

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Львівський інститут  
(назва факультету)

Рухомий склад залізниць і колія  
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи  
«Бакалавр»  
(ступінь вищої освіти)

на тему: Шляхи модернізації систем керування вітчизняних локомотивів  
за освітньою програмою Локомотиви та локомотивне господарство  
зі спеціальності: 273 "Залізничний транспорт"  
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ЛГ 19117

(підпис студента)

/Андрій ЧЕРВІНСЬКИЙ/  
(ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

/ст. викладач, Андрій КУЗИШИН/  
(посада, ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

/викладач, Іван КРАВЕЦЬ/  
(посада, ім'я ПІРІЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

Львів – 2022 рік

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

Lviv Institute

(faculty)

Rolling stock of railways and tracks

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

«Bachelor»

(higher education degree)

on the topic: Ways of modernization of control systems of domestic locomotives  
according to educational curriculum «Locomotives and locomotive economy»  
in the Speciality: 273 «Railway transport»

(speciality and its code)

Done by the student of the group: LG19117

/Andrii CHERVINSKY/

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/senior lecturer, Andrii KUZYSHYN/

(position, name, surname)

Normative controller :

/teacher, Ivan KRAVETS/

(position, name, surname)

Supervisors

\_\_\_\_\_  
(Chapter title heading)

\_\_\_\_\_  
(position, name, surname)

\_\_\_\_\_  
(Chapter title heading)

\_\_\_\_\_  
(position, name, surname)

\_\_\_\_\_  
(Chapter title heading)

\_\_\_\_\_  
(position, name, surname)

\_\_\_\_\_  
(Chapter title heading)

\_\_\_\_\_  
(position, name, surname)

Lviv – 2022

## ЗМІСТ

ПЕРЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	8
<b>1 СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ .....</b>	<b>9</b>
1.1 Вітчизняний досвід.....	9
1.2 Закордонний досвід .....	12
<b>2 КОМПЛЕКСНИЙ ЛОКОМОТИВНИЙ ПРИСТРІЙ БЕЗПЕКИ КЛУБ... 22</b>	<b>22</b>
2.1 Функції КЛУБ .....	22
2.2 Структурна схема КЛУБ .....	24
2.3 Модуль-вимірювач параметрів руху .....	26
2.3 Порівняння системи КЛУБ із різними пристроями безпеки руху, що застосовуються на локомотивах .....	28
<b>3 СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГАЛЬМУВАННЯМ САУТ-Ц.....</b>	<b>30</b>
3.1 Призначення САУТ-Ц.....	30
3.2 Порядок використання САУТ-Ц під час руху локомотива.....	32
<b>4 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОВОЗОМ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ КРАНА МАШИНІСТА №130 З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ .....</b>	<b>36</b>
4.1 Будова та принцип дії.....	36
4.2 Технічні характеристики .....	42
4.3 Заходи безпеки праці під час управління локомотивом.....	44
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....</b>	<b>48</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>49</b>

						0041.190557.01.ВКР.ПЗ		
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Шляхи модернізації систем керування вітчизняних локомотивів	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Андрій ЧЕРВІНСЬКИЙ		09.08.22				
Консульт							5	49
Керівник		Андрій КУЗИШИН		09.08.22		ЛІ УДУНТ		
Н. контр.		Іван КРАВЕЦЬ		09.08.22				
Зав. каф.		Олена БАЛБ						

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

50 с., 10 рис., 1 табл., 9 джерел.

Об'єкт дослідження – системи керування вітчизняних локомотивів.

Мета роботи – дослідження та пошук шляхів модернізації систем керування вітчизняних локомотивів, забезпечуючи при цьому безпеку руху та попереджуючи невідповідності дій членів локомотивної бригади вимогам нормативних документів.

Методи дослідження – методи аналізу та синтезу систем забезпечення безпеки руху поїздів, інженерні методи теоретичного рівня щодо пошуку шляхів удосконалення та модернізації систем керування вітчизняних локомотивів.

Проаналізовано вітчизняний та закордонний досвід особливостей впровадження та використання систем забезпечення безпеки руху поїздів. Розглянуто структурну схему КЛУБ, її модулі та функції. Проведено порівняння системи КЛУБ з різними пристроями безпеки, що використовуються на локомотивах. Запропоновано шляхи удосконалення системи управління вітчизняним електровозом шляхом використання крана машиніста №130 з дистанційним керуванням.

Результати роботи можуть бути використані при проектуванні нових та модернізації існуючих електровозів.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОВОЗ, КОМПЛЕКСНИЙ ЛОКОМОТИВНИЙ ПРИСТРІЙ БЕЗПЕКИ, КРАН МАШІНІСТА, ДИСТАНЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ



ПВ	Пристрій виклику
РП	Рукоятка підтвердження пильності
КПУ	Приймальні котушки
КЗ	З'єднувальна коробка
ДВШ	Датчик вимірювання відстані та швидкості
ДТ	датчик вимірювання тиску в гальмівних пристроях локомотива
АПП	Антенно-підсилювальний пристрій
АРК	Антенна радіоканалу
ППП-РЗ	Приймально-передавальні пристрої цифрового радіозв'язку
БВІ	Блок відповідності інтерфейсів
ДЖЛЕ	Електричне локомотивне джерело живлення
ЦКР	Центральна клемна рейка
ДК	Допоміжна кнопка
ТЗ	Тривала затримка
ЛБКП	Локомотивний блок колійних параметрів
ПТЕ	Правила технічної експлуатації залізниць України
ІСИ	Інструкція з сигналізації на залізницях України
ІРП	Інструкція з руху поїздів та маневровою роботою на залізницях України
ГМ	Гальмівна магістраль
ЗР	Зрівнювальний резервуар

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		8

## ВСТУП

Аналіз стану безпеки руху на залізничному транспорті протягом тривалого періоду показує, що такі грубі порушення, як проїзд забороняючого сигналу, неправильне управління гальмами, перевищення встановлених швидкостей руху, все ж таки мають місце. Вказані дії призводять до сходів та аварій з незворотніми наслідками та серйозних проблем в організації нормальної експлуатаційної роботи залізничного транспорту. Це свідчить про те, що не всі працівники залізничного транспорту, які пов'язані з рухом поїздів, чітко виконують свої посадові обов'язки.

