

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Комп'ютерні технології і системи»

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

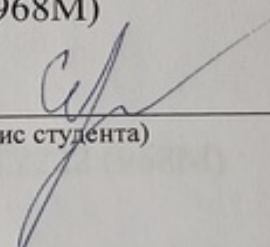
Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

на тему: Розробка об'єктних контролерів для мікропроцесорної системи
горочної автоматичної централізації

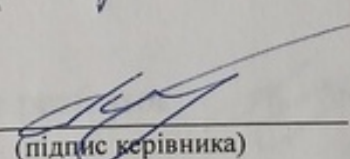
за освітньою програмою «Автоматика та автоматизація на транспорті»

зі спеціальності: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Виконав: студент групи АТ2222 (968М)

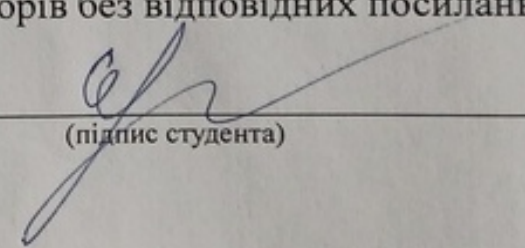

_____/ Дмитро СЕРКО/
(підпис студента)

Керівник: доцент кафедри АТ


_____/ Костянтин ГОНЧАРОВ/
(підпис керівника)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент



(підпис студента)

Дніпро – 2024 рік

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies**

Faculty of Computer Technologies and Systems

Department of Automation and Telecommunication

Explanatory Note

to Master's Thesis

master

(higher education degree)

on the topic: Development of the object controllers for microprocessor automatic centralization system of sorting railway yard

according to educational curriculum «Automatic machinery and automation in transport industry»

in the Specialty: 151 Electronics and automation (Automation and computer-integrated technologies)

Done by the student of the group AT2222 (968M)

/ Dmytro SERKO /

Scientific Supervisor: associate professor

/ Kostiantyn HONCHAROV /

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Комп'ютерних технологій і систем
Кафедра: Автоматика та телекомунікації
Рівень вищої освіти: Другий (магістерський)
Освітня програма: Автоматика та автоматизація на транспорті
Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ

Володимир ГАВРИЛЮК

(підпис)

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

« _____ » _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра
(ступінь вищої освіти)

студенту Серко Дмитру Васильовичу
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Розробка об'єктних контролерів для мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації

Керівник роботи: Гончаров Костянтин Вікторович, к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом від " ____ " _____ 2022 р. № _____

2. Строк подання студентом роботи: 08.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Структура та технічні характеристики існуючих систем горочної автоматичної централізації, план сортувальної гірки станції
Знам'янка

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: виконати аналітичний огляд існуючих систем горочної автоматичної централізації БГАЦ, ГАЦ-КР, ГАЦ-МН, MSR32

4.2 Основна частина: 1) розробити структурну схему та алгоритм роботи мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації;

2) розробити контролер рейкових кіл для мікропроцесорної ГАЦ;

3) розробити контролер стрілок для мікропроцесорної ГАЦ

5. Перелік графічного матеріалу:

Структурна схема та блок-схема алгоритму роботи мікропроцесорної системи ГАЦ, структурні та принципові електричні схеми, блок-схеми алгоритмів роботи контролера рейкових кіл та контролера стрілок

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд існуючих систем горочної автоматичної централізації	03.07.2023	
2	Розробити структурну схему та алгоритм роботи мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації	02.10.2023	
3	Розробити контролер рейкових кіл для мікропроцесорної ГАЦ	13.11.2023	
4	Розробити контролер стрілок для мікропроцесорної ГАЦ	26.12.2023	
5	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.01.2024	
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	22.01.2024 – 28.01.2024	

Студент

_____ (підпис)

Дмитро СЕРКО

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Костянтин ГОНЧАРОВ

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

55 сторінок, 22 рисунка, 4 таблиці, 10 джерел літератури.

Об'єкт розробки – об'єктні контролери для мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації

Мета роботи – удосконалення системи горочної автоматичної централізації за рахунок розробки мікропроцесорних об'єктних контролерів.

Методи дослідження – аналіз існуючих технічних рішень, методи побудови безпечних мікропроцесорних систем, методи розробки електронних схем та алгоритмів роботи.

У першому розділі роботи було проведено огляд існуючих систем горочної автоматичної централізації (ГАЦ), які застосовуються на залізницях України, проаналізовані переваги та недоліки кожної системи. В другому розділі запропонована структурна схема та алгоритм роботи мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації. Розроблені також структурна та принципова електрична схеми, а також алгоритм роботи контролера вершини гірки. Третій та четвертий розділ присвячені розробці двох типів об'єктних контролерів для мікропроцесорної системи ГАЦ: контролера рейкових кіл та контролера стрілок. Для кожного контролера розроблені структурна, принципова електрична схеми та алгоритми роботи. Функціональна безпечність розроблених пристроїв забезпечується за рахунок використання структурного та інформаційного резервування, завадостійких методів передачі, самотестування апаратури.

Висновок. Впровадження розроблених в рамках даної роботи об'єктних контролерів для мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації дозволить знизити експлуатаційні витрати, підвищити ефективність та функціональну безпечність систем автоматизації сортувальної гірки.

Ключові слова: ГОРОЧНА АВТОМАТИЧНА ЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ, КОНТРОЛЕР РЕЙКОВИХ КІЛ, КОНТРОЛЕР СТРИЛОК, СОРТУВАЛЬНА ГІРКА, МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА, SAN-МЕРЕЖА, ТОЧКОВІ ДАТЧИКИ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 Огляд існуючих систем горочної автоматичної централізації.....	9
1.1 Структура та функції сортувальної гірки.....	9
1.2 Блочна горочна автоматична централізація БГАЦ.....	11
1.3 Система ГАЦ-МН.....	15
1.4 Мікропроцесорна система для автоматизації сортувальних станцій MSR 32 (Siemens).....	19
1.5 Висновки до першого розділу.....	21
2 Розробка структурної схеми та алгоритму роботи мікропроцесорної системи ГАЦ.....	22
2.1 Структура та принцип дії мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації	22
2.2 Алгоритм роботи мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації.....	23
2.3 Алгоритм роботи контролера вершини гірки.....	29
2.4 Датчик електронний фіксації проходу колісних пар ДЕ-96.....	32
2.5 Розробка принципової електричної схеми контролера вершини гірки.....	34
2.6 Висновки до другого розділу.....	37
3 Розробка контролера рейкових кіл для мікропроцесорної ГАЦ.....	38
3.1 Структура та принцип дії контролера рейкових кіл	38
3.2 Алгоритм роботи контролера рейкових кіл.....	39
3.3 Опис принципової схеми контролера рейкових кіл.....	41
3.4 Висновки до третього розділу.....	43
4 Розробка контролера стрілок для мікропроцесорної горочної автоматичної централізації.....	44
4.1 Структура та принцип дії контролера стрілки.....	44
4.2 Алгоритм роботи контролера стрілки.....	45

4.3	Опис принципової електричної схеми контролера стрілки.....	48
4.4	Висновок до четвертого розділу.....	51
	ВИСНОВОКИ.....	53
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	55

ВСТУП

Призначенням сортувальної гірки є переробка рухомого складу, яка включає в себе такі технологічні операції, як: насув, розпуск та осаджування рухомого складу, а також осаджування вагонів на коліях сортувального парку. Прискоренню темпу розпуску рухомого складу, попередженню пошкодження вагонів і поліпшенню умов праці сприяє механізація та автоматизація сортувальної гірки.

Сортувальні гірки великих сортувальних станцій забезпечені пристроями комплексної механізації і автоматизації процесу сортування вагонів – гірковою автоматичною централізацією (ГАЦ), системами автоматичного регулювання швидкості скочування відчепів (АРШ), автоматичного завдання швидкості розпуску (АЗШР) з телекеруванням гірковими локомотивами (ТГЛ).

На сьогоднішній день в Україні використовуються релейні системи горочної автоматичної централізації БГАЦ та ГАЦ-КР, які мають чимало недоліків, таких як: висока вартість апаратури, обмежені функціональні можливості, значні експлуатаційні витрати та масогабаритні показники.

На сьогоднішній день розвиток мікропроцесорної техніки дозволяє будувати високонадійні системи гіркової автоматизації на сучасній елементній базі. Впровадження мікропроцесорних систем гіркової автоматичної централізації дозволить підвищити якісний рівень керування процесом розпуску рухомого складу на гірках, забезпечити безпеку руху відчепів, збільшити пропускну здатність сортувальної гірки, знизити експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність праці персоналу на сортувальних гірках.

У зв'язку із цим задача удосконалення систем автоматизації роботи сортувальної гірки, а саме розробка мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації для залізниць України є актуальною.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ГОРОЧНОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

1.1 Структура та функції сортувальної гірки

Сортувальна гірка – залізнична станційна споруда для сортування вагонів. Використовується для скочування вагонів і груп вагонів з ухилу та являє собою комплексну технологічну систему, яка включає: колійний розвиток з відповідним профілем, маневрові локомотиви: технічне обладнання, ремонтну базу, службові технічні і побутові будівлі і приміщення з необхідними комунікаціями, пристрої освітлення, сигналізації і зв'язку, автомобільні дороги, перехідні мости, тунелі, доріжки та проїзди для електро і автокарів [2, 5].

Колійний розвиток гірки, як основний елемент системи, має визначену конструкцію плану і поздовжнього профілю, яка складається з окремих за функціональним призначенням частин: насувної, спускної і сортувальних колій. Насувна і спускна частини розмежовані найвищою точкою профілю, яку називають вершиною гірки [5].

Насувною частиною вважають колійну зону від вершини гірки у бік парку прийому чи витяжної колії на протязі довжини состава, а спускною частиною - зону між ВГ і граничними стовпчиками на початку сортувальних колій.

Состави вагонів, що підлягають розформуванню, насуються на сортувальну гірку маневровим локомотивом. Наявність підйому перед вершиною гірки забезпечує стиснення вагонів і можливість їх розчеплення. Після переходу через ВГ відчеплені вагони (група вагонів) відокремлюються від состава і під дією сили тяжіння скочуються вниз на відповідні сортувальні колії. Швидкість руху відчепів і дальність їх скочування залежать від висоти і поздовжнього профілю гірки. Для регулювання швидкості руху вагонів і безпеки їх сумісного скочування на спускній частині гірки використовують гальмові засоби, які групують у окремі стаціонарні гальмові позиції (ГП1, ГП2), кількість, потужність і взаємне розташування яких залежить від конструкції колійного розвитку сортувальної гірки.

На сортувальних коліях проектують одну стаціонарну гальмову позицію і передбачають додаткову пересувну позицію, функції якої виконує регулювальник швидкості руху вагонів з допомогою ручних гальмових башмаків. При відповідному техніко-економічному обґрунтуванні може проектуватися дві паркові гальмові позиції з відстанню між ними близько 150 м.

Конструкція колійного розвитку сортувальної гірки характеризується: кількістю колій насувних, спускних, сортувальних, обхідних; кількістю гальмових позицій і типом гальмових засобів на них; способом з'єднання колій і взаємним розташуванням пристроїв.

Для забезпечення потрібної переробної здатності сортувальні гірки повинні мати відповідну конструкцію колійного розвитку згідно з їх потужністю.

Гірки підвищеної потужності (ГПП) повинні мати не менше трьох насувних колій і дві-три спускні колії для можливості паралельного розформування составів і створення потрібних додаткових технологічних ліній переробки вагонів. При цьому з середніх (не менше двох) колій насуву необхідно передбачити можливість розпуску на усі сортувальні колії в режимі послідовного розформування составів.

Для розформування составів, керування маршрутами скочування вагонів і регулювання швидкості їх руху на сортувальних гірках застосовуються різні технічні засоби і системи управління ними, в залежності від їх наявності розрізняють гірки: немеханізовані, механізовані і автоматизовані з різною ступінню механізації і автоматизації виробничих процесів.

Негіркові сортувальні пристрої - це витяжні колії зі стрілочними горловинами на уклоні, на яких для скочування вагонів використовується сила тяги локомотива і частково сила тяжіння вагонів, і стрілочні горловини на горизонтальній площадці, де використовується тільки сила тяги локомотива.

Основні сортувальні пристрої призначені для розформування-формування составів поїздів різних категорій і передачі, вагонів на вантажні пункти загального користування та під'їзні колії промислових підприємств. Для виконання функцій основних сортувальних пристроїв проектується гірки відповідної потужності із сортувальними парками.

Допоміжні сортувальні пристрої проектуються на станціях при наявності основних пристроїв і призначені для детального сортування місцевих вагонів, формування багатогрупних составів поїздів і передач вагонів на вантажні пункти чи інших потреб з метою розвантаження основних пристроїв і прискорення виконання відповідних операцій. Для виконання цих функцій можуть проектуватися гірки середньої чи малої потужності і негіркові пристрої разом із сортувальними (або сортувально-групувальними) парками.

1.2 Блочна горочна автоматична централізація БГАЦ

Система блочної гіркової автоматичної централізації (БГАЦ) може працювати у двох режимах – програмному П та маршрутному М. У першому випадку оператор відповідно до розташування номерів відчепів у сортувальному листку послідовним натисканням кнопок пучків та шляхів попередньо набирає та накопичує маршрути для цих відчепів. У процесі розпуску складу попередньо набрані маршрути встановлюються автоматично перед кожним відчепом, що скочується з гірки в послідовності їх набору без участі оператора. У маршрутному режимі М оператор натисканням кнопки пучка і шляху встановлює маршрут для чергового відчепу перед підходом його до головної стрілки, у разі вимкнення ГАЦ переходять на ручний режим (Р) керування стрілками за допомогою стрілочних рукояток, розташованих на апараті керування [1, 3].

