^n = \bar{D}_5^n \cdot (\bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1); \quad Z_6^n = \bar{D}_6^n \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2.$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ МАНЕВРОВИХ ПОЇЗДІВ НА ЛІНІЙНІЙ ВАНТАЖНІЙ ДІЛЬНИЦІ СТАНЦІЇ КОНОТОП

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

Канонічні рівняння роботи електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп представлені у вигляді ДНФ, то їх реалізацію необхідно зробити на програмуємих логічних матрицях (ПЛМ) [12, 13, 14]. «ПЛМ представляють логічну схему для перетворення множини вхідних змінних $X = \{ x_1, x_2, \dots, x_m \}$ на множини вихідних змінних $Y = \{ y_1, y_2, \dots, y_m \}$ у двійковому коді [7, 10]. «ПЛМ широко застосовуються у програмуємих логічних інтегральних схемах (ПЛІС). У їх складі уже давно відомі ПЛМ К556РТ1» [12].

«Виготовляємі електронною промисловістю ПЛІС мають базову структуру ПЛМ, яка включає матрицю кон'юнкторів (матриця "І") і матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"). Побудову таких ПЛМ розглянемо на прикладі мікросхем серії К556РТ1 [14]. Структура мікросхеми серії К556РТ1 приведена на рис. 3.1.1.

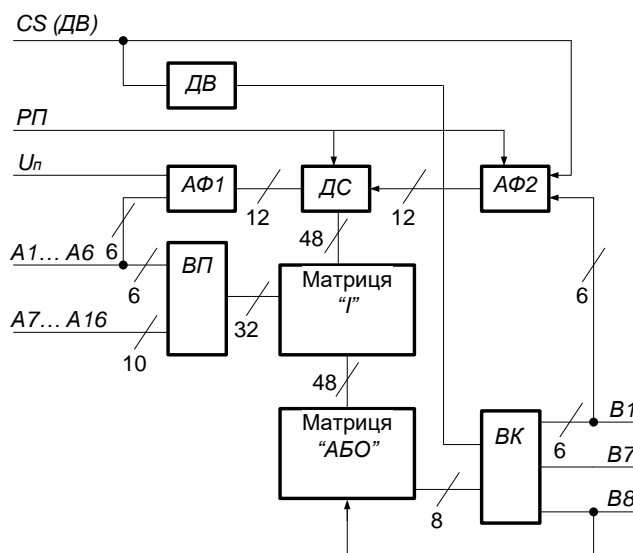


Рис 3.1.1

«Дана мікросхема має матрицю кон'юнкторів (матрицю «I») матрицю диз'юнкторів (матриця «АБО»), блок вхідних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозвону вибірки кристалу (ДВ), програмуємий дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі і інверсні значення вхідних змінних по всім шістнадцяти входам (А1...А16)» [14].

«Програмуємий дешифратор (ДС) і програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2) використовують у режимах програмування і контролю мікросхеми» [14].

«Основними вузлами К556РТ1 є матриці «I» і «АБО», які реалізують двоохрівневі логічні функції. Перший рівень ПЛМ складається із 48 кон'юнкторів (матриця «I»), які з'єднані за допомогою плавких ніхромових перемичок з будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. У матриці «I», 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» [14].

«Програмуємим елементом матриці «I» є діод Шоттки з плавкою ніхромовою перемичкою, а матриці «АБО» включені по схемі емітерного повторювача з *n-p-n* транзистором, який має плавку ніхромову перемичку в емітері» [14].

«Вихідні каскади ВК1...ВК8 включають логічні схеми «Виключаюче АБО» і зчитуючі підсилювачі. Наявність на вході каскаду логічної схеми «Виключаюче АБО» дозволяє інвертувати рівень вихідного сигналу в залежності від вхідного сигналу, що 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 приводить до того, що активним рівнем виходу стає вихідна напруга високого рівня, а виплавлення цієї перемички дає рівень напруги на виході рівним нулю (низька напруга)» [14].

«Підсилювачі зчитування побудовані на логічних схемах, що управляють сигналами, які поступають від матриці «АБО» і від схеми дозволу вибірки» [14]. .

«Така мікросхема, як базова програмуєма логічна матриця, при опрацюванні вхідних сигналів працює так. Вхідні змінні А1...А16 через блок вхідних підсилювачів в прямому і інверсному значенні надходять на матрицю «I», де за допомогою діодів Шоттки і плавких ніхромових перемичок утворюють необхідні кон'юнкції Р1...Р48, які сумірюються матрицею «АБО», утворюючи проміжні логічні функції S1...S8. Такі функції поступають у вихідні каскади для подальшого їх перетворення і видачі на виходи В1...В8 ПЛМ» [14].