Незважаючи на те, що абсолютна більшість машиністів локомотивів і моторвагонного рухомого складу залізничного транспорту України кваліфіковано управляють рухомим складом і гальмами, проявляють високу пильність, не допускаючи порушень Правил технічної експлуатації залізниць України та інструкцій, випадки невідповідності їх дій вимогам нормативних документів, що пов'язані з безпекою руху повністю не усунені.

Відомо, що дії не лише локомотивних бригад, а й працівників суміжних служб, які пов'язані з рухом поїздів, можна контролювати за результатами розшифрування параметрів руху поїзда, які фіксуються приладами, що знаходяться на локомотиві. Серед цих параметрів – швидкість руху, час, робота пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації, автоматичних гальм та інших пристроїв, що забезпечують безпеку руху.

Представлена робота є основою системного підходу щодо дослідження та модернізації систем керування вітчизняних локомотивів, забезпечуючи при цьому безпеку руху та попереджуючи невідповідності дій членів локомотивної бригади вимогам нормативних документів.

*Об'єктом дослідження* в даній роботі є системи керування вітчизняних локомотивів.

*Предметом дослідження* являються принципи взаємної роботи пристроїв різного роду систем керування локомотивів.

						Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

# 1 СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ

## 1.1 Вітчизняний досвід

До 1993 року забезпечення безпеки руху поїздів базувалося на спільному використанні систем автоблокування та автоматичної локомотивної сигналізації безперервної дії (АЛСБ) [1]. Однак низька інформативність каналу АЛСБ (можливість передачі на локомотив лише трьох команд) та обмеженість функціональних можливостей локомотивного дешифратора команд АЛСБ призвело до необхідності використання на локомотиві, крім дешифратора команд АЛСБ, пристрою «Дозор» (Л132), пристрою контролю пильності машиніста (ПКПМ), додаткових пристроїв безпеки Л77, Л159, Л116 та ін. (рисунок 1.1) [2].

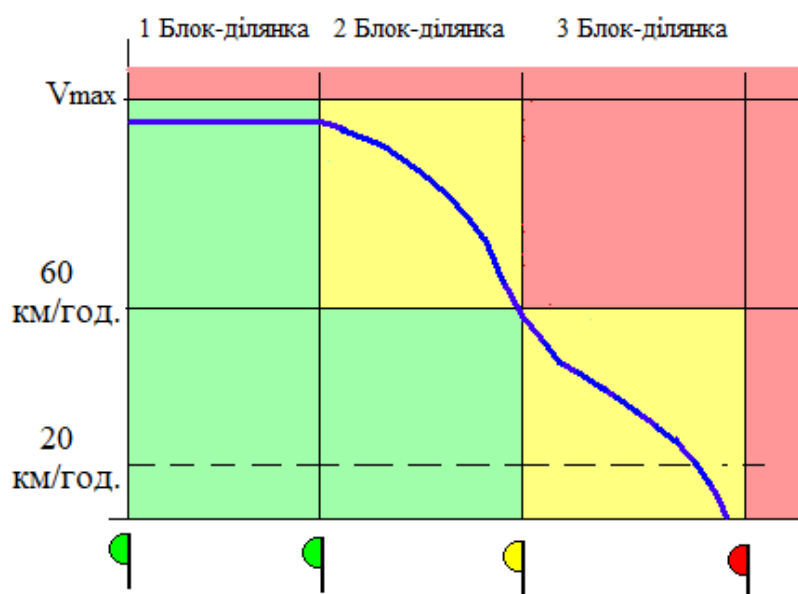


Рисунок 1.1 – Графічне відображення швидкості під'їзду локомотива до червоного сигналу світлофора

Згодом почалося використання системи комплексного локомотивного пристрою безпеки (КЛУБ), яка була створена із єдиною метою об'єднання у одному пристрої багатьох функцій та збільшення кількості прийнятих команд з найбільш інформативного рейкового каналу системи багатозначної автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС-ЕН) [3].

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		10

У 1999 р. було завершено створення та проведено приймальні випробування уніфікованого комплексного локомотивного пристрою безпеки (КЛУБ-У), який є удосконаленим варіантом КЛУБ за кількістю та якістю виконуваних функцій.

На даний момент КЛУБ-У використовується як основний бортовий пристрій для забезпечення безпеки руху поїздів. До складу єдиної комплексної системи управління і забезпечення безпеки руху поїздів, крім КЛУБ-У, входить також уніфікована система автоведення поїздів (УСАВП), система автоматичного управління гальмами (САУТ) та телемеханічна система контролю пильності машиніста (ТСКПМ).

УСАВП здійснює енергооптимальне управління рухом поїзда відповідно до заданого графіка або розкладу. САУТ забезпечує точне використання службового гальмування поїздів (з урахуванням ефективності їх гальмівних засобів) біля світлофорів із забороняючим показанням. ТСКПМ забезпечує контроль працездатності машиніста.

Відмінними особливостями КЛУБ-У є:

– модульна архітектура, реалізована у вигляді відкритої локальної мережі, що дозволяє безперешкодно робити реконфігурацію пристрою (збільшувати або зменшувати кількість модулів і, відповідно, функцій, що виконуються);

– використання додаткового каналу цифрового радіозв'язку для обміну інформацією зі стаціонарними пристроями управління та інтервального регулювання;

– застосування апаратури супутникової навігаційної системи (СНС) як засобу для визначення точного часу та координати поїзда;

– використання реєстратора з касетою реєстрації (КР) для безперервного запису параметрів локомотивного обладнання та апаратури КЛУБ-У під час руху поїзда заданим маршрутом.