На структурній схемі БГАЦ (рис. 1.1) зображені такі блоки:

- ФЗ, ФЗ1 - формування завдання (тип II) для фіксації та запам'ятовування натискання маршрутних кнопок на пульті;
- ФЗ2 (тип IV) для індикації на пульті формування завдань;
- БН - накопичувач завдань, складається з п'яти окремих блоків 1НМ-5НМ для накопичення п'яти маршрутів;
- 1НМ1 - індикації на пульті номера завдання в першому ступені накопичувача (тип IV);
- РЗ, РЗ1 - реєстрації завдань (тип II);

-Р32 (тип IV) для індикацій на пульті номера завдання;

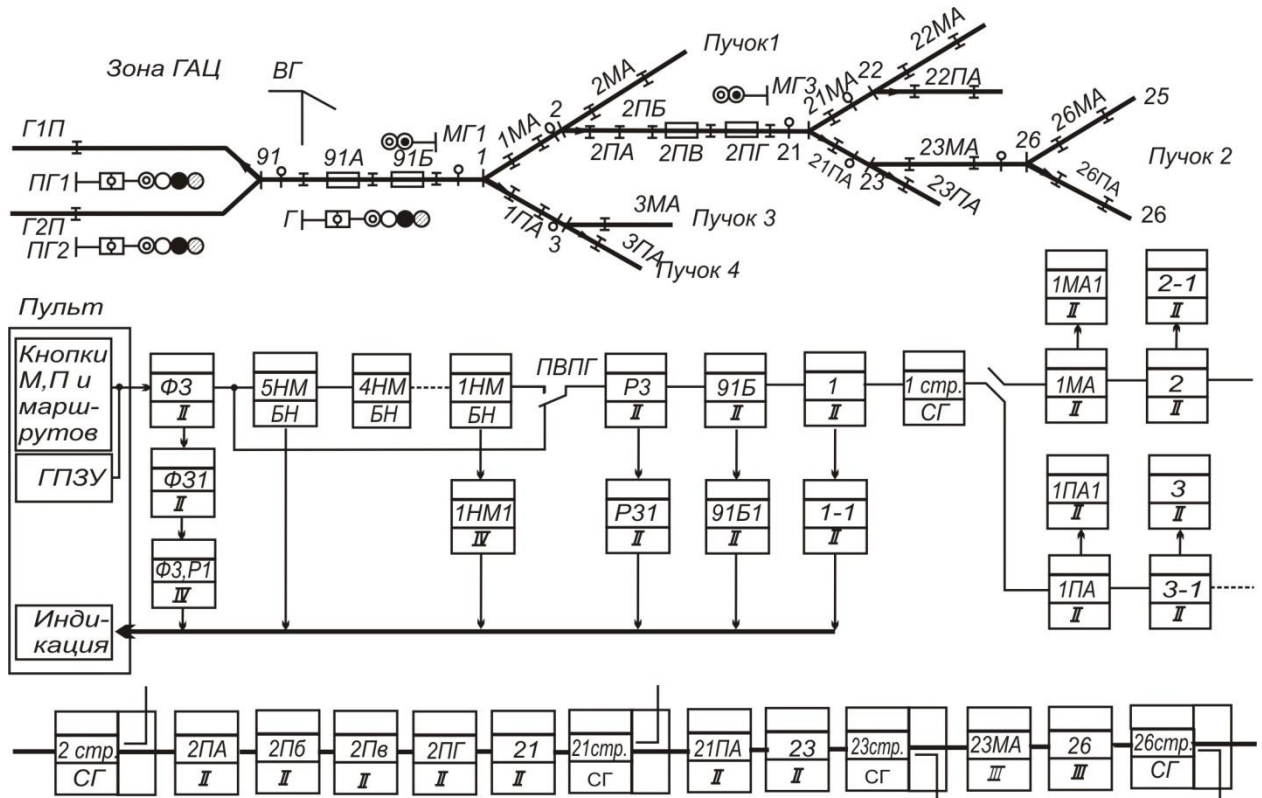


Рисунок 1.1 - Структурна схема БГАЦ

-ТЗ — трансляції завдань ТЗ, пов'язані зі стрілочними та міжстрілочними секціями та призначені для стеження за просуванням по цих секціях відчепів та передачі маршрутних завдань від стрілки до стрілки. Блоки ТЗ позначають номерами стрілочних та безстрілкових секцій. На стрілочну секцію головної стрілки встановлюють додатковий блок типу IV для керування стрілкою. На структурній схемі показують усі зв'язки БДАЦ з іншими пристроями автоматизації та гірковим пультом. При формуванні завдань враховуються два режими роботи БГАЦ:

- програмний, при якому оператор відповідно до розташування номерів відчепів у сортувальному листку послідовним натисканням маршрутних кнопок на пульті через блоки Ф3 та Ф31 формує завдання та вводиться в системи автоматизації сортувальних гірок. За допомогою ГАЦ здійснюється автоматичне переведення стрілок розподільної зони для утворення маршрутів прямування кожному відчепу. На багатьох сортувальних гірках централізують усі стрілки розподільної зони,

сигнали та сповільнювачі, організуючи керування ними з одного гіркового посту. Для управління процесом розпуску складу перед горбом гірки встановлюють гірковий світлофор з маршрутним покажчиком. Усі стрілки обладнають швидкодіючими електроприводами СПГ-3, СПГБ-4, СПГБ-4М. На всіх стрілках передбачено пневматичне обдування, а в електроприводах — електрообігрів. У межах розподільної зони з централізованими стрілками колії обладнають стрілочними та міжстрілковими рейковими колами завдовжки в середньому 12,5 м кожна.

Особливістю ГАЦ є те, що стрілки не замикаються у маршрутах; відкритий гірковий світлофор дозволяє розпуск, але не вказує на положення, вільність і замикання стрілок у маршруті, оскільки неможливо одночасно перевести всі стрілки у маршруті скочування одного відчепа через зайнятість наступних секцій попередніми відчепами. У схемі управління централізованою стрілкою передбачено автоматичне повернення стрілки у вихідне положення, якщо за встановлений час вона не перевелася в інше положення [3].

На даний час на ряді гірок ще експлуатується блочна автоматична гіркова централізація (БГАЦ) і системи ГАЦ з контролем розпуску - ГАЦ-КР. Однак ці системи знято з виробництва як морально та фізично застарілі. На зміну їм приходять мікропроцесорні системи ГАЦ – ГАЦ МН. Незважаючи на це, низка основних функцій системи ГАЦ-КР збереглася і в сучасних мікропроцесорних системах.

Система ГАЦ-КР, як та інші системи ГАЦ, призначена для автоматичної реалізації програми розпуску складів з гірки та достовірного контролю її виконання з видачею результатів контролю оператору. На її алгоритмічній основі збудовано мікропроцесорні системи ГАЦ.

Головна особливість системи ГАЦ-КР полягає в тому, що вона забезпечує комплексний контроль головної зони гірки, що включає контроль вільності нормованої ділянки та проходження вагонів; зберігання інформації в запам'ятовуючому пристрої про номер відчепа, фактичну кількість вагонів у ньому

та заданий маршрут; видачу всієї інформації на пульті управління та пульті електромеханіка [1, 3].

Система виконана на реле типу РКН, низка вузлів змонтована на інтегральних мікросхемах серії К155.

Основним режимом роботи системи є автоматичний (А), при якому вся необхідна інформація про відчепи складу надходить на пост гірки з гіркового програмно-задаючого пристрою (ГПЗУ-В). Також передбачено програмний режим (П), при якому маршрути на весь склад або його частину попередньо набирають маршрутними кнопками на пульті управління. Кількість маршрутів, які можна заздалегідь запрограмувати, визначається кількістю блоків накопичувача, але не менше ніж для п'яти відчепів. Є маршрутний режим (М), при якому виконуються самі операції, але тільки для кожного відчепа окремо при підході його до рейкового кола секції головної стрілки. У ручному режимі (Р) використовується індивідуальне керування стрілками поворотом стрілочного комутатора на пульті керування [3].

Вибір режимів здійснюється натисканням кнопок А, П, М на пульті управління (ПУ) чи пульті електромеханіка (ПЭ).

В автоматичному режимі (А) завдання розпуску надходять від ГПЗУ-В через пристрій пару УСП у восьму ступінь накопичувача завдань (НГ), а після проходження по інших ступенях накопичувача в реєстратор завдання (РЗ).

У режимах М і П завдання розпуску надходять у систему з пульта управління (ПУ) через формувач завдань (ФЗ). Потім вони подаються в накопичувач НГ і блок РЗ в режимі П, а в режимі М, минаючи накопичувач НГ, відразу в блок РЗ.

З пульта керування оператор може скоригувати завдання в блоці РЗ, а також передати керування на пульт електромеханіка (ПЕ) для виконання профілактичних робіт.

Одночасно блок УСП видає команди на зсув інформації в накопичувачі НГ блоку РЗ і дозволяє пошук вільного осередку пам'яті (ЗУ) для запису в неї маршрутного завдання наступного відчепу.

Інформація, записана в комірку ЗУ, зберігається в пам'яті на час проходження відчепу за маршрутом. У тих випадках, коли фактичне число вагонів у відчепі менше заданого (неправильний розчіп), в ЗУ записується не задане, а фактичне число вагонів у частині відчепа, що відокремилася. Для недостатньої частини вагонів відшукується вільний осередок ЗУ і в неї повторно записується номер і маршрутне завдання частини відчепа, що відокремилася. Обидві частини будуть рухатися на підгірковий шлях по тому самому маршруту.

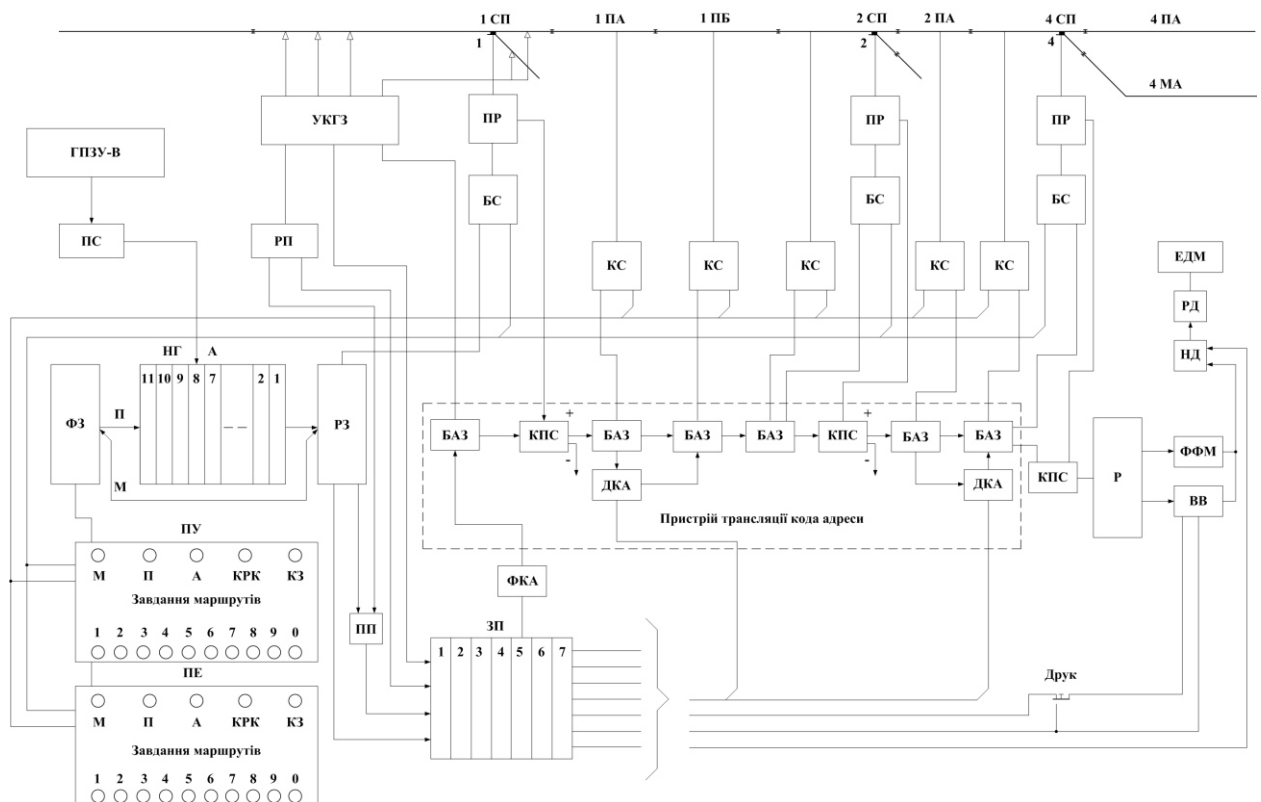


Рисунок 1.2 - Структурна схема ГАЦ-КР

1.3 Система ГАЦ-МН

Поява нового класу систем горочної автоматичної централізації пов'язана, перш за все, з широким впровадженням мікропроцесорної техніки управління та необхідністю вирішення завдань комплексної автоматизації сортувальних станцій. Головне завдання будь-якої з відомих систем ГАЦ, незалежно від їх модифікацій, полягає у забезпеченні заданих маршрутів проходження відчепів по спускній

частині сортувальної гірки у сортувальний парк за допомогою керування стрілками за маршрутами руху відчепів.

Склад обладнання ГАЦ-МН включає постові та польові пристрої. Нижче наведено склад постового обладнання [4, 6].

1. Керуючий обчислювальний комплекс (УВК ГАЦ) у складі: промисловий комп'ютер, що встановлюється в окремому приміщенні або на релейних штативах у безпосередній близькості від контрольних та виконавчих реле; сервер-шлюз, мікропроцесорний пристрій, що сполучає внутрішню мережу системи та зовнішню мережу передачі даних. УВК ГАЦ по суті є "мозком" системи ГАЦ і виконаний на стандартних функціональних модулях комплекту мікропроцесорних засобів для індустріальних, бортових і вбудованих систем управління, контролю та збору даних.

2. Автоматизоване робоче місце чергового з гірки - АРМ чергового з гірки (АРМ ДСПГ). Робочі місця гіркових операторів гальмівних позицій. АРМи гіркових операторів встановлюються на пультах з розрахунку по одному АРМи на пучок шляхів для відображення інформації про маршрут, параметри від ланцюгів, режим управління стрілками, діагностичної інформації про небезпечні відмови підлогових та постових пристроїв, появу негабариту на стрілках, а також інформації про поточне розміщення відчепів на відповідному пучку.

3. Контрольно-діагностичний комплекс КДК ГАЦ-МН, призначений для контролю та діагностики функціонування напільних та постових пристроїв.

Контролер вершини гірки (КВГ) призначений для прийому програми розпуску з ГАЦ МН, контролю розчепу вагонів на вершині гірки, керування гірковим світлофором, швидкістю розпуску та вказівником кількості вагонів у відчехах, а також справного стану пристроїв зони вершини гірки. КВГ розміщується в спеціальному приміщенні в зоні вершини гірки і включає промисловий комп'ютер, монітор з клавіатурою, термінальні плати з модулями дискретного введення та виведення сигналів, модем зв'язку з УВК ГАЦ МН, що розміщується на гірковому посту.

До складу колійного обладнання ГАЦ МН входять пристрої, що розміщуються безпосередньо вздовж маршруту руху вагонів. До них відносяться: гіркові та маневрові світлофори, стрілочні приводи, датчики виявлення вагонів на контрольованих ділянках: рейкові ланцюги, пристрої рахунку осей вагонів, радіотехнічні датчики, датчики вимірювання швидкості руху вагонів та ін.

У складі обладнання системи ГАЦ МН немає гіркового програмно-задаючого пристрою як окремого функціонального пристрою, що входить до складу релейних систем, а також пристрої контролю головної зони (УКГЗ). У мікропроцесорній системі ГАЦ функції названих пристроїв збережено, доповнено і покладено на контролер вершини гірки і керуючий обчислювальний комплекс УВК, тобто. перерозподілено.

ГАЦ МН забезпечує керування процесом розпуску складів на гірках з дистанційним керуванням стрілками в наступних режимах:

- ручний режим - команди на переведення стрілок передаються з пультів операторів;
- автоматичний режим - команди на переведення стрілок передаються від НВК ГАЦ МН, при цьому можливі два режими розпуску:
 - маршрутний - при наборі маршрутних завдань з кнопок чергового пульта по гірці;
 - програмний - при автоматичному введенні даних сортувального листка з АСУ СС в електронному вигляді в УВК ГАЦ МН.

Після завантаження комп'ютера УВК ГАЦ програми ГАЦ за спеціальною інструкцією користувача здійснюється автоматичний запуск та перевірка (тестування) всіх процесів та стану технічних засобів, а на екранах усіх моніторів системи відображаються основний стан та повідомлення про готовність системи до функціонування. Слід зазначити, що у процесі функціонування системи автоматично перевіряється працездатність апаратних та програмних засобів, а результати діагностики можна побачити у вікні повідомлень всіх моніторів системи.