Умовне графічне позначення ПЛМ К556РТ1 наведено на рис. 3.1.2,

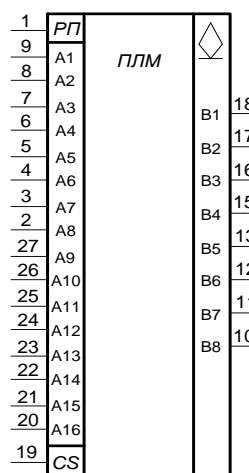


Рис. 3.1.2

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 Конотоп

Користуючись канонічними рівняннями роботи пристрою, які отримані у другому розділі, §2. 4, ПЛМ повинна відповідати наступним даним. Диз'юнкторів у ній повинно бути не менше 3, вхідних змінних не більше 16, вихідних змінних 21 (6 - для управління RS - тригерами і 17– для управління виконавчими механізмами і сигналізацією). Найближчою до цих даних є мікросхема серії К556РТ1, яка має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації восьми функцій і 48 кон'юнкторів.

Згідно отриманих функцій $Z_{c1}^3, Z_{c2}^3, Z_{c3}^3, Z_{c4}^3, Z_{c5}^3, Z_{c1}^k, Z_{c2}^k, Z_{c3}^k, Z_{c4}^k, Z_{c5}^k, Z_1^n, Z_2^n, Z_3^n, Z_4^n, Z_5^n, Z_5^n, Z_6^n, \Phi_1^1, \Phi_1^0, \Phi_2^1, \Phi_2^0, \Phi_3^1, \Phi_3^0$ присвоюємо номери їх кон'юнкторам:

$$k_1 = K_M^2 \cdot \bar{y}_3; \quad k_2 = K_M^3 \cdot \bar{y}_3; \quad k_3 = K_M^1 \cdot \bar{y}_3; \quad k_4 = K_M^4 \cdot \bar{y}_3;$$

$$k_5 = K_M^5; k_6 = K_M^2; k_7 = K_M^1 \cdot \bar{y}_1; k_8 = K_M^3 \cdot y_2; \quad k_9 = K_M^4 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad k_{10} = \bar{y}_3 \cdot y_1; k_{11} = y_2 \cdot \bar{y}_1 \quad - \text{ для ПЛМ1}$$

$$i \quad k_{12} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_1; \quad k_{13} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; k_{14} = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1; k_{15} = y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; k_{16} = \bar{y}_3;$$

$$k_{17} = D_3^n \cdot D_2^n \cdot D_1^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1; \quad k_{18} = D_1^n \cdot D_2^n \cdot D_3^n \cdot D_4^n \cdot D_5^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1; \quad k_{19} = D_4^n \cdot D_6^n \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$k_{20} = D_1^n \cdot D_2^n \cdot D_3^n \cdot D_4^n \cdot D_5^n \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad k_{21} = D_4^n \cdot D_5^n \cdot D_6^n \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1 \quad - \text{ для ПЛМ2}$$

$$i \quad k_{22} = \bar{D}_1^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; \quad k_{23} = \bar{D}_1^n \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad k_{24} = \bar{D}_2^n \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2; \quad k_{25} = \bar{D}_2^n y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1; \quad k_{26} = \bar{D}_3^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2;$$

$k_{27} = \bar{D}_3^n \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_{28} = \bar{D}_5^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2$; $k_{29} = \bar{D}_5^n \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_{30} = \bar{D}_5^n \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$;

$k_{31} = \bar{D}_4^n \cdot \bar{y}_3 \cdot y_1$; $k_{32} = \bar{D}_4^n \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_{33} = \bar{D}_6^n \cdot \bar{y}_3 \cdot y_2$ - для ПЛМЗ. Отримані функції запрограмуємо при позначенні вхідних змінних: $D_1^n \rightarrow a$; $D_2^n \rightarrow b$; $D_3^n \rightarrow v$; $D_4^n \rightarrow z$; $D_4^n \rightarrow d$; $D_5^n \rightarrow e$; $D_5^n \rightarrow ж$; $D_6^n \rightarrow з$; із занесенням результатів у табл. 3.2.1, табл. 3.2.2 і табл. 3.2.3 відповідно.