Локальна мережа КЛУБ-У дозволяє також забезпечити взаємодію КЛУБ-У з УСАВП, САУТ та іншими зовнішніми пристроями.

Для оперативної розшифровки та аналізу реєстрованої КЛУБ-У на КР інформації застосовується стаціонарний пристрій дешифрації (СПД), а для

						Арк.
						11
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

забезпечення надійності функціонування КЛУБ-У використовується комплекс засобів перед рейсового контролю.

Стационарний пристрій дешифрації призначений для автоматизованого виявлення невідповідностей у виконанні експлуатаційної роботи локомотивів, а також передаварійних та аварійних ситуацій під час поїздки та їх причин, створення архівів та звітних документів під час руху заданими маршрутами.

КЛУБ-У дозволяє усунути основні причини зіткнень рухомого складу за рахунок виконання заданих функцій із забезпечення безпеки руху поїздів. При використанні КЛУБ-У істотно знижується рівень ризику від заподіяння шкоди пасажиром, обслуговуючому персоналу, вантажам, що перевозяться, і рухомому складу внаслідок значного зменшення кількості випадків перевищення швидкості, самовільного руху поїздів і втрати машиністами пильності.

Застосування КЛУБ-У дозволяє:

1. Підвищити рівень ефективності експлуатаційної роботи на ділянках залізниць за рахунок:

- підвищення ділянкової швидкості та зниження втрат поїзд-годин;
- отримання машиністом додаткової інформації про місцезнаходження поїздів, що рухаються попереду;
- формування додаткової інформації, що передається машиністу (про кількість вільних блок-ділянок, що розташовуються попереду та ін.);
- оперативної передачі інформації про обмеження швидкостей руху.

2. Підвищити безпеку руху поїздів.

3. Забезпечити реєстрацію інформації про режими руху поїзда, дії машиніста та справність локомотивних технічних засобів.

Економія експлуатаційних витрат під час використання КЛУБ-У забезпечується за рахунок:

- підвищення ефективності експлуатаційної роботи на ділянках залізниць шляхом зниження інтенсивності відмов бортової апаратури, підвищення ділянкових швидкостей та зниження втрат поїзда-годин, скорочення

						Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

експлуатаційних витрат на утримання та обслуговування технічних засобів КЛУБ-У;

– скорочення збитків залізниць внаслідок підвищення рівня безпеки руху поїздів.

## 1.2 Закордонний досвід

У теперішній час найбільш досконалі системи забезпечення руху поїздів (системи інтервального регулювання руху поїздів – СІРРП) застосовуються на лінії швидкісного руху. У якості СІРРП використовуються системи автоматичної локомотивної сигналізації точкового (АЛСТ) або безперервного (АЛСБ) типу з автоматичним контролем швидкості, які складаються із стаціонарних та поїзних (бортових) пристроїв. Розглянемо СІРРП, які використовуються на залізницях різних країн [4].

**Франція.** У 80-і роки на мережі залізних доріг Франції (SNCF) з'явилися високошвидкісні лінії, де поїзди розвивали швидкість до 300 км/год. і допускався мінімальний інтервал руху слідування поїздів – 4 хв. Основним засобом сигналізації на цих лініях є система АЛС безперервного типу TVM300. На лінії «Париж-Ліон» (протяжність 390 км, максимальна швидкість 270 км/год) відсутні колійні світлофори. Сигнали АЛС передаються на поїзд від рельсових кіл. Для парної колії використовуються частоти 1700 і 2300 Гц, для непарної – 2000 і 2600 Гц. Частоти модулюються низькими в діапазоні 10,3-29 Гц. При кроці 1,1 Гц може бути отримано 18 частотно-модульних сигналів, відповідних різним допустимим значенням швидкості руху.

У зв'язку із будівництвом «Північної» високошвидкісної лінії (максимальна швидкість руху поїздів 320 км/год, мінімальний інтервал слідування 3 хв) було вирішено створити для більш досконалої системи сигналізації типу TVM430.

Системи TVM300 і TVM430 мають наступні особливості:

– управління рухом поїздів на високошвидкісній лінії здійснюється з єдиного центру, у функції якого входить: контроль за рухом поїздів; дистанційне переключення стрілок і сигналів; дистанційне управління тяговими

						Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

підстанціями;

- на колії через кожні 20 км встановлюються блоки контролю швидкості;
- на локомотивному табло машиніста постійно виводиться значення допустимої швидкості руху, яке передається за допомогою частотно-модульних сигналів, які посилаються на безстиківій рейковій колії типу VM71;
- дозволяє машиністу самостійно здійснювати управління поїздом, коли фактична швидкість руху поїзда менше допустимої.

Більш жорсткі вимоги до системи сигналізації на «Північній» високошвидкісній лінії зумовили і деякі її особливості. Скорочення мінімального інтервалу прямування поїздів до 3 хв. призвело до зменшення довжини рейкових кіл до 1500 м. Крім того, у TVM430 передбачено більшу кількість градацій значень допустимих швидкостей (320, 300, 270, 230, 170, 0 км/год.). Поїзди, які потрапляють на таку високошвидкісну магістраль зі звичайних ліній, де встановлені градації допустимих швидкостей 160 і 200 км/год, можуть рухатися, використовуючи градації TVM430 відповідно 170 і 230 км/год.