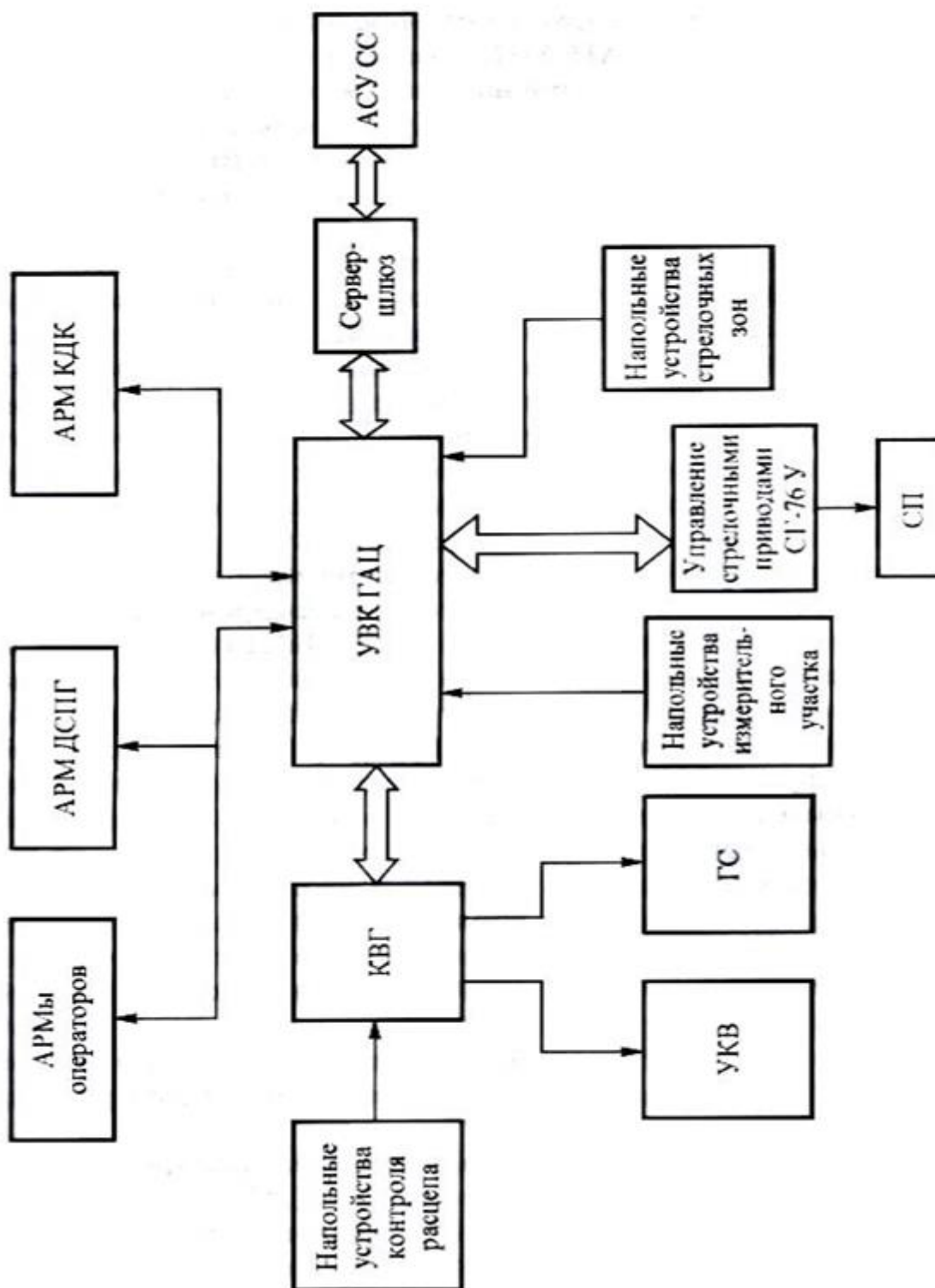


Рисунок 1.3 - Структурна схема ГАЦ-МН

1.4 Мікропроцесорна система для автоматизації сортувальних станцій MSR 32 (Siemens)

Мікропроцесорна система для автоматизації сортувальних станцій MSR 32, розроблена компанією Siemens, забезпечує ефективну автоматизацію та керування сортувальними процесами на станції. Принцип роботи цієї системи базується на використанні мікропроцесора, який відповідає за обробку сигналів, контроль і керування різними функціями сортувальної станції.

Основні етапи роботи мікропроцесорної системи для автоматизації сортувальних станцій MSR 32 включають наступні кроки:

1. Збір інформації: Мікропроцесорна система отримує дані з датчиків, розташованих на сортувальній станції. Ці датчики можуть вимірювати параметри, такі як розмір, вага або інші характеристики об'єктів, що сортуються.

2. Обробка сигналів: Мікропроцесор аналізує і обробляє дані, отримані з датчиків. Він виконує розрахунки і приймає рішення щодо подальшої обробки об'єктів на сортувальній станції.

3. Керування механізмами: Мікропроцесор відправляє команди до механізмів сортувальної станції для виконання необхідних дій. Це може включати активування конвеєрів, механізмів сортування, пристроїв для видалення відхилених об'єктів та інших компонентів станції.

4. Керування процесом сортування: Мікропроцесор координує роботу всіх механізмів на сортувальній станції, забезпечуючи правильну послідовність операцій сортування.

5. Керування розподілом об'єктів: Мікропроцесорна система вирішує, які об'єкти потрібно направити до певних напрямків або розташувати на конкретних місцях в залежності від умов сортування. Вона встановлює необхідні параметри для механізмів сортування та забезпечує точне розташування об'єктів на відповідних розподільчих лініях або комірках.

6. Моніторинг та діагностика: Мікропроцесорна система забезпечує постійний моніторинг роботи сортувальної станції, перевіряє правильність функціонування

датчиків, механізмів і комунікаційних засобів. Вона також може виявляти можливі несправності або відхилення в роботі та надавати інформацію про це оператору або системі керування.

7. Комунікація: Мікропроцесорна система може бути підключена до системи керування більш великої автоматизованої лінії сортування або до мережі зв'язку, щоб обмінюватися даними, отримувати команди або надавати звіти про стан роботи станції.

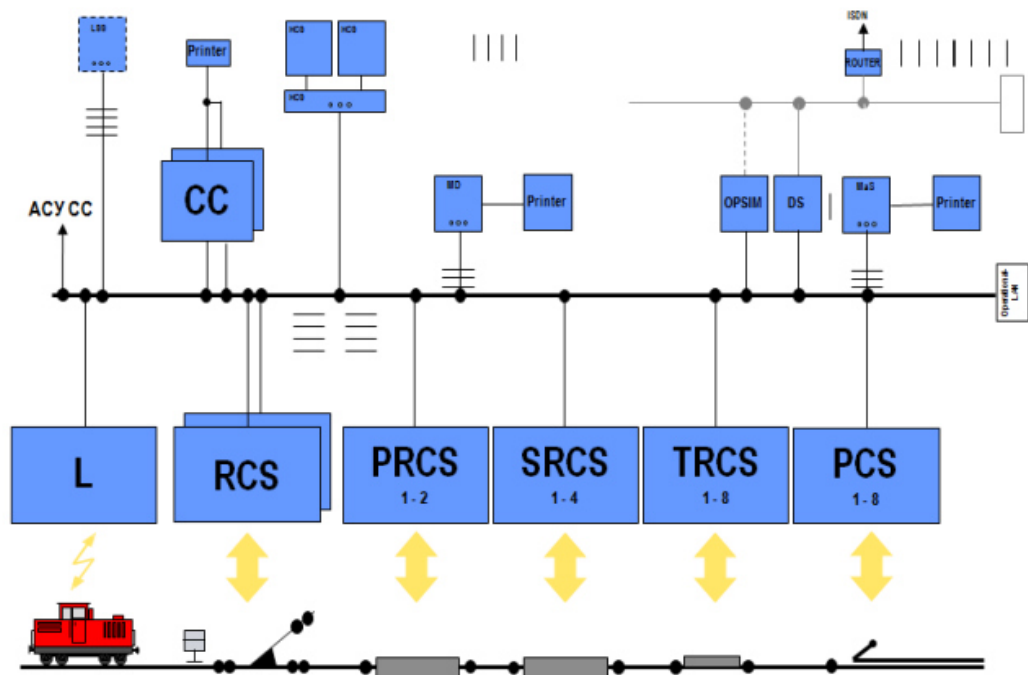


Рисунок 1.4 - Повна конфігурація системи MSR32

Програмне забезпечення (ПЗ) для систем управління і АРМов системи MSR 32 працює виключно без проблемно і написано на мовах програмування високого рівня. Особливе значення при створенні ПО надавалося комплексному проектуванню структури ПЗ і грамотному програмуванню. Тому для нових розробок і удосконалення ПО на стадії проектування використовувалися спеціальні інструменти для дизайну програм. Всі пристрої управління в системі працюють в режимі реального часу. Програмне забезпечення можна спроектувати для конкретного застосування та відповідних процесів. Специфіка гірки і топологічні особливості враховуються автоматично.

1.5 Висновки до першого розділу

1. На сьогоднішній день в Україні застосовуються релейні системи автоматизації роботи сортувальної гірки. Перш за все це системи гіркової автоматичної централізації БГАЦ та ГАЦ-КР. Такі системи забезпечують високий рівень надійності та безпеки руху, проте мають ряд недоліків: значні масогабаритні показники, велика вартість апаратури, значні експлуатаційні витрати, обмежені функціональні можливості.

2. Сучасний розвиток мікропроцесорної техніки дозволяє реалізувати високонадійні та функціональні системи автоматизації різних технологічних процесів. Проведений аналіз показує, що на залізницях різних країн світу широко застосовуються мікропроцесорні системи автоматизації сортувальної гірки. Наприклад, в Росії використовується система ГАЦ-МН, в країнах Західної Європи – система MSR32 та інші.

3. Сучасні системи автоматизації сортувальної гірки крім централізованого керування стрілками виконують ряд інших функцій: автоматичне регулювання швидкості відчепів, автоматичне завдання швидкості розпуску, телемеханічне керування гірковим локомотивом та інші.

У зв'язку із цим задача вдосконалення систем автоматизації роботи сортувальної гірки для залізниць України є актуальною.

2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ТА АЛГОРИТМУ РОБОТИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ГАЦ

2.1 Структура та принцип дії мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації

В рамках даної роботи була запропонована наступна структурна схема мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації (рис.2.1).

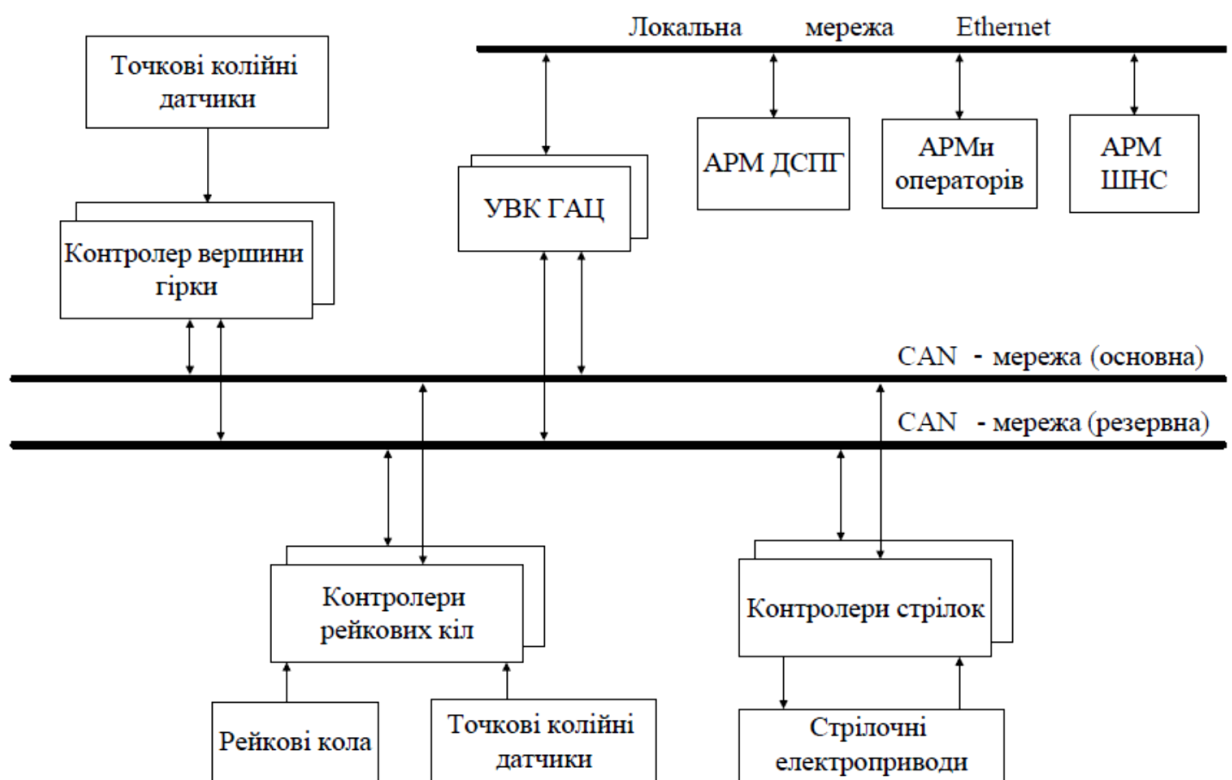


Рисунок 2.1 - Структурна схема мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації

Головним ядром системи є управляючий обчислювальний комплекс (УВК). Ставиться два комплекти: робочий та резервний (у разі відмови відбувається перехід на «гарячий» резерв).

Система має ряд автоматизованих робочих місць: АРМ ДСПГ (чергового по гірці), АРМи операторів гальмівних позицій, АРМ ШНС (електромеханіка).

На АРМі ДСПГ виконується ввід маршрутних завдань, індикація положення відчепів на гірці в режимі реального часу.

На АРМі ШНС виконується контроль стану ситуації на гірці та діагностування роботи апаратури. Ув'язка автоматизованих робочих місць та УВК відбувається через локальну мережу Ethernet.

Ув'язка апаратури нижчого рівня з УВК відбувається за допомогою CAN-мережі. Передбачено дві паралельні мережі передачі даних : основна та резервна (з розрахунку, якщо відбудеться відмова, то система не припинить свою роботу, а продовжить працювати через резервну CAN-мережу).

Система містить низку контролерів, які також складаються з основних та резервних комплектів. Це контролер вершини гірки, контролери рейкових кіл та контролери стрілок.

До складу мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації входять також колійні пристрої. Вони поділяються на вхідні та вихідні. Вхідними колійними пристроями є рейкові кола та точкові колійні датчики.

Рейкові кола дублюються точковими колійними датчиками. Датчики встановлюються по два на першу стрілку в пучку і по одному датчику на інші стрілки. Їх задача – виключення втрати шунта на стрілочних ділянках, щоб не відбулося переводу стрілки під відчепом (попередження небезпечної відмови).

Роль вихідних колійних пристроїв виконують стрілки . Вони містять вхідні та вихідні дані : вихідні – це перевід стрілки, вхідні – контроль положення стрілки.

До контролера вершини гірки інформація надходить від точкових колійних датчиків які виконують такі операції, як : підрахунок осей, визначення типу вагона та їх кількості, фіксація факту розчеплення.

2.2 Алгоритм роботи мікропроцесорної системи горочної автоматичної централізації

Були розроблені алгоритми роботи мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації. Загальний алгоритм роботи управляючого

обчислювального комплексу приведено на рис 2.2. При ввімкненні живлення робота системи розпочинається з процесу ініціалізації. Тут відбувається вибір режимів роботи всіх пристроїв, налаштування портів і т.п. Наступна операція – тестування. Вона передбачає перевірку працездатності всіх модулів системи.

Далі – перевірка режиму роботи. Якщо режим роботи ручний, то система ГАЦ не працює. Переведення кожної стрілки відбувається вручну оператором. Якщо режим роботи програмний, то відбувається зчитування завдання з ГПЗП (гіркового програмно-задаючого пристрою).

Якщо режим роботи не програмний, тоді автоматичний. Тоді оператор, використовуючи автоматизоване робоче місце (АРМ) вводить необхідну кількість маршрутних завдань (М). Після вводу маршрутного завдання відбувається операція декременту М, тобто лічильника маршрутних завдань. Як тільки $M=0$ це означає, що всі маршрутні завдання введені, на цьому операція завершується. Якщо ні – то введення нового завдання, декремент лічильника завдань та перевірка $M=0$.

