

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Комп'ютерні технології і системи»

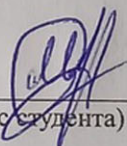
Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

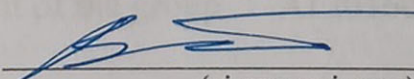
на тему: Диспетчерський контроль систем автоматики на перегоні
за освітньою програмою «Автоматика та автоматизація на транспорті»
зі спеціальності: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології»

Виконав: студент групи АТ201600


(підпис студента)

/ Михайло САЛИК /

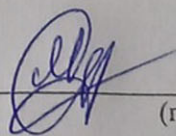
Керівник: доцент кафедри АТ


(підпис керівника)

/ Володимир ПРОФАТИЛОВ /

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

Студент


(підпис студента)

Дніпро – 2023 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: Dispatching control of automation systems on station-to-station
block

according to educational curriculum «Automatic and automation in transport»
in the Specialty: 151 Automation and computer-integrated technologies

Done by the student of the group AT20160

/ Mykhailo Salyk /

Scientific Supervisor: associate professor

/ Volodymyr Profatylov /

Dnipro – 2023

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Комп'ютерних технологій і систем
Кафедра: Автоматика та телекомунікації
Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)
Освітня програма: Автоматика та автоматизація на транспорті
Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____

(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Дата _____

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу _____ бакалавра
(ступінь вищої освіти)
студенту Салик, Михайло _____
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Диспетчерський контроль систем автоматики на перегоні

Керівник роботи: Сердюк, Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від "25" жовтень 2022 р. № 1093-ст

2. Строк подання студентом роботи: 25.05.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Кількість лінійних пунктів на перегоні – 5
чотири релейні шафи спареної світлофорної
установки і переїзд; кількість станцій– 2

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

4.1 Аналітична частина: проаналізувати сучасні релейні і мікропроцесорні системи диспетчерського контролю за рухом поїздів на перегоні.

4.2 Основна частина: Виконати порівняльний аналіз існуючих сучасних систем мікропроцесорного диспетчерського керування; розробити цифрову систему диспетчерського контролю

5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Аналітична частина	Профатилов В.І., доцент	28.02.2023	25.05.2023
Основна частина	Профатилов В.І, доцент	28.02.2023	25.05.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	28.02.2023	
2	Аналіз систем диспетчерського контролю	28.02.2023	
3	Порівняльна характеристика систем мікропроцесорного диспетчерського керування	28.03.2023	
4	Розробка цифрової системи диспетчерського контролю	25.04.2023	
5	Висновки	23.05.2023	
6	Перелік посилань	23.05.2023	
7	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	25.05.2023	
8	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент

(підпис)

Михайло САЛИК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ПРОФАТИЛОВ

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Відомості про об'єм пояснювальної записки:

- 54 сторінки,
- 15 рисунків,
- 3 таблиць
- 13 джерел використаної літератури.

Завдання дипломної роботи: проаналізувати існуючі системи керування рухом поїздів і розробити цифрову систему диспетчерського контролю на перегоні.

Мета роботи – розробити систему диспетчерського контролю залізничних пристроїв автоматики на перегоні.

В першому розділі критичний аналіз сучасних релейних і мікропроцесорних систем диспетчерського керування руху на перегоні, виділено їх переваги і недоліки.

В другому розділі дана порівняльна характеристика сучасним цифровим системам диспетчерського і з'ясовано властивості і характеристики, які необхідно врахувати при проектуванні системи диспетчерського контролю.

В третьому розділі розроблена цифрова система диспетчерського контролю за заданими вихідними даними.

Результати роботи можуть бути використані при проектуванні та дослідженні систем залізничної автоматики, в учбовому процесі університету в дисциплінах «Перегінні системи автоматики», «Системи диспетчерського керування», «Мікропроцесорні засоби автоматики».

Ключові слова: системи диспетчерського керування, алгоритм, ПІС-контролер, структурна схема.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Аналіз систем диспетчерського контролю	11
1.1. Диспетчерське керування рухом поїздів	11
1.2. Системи диспетчерського контролю на новій елементній основі	18
1.3. Мікропроцесорна система диспетчерського керування «КАСКАД»	21
1.4. Висновки за розділом	27
2. Порівняльна характеристика систем мікропроцесорного диспетчерського керування	25
2.1. RAIL CONTROL 400. Диспетчерська централізація	29
2.2. Мікропроцесорна диспетчерська централізація ДЦ «Діалог»	29
2.3. ДЦ «НЕМАН»	32
2.4. ДЦ «Південь»	33
2.5. Диспетчерської централізації - "Сетунь"	34
2.6. Порівняльна характеристика сучасних систем диспетчерської централізації. Висновки	38
3. Розробка цифрової системи диспетчерського контролю	40
3.1. Структурна схема цифрової системи диспетчерського контролю	40
3.2. Вибір параметрів пристроїв для контролю на сигнальній установці	43
3.3. Алгоритм роботи центрального контролера системи ДК	46
Висновки	52
Перелік посилань	53

ВСТУП

Актуальність роботи. На мережі залізниць України не дивлячись на важкі часи намітилась тенденція впровадження цілої низки мікропроцесорних систем та пристроїв для управління рухом поїздів та маневровою роботою. Це - диспетчерська централізація та диспетчерський контроль, електрична централізація та автоблокування, напіваавтоматичне блокування. Названі системи доповнені новими пристроями електроживлення, цифровою апаратурою рейкових кіл, лічильниками осей, багатозначною автоматичною локомотивною сигналізацією (АЛЗ), мікропроцесорною апаратурою АЛС на локомотиві. Відповідно, більшість фірм-виробників пристроїв СЗАТ припиняє випуск електромеханічних реле та переходить на мікропроцесорну елементну базу. Ці питання на пряму пов'язані із безпекою руху на залізничному транспорті. Тому тема дипломної роботи, яка пов'язана із розробкою диспетчерського контролю систем автоматики на перегонах є актуальною і своєчасною.

Мета роботи. Метою є розробити систему диспетчерського контролю залізничних пристроїв автоматики на перегоні.

Методи дослідження. Під час виконання дипломної роботи використовувалися закони електротехніки, теорії електричних кіл, теоретичних основ автоматики.

Практична значимість. Виконаний аналіз відмов і запропонований метод розрахунку фільтрів низьких частот поїзного радіозв'язку, який буде використано для аналізу функціонування пристроїв і систем залізничної зв'язку з метою їх модернізації, покращення функціонування і зменшення відмов. Результати дослідження, отримані під час виконання дипломної роботи будуть використані в учбовому процесі під час викладання дисциплін «Перегінні системи автоматики», «Системи диспетчерського керування», «Мікропроцесорні засоби автоматики».

Пристрої диспетчерського контролю призначені передачі інформації поїзному диспетчеру про просування поїздів дільницею з метою підвищення оперативності його роботи.

Інформація спочатку передається на проміжні станції, що обмежують перегін, а потім від станцій – на центральну посаду до диспетчера. За допомогою апаратури ЧДК черговий також отримує інформацію про пошкодження сигнальних установок автоблокування та переїзних пристроїв.

Для передачі використовується лінія ДСН. На кожній сигнальній установці та переїзді для передачі інформації частотним кодом встановлено камертонний генератор, що виробляє одну з 16 фіксованих частот в діапазоні 300-1500 Гц. По перегону генератори розподіляють так, щоб станції частота подачі сигналу підвищувалася і передача на вищій частоті вироблялося на меншій відстані. У лінію ДСН генератори включають паралельно реле ДСН.

Переваги мікропроцесорних пристроїв.

Елементна база (проміжні трансформатори, електронна частина, вихідні пристрої) у більшості пристроїв СЖАТ виходить практично однаковою. Відмінність полягає у програмному забезпеченні.

В силу ідентичності пристрою комплектів різного призначення досягається високий ступінь автоматизації виробництва з мінімальною часткою ручної праці. МПЦ призводить до поліпшення умов і культури праці, зниження завантаження ДСП та електромеханіків.

Мікропроцесорні пристрої органічно входять до автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП) електричної частини мереж та систем та забезпечують високий ступінь інформатизації електроенергетичних процесів. Зрештою це (з часом) має підвищити надійність електроенергетичних мереж та систем.

Мікропроцесорні пристрої є інтелектуальними системами, що мають можливість удосконалення шляхом зміни програмного забезпечення та

використання більш перспективних принципів виконання (алгоритмів) захисту. Зміну алгоритмів та програм можна здійснювати в ході експлуатації.

Ці пристрої не вимагають використання потужних ТТ і ТН, тому їх споживання по ланцюгах струму і напруги вкрай мало (одиниці вольт і міліампери).

Широке використання мікропроцесорних пристроїв стримується їх високою вартістю та практично відсутністю у виробництві мікропроцесорної техніки. Однак це явище є тимчасовим і в перспективі мікропроцесорна техніка СЖАТ альтернативи не має, інші пристрої з нею з часом будуть неконкурентоспроможними.

У мікропроцесорних системах електричної централізації (МПЦ) реалізація логічних ланцюгів побудована використання мікропроцесорних контролерів. Разом з тим, спостерігається тенденція збільшення швидкісного бар'єру, що вимагатиме у ряді випадків збільшення швидкодії пристроїв контролю стану колії. Зауважимо, що тональні рейкові ланцюги (ТРЦ) прийняті зараз для повсюдного проектування нових та реконструкції застарілих систем сигналізації, централізації та блокування (СЦБ). Ці рейкові ланцюги є інерційним вузлом, що знижує швидкодію. Така особливість РЦ викликана, як відомо, підвищенням стійкості до перешкод дорожніх приймачів при впливі імпульсних перешкод.

На сьогоднішній день актуальними є дослідження з переходу на мультипроцесорну елементну базу - побудови генератора і приймача РЦ на базі програмованих логічних матриць (ПЛІС) у зв'язку з мультипроцесором. Виготовлено макет приймача та генератора частотних РЦ із застосуванням мажоритарного резервування. ПЛІС програмується за технологією FPGA "Spartan".

Процесор підтримує операційну систему реального часу з розробленим ПЗ або ПЗ, створене як standalone, веде функціональний контроль ПЛІС, збір даних, здійснює передачу інформації по будь-якому каналу зв'язку (в планах

використання Wi-Max), приймає рішення. Оскільки ПЛІС є гнучким елементом у плані програмування, розробляється «прошивка» діагностичного контролю вузлів рейкового ланцюга.

Крім того, у пристрої вирішено завдання подолання «зависання» ПЗ, а також інтегрований алгоритм самодіагностики системи на відповідальних етапах виконання коду, в цілому, щоб всі вузли відповідали першому класу надійності. Базовий об'єкт для розробки (ПЛІС) - універсальний пристрій, і може використовуватися не тільки як генератор або приймач ТРЦ, але і як багатоканальний АЦП з гальванічною розв'язкою по каналах для збору даних з будь-якого об'єкта СЖАТ з частотою сигналу до 100 МГц. Такий пристрій може бути успішно застосований у системах автоматики на залізничному транспорті. На ПЛІС також може бути реалізований синтезатор частот для генерації сигналів у тональних рейкових ланцюгах (ТРЦ) або в перетворювачах – інверторах джерел вторинного живлення.

Отже, тема дипломної роботи, яка пов'язана із дослідженням систем диспетчерського контролю на перегонах є актуальною і своєчасною.

1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КОНТРОЛЮ

1.1. Диспетчерське керування рухом поїздів

Диспетчерський контроль (ДК), призначений для передачі інформації про поїзну ситуацію черговим по станції ДСП та поїзним диспетчерам ДНЦ, а також інформації про стан пристроїв ж.д. автоматики чергового персоналу дистанції СЦБ. Це черговий інженер дистанції ЩЧІД.

Інформація про поїзну ситуацію необхідна для прийняття рішень щодо управління рухом поїздів.

Система ПК дворівнева.