З метою зменшення впливу інерційності системи, що виявляється при зміні сигнальних показів, в TVM430 передбачено, що немигаюча індикація значення допустимої швидкості руху інформує машиніста про те, що і на наступній блок-ділянці не очікується зниження швидкості. При мигаючій індикації машиніст повинен приготуватися до можливого подальшого зниження швидкості на наступній блок-ділянці. У системі TVM430 застосовується жорсткіший контроль швидкості руху поїзда, ніж у TVM300. Безперервно проводиться порівняння фактичної швидкості поїзда (з прив'язкою до розташування поїзда на ділянці) зі значенням швидкості, закладеним у бортовому комп'ютері. Якщо допустиме значення виявляється перевищеним, відбувається екстрене гальмування. У TVM430 передбачено можливість збільшення кількості інформації, що передається з колії на поїзд. Це досягається завдяки тому, що інформація на поїзд передається 27-бітними телеграмами. Наявність «1» або «0» у кожному розряді телеграми визначається за наявністю або відсутністю моделюючої частоти, у відповідному такті прийнятого сигналу. Кожна

						Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

телеграма передає бортовому комп'ютеру інформацію про координати на лінії та швидкість, що дозволяє бортовому комп'ютеру визначити:

- значення допустимої швидкості, що індикується на дисплеї машиніста;
- режим індикації (немигаючий /мигаючий);
- максимальне значення допустимої швидкості на даній блок-дільниці.

Стационарний комп'ютер, що формує телеграми, забезпечує постійне посилення кількох телеграм у кожне рейкове коло. З такою ж періодичністю відбувається обробка телеграм, що приймаються бортовим комп'ютером. Центральний стаціонарний пристрій складається з двох спеціалізованих комп'ютерів. Один формує та передає інформацію в рейкові кола, інший знаходиться у гарячому резерві. Кожен із спеціалізованих комп'ютерів має по два процесори, що працюють паралельно. Якщо інформація на виходах обох процесорів основного комп'ютера не ідентична, управління передається резервному комп'ютеру.

Бортове обладнання системи TVM430 включає дві приймальні котушки, встановлені над рейками перед першою віссю локомотива. Сигнали, що приймаються котушками з рейок, надходять на два незалежні входи сигнального процесора. Блок порівняння процесора зіставляє результати на виходах двох незалежних каналів аналого-цифрової обробки. У разі збігу результатів прийняте повідомлення надходить для подальшого виконання та видається на дисплей машиніста. Надійність та безпека роботи TVM430 ґрунтуються на застосуванні завадостійкого кодування інформації, повторній передачі телеграм та дублюванні апаратури. Дана система TVM430 пройшла сертифікацію безпеки.

**Німеччина та Австрія.** На лініях залізниць Німеччини та Австрії для забезпечення безпеки руху поїздів при швидкостях руху понад 160 км/год з початку 80-х рр. було розпочато використання системи АЛС безперервного типу (АЛСБ), у якій для передачі інформації на локомотиви використовуються укладені вздовж колії індуктивні шлейфи. Система АЛСБ, що отримала назву LZB (рисунок 1.2), забезпечує: безперервний контроль швидкості руху поїзда;

						Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

автоматичне зниження швидкості поїзда на ділянках її обмеження; автоматичну зупинку поїзда перед сигналом, що забороняє рух; можливість руху кожного поїзда з оптимальною швидкістю; підтримання безпечної відстані між поїздами; можливість двостороннього обміну інформацією між локомотивом та центром управління. У системі LZB інформація на поїзд передається по шлейфу на робочій частоті 36 кГц, а в зворотному напрямку – на робочій частоті 56 кГц. Довжина кодового слова стала і становить 83,5 біт; швидкість передачі коду – 1200 Бод.

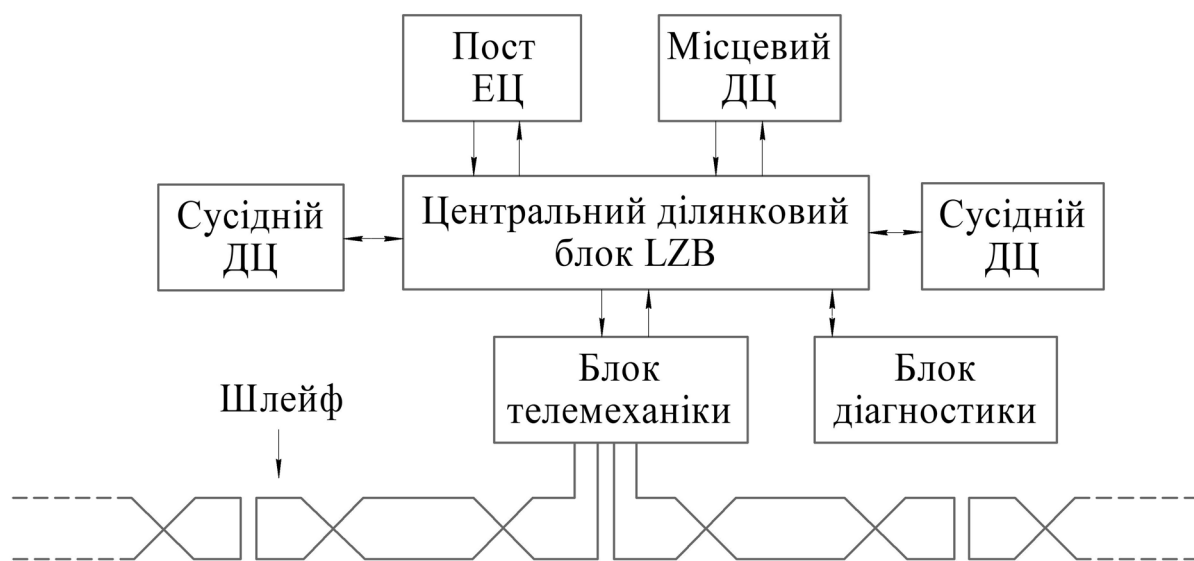


Рисунок 1.2 – Структура системи LZB

На початку 80-х років фірма Siemens розробила для залізниць Німеччини та Західної Європи нове сімейство систем інтервального регулювання – ZUB-100 (рисунок 1.3) на базі процесора 8085. Заміна аналогової техніки на цифрову дозволила зменшити розміри апаратури, скоротити її енергоспоживання та знизити собівартість виробництва. Ряд модифікацій (ZUB-1H, ZUB-121, ZUB-122, ZUB-123) призначений для магістральних залізниць, інші (ZUB-40, ZUB-122) – для міських залізниць та метрополітенів.