Коли лічильник маршрутних завдань дорівнює нулю, тоді відбувається зчитування чергового завдання, визначається положення першої головної стрілки u_1 , переведення її в плюс або мінус (в залежності від того, яким було маршрутне завдання), та надалі – очікування вільності головної зони.

Коли головна зона зайнята – перевіряється факт розчепу за допомогою контролера вершини гірки (перевіряється вільність ділянки довжиною 5.2 метра). Якщо зафіксовано факт розчепу, тоді відбувається опитування контролера вершини гірки та перевіряється число осей. Якщо розчепили менше вагонів, ніж вимагалось, тоді відбувається коригування наступного завдання. Якщо кількість вагонів не менша, то далі перевірка – чи не більша кількість вагонів, ніж задана. В разі коли більша – повідомлення оператору про це. Якщо ні – тоді розчеп відбувся правильно.

Наступним етапом виконується перевірка зміни стану рейкових кіл. В випадку коли стан хоча б одного рейкового кола змінюється – запускається підпрограма «Керування стрілками». Якщо стан жодного рейкового кола не змінився,

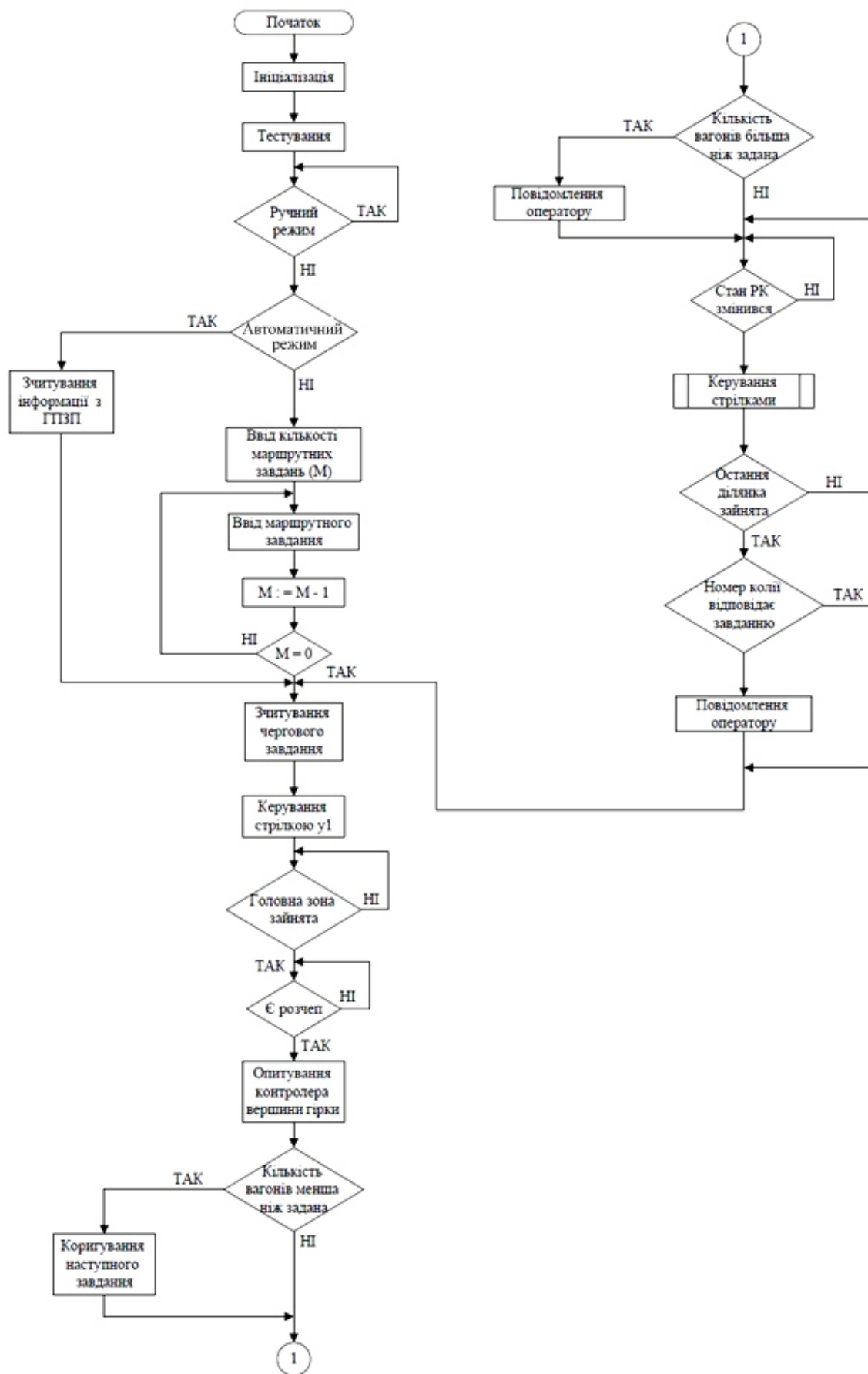


Рисунок 2.2 - Алгоритм роботи УВК

тоді перевіряється вільність/зайнятість останньої ділянки. Якщо ділянка вільна, то відбувається опитування стану рейкових кіл.

В разі коли остання ділянка зайнята, то контролюється відповідність номера колії завданню. Якщо ні, тоді повідомлення оператору про те, що номер колії не відповідає завданню.

Алгоритм роботи підпрограми «Керування стрілками» приведено на рис.2.3. Вводиться поняття «Активний маршрут», тобто той маршрут, який зараз виконується. Система знає, які маршрути в даний час є активними.

Визначається активний маршрут. Далі відбувається визначення активної ділянки x_i , на якій зараз знаходиться відчеп. Тобто визначається той маршрут, для якого положення відчепу змінилося.

В наступному етапі перевіряється чи стрілочна ділянка, на якій зараз знаходиться відчеп. Якщо вона не стрілочна, то перевіряється наступна ділянка. Якщо дана ділянка не стрілочна, а наступна – стрілочна, то перевіряється вільна вона чи зайнята. В разі вільності наступної ділянки відбувається переведення стрілки u_{i+1} у відповідності з маршрутом.

Якщо ділянка, на якій зараз знаходиться відчеп – стрілочна, тоді перевіряється тип стрілки, тобто це перша стрілка пучка або ні (на ній розташовано два колійні датчики чи один). Якщо це перша стрілка пучка, то встановлено два датчика і можна виконати підрахунок осей та вагонів, якщо ні – то тільки підрахунок осей. Таким чином встановлюється одна або дві ознаки ідентифікації відчепа : тільки за кількістю осей або за кількістю осей та вагонів.

В випадку коли кількість осей та вагонів відповідає завданню – то маршрут виконано правильно. Коли не відповідає – повідомлення оператору.

Для кожного активного маршруту система створює специфікацію у вигляді таблиці, яка містить інформацію : номер рейкового кола, номер стрілки, положення стрілки, тип стрілки.

Введемо такі позначки для таблиці специфікації маршруту:

тип стрілки: 1 - головна стрілка, 2 - перші стрілки пучків, 3 - інші стрілки.

положення стрілки : 0 – стрілка в «-», 1 – стрілка в «+».

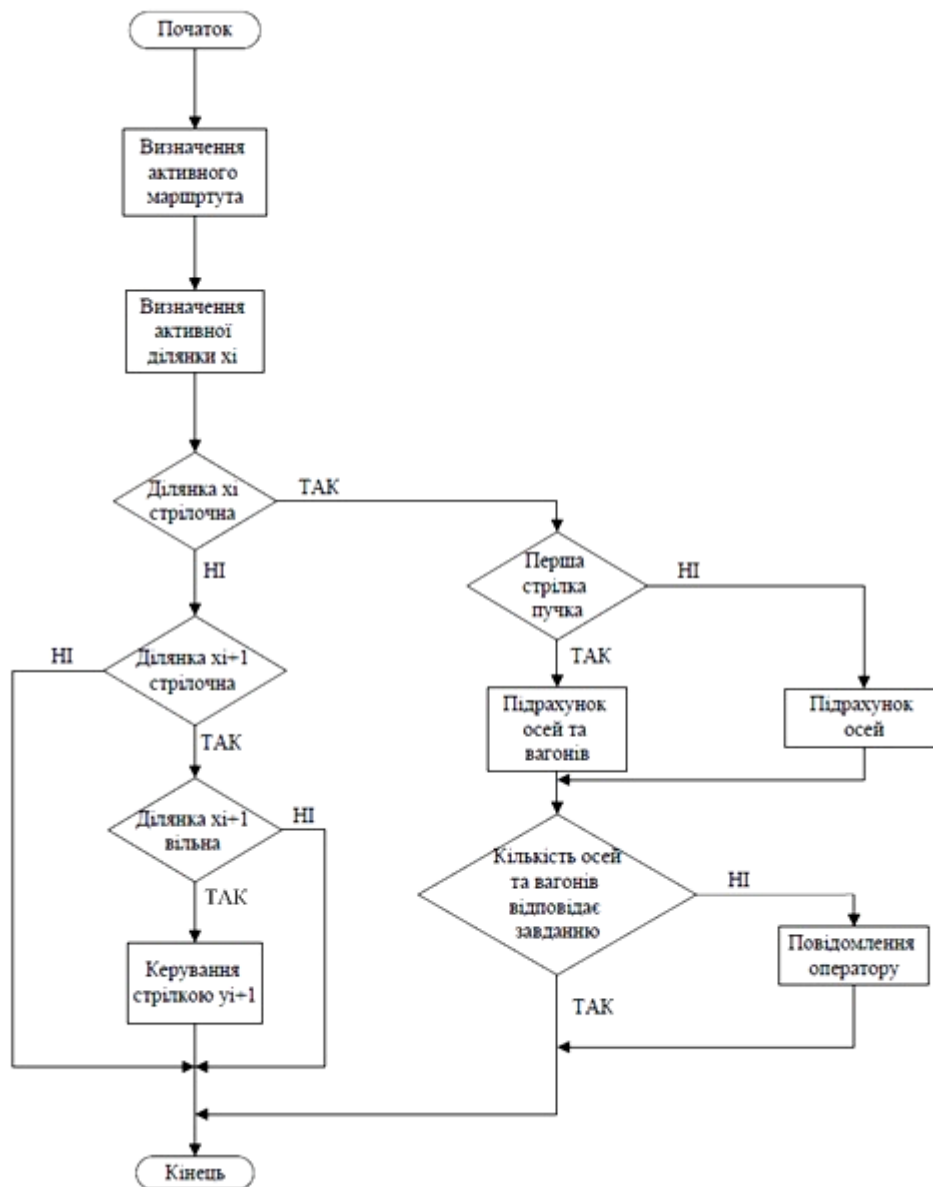


Рисунок 2.3 - Алгоритм роботи підпрограми «Керування стрілкою»

Для розуміння в якості прикладу розглянемо сортувальну гірку станції Знам'янка, план якої зображений на рис. 2.4.

Візьмемо фрагмент плану сортувальної гірки станції Знам'янка (рис.2.5), та побудуємо специфікації для маршрутів 7п (табл.2.1) та 13п (табл.2.2).

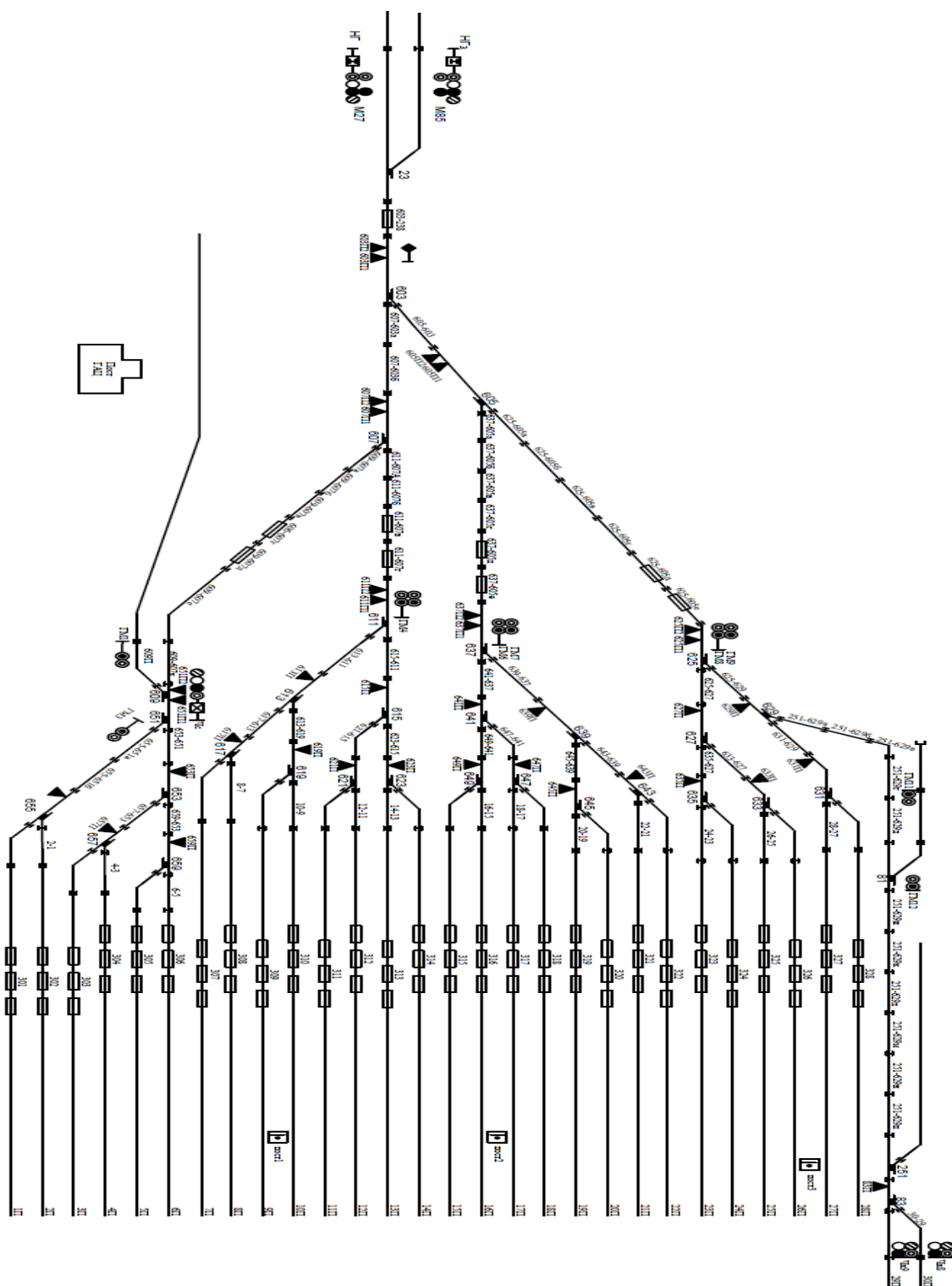


Рисунок 2.4 – План сортувальної гірки станції Знам'янка

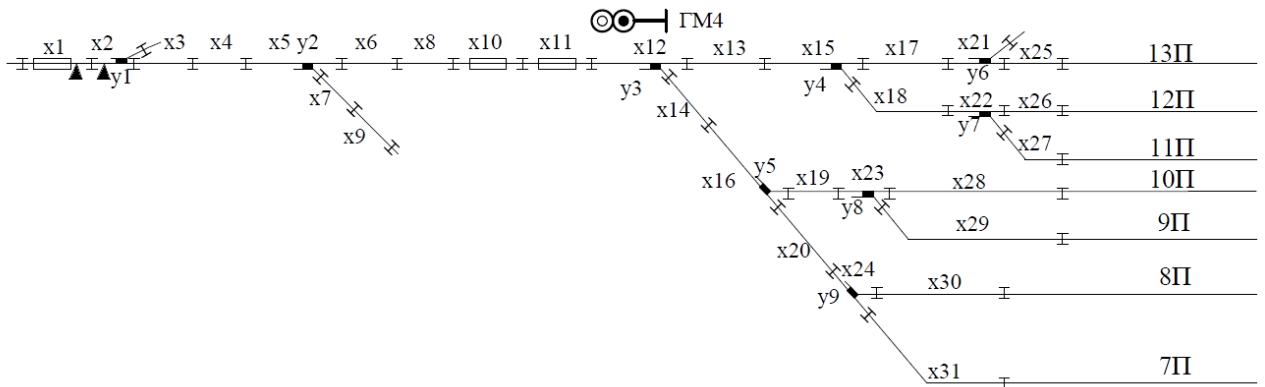


Рис.2.5 Фрагмент плану сортувальної гірки ст. Знам'янка

Таблиця 2.1 - Опис маршруту для сьомої колії

№ РК	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X8	X10	X11	X12	X14	X16	X20	X24	X31
№ стрілки	0	y1	0	0	y2	0	0	0	0	y3	0	y5	0	y9	0
Положення стрілки		1			1					0		1		1	
Тип стрілки		1			2					2		3		3	

Таблиця 2.2 - Опис маршруту для тринадцятої колії

№ РК	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X8	X10	X11	X12	X13	X15	X17	X21	X25
№ стрілки	0	y1	0	0	y2	0	0	0	0	y3	0	y4	0	y6	0
Положення стрілки		1			1					1		1		1	
Тип стрілки		1			2					2		3		3	

2.3 Алгоритм роботи контролера вершини гірки

Основними елементами системи для підрахунку кількості вагонів є три точкових колійних датчика проходу колісних пар Д1, Д2 та Д3. Датчики Д1 та Д3 використовуються для фіксації розчеплення вагонів, результатом якого є контроль

вільності ділянки, довжина якої (5.2 м) більша відстані між найближчими осями коліс будь-яких двох зчеплених вагонів.