Перший рівень – це передача інформації із перегонів на проміжні станції. Тут ДСП бачать рух поїздів на прилеглих до цієї станції перегонах. Крім цього, ДСП контролюють стан шляхів на станції.

Другий рівень – передача інформації з проміжних станцій на центральну посаду, тобто. поїзному диспетчеру ДНЦ. Інформація про стан СЦБ, зв'язок та ін передається черговому інженеру дистанції, туди, де розташовані Щ. За наявною інформацією ЩІД визначає стан пристроїв та приймає рішення про усунення несправностей.

В даний час широко поширені дві системи: частотний диспетчерський контроль (ЧДК), розробка КБ ЦШ (1966 р.) та апаратно-програмний комплекс диспетчерського контролю (АПК-ДК). Крім того, активно впроваджується система АДК-СЦБ.

Вихідною інформацією є інформація, що передається з сигнальних точок. На сигнальних точках встановлено апаратуру контролю сигнальної точки. У ЧДК - це генератори типу ГКШ (генератор камертонний зі штепсельним включенням), що видають частотний сигнал, що передається на проміжну станцію. Генератори працюють у діапазоні частот від 300 до 1500 Гц. У цьому діапазоні розташовано 16 частот f_1 до f_{16} . Т.к. діапазон порівняно вузький, потрібна високоточна настройка генератора та висока стабільність

частоти. Це досягається включенням в каскад генератора камертонного фільтра, що задає. Опитування сигнальних точок ЧДК є безперервним, що дозволяє реєструвати місцезнаходження поїзда на перегоні, що рухається з будь-якою швидкістю, що практично реалізується.

Структурна схема генератора ГКШ дана на рис.1.1.

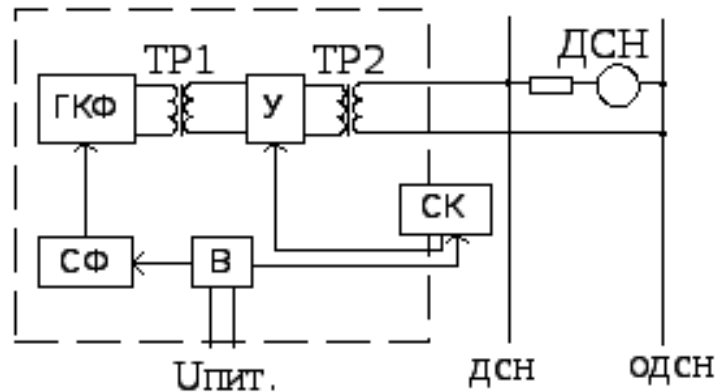


Рисунок 1.1 - Структурна схема генератора ГКШ

На схемі показані такі вузли генератора:

В – випрямляч, що перетворює змінну напругу на постійне;

Сф- фільтр, що згладжує, призначений для згладжування випрямленої напруги;

ГКФ - каскад генератора, що задає, з камертонним фільтром;

У – підсилювач – це вихідний каскад генератора. Він керований, нею подається керуючий сигнал зі схеми кодування СК. Форма сигналу залежатиме від стану сигнальної точки.

ТР1 – служить поділу каскадів генератора;

ТР2 – для узгодження з лінією передачі та як ізолюючий трансформатор.

Трансформатор Тр2, який подає в лінію ДСН сигнал безперервної частоти, якщо блок-ділянка вільна або не подає, якщо блок-ділянка зайнята.

Інформація на проміжну станцію передається по лінії ДСН (прямий провід) – лінія подвійного зниження напруги та ОДСН (зворотний провід).

Передача сигналів від генераторів ЧДК. Структурна схема дана на рис.1.2.

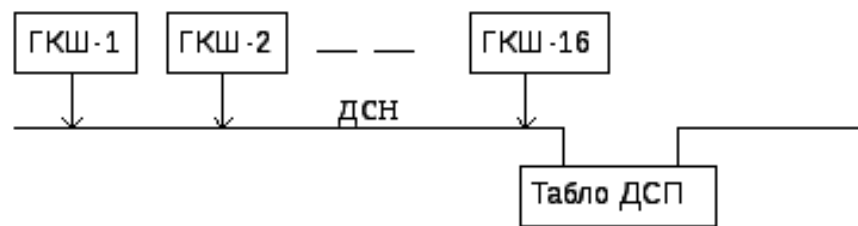


Рисунок 1.2. – Структурна схема частотного диспетчерського контролю

Інформація передається одночасно з усіх сигнальних точок. Для поділу інформації використовується імпульсно-частотна ознака. На кожній проміжній станції у складі апаратури ЧДК є приймачі ПК1÷ПК16 (приймач камертонний). Приймачі приймають сигнали від генераторів ГКШ та керують індикацією на табло ДСН. Зміст інформації залежатиме від стану сигнальних точок. Інформація із сигнальних точок формується схемами кодування. Джерелами кодів є кодові дорожні трансмітери.

Застосування частотного принципу контролю об'єктів дозволили розширити функції ДК, поклавши на нього обов'язки діагностичної системи. Так, маніпулюючи роботою каскаду ЦК, що задає, за допомогою деяких контрольних контактів, можна передавати на станцію додаткову інформацію, наприклад, про перегорання лампи червоного вогню, відсутність основного та резервного живлення, несправності ДЯ та ін. Схема кодування інформації у системі ЧДК дана на рис.1.3.

Через схему СК вихідний підсилювач через випрямляч подається електроживлення.

Ж – це контакти сигнального реле Ж. Якщо ділянка зайнятий, то реле Ж знеструмлено. За допомогою контактів реле Ж передається інформація про вільність або зайнятість контролюваного б/в.

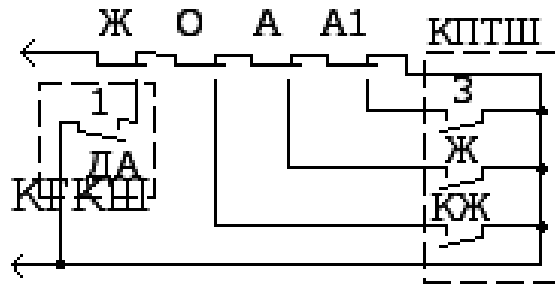


Рисунок 1.3 – Схема кодування інформації у системі ЧДК

О – контакт вогневого реле, який контролює стан увімкненої лампи світлофора (найчастіше червоного). Якщо лампа справна, то реле О під струмом, якщо несправна, О знеструмлюється.

А – аварійне реле, яке контролює основне живлення сигнальної точки.

А1 – контакт аварійного реле, що контролює наявність резервного живлення на сигнальній точці.

ТАК – дешифратор автоблокування.

1 – контакт першого лічильника дешифратора автоблокування.

Зміст сигналів:

1. Якщо на сигнальній точці все справно і блок ділянку вільний на У подається безперервне живлення, а в лінію ДСН надходить безперервний сигнал. На станції приймач ДК приймає цей безперервний сигнал і виході приймача реле Р перебуває під струмом. Лампочка на табло ДСП вимкнена.

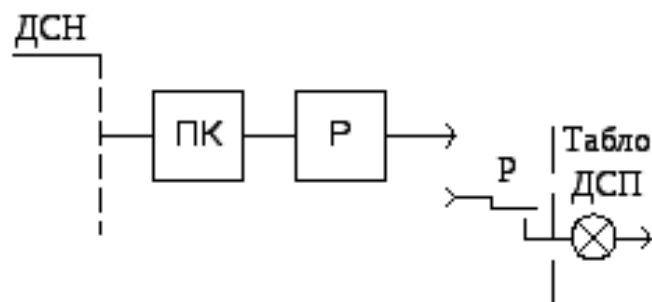


Рисунок 1.4 – Коло безперервного живлення ДК при справному стані

2. Якщо блок-ділянка зайнята, реле Ж знеструмлено, лічильник 1 також знеструмлений. Ланцюг живлення У розмикається і сигнал в лінії ю ДСН не передається. На станції відповідний приймач не прийматиме сигнал і реле на його виході знеструмиться. На табло увімкнеться лампочка червоного кольору, яка відповідає контролюваній сигнальній точці.

3. Якщо реле Ж перебуває під струмом, тобто. вільний, але перегорить лампа червоного вогню, то харчування на У надходитиме в коді КЖ. На табло з'явиться відповідна індикація (лампочка блимає відповідно до коду).

4. Крім цього перевіряється справність стану ТАК. Якщо ТАК несправний, то реле Ж знеструмлено, при цьому інформація буде передаватися через контакт лічильника 1. Сигнал, що передається в лінії ДСН, буде послідовно змінюватися. лічильник 1 працює у коді КЖ, Ж або 3 у міру видалення поїзда. По миготінню лампочки у ДСП можна судити характер несправності на сигнальній точці.

II рівень ДК – передача інформації зі станції на центральний пост дано на рис.1.5.

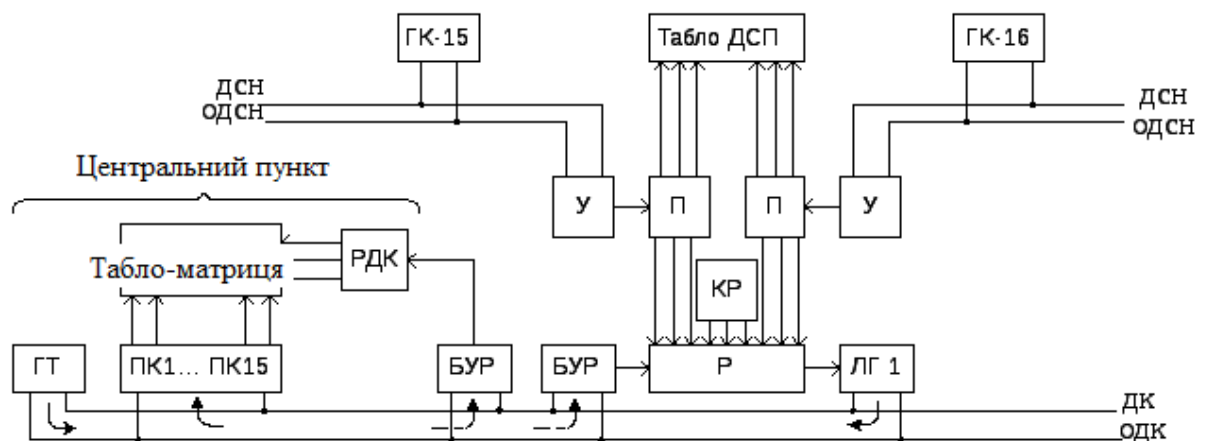


Рисунок 1.5 – II рівень ДК – передача інформації зі станції на центральний пост

Інформація на центральний пост із проміжної станції передається за допомогою лінійних генераторів (ЛГ). При цьому використовуються 15

частот $f1 \div f15$ а $f16$ застосовується для роботи тактового генератора. Частотні сигнали передаються з проміжних станцій до лінії диспетчерського контролю ДК-ОДК. Оскільки з кожної станції передається інформація про стан 32 об'єктів (16 – перегінних, 16 – станційних) і до лінії ДК може підключатися 15 станцій, то загальний обсяг контрольованих об'єктів дорівнює $32 \times 15 = 480$.

ГК- камертонні генератори, встановлюються на перегонах в релейних шафах контрольованих сигнальних точок. Генератори з більш високою частотою розташовані ближче до станції.

Табло ДСП – табло чергового станції.

У – підсилювачі, підсилюють сигнали, що приймаються з лінії ДСН.

П – приймачі диспетчерського контролю.

ПК – камертонні приймачі. Кожен налаштований на частоту.

Р – розподільник.

РДК – розподільник диспетчерського контролю.

Приймачі підключаються до Р та Р опитує стан приймачів.