Системи інтервального регулювання модифікацій ZUB-110 та ZUB-111 можуть використовуватися на магістральних ділянках, де через наявність довгих перегонів різко зростають витрати на кабелі, що зв'язують колійну апаратуру з постами електричної централізації.

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		16

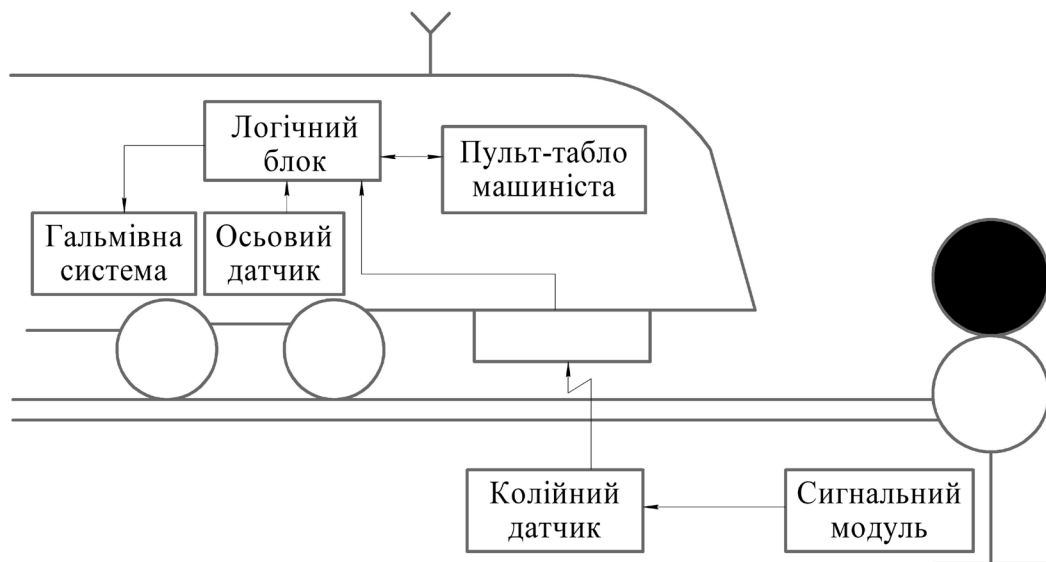


Рисунок 1.3 – Система інтервального регулювання ZUB-100

У зв'язку з цим побудова колійної апаратури має свої особливості. У вибраних точках колії встановлюють передавальні індуктори. Для їх функціонування не потрібно підводити по кабелях напругу живлення. Поїзні антени ZUB-110 та ZUB-111 видають сигнали на частоті 100 кГц, які приймаються колійними індукторами та використовуються як накопичувачі енергії для передачі інформативності на поїзд. При цьому можливе виявлення помилок, що виникають під впливом перешкод каналу передачі інформації. Колійна апаратура ZUB-110 і ZUB-110 визначає стан блок-ділянок безпосередньо за величиною сигналів у рейкових колах. Тому відпадає необхідність у кабельних лініях зв'язку постів електричної централізації з апаратурою рейкових кіл.

Наприкінці 90-х років. фірма Siemens приступила до створення нового сімейства систем ZUB-200, що мають розширені функціональні можливості і задовольняють більш високим вимогам безпеки. Бортовий пристрій ZUB-200 побудовано за двоканальною схемою. Ядро кожного каналу включає обчислювальний блок SIMIS-3116 з процесором. Крім того, до складу ядра входять: блок пам'яті та схеми з'єднання. Усі пристрої обчислювального блоку об'єднані загальною паралельною шиною MES80. Для зв'язку обчислювального каналу з датчиками відстані та швидкості застосовується

						Арк.
						17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

послідовна передача інформації по багатофункціональній транспортній шині MVB або за допомогою бортової інформаційної системи IBIS.

На даний час німецькі залізниці розробляють нову систему АЛС із розширеними функціональними можливостями з використанням обміну інформацією каналу радіозв'язку (системи FZB). Система FZB включає: центральний пост FZB, бортові пристрої FZB, базову систему радіозв'язку та балізи (рисунок 1.4).

На центральному пості FZB безперервно підтримується динамічна модель поточної ситуації на контрольованій ділянці. Постійна складова інформації береться з колійної ділянки. Змінна складова інформації надходить з постів ЕЦ (дані про положення стрілок і сигналів) та від поїздів (дані про їхнє місцезнаходження). На основі оцінки поточної поїзної ситуації центральний пост FZB формує для кожного конкретного поїзда команду, що дозволяє подальший рух. Команда передається на поїзди каналами радіозв'язку через базову систему радіозв'язку (GSM-R, ISDN). Ця команда не лише дозволяє рух, але й надає машиністу інформацію про координати найближчої мети (наприклад, станції) та час її проходження.