Датчики Д1 та Д2 використовуються безпосередньо для підрахунку вагонів та встановлені один від одного на відстані a , що дорівнює 3.6 м (3600 мм), як зображено на рис.2.6.

Така відстань між колійними датчиками обумовлена тим, що вона має бути більше максимальної відстані між осями візка вагона або локомотива та менше мінімальної відстані між внутрішніми осями візків рухомих одиниць $b < a < c$, де b – це відстань між осями візка вагона, c – мінімальна відстань між внутрішніми осями візків рухомої одиниці.

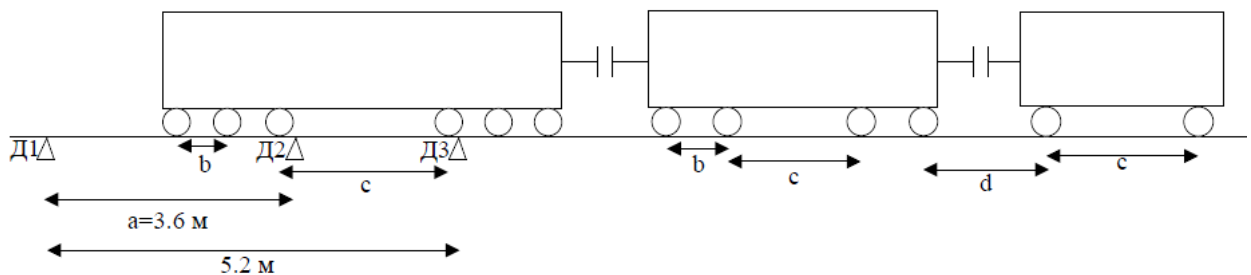


Рисунок 2.6 - Принцип розташування колійних датчиків Д1, Д2 та Д3

Для прикладу було проаналізовано декілька поширених типів вагонів, після чого зроблено висновок, що дійсно виконується умова $b < a < c$, як видно із таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Міжосьові відстані найпоширеніших типів вагонів

Тип вагона	b_1 , мм	b_2 , мм	b_n , мм	c , мм	d , мм
10-475	1850	1850	–	5650	2280
11-066-04	1850	1850	–	8150	2280
33-682	3400	3400	3400	5940	2300
31-634	3000	3000	3000	6340	2650
15-1500	3200	3200	3200	10720	4130
12-208	3200	3200	3200	8870	4970

В табл. 2.3 b_1, b_2, b_n – відстань між осями візка вагона, c – відстань між крайніми внутрішніми осями візка вагона, d – відстань між осями автозчеплення сусідніх вагонів.

Алгоритм підрахунку вагонів зображено на рис.2.7, де N_1, N_2 – кількість осей, що проїхали над датчиком, M – кількість вагонів, D_1, D_2 – перший та другий колійні точкові датчики.

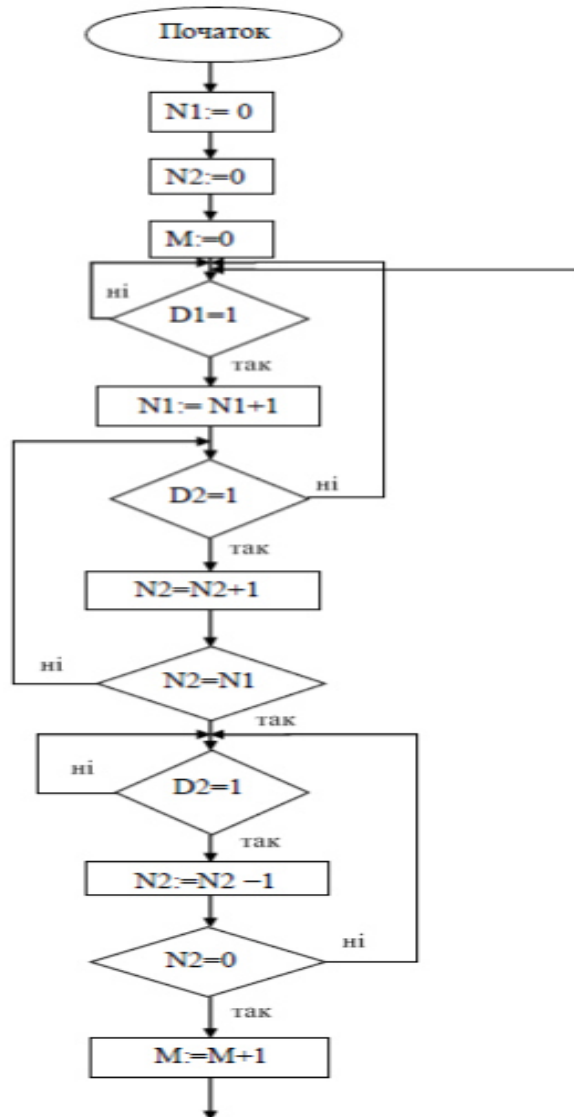


Рисунок 2.7 - Алгоритм підрахунку вагонів

На початку роботи системи підрахунку вагонів перевіряється «нульовий» стан кількості осей та кількості вагонів.

При проходженні кожного колеса рухомої одиниці на датчиком D_1 або D_2 з останнього формується та видається імпульс. Із вступом першого візка на датчик

Д1 відбувається утворення імпульсу. Проходження першого візка над датчиком Д2 відбувається аналогічно. Таким чином, після проходження першої групи осей рухомої одиниці над датчиками Д1 та Д2 – кількість осей фіксується як однакова. У момент, коли останнє колесо першої групи осей знаходиться над датчиком Д2, перше колесо другої групи осей не може знаходитися у зоні датчиків Д1 та Д2, оскільки $c > a$.

Коли над датчиком Д1 пройдуть колеса другої групи осей – цей момент буде фіксуватися як проходження першої рухомої одиниці над датчиком Д1.

При проходженні другої групи осей над датчиком Д2, відповідно, зафіксується проходження першої рухомої одиниці над другим датчиком.

Таким чином, після проходження першої рухомої одиниці по двом датчиками – система встановлюється у вихідний стан і при проходженні другої рухомої одиниці її робота відбувається аналогічно.

2.4 Датчик електронний фіксації проходу колісних пар ДЕ-96

Датчики призначені ДЕ-96 для формування імпульсу електричного струму в момент фіксації проходу колеса рухомої одиниці. Датчики використовуються в пристроях "ПОНАБ", "ДИСК", "ГАЦ" і тощо.

Умови експлуатації датчиків:

- температура навколишнього повітря від мінус 40 до плюс 60 °С ;
- відносна вологість повітря до 100 % ;
- атмосферний тиск від 66 до 106,7 кПа (495-800 мм рт ст) ;
- механічні навантаження згідно групи МС5 РД32 ЦШ 03.07-90.

Технічні характеристики:

- номінальна напруга живлення датчиків (12 ± 1)В;
- вихідний сигнал датчика в режимі очікування (3,5 ± 1) мА;
- вихідний сигнал датчика фіксації колеса рухомої одиниці (20±5) мА;
- опір ізоляції між корпусом датчика і електричними виводами - не менше 40 МОм при температурі 20 °С і відносній вологості 80%.

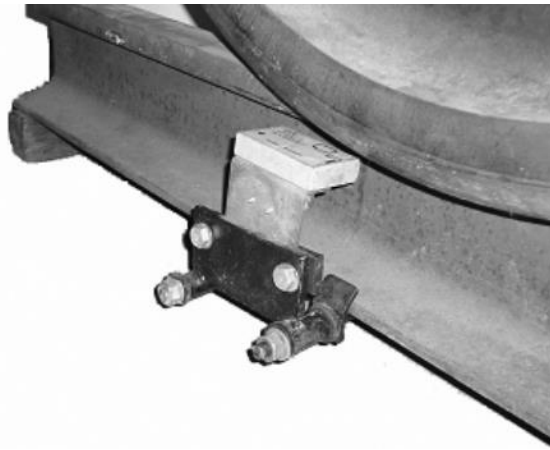


Рисунок 2.8 - Датчик електронний фіксації проходу колісних пар ДЕ-96

Датчики конструктивно виконані в електронепровідному корпусі, в якому в безпосередній близькості до поверхні розміщена котушка індуктивності без сердечника, а також електронний блок, що разом залиті компаундом, який захищає від проникнення в корпус вологи та підвищує механічну стійкість. З нижньої сторони корпусу виходить електричний кабель. На рис.3.6 зображена структурна схема датчиків.



Рисунок 2.9 - Структурна схема датчика

Принцип дії датчиків заснований на зміні електричних параметрів контуру L, C при попаданні в зону дії реборди колеса. Мікроконтролер MC контролює частоту та напругу коливань контуру L, C так, що при попаданні в зону дії реборди колеса формує вихідний сигнал струму в колі живлення датчика. На рис.3.7 зображена діаграма роботи датчика.

При обриві або короткому замиканні в колі L (відсутні коливання) контролер формує імпульси з періодом близько $2,5c$, щільністю 2 .

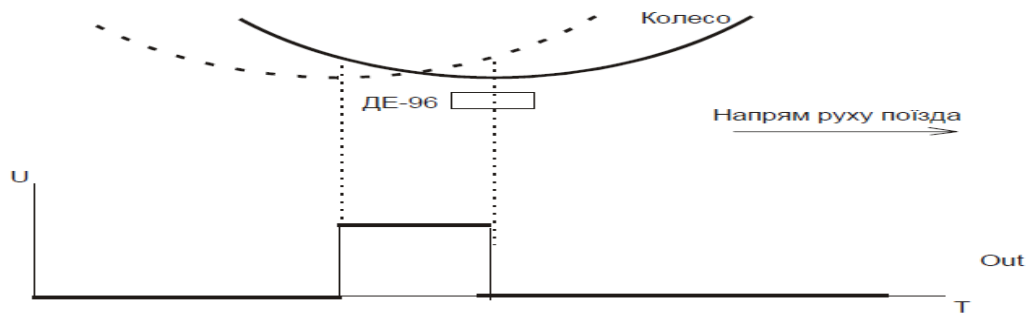


Рисунок 2.10 - Діаграма роботи датчика

Необхідно враховувати наступне: в пристроях “ПОНАБ” строб-імпульс формується на початку другої півхвилі імпульсу з магнітного датчика, тобто після проходження осі колеса над датчиком. Фронт імпульсу датчика ДЕ-96 формується при підході осі колеса на віддаль 70-120мм до вертикалі над датчиком. Тому датчики в пристроях “ПОНАБ” необхідно встановлювати на віддалі 120мм дальше по ходу рухомого складу відносно місць, де встановлювались магнітні датчики.

При підключенні датчиків до апаратури «ПОНАБ», «ДИСК», «КТСМ», «ГАЦ» необхідно використовувати відповідні схеми підключення та модулі узгодження.

2.5 Розробка принципової електричної схеми контролера вершини гірки

Розроблена в даній роботі принципова електрична схема контролера вершини гірки (рис. 2.11) складається з таких функціональних вузлів, як : колійних датчиків Д1,Д2 та Д3 типу ДЕ-96 , трьох перетворювачів сигналів від датчиків, мікроконтролера типу PIC18F2682 та CAN-трансивера типу MCP2551.

Датчики типу ДЕ-96 мають «струмовий» вихід, тобто струм змінюється при проходженні осі рухомої одиниці над датчиком : у відсутності колеса в зоні дії датчика – протікає невеликий струм, при проходженні колеса – струм збільшується.

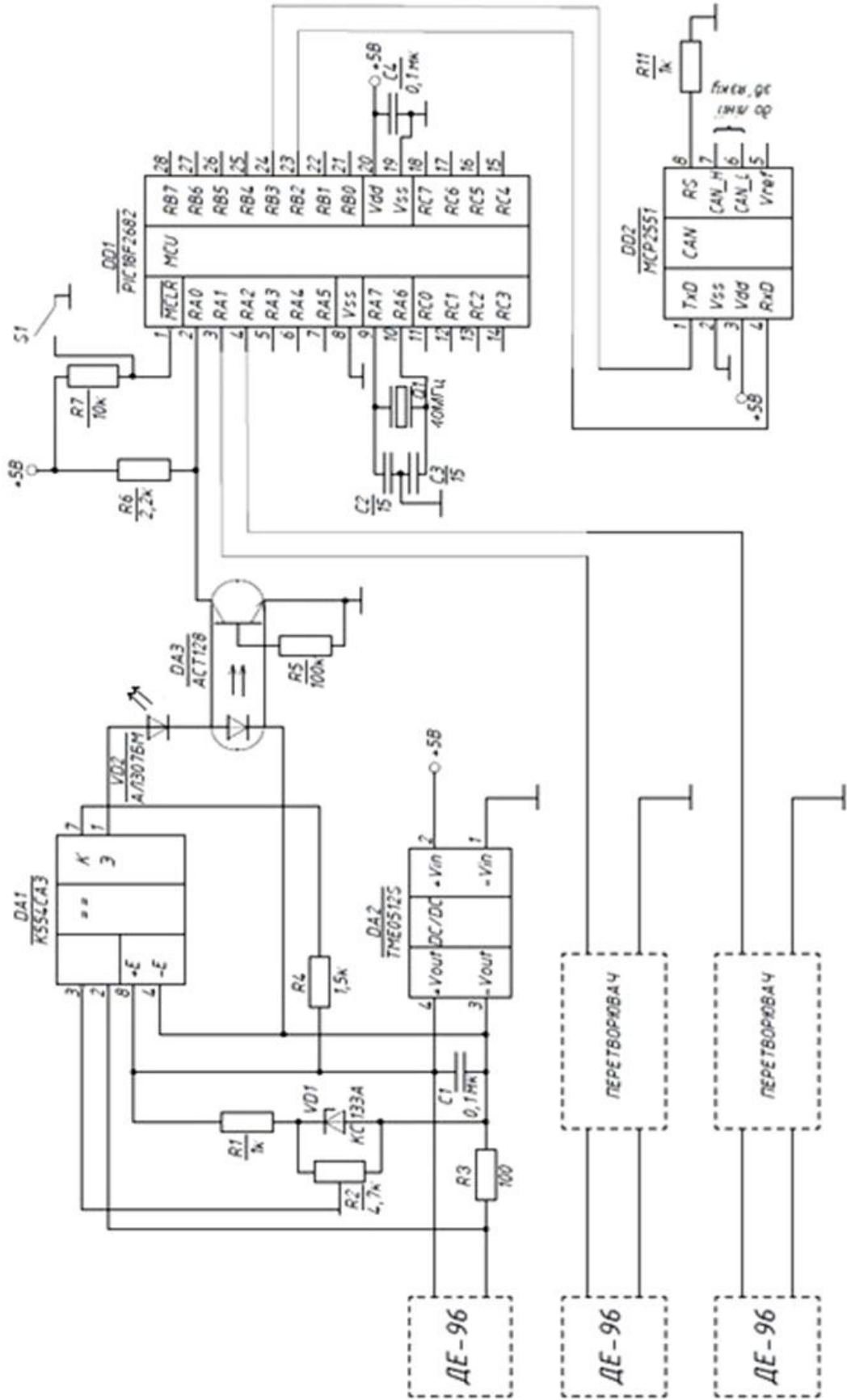


Рисунок 2.11 - Принципова електрична схема контролера вершини гiрки

Для забезпечення живлення датчика та гальванічної розв'язки між датчиком та системою застосовуються перетворювачі сигналів від датчиків. Розглянемо детальніше на прикладі перетворювача від першого датчика Д1.