До Р підключаються контакти контрольних реле (КР), що контролюють стан об'єктів на станції (шляхи, стрілки, світлофори). Розподільник по черзі опитує ці об'єкти. До одного Р можуть бути підключені 32 об'єкти (16 П та 16 КР). Розподільники працюють у покроковому режимі під керуванням блоку керування розподільником (БУР). Встановлюються БУР кожної станції, як і Р. Р працюють синхронно і синфазно всіх станціях. Синхронність забезпечується подачею тактових імпульсів. Ці тактові імпульси подаються до лінії диспетчерського контролю ДК і ОДК від тактового генератора ГТ. Від цих імпульсів працюють БУР, які у свою чергу керують роботою Р на всіх станціях. Синфазність роботи Р необхідна у тому, щоб у кожному кроці до Р підключалися однойменні об'єкти. Синфазність забезпечується тим, що після 32 кроку Р формується довга пауза, протягом якої розподільники на всіх станціях приходять у вихідний стан. Це називається цикловою

синхронізацією. ГТ може розташовуватися на будь-якій станції, при цьому повинен бути забезпечений впевнений прийом тактових імпульсів по всій ділянці (найчастіше на середині ділянки або на центральному пункті). ГТ працюють на найвищій частоті f_{16} .

Розподільники керують лінійними генераторами ЛГ1÷ЛГ15. Ці генератори налаштовані на 15 різних частот. У нормальному стані ЛГ "мовчать". Якщо якийсь об'єкт змінює свій стан, відповідний розподільник на цьому кроці включає лінійний генератор.

На центральному пункті знаходиться табло матричного типу - табло поїзного диспетчера. До табло – матриці підключаються виходи приймачів ПК1÷ПК15 та виходи Р.

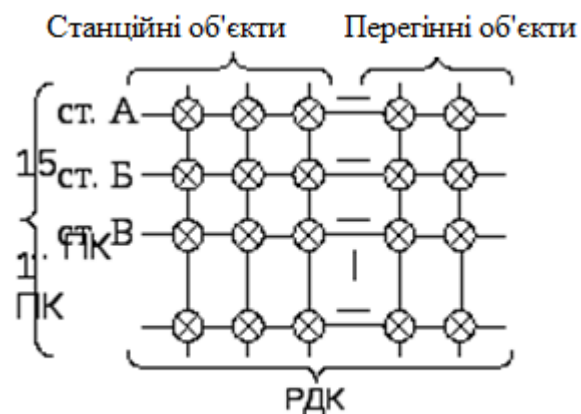


Рисунок 1.6. – Табло матричного типу на центральному пункті

На табло зображується конфігурація контрольованої ділянки. 15 горизонталей, 32 вертикалей. На горизонталі передається інформація зі станції. Елементи індикації, розміщені також на табло (тиратрони МТХ-90 або світлодіоди).

Залежно від управління табло можуть бути статичними та динамічними.

Статичне табло має пам'ять, де інформація, що передається на табло, запам'ятовується елементами пам'яті. Динамічне табло не має елементів пам'яті, а інформація відображається лише в момент підключення

горизонталей та вертикалей і не запам'ятовується. І тут за рахунок швидкості опитування вертикалей і горизонталей інформація сприймається оком людини як безперервна. Динамічне табло економічніше, хоч і складніше в управлінні. На перетині горизонталей та вертикалей включені елементи індикації (світлодіоди).

Основним недоліком даної системи є її низька інформативність про поїзну ситуацію та про контрольовані об'єкти; застаріла елементна база; складність у налаштуванні системи та обслуговуванні.

1.2. Системи диспетчерського контролю на новій елементній основі

При вирішенні проблем інформатизації залізничного транспорту Росії однією з найважливіших є завдання автоматизації збору (знімання) первинної оперативної інформації в місцях її зародження, забезпечення при цьому максимальної достовірності та мінімального часу її доставки споживачам відповідно до встановлених нормативів.

У зв'язку з цим виникла потреба в розробці систем диспетчерського контролю на новій елементній базі.

До таких систем належать:

1. Система передачі з лінійних пунктів (СПД-ЛП);

Система передачі даних з лінійних пунктів (СПД-ЛП) у грудні 1996 року прийнята і рекомендована для застосування на мережі залізниць Росії в якості базової системи автоматичного збору, обробки та передачі первинної інформації, одержуваної від прикладних систем:

а) контролю технічного стану рухомого складу;

б) контролю функціонального та технічного стану пристроїв СЦБ на станціях та перегонах;

в) від системи САІД автоматичної ідентифікації рухомих об'єктів залізничного транспорту;

г) контролю функціонального та технічного стану засобів зв'язку, енергетичного господарства, охоронної та пожежної сигналізації та, за необхідності, інших об'єктів залізничного транспорту.

Основним принципом інформаційного забезпечення СПД-ЛП є створення комплексної єдиної бази даних, що відображатиме поїзну, вагонну, локомотивну бригадну моделі, а також інформацію про стан технічних засобів.

На базі комплексу СПД-ЛП будується єдиний диспетчерський центр управління (ЄДЦУ), що включає автоматизовані робочі місця (АРМ) диспетчерського апарату:

- чергового станції (ДПС);
- поїзного диспетчера (ДНЦ);
- диспетчера сигналізації та зв'язку (ШЧД);
- дорожнього диспетчера (ДГП);
- Оператора станційного технологічного центру (СТЦ);
- товарного касира (ТБК);
- чергового з локомотивного депо (ТЧД);
- Енергодиспетчера (ЕКД);
- чергового вагонного депо та оператора пункту технічного огляду вагонів (ВЧД, ПТО), а також ПЕОМ для підключення до інших АРМ системи (АРМ «Аналізатор», телеконференція, АРМ механіка ЄДЦУ та ін.).

Для реалізації задач створення автоматизованого робочого місця ДНЦ необхідна оперативна інформація про стан пристроїв СЦБ на станціях ділянки (сигнали світлофора, положення стрілок, зайнятість колій, секцій та блок-ділянок). АРМ ДПС забезпечує знімання інформації з пристроїв СЦБ та датчиків низових пристроїв для відображення поїзної ситуації на диспетчерській ділянці в цілому, за винятком перегонів та кожної станції з можливістю візуального контролю:

- зайнятості всіх рейкових кіл;

- показань поїзних та маневрових сигналів;
- підготовлених маршрутів;
- положення стрілок;
- роботи пристроїв СЦБ і т.д.

ЄДЦУ вирішує завдання автоматизації керування рухом поїздів, забезпечує автоматизоване ведення графіка виконаного руху, постачає відомості про поїзне положення за заданими диспетчером параметрами [1-3].

Система передачі організується з допомогою наявних каналів тональної частоти (ТЧ) і включає у собі: головну ЕОМ (сервер сигналів), концентратори інформації та контролери СЦБ.

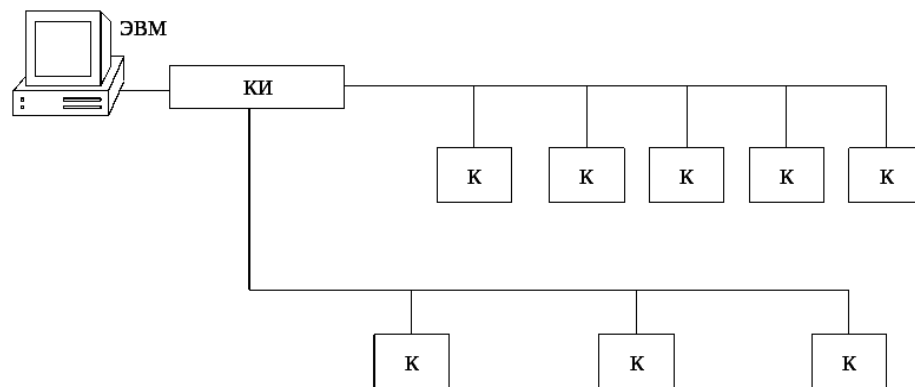


Рисунок 1.7 – система передачі інформації з каналами тональної частоти

Інформація про стан об'єктів управління нижнього рівня знімається через систему передачі (СПД). Вона створюється на основі спеціалізованих пристроїв (концентраторів інформації та периферійних контролерів), що забезпечують збирання та передачу інформації по типових каналах зв'язку на сервер СПД. Він є одночасно робочою станцією локальної обчислювальної мережі – ЛВС. Система має невелику інформативність.

Відсутня можливість контролю аналогових сигналів.

Відсутня можливість контролю за зайнятістю перегонів.

1.3. Мікропроцесорна система диспетчерського керування «КАСКАД»

Мікропроцесорна диспетчерська централізація (МП ДЦ) – система нового типу, призначена для керування рухом поїздів на магістральному та промисловому залізничному транспорті в межах диспетчерських ділянок, автоматизації основних функцій поїздного диспетчера. За рахунок застосування сучасних засобів телемеханіки, мікроелектроніки та обчислювальної техніки МП ДЦ забезпечує збільшення ефективності управління рухом поїздів. Система включає функції традиційних систем диспетчерської централізації на залізничному транспорті, а також нові функції на основі сучасних інформаційних технологій. Розрахована на використання релейних і мікропроцесорних пристроїв автоматики на станціях і перегонах. Мікропроцесорна диспетчерська централізація використовується для:

Організації диспетчерського контролю та управління на ділянці при організації, перенесенні або модернізації робочих місць диспетчерського апарату; управління сусідніми станціями з опорною; організації регіональних та/або дорожніх центрів диспетчерського управління з об'єднанням робочих місць диспетчерського апарату в інформаційну мережу; передача інформації про стан розосереджених об'єктів управління та контролю у вищестоящі та суміжні системи в реальному масштабі часу.

Система "КАСКАД" побудована за модульним принципом, максимальної уніфікації і розроблена з використанням сучасних технологій та мікроелектронних виробів, що дозволяє досягти найвищих показників надійності.

Програмне забезпечення має високий ступінь супроводження та максимальну незалежність від апаратної платформи.

Загальні характеристики МСДЦ «КАСКАД» дано в табл.1.1.

Таблиця 1.1 – Загальні характеристики МСДЦ «КАСКАД»

Найменування характеристики	Чисельне значення
Розмір сегмента диспетчерської дільниці	10-300 км
Кількість сегментів дільниці	1-10
Кількість станцій, роз'їздів, блок-постів сегмента дільниці	1-15
Кількість блок – дільниць на перегоні між станціями	1-20
Загальна чисельність станцій, роз'їздів, блок-постів дільниці	до 150
Пристрої контролю перегріву букс	не обмежено

Структура МСДЦ “КАСКАД” побудована згідно з діючою ієрархічною системою управління перевезеннями і включає три рівні (рис.1.8.)

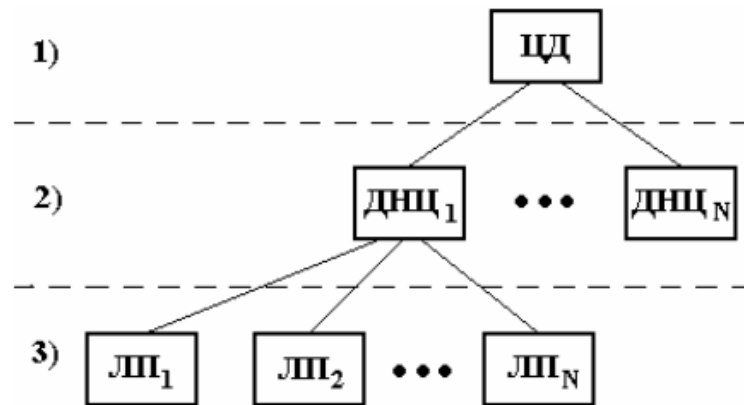


Рисунок 1.8 – Ієрархічна структура системи управління перевезенням

Функції мікропроцесорної диспетчерської централізації.

Діалогова:

Відображення інформації та взаємодія диспетчерського апарату з МП ДЦ ділянки;

Взаємодія з МП ДЦ сусідніх полігонів (дільниць, вузлів, великих сортувальних, дільничних та пасажирських станцій);

Взаємодія з іншими інформаційними керуючими системами (телемеханіки, енергопостачання, АСОУП та ін.).