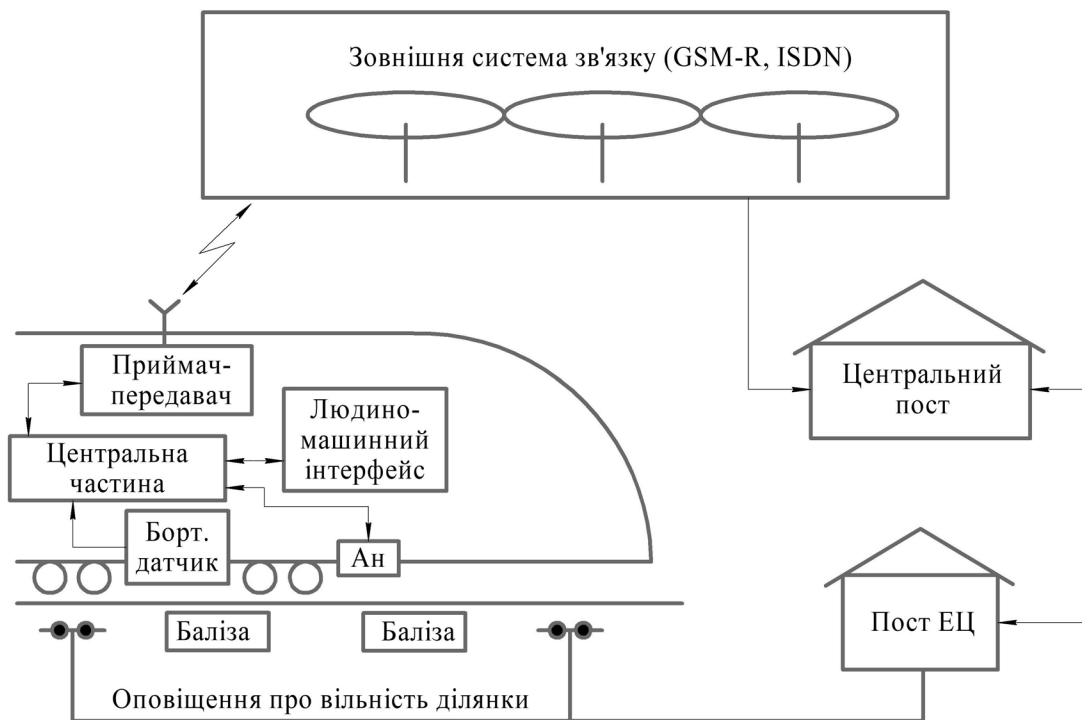


Рисунок 1.4 – Структура системи АЛС на базі радіозв'язку (система FZB)

Бортовий пристрій зіставляє ці дані з інформацією від бортових пристроїв вимірювання відстані і швидкості, а також з інформацією, що отримується від колійних баліз. Останні дозволяють уточнити координату колії та отримати значення допустимої швидкості. В результаті бортовий комп'ютер буде програмну криву швидкості, відповідно до якої поїзд прибуде до заданого пункту у призначений час.

Постійне вимірювання відстані, часу та фактичної швидкості дозволяє машиністу контролювати рух поїзда та своєчасно компенсувати його відхилення від програмної кривої. Якщо при цьому фактична швидкість поїзда починає перевищувати допустиму, формуються попереджувальні світловий і звуковий сигнали. Якщо машиніст не знижує швидкість поїзда після формування цих попереджень, бортовий пристрій FZB видає команду автоматичного примусового гальмування, що впливає на виконавчі кола поїзда.

При наближенні поїзда до місця призначення на задану відстань програмою виробляється повідомлення про «наближення», яке каналами радіозв'язку передається на центральний пост FZB. Отримавши це повідомлення, центральний пост FZB формує необхідний запит посту ЕЦ, наприклад, встановлення маршруту прийому поїзда на станцію. Кожна частина системи FZB виконує, крім управляючих, також діагностичні функції, що дозволяє своєчасно виявити помилки і локалізувати місця їх появи.

У повідомленнях, якими обмінюються центральний пост та бортові пристрої системи FZB, поряд з основною (перерахованою вище) інформацією може передаватися великий об'єм додаткової інформації. Так, у повідомленнях, що передаються з центрального посту на поїзд, серед інших даних може міститися інформація про допустиму швидкість, довжину, особливості плану і профілю ділянки, а також вказівки про режими руху поїзда, аж до команд підйому або опускання пантографів. У зворотних повідомленнях, що передаються з локомотива на центральний пост FZB, поряд з даними про координати поїзда вказуються довжина поїзда, його гальмівні характеристики та ін.

**Італія.** На швидкісній лінії «Рим-Флоренція» (довжина 260 км, максимальна

						Арк.
						19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

швидкість 260 км/год) збільшено до 9 число команд існуючої системи АЛСБ за рахунок використання другої несучої частоти - 178 Гц.

Під час руху швидкісною лінією локомотива, обладнаного 4-ковдовими приймальними пристроями АЛСБ (частота 178 Гц не сприймається), на локомотивному світлофорі відтворюються сигнали, відповідні лише цій системі. Будь-яка несправність, що призводить до зникнення частоти 178 Гц, викликає перехід з 9-кодового режиму на 4-ковдовий. Зникнення частоти 50 Гц призводить до відсутності коду як при 9-ковдовому, так і при 4-ковдовому режимах. На поїзді здійснюється порівняння допустимої швидкості із фактичною. При перевищенні допустимої швидкості включається примусове гальмування, яке можна відключити кнопкою «Скасувати гальмування» після того, як фактична швидкість стане меншою за допустиму.

**Фінляндія та Норвегія.** У зв'язку з підвищенням швидкостей до 220 км/год на фінських державних залізницях було ухвалено рішення про збільшення числа показань (до 21), що передаються з колії на поїзд. Усього на поїзд передаються чотири типи сигналів, два з яких (покази основних та попереджувальних світлофорів), які пов'язані з координати колії. Третій тип сигналів – показання про віддаленість місця призначення (зупинного пункту), що дозволяє машиністу формувати стратегію ведення поїзда, знаючи про передбачувану зупинку вже на відстані до 6000 м, тобто п'ять стандартних (по 1200 м) міжсвітлофорних інтервалів від відповідного зупинного пункту. Четвертий тип сигналів – вказівки про зниження швидкості, повідомляє машиністу інформацію про очікуване короткочасне зниження швидкості при проходженні поїздом стрілочного переводу.

Первинна інформація для системи АЛС надходить від електронних постів ЕЦ. Система є АЛС точкового типу ЕВІСАВ-900 розробки шведської фірми АВВ.