Перетворювач містить у собі DC/DC конвертер TME0512S, що здійснює перетворення напруги живлення датчика 5 В у 12 В.

Також він має у своєму складі компаратор напруги K554СА3, який порівнює еталонну(опорну) напругу з вхідною напругою. Компаратор має два входи : інверсний вхід , на який надходить опорна напруга, та вхід, на який надходить вимірювана напруга з виходу датчика. У компаратора існує вихідний ключ, який замикається/ розмикається, відповідно при відсутності колеса над датчиком вихідний ключ буде розімкнений, при проходженні колеса - ключ замкнеться.

У коло живлення датчика підключається «струмовий» резистор R3 номіналом 100 Ом. Опорна напруга формується колом R1, VD1 та R2. За допомогою резистора R2 регулюється рівень спрацьовування датчика.

Другий та третій перетворювачі мають аналогічну будову та виконують такі ж функції, як було розглянуто на прикладі першого перетворювача.

Мікроконтролер PIC18F2682 виступає в ролі вирішуючого пристрою та має вбудований CAN-інтерфейс, за допомогою якого можна передавати інформацію в інші сегменти системи. За трьома вхідними лініями RA0,RA1 та RA2 виконується опитування датчиків. Мікроконтролер має схему скидання R7 та S1, та схему синхронізації C2, C3 та Q1. Лінії RB3 та RB2 є виходами CAN – інтерфейсу.

Рисунок 2.7 - Алгоритм підрахунку вагонів CAN- трансивер MCP2551 виконує перетворення рівнів TTL -стандарту у рівні, які використовуються в CAN-мережі.

Розглянемо принцип дії на прикладі для датчика Д1.

У відсутності колеса в зоні дії датчика протікає струм величиною 3.5 мА, на резисторі R3 присутнє падіння напруги приблизно 0.35 В, що значно менше, ніж величина опорної напруги. Не протікає струм через вихідне коло датчика, не протікає струм через світлодіод та оптрон. В такому випадку вихідний ключ компаратора буде розімкнений. При відсутності колеса на вхід мікроконтролера надходить сигнал логічної «1».

При проходженні колеса датчик спрацьовує, його струм збільшується приблизно до 25 мА, в результаті цього на резисторі R3 буде падіння напруги 2.5 В, це буде вище ніж величина опорної напруги. Відбувається спрацьовування компаратора, протікає струм через резистор R4, транзистор та світлодіод. Загорається світлодіод, тобто відбувається індикація, що свідчить про спрацьовування датчика. Вмикається оптрон та на вхід мікроконтролера надходить сигнал логічного «0», що сигналізує про проходження колеса в зоні дії датчика.

2.6 Висновки до другого розділу

В рамках даної роботи було розроблено структурна схема та алгоритм роботи мікропроцесорної системи ГАЦ. Для забезпечення високої надійності та функціональної безпечності запропоновано використовувати мажоритарне резервування управляючого обчислювального комплексу та дублювання всіх об'єктних контролерів і мережі передачі даних. Розроблено алгоритм роботи УВК та алгоритм роботи підпрограми "Керування стрілкою" Представив сортувальну гірку станції Знам'янка та описав маршрути для 7 та 13 колії.

Було розроблено принцип розташування колійних датчиків Д1, Д2 та Д3. Для прикладу було проаналізовано декілька поширених типів вагонів між їх міжосьової відстані.

Для формування імпульсу електричного струму в момент фіксації проходу колеса рухомої одиниці введені датчики ДЕ-96 які використовуються в пристроях "ПОНАБ", "ДИСК", "ГАЦ" тощо.

3 РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА РЕЙКОВИХ КІЛ ДЛЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ГОРОЧНОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

3.1 Структура та принцип дії контролера рейкових кіл

Структурна схема розробленого в даній роботі контролера рейкових кіл (рис.3.1) містить у своєму складі CAN-трансивер, мікроконтролер, комплекти елементів гальванічної розв'язки та контакти колійних реле Π_{a1} , $\Pi_{a2}, \dots, \Pi_{an}$.

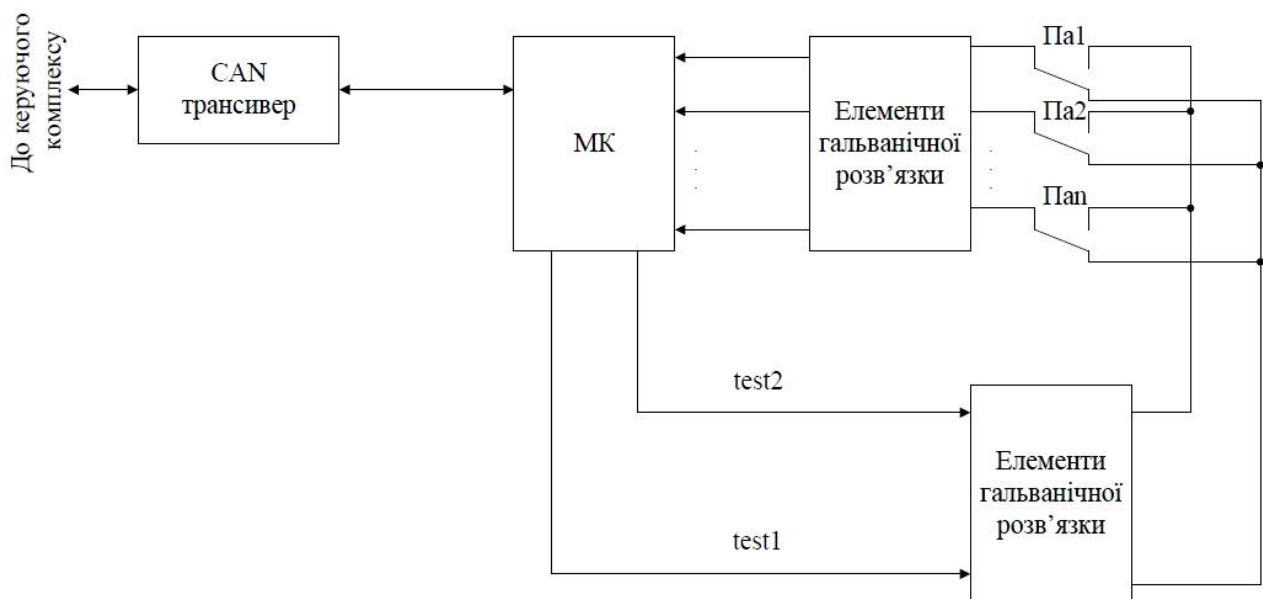


Рисунок 3.1 - Структурна схема контролера рейкових кіл

Контролер рейкових кіл дозволяє отримувати інформацію про те, в якому стані знаходяться колійні реле усіх рейкових кіл, що використовуються на сортувальній гірці, контролювати стан контактів колійних реле, контролювати появу несправностей, а також проводити обмін інформацією між центральним комп'ютером та колійними об'єктами.

В даному контролері використовується принцип тестових імпульсних послідовностей. Мікроконтролер виконує роль вирішуючого пристрою. За допомогою CAN-трансивера виконується передача інформації з контролера по CAN- мережі. За лініями test1 та test2 виконується опитування контактів колійних реле.

За допомогою мікроконтролера формуються тестові імпульсні послідовності, які через елементи гальванічної розв'язки надходять до контактів реле. Формується повідомлення про стан контактів і передається до мікроконтролера, тут співставляється стан контакту з відповідним йому об'єктом, та за допомогою CAN-трансивера транлюється до управляючого комплексу. Якщо тестові послідовності надходять до мікроконтролера у синфазному стані – то колійне реле під струмом. Якщо тестові послідовності надходять у протифазному стані – реле знеструмлене. Якщо тестові послідовності після опитування контактів реле не надходять до мікроконтролера – це сигналізує про несправність: обрив ланцюга або коротке замикання.

3.2 Алгоритм роботи контролера рейкових кіл

Алгоритм роботи контролера рейкових кіл приведено на рис.3.2. На початку роботи відбувається операція ініціалізації, тобто налаштування роботи системи, вибір портів, вибір режиму роботи всіх вузлів. Надалі формуються протифазні тестові послідовності. Вводиться лічильник рейкових кіл, в кожному циклі відбувається опитування одного рейкового кола. Після чого перевіряється надходження тестових послідовностей та їх фаза (синфазна або протифазна тестова послідовність). Залежно від цього визначається стан рейкового кола : зайняте або вільне. Після опитування 28 рейкових кіл завершується один цикл формування однієї послідовності, відбувається формування пакета даних з інформацією про рейкові кола та передача їх до керуючого комплексу.

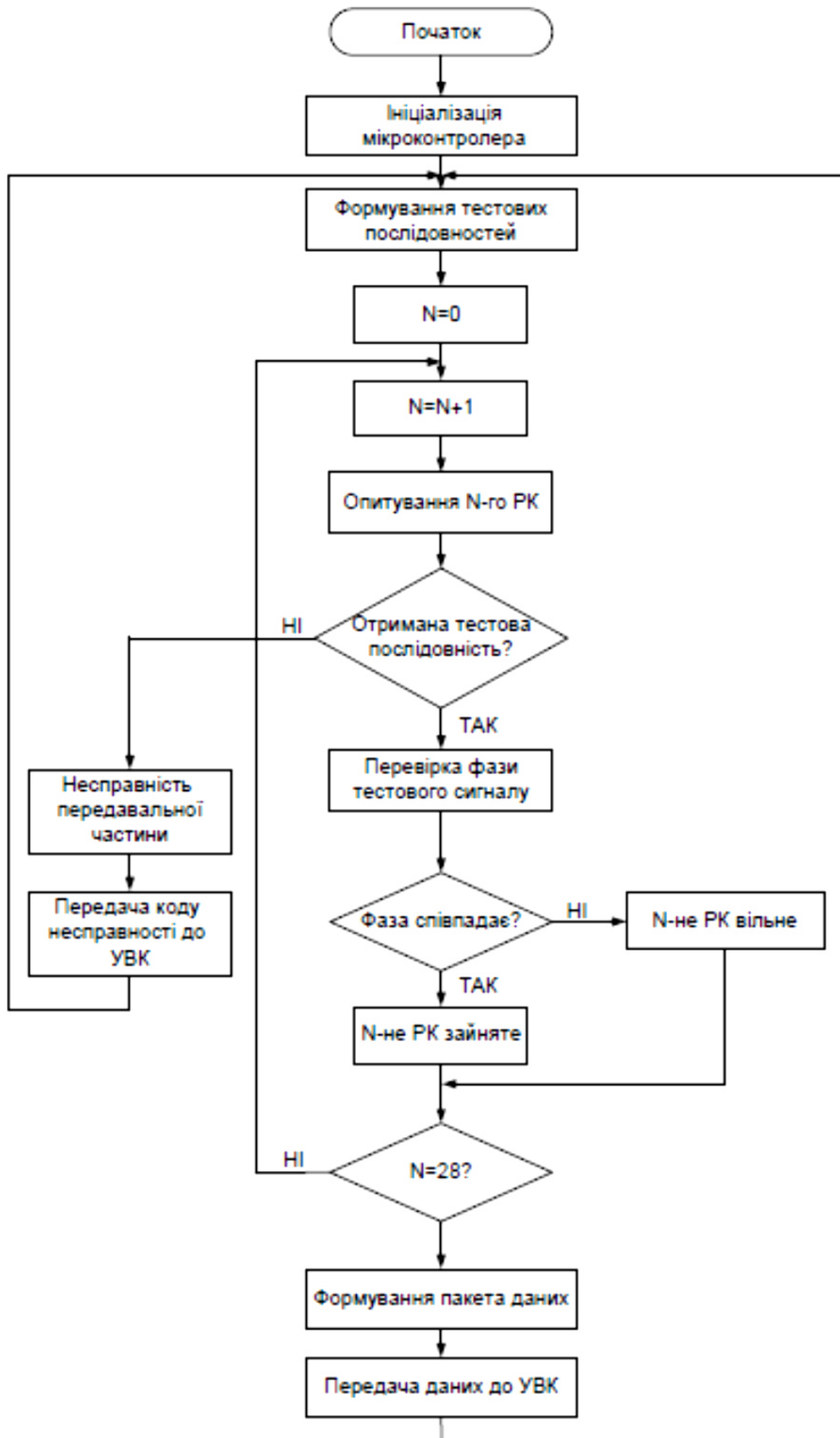


Рисунок 3.2 - Алгоритм роботи контролера рейкових кіл

3.3 Опис принципової електричної схеми контролера рейкових кіл

Принципова електрична схема розробленого в рамках даної роботи контролера рейкових кіл (рис.3.3) складається з таких функціональних вузлів, як: мікроконтролер, CAN-трансивер, оптрони та контакти колійних реле П1-П28.

Мікроконтролер типу PIC18F4682 виконує роль вирішуючого пристрою. Він має коло скидання, яке побудовано на елементах R29 та S1. Коло синхронізації реалізовано за допомогою конденсаторів C1,C2 та кварцу Q1. Лінії контролера P1–P28 є вхідними, за ними проводиться опитування стану колійних реле. Вони підключені до контактів колійних реле через оптрони DA1–DA14 та DA17–DA30. Даний мікроконтролер має вбудований CAN-інтерфейс, за лініями CAN1 та CAN2 виконується обмін інформацією з CAN-трансивером. За вихідними лініями test1 та test2 надходять протифазні імпульсні тестові послідовності на контакти колійних реле.

За допомогою CAN-трансивера MCP2551 інформація з мікроконтролера транслюється по CAN-мережі до управляючого комплексу.

Оптрони DA1–DA14 та DA17–DA30 є прийомними, та підключені до контактів колійних реле. Оптрони DA15 та DA16 є передавальними, за їх участю формуються та надходять тестові імпульсні послідовності на контакти колійних реле. За допомогою оптрона DA15 перша імпульсна послідовність test1 надходить на фронтіві контакти колійних реле P1–P28. За допомогою оптрона DA16 надходить друга тестова імпульсна послідовність test2 на тиліві контакти колійних реле P1–P28.