Протоколування роботи:

Фіксація керуючих впливів диспетчерського апарату;

Фіксація поїзної обстановки;

Фіксація збоїв функціонування апаратури МП ДЦ та сполучених систем;

Фіксація результатів регламентних перевірок та діагностування системи з початкового завантаження та при відновленні працездатності після збоїв;

Накопичення та архівування даних про рух з можливістю доступу.

Контроль оперативної поїздної ситуації на ділянці, моделювання та прогнозний графік руху поїздів:

Візуалізація інформації про поїзну ситуацію, стан і режими роботи пристроїв СЦБ, графік виконаного руху та показники роботи диспетчера в наочній та зручній формі;

Надання диспетчеру відомостей інформаційно-довідкового та сигнального характеру, необхідних для прийняття рішень щодо управління перевізним процесом; ведення моделей поїзного стану; аналіз та прогноз руху поїздів; самодіагностика та діагностика пристроїв СЖАТ; підтримка параметрів надійності технічних засобів МП ДЦ на заданому рівні; підтримка параметрів достовірності інформації на заданому рівні; скорочення часу на усунення пошкоджень.

Управління та контроль станом об'єктів СЗАТ: телесигналізація; телеуправління; автоматичне керування пристроями СЗАТ (спільно з іншими підсистемами).

Система призначена для надання інформації оперативному персоналу про стан пристроїв залізничної автоматики на перегоні. “ДК КАСКАД” є функціонально завершеною системою, яка може діяти автономно. У разі

виникнення потреби системи МСДЦ “КАСКАД” та “ДК КАСКАД” об’єднуються, ввімкнення відбувається на рівні “ЛП КАСКАД” по внутрішньому інтерфейсу RS485, тобто “ДК КАСКАД” стає інформаційною підсистемою МСДЦ. У цьому випадку інформація про стан пристроїв автоматики на перегоні надається на два рівні управління – черговому по станції (ДСП) та поїзному диспетчеру (ДНЦ), або іншим користувачам локальної мережі диспетчерського центру управління перевезеннями.

Система складається з модулів станційного мікропроцесорного контролера “СК2202” та перегінних мікропроцесорних контролерів “ПК2202”.

Модуль “ПК2202” забезпечує контроль стану та працездатності сигнальної установки кодового автоблокування (АБ або АБТ) за рахунок отримання дискретної інформації про стан контрольних реле:

- контролю живлення в основному та резервному фідерах;
- ДСН;
- контролю рейкових кіл блок-дільниці (для АБТ);
- контролю стану реле КВ (для АБТ);
- контролю показань прохідних світлофорів (сигнальні та вогневі реле);
- напрямку встановленого руху;
- контролю справності ланцюгів ламп прохідних світлофорів;
- контролю стану блок-дільниці;
- охоронної сигналізації.

Крім цього, модуль використовується для контролю стану та працездатності пристроїв переїзної сигналізації. У цьому випадку отримується інформація про:

- наявність живлення в основному та резервному фідерах;
- стан реле ДСН;
- положення автошлагбаума;
- ввімкнення загороджувальної сигналізації;

- сигналізацію переїзних світлофорів;
- напрямок встановленого руху;
- справність ланцюгів ламп переїзних і загороджувальних світлофорів;
- стан кнопок на щитку управління;
- стан дільниць наближення (НИП,ЧИП);
- справність схеми реле мигання;
- стан охоронної сигналізації (відкриття релейних шаф через додатковий датчик).

Максимальна кількість об'єктів контролю, що підключаються до модуля – 14, об'єктів управління – 2. Крім цього, модуль “ПК2202” може використовуватися для забезпечення управління, контролю стану та працездатності світлового показника (СП), що використовується у складі системи технічної діагностики рухомого складу (ПОНАБ, ДИСК, АСДК-Б).

Модуль перегінного контролера “ПК2202” призначений для обробки інформації, отриманої від сигнальної установки або переїзної автоматики по сигнальних лініях ТС1..ТС14, управління реле ДСН, підтримки протоколів обміну по локальній мережі зв'язку, транспортування інформації від модулів сусідніх сигнальних установок до станційного контролера.

Мікропроцесорний контролер на програмно-апаратному рівні забезпечує: сприйняття входних сигналів ТС та їх обробку, управління ключами ДСН, управління і контроль модемів локальної мережі, підтримку протоколу обміну по лінії зв'язку, світлодіодну індикацію стану живлення та ліній зв'язку. Вхідний сигнал контролю ТС являє собою “сухий” контакт реле, який замикає струм 5-10 мА на схему оптоелектронної розв'язки. Вихідні сигнали цих схем у вигляді “лог. 0/1” поступають на вхід МК для обробки. Вихідний сигнал управління “TU1a”, “TU1b” має гальванічну ізоляцію і являє собою “сухий” електронний контакт нормально розімкнений, захищений від перевантажень по напрузі і струму, призначений для комутації постійного або змінного струму до 0,1А. Вихідний сигнал управління має

гальванічну ізоляцію і являє собою “сухий” електронний контакт нормально замкнутий, захищений від перевантажень по напрузі і струму, призначений для комутації постійного або змінного струму до 0,1А.

Кожен з встановлених і підключених у мережу модулів повинен мати унікальну адресу, яка не повинна повторюватись в інших модулях включених до локальної мережі RS-232/485.

Кодування адреси модуля виконується за допомогою перемикача за рахунок встановлення перемикача на модулі в різні положення (14 позицій). Мікропроцесорний контролер програмно контролює встановлений код і сприймає обмін у мережі тільки за умови співпадання логічної та фізичної адреси. У мережу допускається включення до 14 модулів.

Кодові значення адрес модулів “0” та “С” не використовуються. Живлення модуля ПК 2202 відбувається змінним струмом від трансформатора СУ. Контролер має внутрішні схеми захисту від перевищення напруги по відношенню до “землі” – 500 В, вхідної на пруги 30, а також схеми захисту від імпульсних завад.

Модеми, що використовуються у складі “ПК2202”, призначені для організації інформаційного обміну у різних топологіях локальної мережі “DKnet”. Вони мають дводротову схему підключення по виділеній лінії зв’язку. Модеми побудовані на основі інтегральних мікросхем DA10, DA14, належать до класу аналогових (analog data modem) тонального спектра частот 0,3...3,4 кГц і відповідають вимогам міжнародного стандарту (специфікації) ITU-T V.22 bis, V.22, V.23 and V.21; Bell 212A and Bell 103.

Дальність передачі інформації між сигнальними точками автоблокування або іншими об’єктами контролю до 20 км. Модуль станційного контролера “СК2202” призначений для обробки інформації, отриманої від перегінних контролерів “ПК2202” по лініях зв’язку, та індикації оперативному персоналу станції про поїзне положення на перегоні, роботу переїздів та сигнальних світлових показчиків. Додатково, у випадку використання

сумісно з МСДЦ «КАСКАД», інформація в повному обсязі надається відповідним користувачам. Структурна схема мікропроцесорної системи «КАСКАД» дана на рис.1.9 [4 - 6].

Стан кожної з блок-діляниць перегону, які контролюються модулем «ПК2202», відображається на пульті ДСП світлодіодним випромінювачем

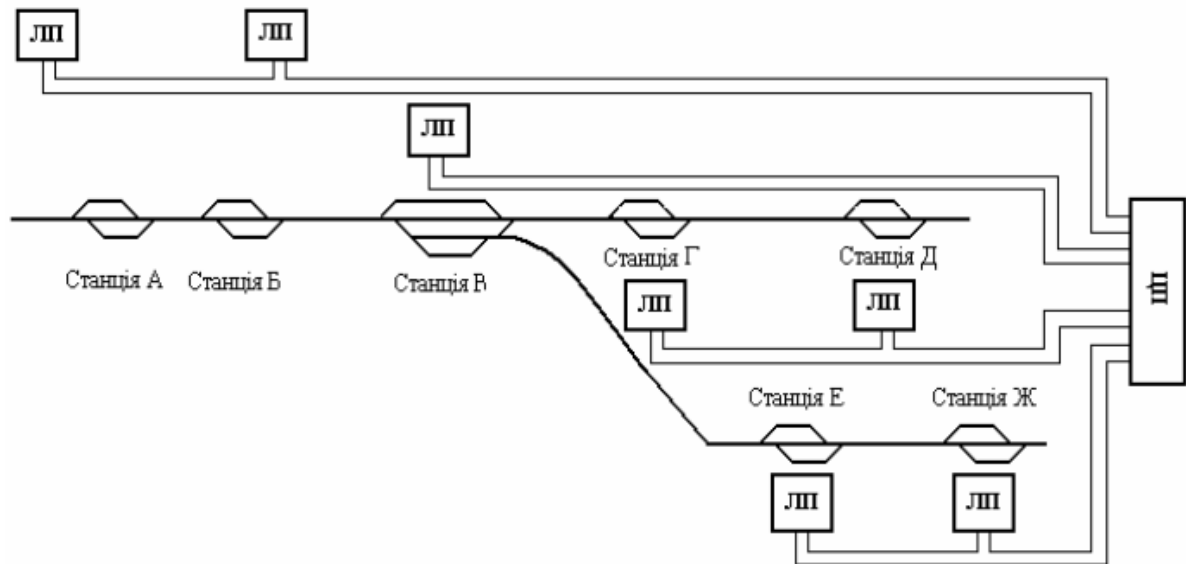


Рисунок 1.9 – Структурна схема мікропроцесорної системи «КАСКАД»

1.4. Висновки за розділом

З виконаного літературного огляду з'ясовано, що існуюча система частотного диспетчерського контролю морально застаріла, не дозволяє підвищити швидкість руху поїздів і швидкодію самої системи через використання релейної апаратури. Ця система дозволяє контролювати обмежену кількість параметрів і об'єктів, не зберігає інформацію, є досить громіздкою і споживає багато електричної енергії.

Перспективними є мікропроцесорні системи керування руху поїздів, які дозволяють мінімізувати споживання електричної енергії, місце для їх розташування, швидкодіючі, дозволяють контролювати максимальну кількість дискретних об'єктів і архівувати дані про організацію руху.

Тому задачами, які необхідно вирішити в дипломній роботі, є:

- дати порівняльну характеристику існуючим мікропроцесорним системам диспетчерського керування руху поїздів;
- розробити цифрову систему диспетчерського контролю, враховуючі переваги кожної із розглянутих систем.

2. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КЕРУВАННЯ

2.1. RAIL CONTROL 400. Диспетчерська централізація

Система диспетчерської централізації ДЦ є одним із стратегічно важливих продуктів компанії, що дає замовникам можливість ефективно та з невисокими витратами підвищити рівень концентрації управління на залізничних лініях. ДЦ ідеально підходить для ділянок, обладнаних системами мікропроцесорної централізації та релейно-процесорної централізації РПЦ — у цьому випадку на станціях не потрібні лінійні пункти, що використовуються в традиційних системах ДЦ, та забезпечується глибока інтеграція обладнання МПЦ у диспетчерську централізацію. Водночас можливе підключення до ДЦ станцій та перегонів, обладнаних будь-якими системами ЕЦ та МПЦ, автоблокування та напівавтоматичного блокування [7].

2.2. Мікропроцесорна диспетчерська централізація ДЦ «Діалог»

Система мікропроцесорної диспетчерської централізації ДЦ «Діалог» призначена для автоматизованого керування рухом поїздів дільницею залізниці з дотриманням вимог забезпечення безпеки.

Система ДЦ «Діалог» не має обмежень для застосування: залізничні вузли та ділянки залізниць при одноколійному або багатокілійному русі поїздів з автономним або електричним потягом, ділянки зі швидкісним рухом поїздів, лінії метрополітену — далеко не повний перелік можливих сфер застосування системи [5].