До складу ЕВІСАВ-900 входять центральний комп'ютер ЕВІLOOP (LC), який пов'язаний з апаратурою ЕЦ, а також колійні блоки, що складаються з концентраторів (КС), об'єктних контролерів (ОС) та блоків обміну інформацією з балізами (ВІС).

						Арк.
						20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

**Іспанія.** На швидкісній залізничній магістралі Мадрид-Севілья безпека руху забезпечується системою АЛСБ типу LZB. Колійна частина цієї системи LZB L72 складається з дев'яти пов'язаних між собою центрів, кожен із яких отримує необхідну інформацію від відповідної посади мікропроцесорної централізації (МПЦ). Ця інформація дозволяє сформувати необхідні команди, які передаються як повідомлення на поїзди. Для передачі застосовуються індуктивні шлейфи, укладені між рейками. Бортова антена поїзда приймає сигнали зі шлейфу і передає їх у бортовий логічний пристрій LZB 80. Система індуктивного зв'язку з поїздом дозволяє забезпечувати надійний обмін інформацією з поїздом при швидкості руху понад 300 км/год.

Бортовий логічний пристрій видає машиністу на дисплей інформацію про показання колійних світлофорів, а також ситуацію на ділянці колії довжиною 10 км попереду поїзда. Сюди відносяться: значення допустимих швидкостей, назва найближчих станцій та відстані до них, координати місць з обмеженнями швидкості, характеристика колії у плані та профілі та інша інформація. Виводиться на дисплей також значення фактичної швидкості поїзда, отриманої від осьових датчиків. Якщо фактична швидкість починає перевищувати допустиму, утворюється сигнал попередження для машиніста. За відсутності реакції з боку машиніста бортова апаратура LZB 80 впливає на кола керування поїздом, здійснюючи його автоматичне гальмування.

У системі LZB передбачена також передача інформації через шлейф у напрямку «поїзд-колія», яка включає відомості про фактичну швидкість поїзда та його координату. Ця інформація надходить до найближчого колійного центру LZB, а від нього – до найближчих центрів для організації руху. Інформація передається також до центру управління лінією для контролю за рухом поїздів, своєчасного виявлення відхилень від графіка та прогнозування очікуваної поїзної ситуації.

**Загальноєвропейська система.** На європейських залізницях вже є ділянки, обладнані апаратурою Європейської системи керування поїздами ECTS, де передача сигнальної інформації на поїзд здійснюється за допомогою Євробаліз.

						Арк.
						21
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

У той же час для забезпечення можливості безперешкодного руху поїздів, обладнаних системою ECTS, по різних європейських залізницях, де ще є національні системи АЛС, до складу бортової апаратури введено пристрій EBICAB-2000, розроблений фірмою Bombardier Transportation.

Ядро пристрою EBICAB-2000, що входить до бортової апаратури ECTS, виконує такі функції: керування гальмуванням; вимірювання відстані та швидкості; передача інформації на пульт керування машиніста; реєстрація режимів руху.

**Японія.** На високошвидкісних лініях японських залізниць застосовуються системи АЛС безперервного типу, що використовують рейкові кола для передачі на поїзд частотних сигналів. Так, базова система АЛС типу 1А функціонує на лінії Токайдо (довжина 515 км, швидкість руху до 210 км/год). У цій системі сигнальні показання відповідають допустимим швидкостям 210, 160, 110, 70 та 30 км/год. Кожна блок-ділянка має довжину 3 км та складається з двох стандартних рейкових кіл. Кожному сигнальному показанню відповідає одна частота. Усього використовується чотири несучі частоти, по дві для кожної колії двоколійної ділянки.

На високошвидкісних лініях дану систему модернізовано. Експлуатуються модифікації IS, IB та ID системи АЛС. У цих системах значно підвищено достовірність передачі інформації та збільшено кількість сигнальних показань. Стандартна довжина блок-ділянки зменшена до 1,2 км. Для підвищення надійності блоки колійної та бортової апаратури мають потрійне резервування.

**США.** На лініях зі швидкостями руху вище 160 км/год в США використовуються системи АЛС безперервного типу, інформація у яких передається по рейковим колам. Так, на ділянці Північно-Східного коридору (Бостон-Нью-Йорк-Вашингтон) впроваджено 9-значну систему АЛС.

						Арк.
						22
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## 2 КОМПЛЕКСНИЙ ЛОКОМОТИВНИЙ ПРИСТРІЙ БЕЗПЕКИ КЛУБ

### 2.1 Функції КЛУБ

Пропускна здатність залізниць визначається значенням інтервалів між поїздами, що рухають слідом один за одним. Традиційним засобом інтервального регулювання поїздів є система автоматичного блокування (АБ), яка доповнюється для підвищення ефективності роботи пристроями автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). Колійні пристрої АЛС здійснюють передачу сигналів про показання світлофорів (визначають допустимі швидкості руху) на локомотив, а бортові пристрої служать для прийому цих сигналів, відображення на локомотивному світлофорі або індикаторі контролю допустимої швидкості руху. Раніше локомотивні пристрої системи АЛСБ мали недостатню надійність і обмежені функціональні можливості щодо забезпечення безпеки руху поїзда. Для підвищення надійності, безпеки та розширення функцій цих пристроїв було розроблено та організовано серійне виробництво комплексного уніфікованого локомотивного пристрою безпеки (КЛУБ-У). Апаратура КЛУБ-У встановлюється на локомотиві та забезпечує виконання наступних основних функцій [5]:

– приймання з рейкових кіл сигналів автоматичної локомотивної сигналізації типу АЛСН і АЛС-ЕН, а також сигналів, переданих по цифровому радіоканалу, сигналів про показання колійних світлофорів, місцеві обмеження швидкості, маршрут слідування, сигнали примусової зупинки локомотива та дозвіл прослідування світлофора;