Таким чином, за допомогою одного контролера можна контролювати стан 28 рейкових кіл. Відповідно, в залежності від того, скільки рейкових кіл використовується на гірці, розраховують скільки таких контролерів потрібно встановити.

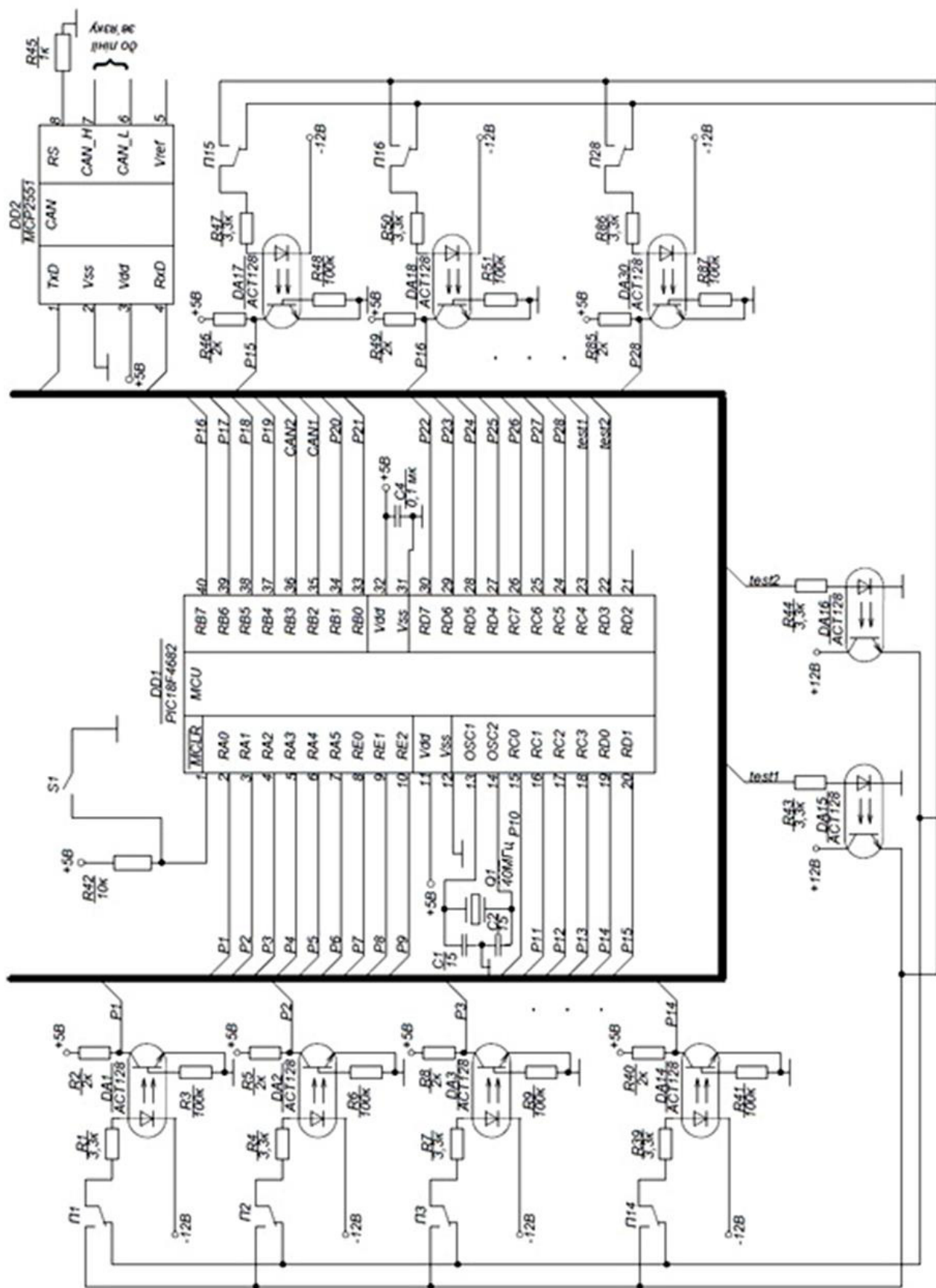


Рисунок 3.3 - Принципова електрична схема контролера рейкових кіл

3.4 Висновки до третього розділу

Розроблено структурну та принципову електричну схеми контролера рейкових кіл для системи мікропроцесорної горочної автоматичної централізації. Контролер включає в себе CAN-трансивер, мікроконтролер, елементи гальванічної розв'язки та контакти колійних реле. Його функції включають отримання інформації про стан колійних реле, контроль контактів, виявлення несправностей та обмін даними між центральним комп'ютером та об'єктами. Застосовується принцип тестових імпульсних послідовностей для перевірки стану колійних реле.

Розроблений також алгоритм роботи контролера. Описана послідовність опитування та визначення стану рейкових колій, а також формування та передачу інформації про рейки до керуючого комплексу. Цей алгоритм передбачає опитування 28 рейкових колій у циклі.

Представлено детальний опис принципової схеми контролера рейкових кіл. Узагальнено функції та компоненти, що складають структуру контролера. Зокрема, зазначено використання мікроконтролера, CAN-трансивера, оптронів та контактів колійних реле. Виявлено, що один контролер може керувати станом 28 рейкових колій, а залежно від кількості колій потрібно встановлювати відповідну кількість таких контролерів.

4 РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА СТІЛОК ДЛЯ МІКРОПРОЦЕСЕРНОЇ ГОРОЧНОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

4.1 Структура та принцип дії контролера стрілки

Стрілочний об'єктний контролер призначений для контролю та керування стрілкою. Структурна схема розробленого в даній роботі контролера стрілок (рис.4.1) складається з таких блоків, як: CAN-трансивери, мікроконтролери (МК1, МК2), схема контролю струму в обмотках, схем комутації обмоток (П,М), схем контролю положення вістряків (1,2) та стрілочного електроприводу СП.

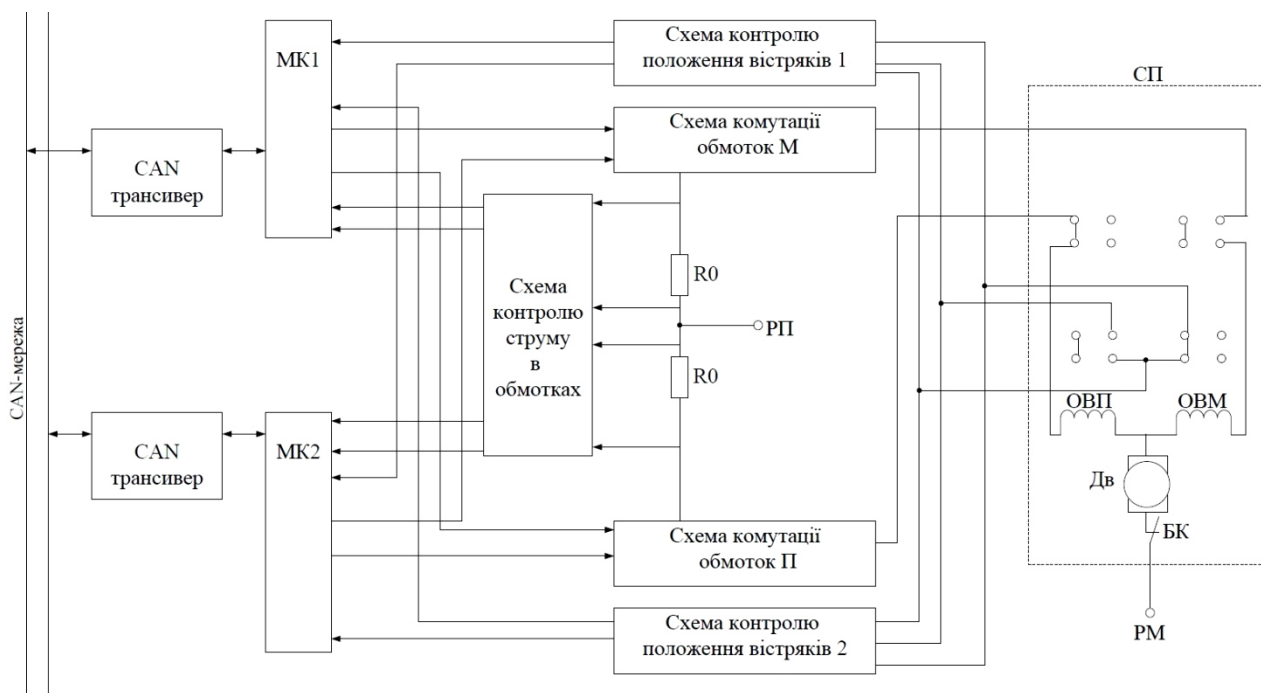


Рисунок 4.1 - Структурна схема контролера стрілок

Схеми контролю положення вістряків визначають стан стрілки – «плюс», «мінус», «відсутність контролю». Вони підключені до контактів автоперемикача стрілочного електроприводу, що дозволяє фіксувати в якому положенні знаходиться стрілка, та передавати цю інформацію до мікроконтролера, в якому зіставляється відповідність заданого положення та положення , в якому стрілка

знаходиться зараз, надалі приймається рішення про відповідність і через CAN-трансивери транслюється по CAN-мережі.

В моменти пуску стрілки спостерігаються значні скачки робочого струму, у зв'язку з цим у структурній схемі передбачена схема контролю струму в обмотках.

Стан стрілки передається як стан одного логічного об'єкта (кожна схема комутації будується за схемою «I»).

Контролер виконує наступні функції :

- 1) Комутація живильної напруги на обмотки електродвигуна.
- 2) Контроль положення стрілки.
- 3) Функція автоповернення стрілки :
 - за часом переведу; - за величиною струму фрикції.

Розглянемо ситуацію, коли відбувається переведення стрілки в плюсове положення. Надходить команда від шини даних через CAN-мережу на переведення стрілки в «плюс» на обидва контролера. Контролери декодують цю команду та формують керуючі впливи на схему комутації обмотки П (плюс). В випадку коли обидва контролери дали команду на переведення стрілки в плюсове положення схема комутації відкривається та пропускає живлення на плюсову обмотку двигуна. Двигуном виконується переведення стрілки, та після цього контролюється замикання стрілки в плюсовому положенні. Якщо в період 1.4 секунди стрілка не замикається в плюсовому положенні, то вмикається функція автоповернення стрілки.

4.2 Алгоритм роботи контролера стрілки

Алгоритм роботи контролера стрілок складається з базового алгоритму (рис.4.2) та підпрограми обробки вхідних даних (рис.4.3). При подачі живлення перевіряється зв'язок між УВК та контролером, що буде означати справність каналу зв'язку та працездатність УВК. У випадку відсутності зв'язку із УВК, контролер вимикається і тільки після повторної подачі живлення буде нова спроба

встановити зв'язок. Якщо зв'язок встановлений – починається цикл обробки вхідних команд.

Підпрограма «Обробка вхідних команд» починається з очікування надходження команди, після чого перевіряється чи є копія для другого МК, тобто в разі несправності однієї з CAN-мереж команда надходить тільки на один МК, який формує копію команди для другого МК. Якщо копії для другого МК немає, то всі CAN-мережі працездатні. Далі перевіряється тип команди, що надійшла : перевід стрілки або контроль її положення. Якщо надійшла команда контролю положення, то відбувається опитування стану стрілки та надсилається повідомлення про положення стрілки до УВК.

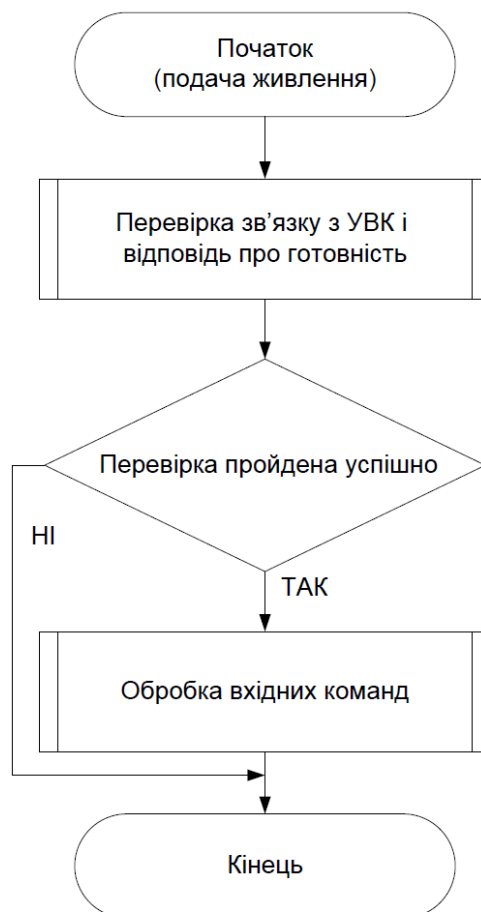


Рисунок 4.2 - Базовий алгоритм роботи контролера стрілок

Якщо надходить команда переводу стрілки, наприклад, в плюсове положення, то надалі перевіряється положення стрілки : якщо вона вже в плюсовому стані, то

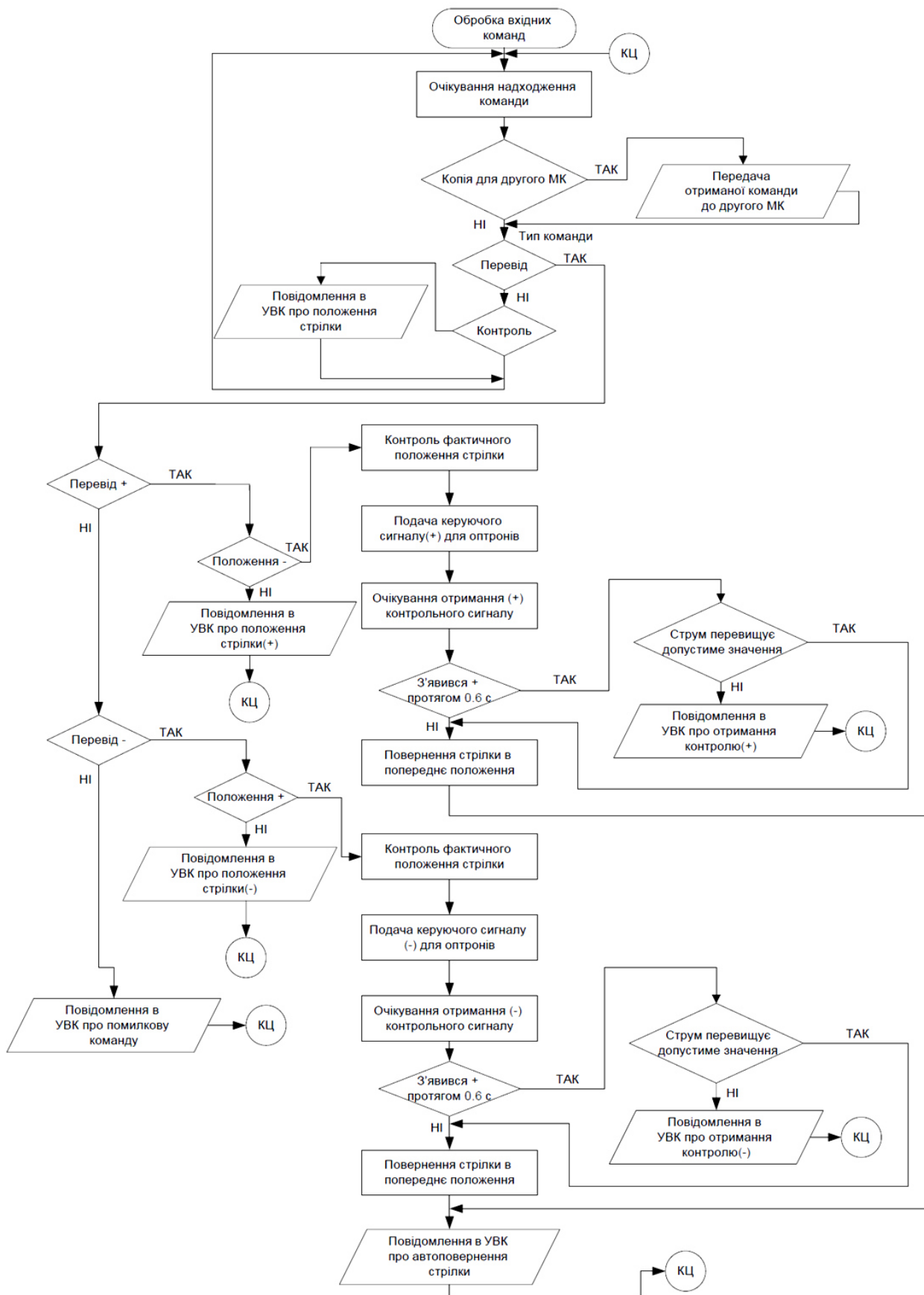


Рисунок 4.3 - Підпрограма «Обробка вхідних команд» алгоритму роботи контролера стрілок

до УВК передається повідомлення про стан стрілки. Якщо стрілка знаходиться в мінусовому положенні, тоді відбувається контроль фактичного положення та формується подача керуючого сигналу «плюс» на ТР (твердотільні реле). Надалі очікується замикання стрілки в положенні «+». Якщо «+» з'явився протягом 0.6 секунд, то стрілка переводиться своєчасно (таким чином контролюється час переводу стрілки). Якщо «+» не з'явився, тоді спрацьовує функція автоповернення стрілки (стрілка повертається в попереднє положення).