Пристрої системи ДЦ «Діалог» функціонально включають сучасну систему телемеханіки з дуплексним або напівдуплексним високошвидкісним обміном інформацією між центральним (розпорядчим) постом (ЦП) і лінійними (виконавчими або контрольованими) пунктами (ЛП). При цьому є

можливість включення одного або кількох розпорядчих постів у будь-якому місці керованої ділянки.

Пристрої ЦП системи ДЦ «Діалог» за допомогою спеціально розробленого адаптера цифрової обробки сигналів можуть підключатися до каналів зв'язку існуючих систем диспетчерської централізації («Нева», «Промінь», «Мінськ», «Лисна» та ін.) із збереженням усіх функцій цих систем та розширенням можливостей робочого місця диспетчера з автоматизації його дій та оптимізації керованого процесу.

Система ДЦ «Діалог» розрахована на використання будь-яких пристроїв автоматики на станціях та перегонах. Однак максимальний економічний ефект досягається при обладнанні станцій системами МПЦ «Діалог» або РПЦ «Діалог-Ц», при цьому довжина керованої та контрольованої ділянки залізниці не обмежена та може досягати 200...400 км і більше залежно від інтенсивності руху поїздів.

Система ДЦ «Діалог» виконує такі основні функції:

- контроль, відображення та реєстрація стану колійних об'єктів, енергооб'єктів та рухомих одиниць в обсязі, що забезпечується засобами автоматики на ділянці;

- управління рухом поїздів та станом об'єктів СЦБ на станціях на перегонах ділянки;

- формування та передача відповідальних команд на ЛП;

- обмін інформацією з ДЦ «Діалог» сусідніх ділянок та з інформаційно-керуючими системами верхнього рівня [5-10].

Перелік функцій за рахунок гнучкості системи може бути розширений без значних витрат на технічні засоби. Структура ДЦ "Діалог" дана на рис.2.1.

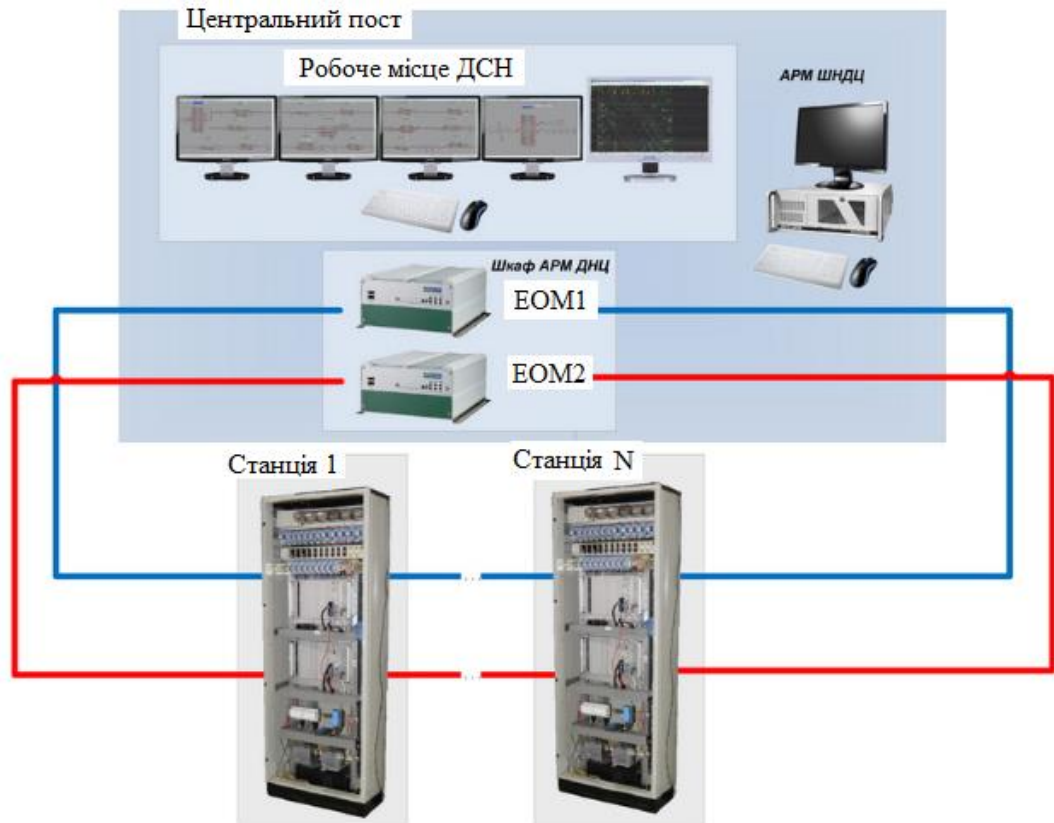


Рисунок 2.1. – Структура ДЦ "Діалог"

Структура ДЦ «Діалог» має два ієрархічні рівні. Апаратура центрального посту (ЦП), що включає індустріальні мікроЕОМ, пристрої введення та відображення інформації, пристрої реєстрації інформації. Перелічені пристрої утворюють автоматизоване робоче місце диспетчера поїзда (АРМ ДНЦ).

Крім цього, на ЦП можуть встановлюватися АРМ енергодиспетчера, чергового з відділення, локомотивного та вагонного диспетчерів, чергового інженера та диспетчера служби сигналізації та зв'язку та інші, які можуть обслуговувати декілька ділянок. Усі АРМ на ЦП поєднуються в інформаційну мережу. Сукупність АРМ ЦП однієї чи кількох ділянок, об'єднані разом, є автоматизований центр диспетчерського управління (АЦДУ) відповідно ділянки, регіону, відділення чи дороги загалом.

Апаратура лінійного пункту (ЛП), що включає керуючу безпечну мікроЕОМ, пристрої введення та виведення інформації, безпечні інтерфейсні елементи ув'язки з виконавчими і контрольованими елементами пристроїв автоматики на станціях і перегонах. На станціях можуть додатково встановлюватися АРМ чергових станції (АРМ ДСП) та АРМ чергових електромеханіків (АРМ ШН), пов'язані з пристроями ЛП [5].

Переваги та переваги ДЦ «Діалог»:

- Можливість роботи з будь-яких каналів передачі даних від повітряних ліній зв'язку до волоконно-оптичних та радіоканалів.
- Можливість ув'язування з будь-якими типами ЕЦ та мікропроцесорних систем на станціях та перегонах.
- Наявність підсистеми логічного контролю.
- Безперервне ведення протоколу сигналів ТС, команд ТУ та дій диспетчера з можливістю перегляду з будь-якого моменту часу.
- Двонаправлена ув'язка із системами ГІД (відображення номерів поїздів на схемі-плані ділянки).
- Можливість запуску ПЗ у режимі емуляції роботи лінійних пунктів (режим моделі), що використовується під час навчання персоналу та під час перевірки системи.
- Мінімальний час адаптації системи при змінах шляхового розвитку станцій та перегонів.

2.3. ДЦ «НЕМАН»

Мікропроцесорна система диспетчерської централізації «НЕМАН» є набором апаратних та програмних засобів, що дозволяють здійснити дистанційний контроль та управління об'єктами залізничної автоматики. Мікропроцесорна система диспетчерської централізації «НЕМАН» призначена для створення автоматизованих робочих місць на різних технологічних ділянках, які забезпечують організацію та управління

перевізним процесом з урахуванням вимог до систем диспетчерської централізації з безпеки.

Програмні та технічні засоби зі складу комплексу ДЦ «НЕМАН» дають змогу застосовувати їх для побудови автоматизованих систем контролю та управління об'єктами телеуправління, різних галузей промисловості.

Ідеологія побудови автоматизованої системи ДЦ «Німан» заснована на об'єднанні в єдину мережу об'єктів контролю станцій (лінійних пунктів) та центрального посту, що здійснює контроль та керування лінійними пунктами [10, 11].

2.4. ДЦ «ПІВДЕНЬ»

Система «ПІВДЕНЬ» призначена для автоматизації процесів управління контролю рухом поїздів, забезпечення можливості інформаційної взаємодії з АСУ залізничного транспорту (наприклад, АСОУП), створення на її основі регіональних та дорожніх диспетчерських центрів.

Система забезпечує реалізацію технологічних завдань у реальному масштабі часу. Режим роботи – безперервний.

Створення ДЦ-ЮГ з РКП має на меті підвищення ефективності управління перевізним процесом та зменшення експлуатаційних витрат, підвищення рівня надійності роботи, якості технічного обслуговування пристроїв ЖАТС, безпеки руху поїздів.

Комплекс утворює обчислювальну мережу для забезпечення оперативною інформацією диспетчерського апарату регіонального центру управління, ЦУП, дистанцій сигналізації та зв'язку та інших лінійних підприємств [9].

Апаратура ДЦ-ЮГ з РКП призначена для передачі поїзному диспетчеру інформатизації про поїздне положення в межах диспетчерського кола: вільності та зайнятості блок — ділянок головних та прийомовідправних шляхів проміжних станцій, показань вхідних та вихідних світлофорів, а

також інформації про встановлений напрямок руху (на одноколійних ділянках) , обладнаних автоблокуванням), стан переїздів.

Система диспетчерського управління «ДЦ-ЮГ з РКП» призначена для автоматизації процесів контролю та управління рухом поїздів на ділянках та напрямках залізниці у складі дорожніх та регіональних центрів управління.

2.5. Диспетчерської централізації - "Сетунь"

Мікропроцесорні системи ДЦ призначені для реалізації сучасних принципів управління експлуатаційною роботою шляхом використання засобів обчислювальної техніки при поєднанні їх із пристроями ЖАТ та зв'язку за рахунок автоматизації функцій управління та контролю технологічного процесу - руху поїздів та забезпечення можливості обміну з АСУ залізничного транспорту.

Мікропроцесорні ДЦ використовуються для автоматизації диспетчерського управління рухом на ділянках та напрямках залізничних ліній; організації управління рухом у вузлах із регіональних та дорожніх центрів; концентрації на великих станціях управління рухом поїздів прилеглими станціями і пересуваннями у віддалених парках, обладнаних ЕЦ.

Створення мікропроцесорних систем передбачало досягнення таких цілей: виробничо-економічних (скорочення чисельності чергових станцій, поліпшення організації керівництва рухом поїздів, скорочення втрат у перевізному процесі та інтенсифікація використання технічних засобів автоматики, телемеханіки та рухомого складу, підвищення продуктивності праці, поліпшення експлуатаційних показників); соціальних (покращення умов та культури праці, зниження завантаження диспетчерського персоналу); зниження капітальних вкладень (скорочення займаних апаратурою виробничих площ, обсягів та строків проведення проектних, будівельно-монтажних та пусконаладжувальних робіт); зниження чисельності оперативного та обслуговуючого персоналу; зниження завантаження

персоналу та відповідне цьому збільшення зони управління; покращення показників виконання графіка руху поїздів та забезпечення вантажної роботи; поліпшення співвідношення між нормативом робочого парку рухомих одиниць та забезпеченням ниток графіка; зниження матеріаломісткості та енергоємності обладнання.

Основні технічні вимоги до ДЦ, у тому числі відповідно до "Правил технічної експлуатації залізниць (ПТЕ)", такі: управління з одного пункту стрілками та сигналами низки станцій та перегонів; контроль на апараті управління за положенням та зайнятістю стрілок, зайнятістю перегонів, колій на станціях та прилеглих до них блок-діляниць, а також повторення показань вхідних, маршрутних та вихідних світлофорів; можливість передачі станцій на резервне керування стрілками та сигналами з прийому, відправлення поїздів та виробництва маневрів або передачі стрілок на місцеве управління для виробництва маневрів; автоматичний запис графіка виконаного руху поїздів; виконання вимог, що пред'являються до електричної централізації, автоматичного блокування та автоматичної локомотивної сигналізації, що застосовується як самостійний засіб сигналізації та зв'язку; можливість зміни напрямку руху поїзним диспетчером при помилковій зайнятості блок-діляниць; безпека проходження команд телеуправління (ТУ); реакція системи не більше 6 секунд (час проходження по стрілочній секції короткої рухомої одиниці); достовірність телесигналізації (МС); структурну побудову програмно-апаратного комплексу; функціональна повнота програмно-апаратного комплексу; відмовостійкість; час відновлення системи не більше 15 хвилин; захист від зовнішніх впливів та від несанкціонованого доступу до вузлів ДЦ.