Програмування ПЛМ1

Таблиця 3.2.1

k_i^1	Кон'юнктори												Рівень активності							
	Вхідні змінні												1	1	1	1	1	1	1	1
	K_m^1	K_m^2	K_m^3	K_m^4	K_m^5					y_3	y_2	y_1	Вихідні функції							
	Номер програмує мого входу												Φ_1^1	Φ_1^0	Φ_2^1	Φ_2^0	Φ_3^1	Φ_3^0	Z_{c1}^K	Z_{c2}^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			A				
k_2			1							0			A		A					
k_3	1									0			A		A					
k_4				1						0			A	A						
k_5					1								A	A		A				
k_6		1													A		A			
k_7	1										0							A		
k_8			1								1							A		
k_9				1							1	0						A		
k_{10}										0		1							A	
k_{11}											1	0							A	A
k_{12}										0		0								A

Програмування ПЛМ2

Таблиця 3.2.2

k_i^1	Кон'юнктори												Рівень активності							
	Вхідні змінні												1	1	1	1	1	1	1	1
	a	b	v	z	d	c	$ж$	$з$		y_3	y_2	y_1	Вихідні функції							
	Номер програмує мого входу												Z_{c3}^K	Z_{c4}^K	Z_{c5}^K	Z_{c1}^3	Z_{c2}^3	Z_{c3}^3	Z_{c4}^3	Z_{c5}^3
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
k_{11}											1	0	A							
k_{12}																				

k_{13}										0	0		A	A					
k_{14}										0	1	1		A					
k_{15}										1	1	0		A					
k_{16}										0					A				
k_{17}	1	1	1							0	0	0				A			
k_{18}	1	1	1	1	1					0	0	1					A		
k_{19}				1		1				0	1	1						A	
k_{20}	1	1	1		1	1				1	1	0							A
k_{21}					1		1	1		0	1	0							A

Програмування ПЛМЗ

Таблиця 3.2.3

k_i	Кон'юнктори												Рівень активності								
	Вхідні змінні												1	1	1	1	1	1	1	1	
	a	b	v	z	d	c	$ж$	$з$		y_3	y_2	y_1	Вихідні функції								
	Номер програмує мого входу												$Z_1^п$	$Z_2^п$	$Z_3^п$	$Z_4^п$	$Z_5^п$	$Z_5^л$	$Z_6^п$		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	$Z_{c4}^к$	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
k_{22}	0									0	0			A							
k_{23}	0										1	0		A							
k_{24}		0								0	0				A						
k_{25}		0								1	1	0			A						
k_{26}			0							0	0					A					
k_{27}			0							1	1	0				A					
k_{28}					0		0			0	0							A			
k_{29}						0				0	0	1							A		
k_{30}						0				1	1	0							A		
k_{31}				0						0	1					A					
k_{32}				0							1	0				A					
k_{33}								0		0	1									A	