Якщо зафіксовано плюсове положення, тоді перевіряється чи не перевищує струм величину струму фрикції. Якщо ні – тоді передається повідомлення до УВК про контроль стрілки в плюсовому положенні та відбувається завершення циклу (КЦ – кінець циклу). Якщо величина струму перевищує значення струму фрикції, тоді також спрацьовує функція автоповернення стрілки, стрілка повертається в попереднє положення та до УВК передається повідомлення про автоповернення стрілки.

4.3 Опис принципової електричної схеми контролера стрілки

Принципова схема розробленого в рамках даної роботи контролера стрілок (рис.4.4) має у своєму складі два ідентичних мікроконтролера DD1 та DD3 типу PIC18F2682, кожен з яких має свій CAN-трансивер DD2 та DD4 типу MCP2551, твердотільні реле DA5-DA8 типу CDH2523DD3, оптрони DA1-DA4, DA9 та DA12, стабілізатор напруги DA10 (78L05), компаратор DA11(K554CA3), стрілочний електропривід.

Мікроконтролери мають вихідні кола подачі живлення в схеми комутації обмоток П та М. В ролі схем комутації використовуються твердотільні реле DA5-DA8. Перша пара реле DA5 та DA6 являє собою схему комутації плюсової обмотки двигуна (на входи IN1 надходить команда «плюс» з обох контролерів), друга пара реле DA7 та DA8 являє собою схему комутації мінусової обмотки двигуна (на

входи IN1 надходить команда «мінус» з обох контролерів). Реле включені між собою послідовно (реалізація схеми «I»).

Схеми контролю положення вістряків реалізовано на оптронах DA1, DA2, DA3, DA4 та DA9. Для першого МК за контроль положення стрілки в плюсовому стані відповідає оптрон DA2, за контроль в мінусовому стані – DA4. Для другого МК за контроль положення стрілки в плюсовому стані відповідає оптрон DA3, в мінусовому – DA9. Оптрон DA1 є вихідним та формує імпульсні тестові послідовності. Припустимо, що на даний момент стрілка знаходиться в мінусовому положенні. Тоді імпульсні тестові послідовності через DA1 надходять на контакти автоперемикача 24 – 34, далі проходять на контакт 33, та оптрони DA4 та DA9 обох каналів, та на кола МК обох контролерів.

Схема контролю струму фрикції складається з таких елементів : стабілізатора напруги DA10 (78L05), компаратора DA11 (K554CA3) та вихідного оптрона DA12.

Напруга живлення стрілки через дільник напруги R18-R19 надходить на стабілізатор. Стабілізатор напруги формує напругу живлення 5 В для компаратора. Компаратор порівнює опорну напругу, яка знімається з регульовального резистора (R22 – 4,7 кОм) та напругу з еталонного резистора (R20 – 0,47 Ом), що включається в мінусове коло живлення РМ. Конденсатор С6 є блокуючим та усуває пульсації. Оптрон DA12 забезпечує гальванічну розв'язку між колом живлення обмоток двигуна та мікроконтролером.

Для приводу СПГ-3 в робочому режимі струм не перевищує 5,5 А. При роботі на фрикцію струм двигуна досягає 7 А.

У випадку коли струм нормальної величини, опорна напруга більше, ніж вхідна, у вихідному ключі компаратора транзистор закривається, струм через нього не протікає, оптрон не вмикає індикацію, тоді на вхід мікроконтролера надходить сигнал логічної «1». Це сигналізує про нормальну роботу стрілки.

В випадку роботи на фрикцію, струм збільшується до величини 7 А, тоді вхідна напруга перевищує опорну напругу, спрацьовує компаратор, його вихідний

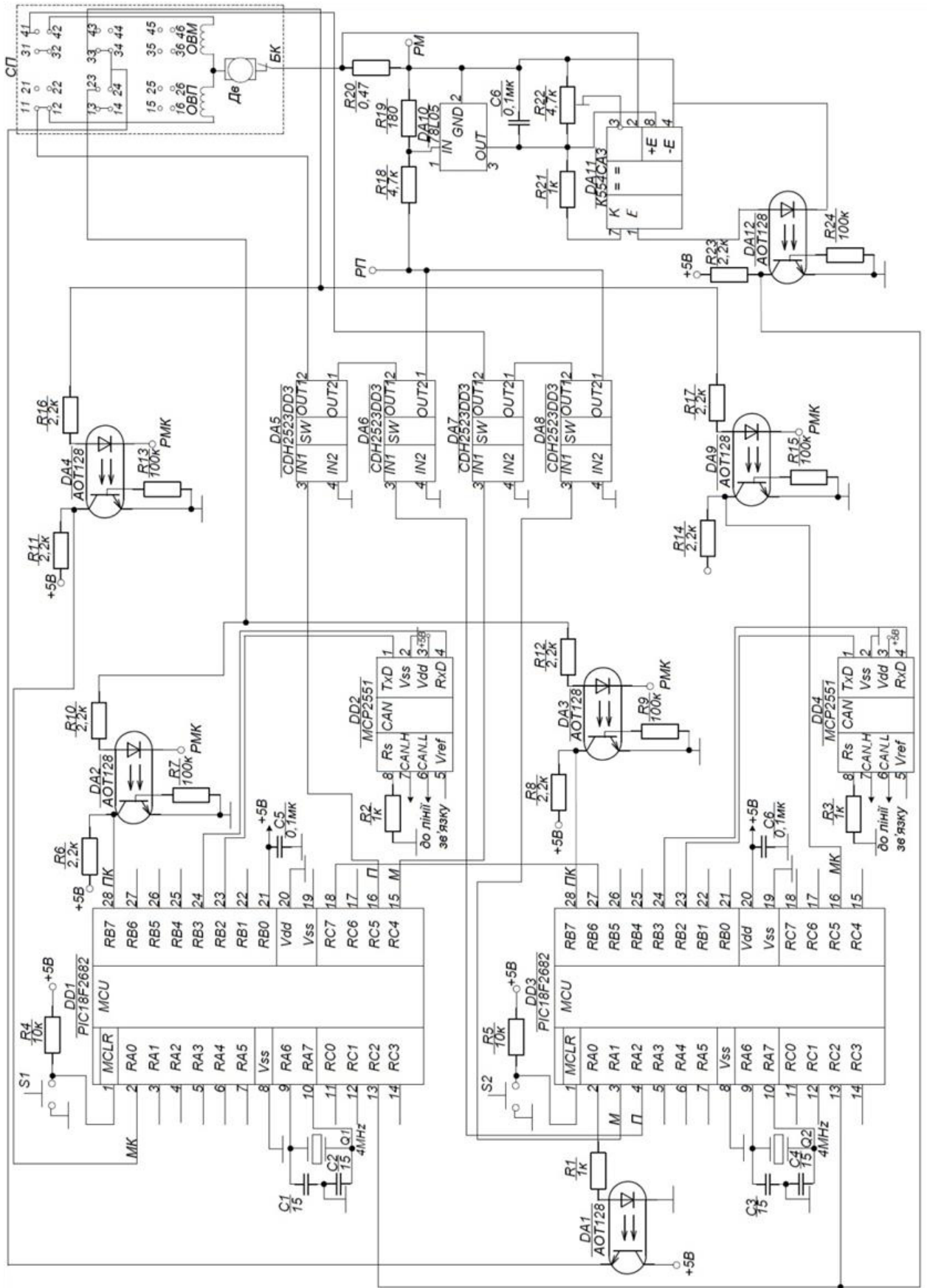


Рисунок 4.4 - Принципова електрична схема контролера стрілок

ключ замикається, протікає струм через діод оптрона DA12, оптрон вмикається, відкривається вихідний транзистор, на входи мікроконтролерів надходить сигнал логічного «0». Таким чином фіксується робота стрілки на фрикцію.

4.4 Висновки до четвертого розділу

Розроблено структурну та принципову електричну схеми контролера стрілок для мікропроцесорного горочної автоматичної централізації. Даний контролер призначений для керування та контролю за положенням стрілки. Його структура складається з різних блоків, включаючи CAN-трансивери, мікроконтролери, схеми контролю струму та положення стрілки, а також стрілочний електропривід. Схеми контролю положення вістряків дозволяють визначати положення стрілки та передавати цю інформацію до мікроконтролера через CAN-мережу.

Контролер виконує такі функції, як комутація напруги живлення на обмотки електродвигуна, контроль положення стрілки та функція автоповернення стрілки у разі виникнення проблем. В якості прикладу, описаний процес переведення стрілки в плюсове положення, під час якого приймаються команди через CAN-мережу, контролери декодують команди та виконують керуючі впливи на схему комутації обмотки, щоб перевести стрілку.

Розроблено алгоритм роботи контролера стрілок. Алгоритм складається з базового алгоритму та підпрограми обробки вхідних даних. Він описує процес перевірки зв'язку між контролером та управляючим вузлом, обробки вхідних команд для контролю положення стрілки, а також переведення її в певне положення за відповідними командами через CAN-мережу.

Надано опис принципової електричної схеми контролера стрілок. Ця схема включає в себе ряд ключових елементів, включаючи мікроконтролери, CAN-трансивери, твердотільні реле, оптрони, стабілізатор напруги, компаратор та стрілочний електропривід.

Мікроконтролери мають важливу роль у керуванні схемою комутації обмоток та контролі положення стрілки. Твердотільні реле відповідають за комутацію

плюсової та мінусової обмоток двигуна. Оптрони використовуються для контролю положення стрілки. Компаратор, спільно зі стабілізатором напруги та оптроном, відповідає за контроль струму фрикції та передає дані про стан стрілки до мікроконтролерів.

Схема вміщує систему контролю та моніторингу стану стрілки, дозволяючи виявляти та реагувати на зміни у положенні стрілки. Описана принципова схема надає детальний огляд електричних компонентів, які використовуються для керування та моніторингу стрілки, забезпечуючи надійність та точність у її роботі.

ВИСНОВКИ

1. На сьогоднішній день в Україні застосовуються релейні системи автоматизації роботи сортувальної гірки. Перш за все це системи гіркової автоматичної централізації БГАЦ та ГАЦ-КР. Такі системи забезпечують високий рівень надійності та безпеки руху, проте мають ряд недоліків: значні масогабаритні показники, велика вартість апаратури, значні експлуатаційні витрати, обмежені функціональні можливості. Проведений аналіз показує, що в різних країнах світу достатньо широко використовуються мікропроцесорні системи горочної автоматики. У зв'язку із цим актуальною є задача розробки сучасних українських мікропроцесорних засобів автоматизації роботи сортувальної гірки.

2. В рамках даної роботи була розроблена структурна схема та алгоритми роботи мікропроцесорної горочної автоматичної централізації. Висока надійність та функціональна безпека запропонованої системи забезпечується за рахунок використання апаратного та інформаційного резервування, алгоритмів самотестування апаратури, завадостійких методів передачі даних. Для ув'язки всіх складових частин мікропроцесорної ГАЦ між собою запропоновано використовувати CAN-шину.

3. Розроблений контролер вершини гірки виконує наступні функції: підрахунок осей у відчепі, визначення типу вагону та підрахунок вагонів, фіксація факту розчепу, передача отриманої інформації до обчислюючого комплексу. Запропоновано структурну та принципову схеми, а також алгоритм роботи контролера. Для визначення типу вагону використовується алгоритм, який враховує симетричне розташування колісних пар у вагоні та певні закономірності міжосьових відстаней.

4. Для ув'язки колійних пристроїв та обчислюючого комплексу використовуються об'єктні контролери. Був розроблений контролер рейкових кіл, який дозволяє опитувати 28 колійних реле. Для забезпечення функціональної безпеки використовуються імпульсні тестові сигнали в контрольних колах

колійних реле. У випадку будь-яких відмов порушується імпульсний режим опитування, що фіксується контролером.

5. Розроблений контролер стрілки виконує наступні функції: комутація напруги живлення на обмотку збудження стрілочного двигуна, контроль положення стрілки, автоматичне повернення стрілки. Для забезпечення високої надійності застосовується двухканальна структура контролера та включення елементів комутації за схемою «Логічне множення». Опитування контактів автоперемикача виконується в імпульсному режимі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мойсеєнко, В. І. Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів [Текст] / В.І. Мойсеєнко, С.Л. Пархоменко, М.М. Чепцов, Т.А. Коцюба. Під заг. ред. Мойсеєнка В.І. – Харків: 2013. – С. 393.
2. Корнійчук, М. П. Технологія галузі і технічні засоби залізничного транспорту. Частина 2 [Текст]: Підручник / М. П. Корнійчук, Н. В. Липовець, Д. О. Шамрай. – К.: «Видавництво Дельта», 2007. – 424 с.
3. Гіркові системи автоматики та телемеханіки [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <https://studfile.net/preview/2893382/>
4. Мікропроцесорна гіркова автоматична централізація [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://rwa.ua/uk/resheniya/promyishlennyiy-zheleznodorozhnyiy-transport/mp-gats.html>
5. Основні елементи сортувальної гірки [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://lektsii.org/10-42423.htm>
6. Система мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації ГАЦ-МН [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://scbist.com/zh-d-stati/8227-statya-sistema-mikroprocessornoj-gorochnoi-avtomaticheskoi-centralizacii-gac-mn.html>
7. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст] / Міністерство транспорту України. – К.: Мінтранс, 1996.
8. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. ЦШ0042 [Текст] / Гол. Розробник Кузьменко Д. М., затв. наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 26 квітня 2006р. №347-ЦЗ. – Х.: Залізничавтоматика, 2006. – 461 с.
9. Інструкція з сигналізації на залізницях України ЦШ0001 [Текст] / Затв. Наказом Міністерства транспорту України №259 від 8 липня 1995р. – 2004.
10. Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) на залізницях України. ЦШЕОТ 0018 [Текст] / Затв. наказом Міністра транспорту України №492 від 12 жовтня 1999р, – К. 1999. – 105 с.