Для досягнення перерахованих цілей мікропроцесорні ДЦ ще повинні відповідати деяким вимогам. Їхню структуру слід вибудовувати за ієрархічним принципом при забезпеченні можливості використання системи

на полігонах залізниць будь-якої конфігурації (лінійної, радіальної, мережевої та їх поєднань) з виділенням рівнів: центру управління та станцій.

Будучи частиною інтегрованої системи управління рухом поїздів, диспетчерська централізація повинна мати ряд програмно-апаратних інтерфейсів з об'єктами зовнішніх по відношенню до себе систем залізничної автоматизації: системи передачі відповідальних команд (СПОК); системи передачі лінійних підприємств (СПД-ЛП); апаратно-програмного комплексу диспетчерського контролю (АПК ПК).

Система "Сетунь" - диспетчерська централізація

Система "Сетунь" – диспетчерська централізація нового покоління. Вона призначена для застосування на залізничних вузлах та ділянках доріг при одноколійному та багатокілійному русі поїздів з автономною або електричною тягою у системах контролю та управління рухом рухомого складу.

ДЦ "Сетунь" функціонально включає сучасну систему телемеханіки з високошвидкісним обміном інформацією між центральним (розпорядчим) постом і лінійними (виконавчими або контрольованими) пунктами.

"Сетунь" розрахована на використання будь-яких пристроїв автоматики на станціях та перегонах. Довжина керованої та контрольованої ділянки може досягати 200-1000 км та більше, залежно від інтенсивності руху поїздів.

Кількість керованих та контрольованих системою об'єктів на лінійних пунктах практично не обмежена.

Система виконує функції безперервного контролю поїзної ситуації на ділянці автоматичного режиму з урахуванням номерів, індексів поїздів, їх ходових якостей та інших даних; автоматичне керування рухом на ділянці за відсутності відхилень від заданого графіка; прогнозування можливого відхилення від заданого графіка та видачу рекомендацій диспетчеру щодо запобігання цьому відхиленню. "Сетунь" має здатність відображення та документування графіка виконаного руху поїздів, дій диспетчера тощо;

контролю та відображення стану колійних об'єктів. Вона може керувати швидкістю руху на ділянці залежно від поїзної ситуації; передавати штатні та відповідальні команди на лінійні пункти; встановлювати номер та індекс поїзда у напівавтоматичному та ручному режимах; вести системний журнал (технологічний протокол); документувати графік виконання руху. ДЦ "Сетунь" працює в автоматичному, напівавтоматичному та ручному режимах; здійснює логічне закриття колій, перегонів та стрілочних секцій із блокуванням відповідних кнопок ТУ; обмін необхідною інформацією з пристроями ДЦ сусідніх ділянок та з інформаційно-керуючими системами верхнього рівня (АСОУП та єдиними базами даних регіональних ЦУПР).

Структура системи має два взаємопов'язані рівні: апаратуру центрального посту (ЦП), що включає в себе персональні ЕОМ, пристрої введення та відображення інформації, пристрої реєстрації інформації, і апаратуру лінійного пункту (ЛП), що включає спеціалізовану керуючу ЕОМ, пристрої введення інформації, інтерфейсні елементи ув'язування з виконавчими та контрольованими елементами пристроїв автоматики на станціях та перегонах.

Використання новітніх програмно-алгоритмічних рішень дозволяє кардинально підвищити безпеку управління на диспетчерських ділянках, даючи можливість оперативно реагувати на логічні невідповідності залежностей пристроїв ЕЦ і автоблокування, що з'являються.

Аналіз кількісних та якісних показників статистичних даних допомагає планувати регламентні роботи, тим самим знижуючи ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Включена до ДЦ "Сетунь" система передачі відповідальних команд застосовується у позаштатних та аварійних ситуаціях.

"Сетунь" покращує умови праці диспетчерського персоналу, забезпечує виконання окремих функцій в автоматичному та напівавтоматичному

режимах та зручну форму введення та відображення інформації, знижує стомлюваність персоналу, що обговорює.

Відображення інформації за бажанням замовника може бути реалізовано як на відеомоніторах 19", так і з додатковим відображенням на існуючому на диспетчерській ділянці табло.

Система підвищує експлуатаційні показники роботи ділянок залізниць, безпеку руху поїздів, дозволяє скоротити обсяги та терміни проведення проектних та будівельних робіт під час введення системи в дію [12].

2.6. Порівняльна характеристика сучасних систем диспетчерської централізації. Висновки

Порівняльні характеристики систем сучасних ДЦ зведено в табл.2.1.

Таблиця 2.1. – Порівняльна характеристика систем диспетчерського керування

Параметр	«Неман»	«Сетунь»	«Діалог»	«ЮГ»	«КАСКАД»
1	2	3	4	5	6
Кількість пунктів, які контролюються	Без обмежень	Без обмежень	127	31 на кільце	До 150
Кількість об'єктів, що контролюється	Без обмежень	4096	264	2520/1008	7200
Копіювання інформації з носіїв	+	+	+	+	+
Включення електронного ключа внутрі кола	+	-	-	-	+

Продовження табл.2.1.

Лінії зв'язку	Будь-які	Провідні	Провідні	Будь-які	Провідні
Швидкість передачі даних (двоічних об'єктів в секунду)	40000	До 4000	до 2000	Біля 4000	14400 бод
Управління маршрутизацією	+	+	+	?	+
Глибина самодіагностування	До елемента, який змінюється	До втрати функції	До втрати функції	?	?
Характеристика обчислювальної системи	Ієрархічна багатопроцесорна	Одно-процесорна	Одно-процесорна	Ієрархічна багатопроцесорна	Ієрархічна багатопроцесорна
Резервування	Повне або часткове	повне	часткове	часткове	повне
Можливість установки на табло	+	-	-	-	+
Програмна реалізація маршрутного набору	+	-	-	+	+

Мікропроцесорні системи диспетчерського керування рухом поїздів на перегонах є швидкодіючими, невибагливими в експлуатації і дозволяють контролювати максимальну кількість дискретних об'єктів і архівувати дані про організацію руху. Серед них найбільш перспективними є «НЕМАН», «КАСКАД», «СЕТУНЬ».

3. РОЗРОБКА ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КОНТРОЛЮ

3.1. Структурна схема цифрової системи диспетчерського контролю

За основу системи диспетчерського контролю, що розробляється, узятя трьохрівнева структура, в якій як нижній рівень прийняті лінійні блоки, розміщені в релейних шафах сигнальних точок перегону, і контролювані ними об'єкти залізничної автоматики. Сигнал від лінійних блоків передається на станційні блоки (середній рівень), які встановлюються в релейному приміщенні або у чергового по станції. Тут він обробляється і передається на центральний пост до поїзного диспетчера і диспетчера дистанції сигналізації і зв'язку (вищий рівень). Передача інформації від об'єктів контролю на проміжну станцію здійснюється по лінії подвійного зниження напруги ДСН. При великому числі об'єктів контролю лінія ДСН «розрізається» і інформація з перегону передається на обидві станції (рис.3.1). Для передачі інформації з проміжних станцій на центральний пост використовується спеціальна лінія ДК.

Розроблена структура системи цифрового диспетчерського керування рухом поїздів на перегонах дана на рис.3.1.

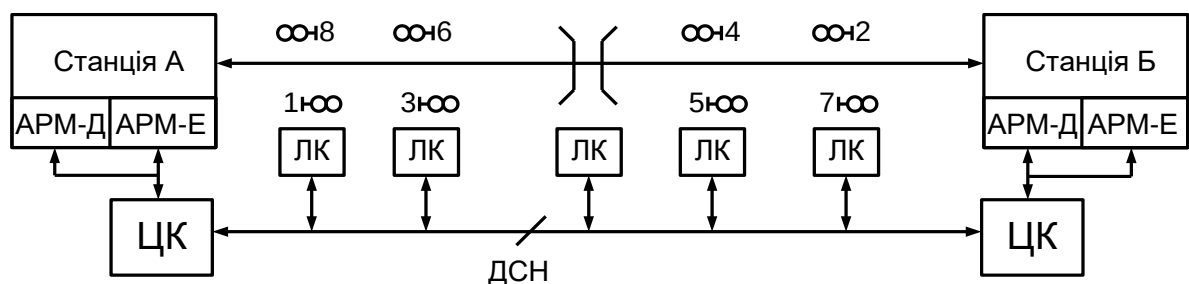


Рисунок 3.1 – Структурна схема системи диспетчерського контролю

Пристрої диспетчерського контролю вищого рівня є автоматизованим робочим місцем, виконаним на базі персональної електронно-обчислювальної машини (ПЕВМ), типа IBM PC. Його завданням є збір інформації, її обробка і зберігання на сервері бази даних. Інформація, що поступає від центральних пунктів по лінії ДК приймається модемом, демодулюється і передається в персональний комп'ютер для подальшої обробки.

Центральні пункти призначені для збору інформації що поступає від лінійних пунктів. На проміжних пунктах організовані автоматизовані робочі місця (АРМ) чергового по станції і електромеханіка СЦБ.

АРМ-Д призначене для відображення черговому по станції ситуації потягу на перегонах, стани пристроїв, для контролю сигнальних установок.

АРМ-Е забезпечує електромеханіку СЦБ можливість контролювати роботу сигнальних установок, проводити аналіз несправностей, використовуючи можливості технічного діагностування системи. Виконувати планові перевірки технічного стану системи.

Автоматизовані робочі місця центральних пунктів виконані на базі персональних комп'ютерів IBM PC.

Пристрої центрального пункту працюють під управлінням центрального контролера (рис.3.2), виконані на базі мікроконтролера PIC16F873A..

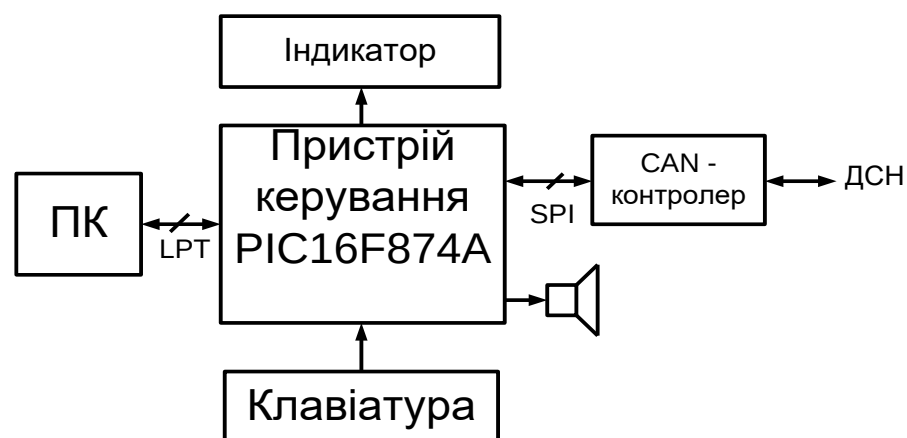


Рисунок 3.2 – Структурна схема центрального контролера

До завдання центрального контролера входить:

- організація циклічного контролю технічного стану сигнальних установок, шляхом опиту лінійних контролерів;
- зберігання поточної інформації про стан всіх опитуваних сигнальних установок;
- організація обміну даними між АРМами і центральним контролером;
- управління режимами роботи лінійних контролерів;
- аварійна індикація стану перегінних пристроїв при відмові устаткування АРМа.

Зв'язок між автоматизованими робочими місцями і центральним контролером організована з використанням паралельного порту (LPT), під управлінням персональних комп'ютерів. Інформація від центрального контролера на лінійні пункти передається і приймається через модем по лінії подвійного зниження напруги ДСН.