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

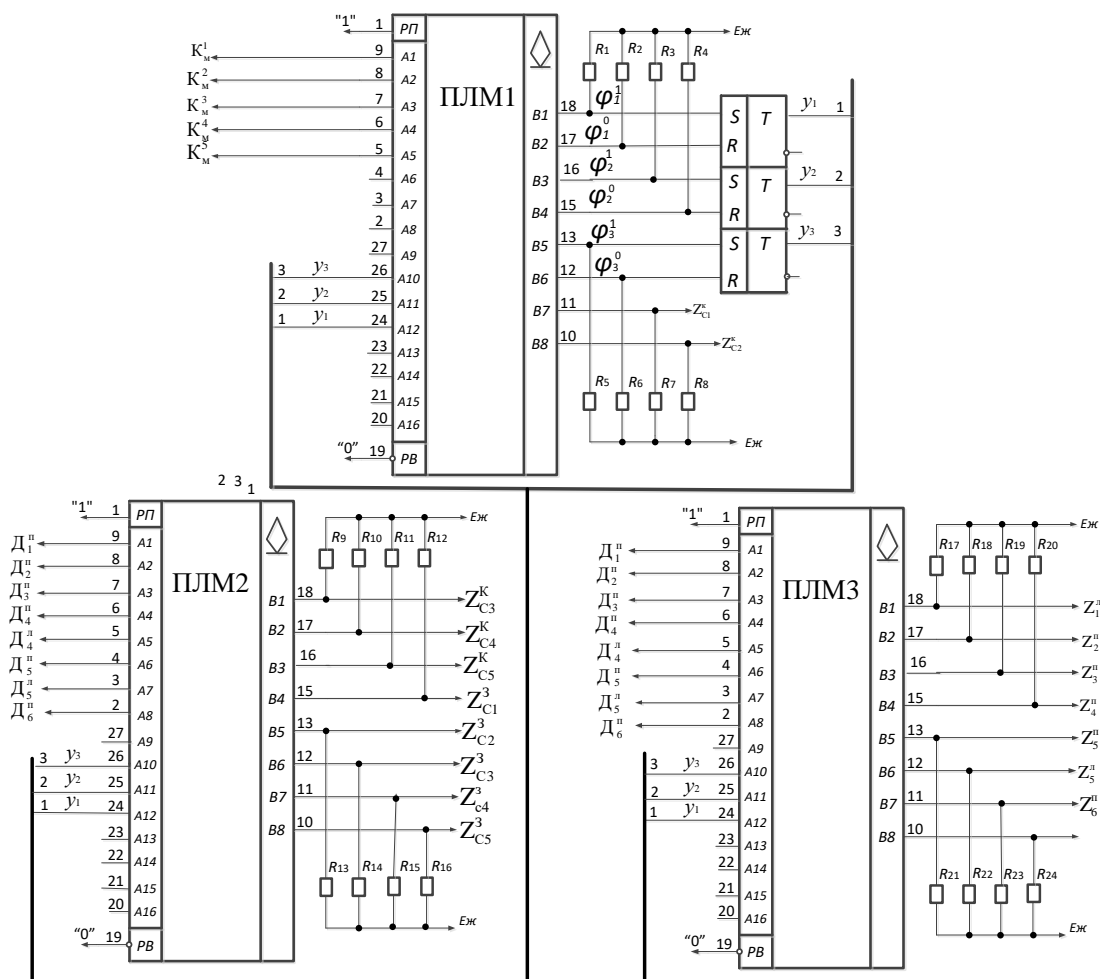


Рис. 3.2.1. Електронна схема пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп з використанням сучасної мікроелектроніки. Даний електронний пристрій розроблений з використанням теорії автоматів, теорії комп'ютерної логіки та теорії алгоритмів і графів для контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.

На підставі розробленої алгоритмічної та математичної моделі був спроектований електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп. При розробці електронного пристрою були використані абстрактна та структурна математична модель, по яких, використовуючи теорію автоматів, отримані канонічні рівняння роботи проектуемого електронного пристрою.

Аналіз канонічних рівнянь показав, що їх реалізацію необхідно виконати, використовуючи програмуємі логічні матриці (ПЛМ). У кваліфікаційній роботі показано, що для ПЛМ підходять мікросхеми серії K556PT1. На основі такої ПЛМ розроблено електронний пристрій контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп. Даний пристрій запрограмований на мові програмування використаної ПЛМ.

Виконання даної кваліфікаційної роботи показало, що можливо проектування електронних пристроїв контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп з використанням теорії автоматів і комп'ютерної логіки, що дало можливість застосовувати сучасну елементну базу – програмуємі логічні матриці (ПЛМ).

Використання даної роботи дозволить підвищити надійність роботи електронного пристрою контролю маневрових поїздів на лінійній вантажній ділянці станції Конотоп.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інструкція з сигналізації на залізницях України . Київ. 2009р. 160с.
2. Таненбаум А. С. Сигнализация железнодорожная // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907
3. Правила технічної експлуатації залізниць України. Київ. 2003р. 133с.
4. Астрахан В.И. и др. Системы управления движением поездов на перегонах. Часть 3. Функции, характеристики и параметры современных систем управления. М., : УМЦ, 2016г. 176 с.
5. Виноградова В.Ю. Автоблокировка и переездная сигнализация. М.: Маршрут, 2003г. – 20 с.
6. Карташов Ю.В. Автоматизация стрелочных переводов М: «Недра», 1971 - 113с.
7. Козлов А. М., Гусев К. Г. Проектирование железнодорожных станций и узлов / Справочное и методическое пособие // М.: Транспорт, 1981. - 477 с.
8. Матвієнко М.П. Проектування цифрових пристроїв. К: «Ліра-К», 2018 - 364с.
9. Баранов С. И. Синтез микропрограммных автоматов. – Ленинград; Энергия, 1979 – 232с.
10. Матвієнко М.П. Пристрої цифрової електроніки. К: «Ліра-К», 2015 - 392с.
11. Жабин В.И. Логические основы и схемотехника ЭВМ. Практикум. - К: ВЕК+, 1999 – 128с.
12. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка.. К: «Ліра-К», 2012 - 286с.
13. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування. К: «Вища школа» , 2001 – 255с.
14. Отраслевой стандарт. ОСТ 11.340.915-82. Микросхемы интегральные серии 556(556РТ1, 556РТ2), Р556(Р556РТ1, Р556РТ2). Руководство по применению ОКП. 623 000.-51с.