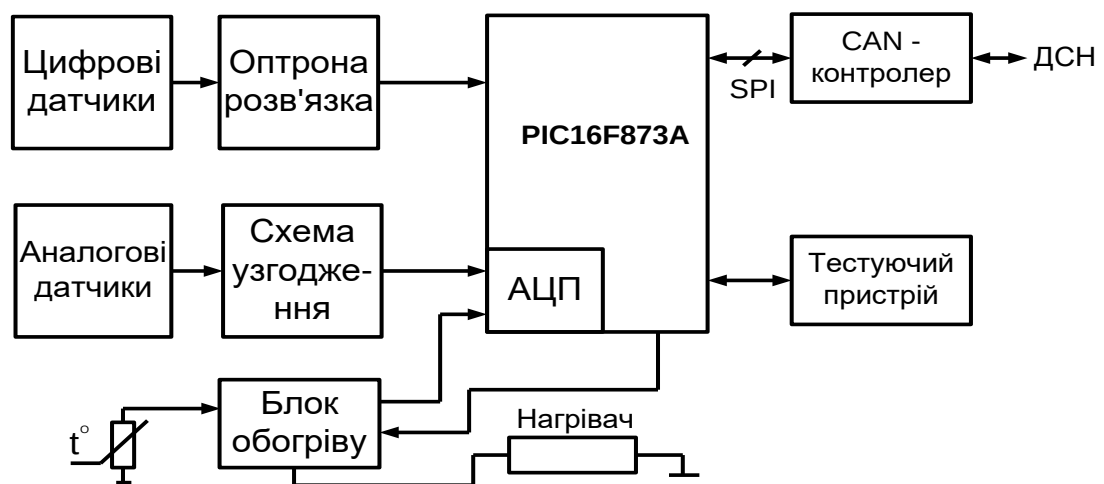


Рисунок 3.3 – Структурна схема лінійного контролера

Лінійні пункти виконаний на базі PIC мікроконтролера.(див. рис.3.3). Його завданням є збір первинної інформації про технічний стан сигнальних установок, про стан рейкових ланцюгів і автоматичної сигналізації (АПС)

переїзду при її наявності на перегоні, первинна обробка цієї інформації і передача її по запиту центрального контролера на проміжні станції.

3.2. Вибір параметрів пристроїв для контролю на сигнальній установці

Вибір контрольованих параметрів сигнальної установки, сигналізації переїзду і їх нормалей обумовлений вимогами інструкції по технічному обслуговуванню пристроїв сигналізації, централізації і блокування (СЦБ) [1], а також можливістю технічного діагностування і виявлення несправностей або передвідмовного стану сигнальної установки, сигналізації переїзду і рейкового ланцюга.

Для виявлення нижче перерахованих несправностей і станів сигнальної установки необхідно контролювати наступні параметри:

- перегорання основної нитки напруження лампи червоного вогню вогневе реле О1 вимкнене;
- перегорання додаткової нитки напруження лампи червоного вогню вогневе реле ОД вимкнене;
- відсутність основного живлення на сигнальній установці - аварійне реле А вимкнено;
- відсутність резервного живлення на сигнальній установці - аварійне реле А1 вимкнена;
- подвійне зниження напруги на лампах світлофора - реле ДСН вимкнене;
- зайнятість ділянки колійне реле И1, а також сигнальні реле Ж і З вимкнені;
- значення напруги на колійному реле;
- тимчасові і амплітудні параметри кодів;
- значення напруги живильної мережі.

На переїзді контролюються наступні параметри [1-13]:

- відсутність потягу на ділянці наближення, справність контрольованих об'єктів;

- переїзд закритий, лампи світлофорів переїздів справні і горять в режимі мигання, реле ДСН під струмом, лампи загороджувальних світлофорів справні;

- перегоріла лампа світлофора переїзду (загороджувального) або вимкнулось реле ДСН;

- несправний комплект мигання;

- потяг на ділянці наближення, брус шлагбауму не прийняв горизонтального положення;

- відсутність змінного струму.

Згідно інструкції по обслуговуванню пристроїв СЦБ [13]:

1. Електромеханік один раз в шість тижнів повинен проводити вимірювання напруги на колійних та живильних кінцях рейкового ланцюга на перегоні. Результат вимірювань записувати в паспорт сигнальної установки (форма ШУ-62), в якому для кожного конкретного рейкового ланцюга вказані довжина і норма напруги.

Виходячи з цього як контрольовані нормалі вибираємо:

- напруга на колійному реле;

- напруга на вторинній обмотці живильного трансформатора;

2. Електромеханік або електромонтер повинні проводити вимірювання напруги на лампах світлофорів, при нормальному живленні, при зміні ламп лінзового світлофора.

Двічі в рік проводиться вимірювання напруги на лампах світлофорів при аварійному живленні (по постійному струму).

Один раз в рік електромеханік повинен проводити вимірювання напруги на лампах світлофора при перевірці дії схеми подвійного зниження напруги.

Про результати вимірювань напруги на світлофорній установці робиться запис в картку обліку.

Технічні вказівки:

При денному режимі напруга на затисках лампотримача лінзових світлофорів повинна бути 11,5 В (+0,5 В -1,0 В). Норма напруги 11,5 В повинна бути при номінальній напрузі мережі 115, 230 і 380 В. Зміна напруги на лампах світлофорів на +0,5 В і -1 В допускається при коливанні напруги мережі відповідно на +5 % і -10 %. Напруга на лампах при подвійному зниженні повинна бути 4,5 В (+0,5 В -0,5 В).

Виходячи з цього як контрольовані нормалі вибираємо:

- напруга на затисках лампи червоного вогню;
- напруга на затисках лампи жовтого вогню;
- напруга на затисках лампи зеленого вогню;

3. Електромеханік один раз в шість тижнів повинен проводити вимірювання напруги на електролітичних конденсаторах і випрямлячах комірок кодового автоблокування. Результати вимірювань записуються в картку форми ШУ-62. Якщо зміряні величини не відповідають встановленим нормам, то комірка повинна замінятися.

Технічні вказівки: напруга на затисках дешифраторів типів ДЯ і ДА не повинна бути менше значень, вказаних в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення напруги на затискачах дешифраторів ДЯ і ДА

Виводи дешифраторів		Напруга, В
ДЯ	ДА	
I14-I15	1-81	17 (+1, -2)
I1-I2	52-72	Не менше 11
I5-I2	42-72	Не менше 3
I8-I2	41-72	Не менше 4

Напруга повинна вимірюватися вольтметром, опір якого на вимірюваній шкалі не меншого 10 кОм.

Виходячи з цього як контрольовані нормалі вибираємо:

- напруга на сигнальному реле Ж;
- напруга на сигнальному реле З;
- напруга на затисках СХ-МСХ;
- напруга на затисках П-М.

3.3. Алгоритм роботи центрального контролера системи ДК

Робота програмного забезпечення центрального контролера починається з ініціалізації всіх пристроїв, які управляються РІС-контролером, тобто відновлення їх початкового стану (рис.3.4.).

Після ініціалізації перевіряється наявність зв'язку з АРМом. Штатним режимом зв'язку центрального контролера з ПК АРМ, що становить, є зв'язок по LPT-порту. Тому перевірка нормального функціонування цього режиму проводиться в першу чергу. Якщо при спробі встановлення зв'язку з ПК по LPT-порту виявлені які або збої або помилки, ЦК перевіряє працездатність резервного режиму зв'язку - зв'язок по послідовному СОМ-порту. За наявності помилок або повній відсутності зв'язку в цьому режимі, ЦК видає на РКІ повідомлення про те, що зв'язок з ПК відсутній і починає опит лінійних контролерів в автономному режимі, тобто без обміну інформацією з АРМом.

Циклічний опит ЛК проводиться за допомогою переривання від таймера AVR-контролера. Часовий інтервал - F_t , через який відбувається переривання, встановлюється програмно, і легко може бути змінений залежно від кількості ЛК на контрольованому перегоні. У перебігу заданого інтервалу часу організовується цикл на опит необхідної кількості ЛК. Число ЛК описується в програмі при настройці системи для роботи на конкретному перегоні.

Частина програми, що працює в циклі, відповідає за опит стану лінійних пунктів. Циклічний опит лінійних контролерів починається з посилки запиту даних на ЛК1. Якщо в заданому інтервалі часу не були отримані коректні дані з ЛК, посиляється другий запит. За відсутності відповіді і на другий запит, ЦК виводить на індикатор і передає в АРМ повідомлення про відсутність зв'язку з ЛК, після чого продовжує опит решти ЛК.

При відповіді ЛК, отримані дані записуються в ОЗУ AVR-контролера, звідки вони будуть лічені ПК в кінці циклу опиту. Записані дані аналізуються на наявність несправності. Якщо в результаті аналізу даних виявлені несправності лінійного пункту, включається звуковий сигнал тривоги, а потім інформація про несправність виводиться на РКІ. Таким чином відбувається опит всіх ЛК. Інформація про стан всіх лінійних пунктів зберігається в ОЗУ мікроконтролера. Цикл опиту завершується, і по перериванню від таймера опит починається з початку.

Процес обміну даними з АРМом починається з перевірки зв'язку, механізм якого описаний вищим (рис.2.5.). Ініціатором обміну інформацією є ПК. Він чекає, коли мікроконтролер звільниться, опитуючи стан біта ERROR LPT-порту. Якщо PIC- контролер вільний, ПК може запитати данні у центрального контролера.

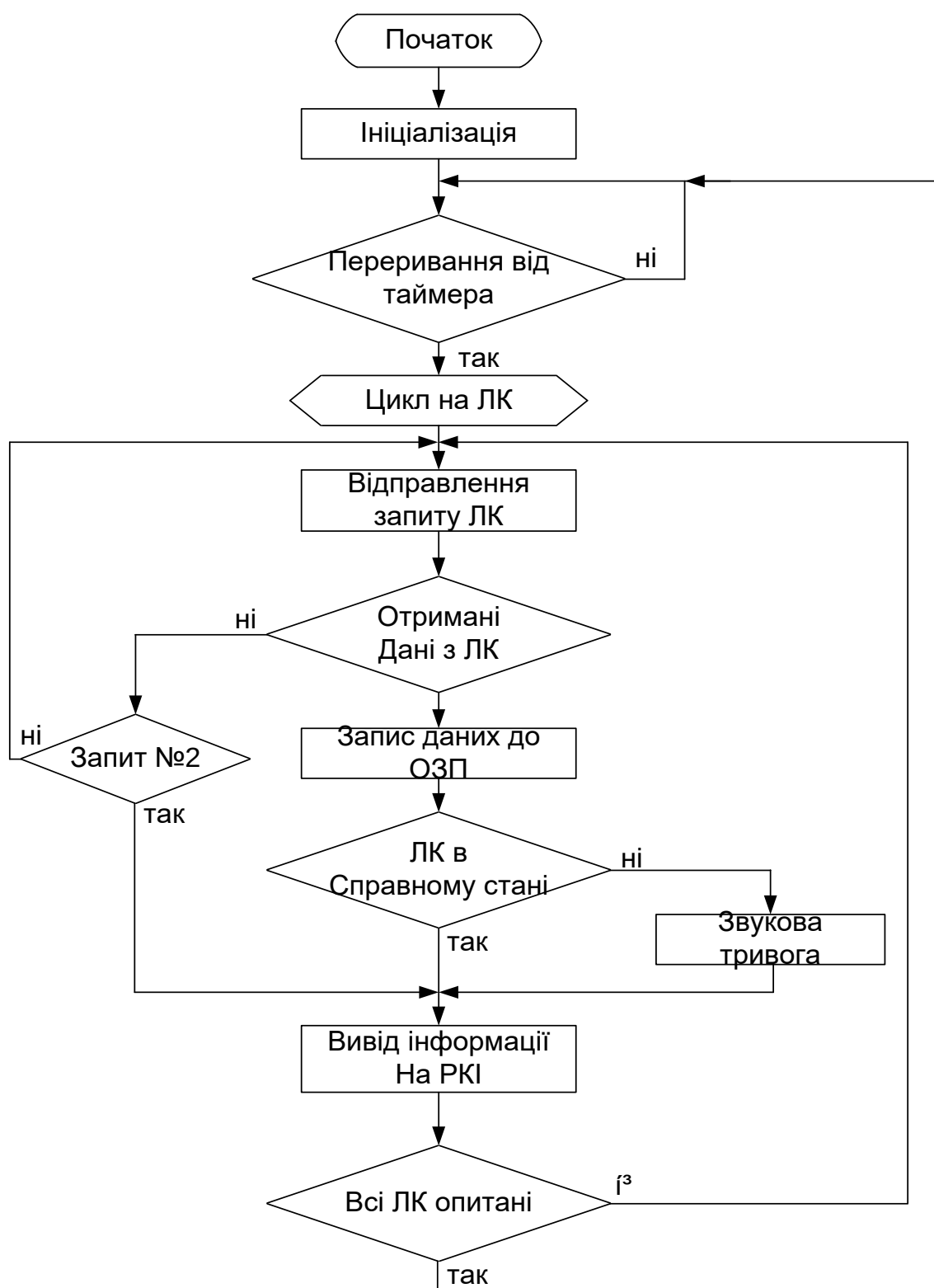


Рисунок 3.4 – Алгоритм опиту лінійних контролерів

Останній визначає тип запиту:

- 1) читання з ОЗУ результатів опиту ЛК;
- 2) запит інформації про стан певного лінійного пункту, включаючи можливість вимірювання напруги на релейному і живлячому кінцях блок-дільниці.

У першому випадку ПК звертається до пам'яті даних (ОЗУ) мікроконтролера за програмно заданими адресами і прочитує інформацію.

У другому випадку ЦК визначає номер ЛК про яке електромеханік або диспетчер хочуть отримати інформацію, або провести вимірювання. Посилається запит ЛК і за наявності зв'язку з ним отримані з лінійного пункту дані передаються в ПК і виводяться на РК індикатор. Після цього ЦК повертається до циклічного опиту всіх ЛК.

Наступний алгоритм детально відображає процес обміну інформацією між ПК і AVR-контролером.

Перевірка зв'язку:

1. ПК передає в ЦК код 01H;
2. ЦК відповідає послідовністю байт: 55H, AAH, 0FH;
3. Відсутність відповіді або прийом інших байт - помилка зв'язку.

Читання інформації з комірки ОЗУ AVR-контролера:

1. ПК передає в ЦК код:
 - 04H для читання 0-1 банків;
 - 05H для читання 2-3 банків.
2. ЦК передає ПК код 0FH;
3. ПК передає в ЦК адресу осередку ОЗУ;
4. ЦК передає ПК вміст осередку ОЗУ.

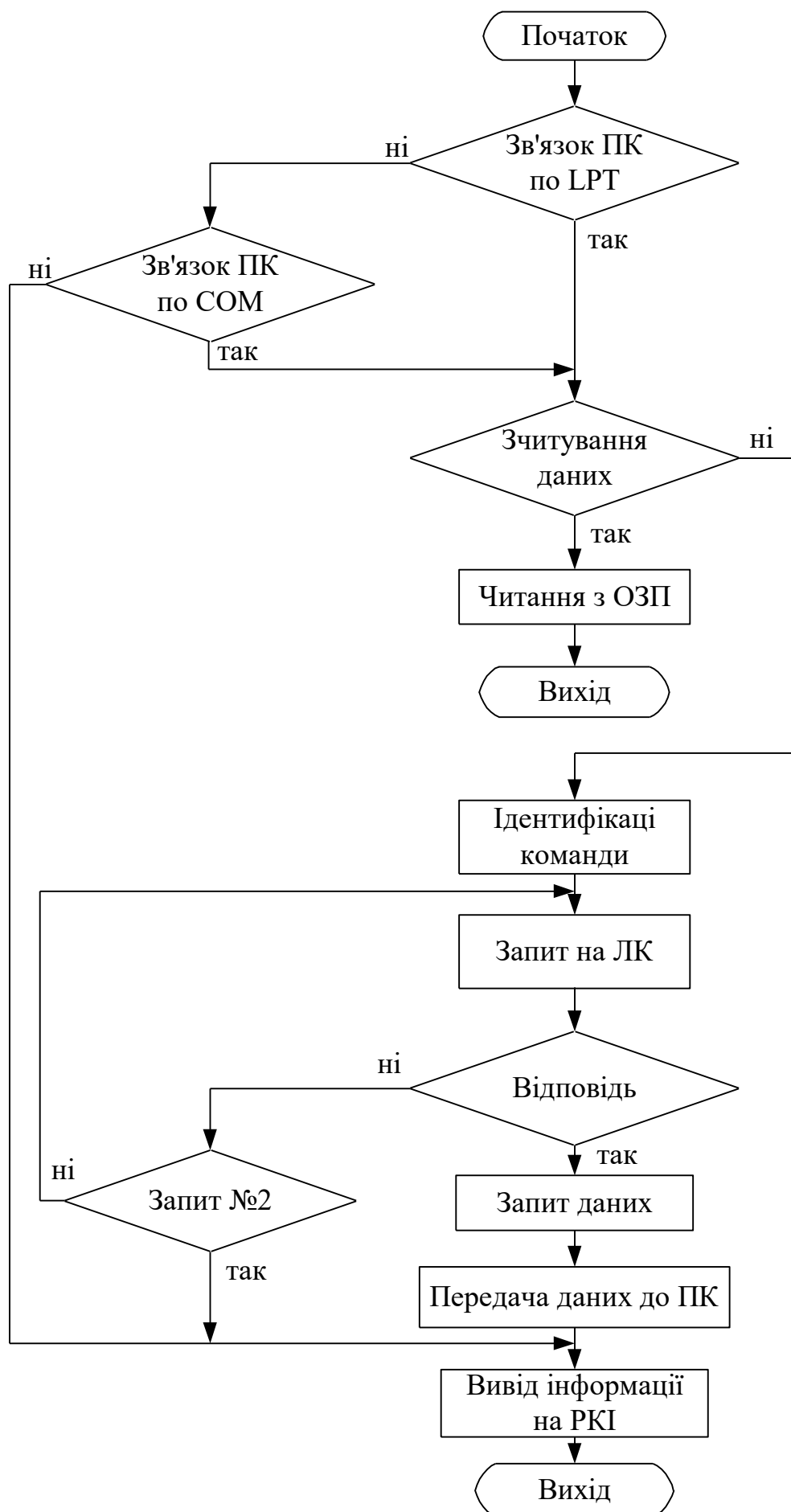


Рисунок 3.5 – Алгоритм обміну даними з АРМом

Запис інформації в комірку ОЗУ AVR -контролера:

1. ПК передає ЦК код:
 - 02H для запису в 0-1 банки;
 - 03H для запису в 2-3 банки.
2. ЦК передає в ПК код 0FH;
3. ПК передає в ЦК адресу осередку ОЗУ;
4. ЦК передає в ПК код 0FH;
5. ПК передає в ЦК дані для запису в осередок ОЗУ;
6. ЦК передає в ПК код 0FH.

Програмне забезпечення АРМа дозволяє диспетчерові або електромеханікові в реальному масштабі часу контролювати роботу перегінних пристроїв, а також проводити вимірювання для виявлення передвідмовного стану [5-11].

Інтерфейс основного вікна програми надає можливість працівникові дізнатися в якому стані знаходиться сигнальна установка в даний момент часу. За допомогою закладок «Світлофор1», «Світлофор 3», «Світлофор5», можна проглянути дані про стан основних реле цих сигнальних установок, а також побачити який сигнал на них включений. У вікні повідомлень виводиться інформація про виявлені в результаті опиту несправності. При цьому включається світлова і звукова індикація. Для докладного вивчення і аналізу всіх подій, подій за час контролю, ведеться протокол подій. Для того, щоб його проглянути, досить натиснути на кнопку «Докладніше.».

Для проведення вимірювань на якому або лінійному пункті або уточнення отриманої інформації є можливість переходу в ручний режим. Тестовий режим призначений для ручної перевірки і налагодження зв'язку з центральним контролером по LPT-порту.

ВИСНОВКИ

Існуючі системи частотного диспетчерського контролю морально застаріла, не дозволяє підвищити швидкість руху поїздів і швидкодію самої системи через використання релейної апаратури. Ця система дозволяє контролювати обмежену кількість параметрів і об'єктів, не зберігає інформацію, є досить громіздкою і споживає багато електричної енергії.

Перспективними є мікропроцесорні системи керування руху поїздів, які дозволяють мінімізувати споживання електричної енергії, місце для їх розташування, швидкодіючі, дозволяють контролювати максимальну кількість дискретних об'єктів і архівувати дані про організацію руху.

Розроблена трьохрівнева система диспетчерського керування лінійними об'єктами залізничного перегону. в якій як нижній рівень прийняті лінійні блоки, розміщені в релейних шафах сигнальних точок перегону, і контрольовані ними об'єкти залізничної автоматики. Сигнал від лінійних блоків передається на станційні блоки (середній рівень), які встановлюються в релейному приміщенні або у чергового по станції. Тут він обробляється і передається на центральний пост до поїзного диспетчера і диспетчера дистанції сигналізації і зв'язку (вищий рівень). Передача інформації від об'єктів контролю на проміжну станцію здійснюється по лінії подвійного зниження напруги ДСН.

Розроблені структурні схеми системи диспетчерського контролю і центрального контролера.

Розроблено алгоритми роботи центрального контролеру цифрової системи диспетчерського керування: алгоритм обміну даними з АРМом і алгоритм опиту лінійних контролерів. Зв'язок АРМа з ПЕОМ організовано через LPT-порт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Частотний диспетчерський контроль [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://scbist.com/wiki/8514-chastotnyi-dispatcherskii-kontrol-chdk.html>
2. Диспетчерський контроль [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/2895938/page:15/>
3. Загальні відомості про систему частотного диспетчерського контролю [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://studref.com/557206/tehnika/obschie_svedeniya_sisteme_chastotnogo_dispatcherского_kontrolya
4. Системи диспетчерського керування. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://poezdvl.com/avtomatika-telemehanika-i-sviaz/sistema-dispatcherskogo-kontrolya.html>
5. Мікропроцесорна диспетчерська централізація ДЦ «Діалог» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dialog-trans.ru/main-menu/product/dc/>
6. Мікропроцесорна диспетчерська централізація “ КАСКАД ” / М.І. Данько, В.І. Мойсенко, В.З. Рахматов, В.Б. Троценко, М.М. Чепцов. – Харків, 2055. – 176 с.
7. RAIL CONTROL 400. Диспетчерська централізація. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://1520signal.ru/products/dispatcherskaya-tsentralizatsiya1/>
8. Правила улаштування електроустановок: вид. 3-тє, перероб. і доп. – Мінпаливенерго України, 2010. – 736 с.
9. Мікропроцесорна система диспетчерської централізації «Південь» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/mikroprotsessornaya-sistema-dispatcherskoi-tsentralizatsii-yug.html>
10. Системи мікропроцесорної диспетчерської централізації [Електронний ресурс]. Режим доступу:

https://www.kamkor.org/ru/activities/central_asia_protrans/activities/smdc.php

11. Ф.Е. Сатирев, В.К. Голик. Диспетчерська централізація «НЕМАН» [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://scbist.com/scb/uploaded/213_posobie_dc-neman.pdf
12. Новинка диспетчерської централізації [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://eav.ru/publ1.php?publid=2004-11a12>
13. Правила технічної експлуатації залізниць України: наказ № 258 від 25.07.2006, зареєстр. в Мін-ві Юстиції України від 25.10.2006 р. від № 1143/13017 . – Мінпаливенерго України, 2006.