– визначення швидкості та координати локомотива за сигналами від осьових датчиків відстані та швидкості, а також апаратури супутникової навігаційної системи GPS;

– безперервне формування значення допустимої швидкості руху поїзда на кожній ділянці колії;

– формування та індикацію машиністу відстані до перешкоди із зазначенням швидкості його проїзду;

						Арк.
						23
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- безперервний контроль фактичної швидкості руху поїзда та у випадку перевищення допустимої швидкості – включення екстреного гальмування;
- виключення проїзду світлофорів із забороняючими сигналами;
- виключення можливості самовільного руху локомотива;
- індикацію необхідної інформації машиністу локомотива та його помічнику;
- контроль пильності машиніста шляхом фіксації натискань на ручку пильності при світловому сигналі «Увага!» або звуковий сигнал ЕПК;
- реєстрацію параметрів руху поїзда та іншої необхідної інформації на знімну касету реєстрації для наступного автоматизованого розшифрування за допомогою стаціонарного пристрою дешифрації (СПД);
- формування короткочасного звукового сигналу під час зміни наступних параметрів:
  - сигналів локомотивного світлофора;
  - кількості вільних блок-ділянок по ходу руху локомотива;
  - характеру руху;
  - режиму роботи: «Поїзний», «Маневровий» та «Подвійна тяга»;
  - частоти АЛСН;
  - активності каналів АЛСН, АЛС-ЕН та радіоканалу;
  - Початкова поява сигналу «Увага!»;
- введення та відображення на індикаторі локомотивних та поїзних характеристик та їх збереження при вимиканні живлення;
- приймання та реєстрацію сигналів від пристроїв локомотива:
  - про включення/виключення тяги;
  - номер активної кабіни локомотива, з якої здійснюється управління;
  - положення ключа ЕПК;
  - тиск у гальмівних циліндрах, гальмівній магістралі і зрівнювальному резервуарі;
  - вмикання/вимкнення генераторів та компресора;
  - використання тифону та свистка; сигналів ЕПГ («Перекриша»,

						Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		



Апаратура КЛУБ-У складається з окремих блоків, кожен із яких виконує певний набір функцій. Блоки КЛУБ-У пов'язані між собою через CAN-інтерфейс. Використання цього інтерфейсу дає можливість порівняно просто змінювати загальну структуру КЛУБ-У з відповідною зміною функцій, що виконуються. Апаратура, що встановлюється на локомотиві, включає:

- блок електроніки локомотивний БЕЛ-У;
- блок індикації локомотивний (загальне позначення різних модифікацій блоку БІЛ);
- блок індикації помічника машиніста БІЛ-ПОМ;
- блок комутації та реєстрації інформації БКР-У;
- блок введення локомотивний БВЛ-У;
- блок реєстрації інформації на касету з довгочасовою енергонезалежною електронною пам'яттю БР-У;
- пристрій виклику ПВ;
- рукоятки підтвердження пильності машиніста (РП, РПМ) та помічника машиніста (РПП);
- приймальні котушки КПУ сигналів АЛСН (АЛС-ЕН) та з'єднувальну коробку КЗ;
- датчики вимірювання відстані та швидкості ДВШ 1 та ДВШ 2;
- блок з'єднання датчиків ДВШ з апаратурою КЛУБ-У - БЗ-ДВШ;
- датчики вимірювання тиску в гальмівних пристроях локомотива (ДТ);
- електропневматичний клапан екстреного гальмування (ЕПК);
- блок контролю самовільного відключення ЕПК ключем;
- антенно-підсилювальний пристрій (АПП) супутникової навігаційної системи (СНС) [7];
- антену радіоканалу (АРК);
- приймально-передавальні пристрої цифрового радіозв'язку ППП-РЗ та антену радіозв'язку АРЗ;
- блок відповідності інтерфейсів (БВІ), який призначений для взаємодії КЛУБ-У з локомотивним обладнанням та обміну даними між КЛУБ-У та

						Арк.
						26
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

іншими бортовими пристроями автоматики за відсутності можливості організації обміну даними через інтелектуальний інтерфейс;

- джерело живлення локомотивний електричний ДЖЛЕ;
- центральну клемну рейку (ЦКР).

### 2.3 Модуль-вимірювач параметрів руху

Модуль-вимірювач параметрів руху (ВПР) є програмно-апаратним і функціонує в реальному масштабі часу.

Основні функції модуля:

- приймання інформаційних сигналів від двох двоканальних датчиків відстані та швидкості (ДВШ1 та ДВШ2);
- обчислення значень фактичної швидкості локомотива та пройденої відстані;
- перевірка достовірності прийнятої інформації;
- приймання та передача даних у системний інтерфейс;
- зберігання постійних параметрів.

Постійні параметри зберігаються в постійній пам'яті, що електрично перепрограмовується, яка вбудована в процесор каналу А. Постійні параметри цього модуля доступні всім модулям КЛУБ-У і передаються циклічно в системний інтерфейс через період 500 мс або за запитом. Ці параметри заносяться до КЛУБ-У технічним персоналом на зупинці та реєструються на касеті реєстрації КР.

Параметри, що записуються в КЛУБ-У машиністами та технічним персоналом:

- табельний номер машиніста;
- номер поїзда;
- ознака категорії поїзда;
- довжина складу в осях;
- довжина складу в умовних вагонах;
- номер локомотива чи секції багатосекційного локомотива;

						Арк.
						27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- маса поїзда;
- ознака часу (літо/зима);
- ознака типу локомотива;
- значення максимальної швидкості руху рухомого складу при сигналі «Б» на БЛЛ;
- значення швидкості проходження сигналу «Ж» колійного світлофора;
- розрахункова довжина блок-ділянки;
- діаметр колеса по колу кочення 1-ї та 2-ї колісних пар (на них встановлені датчики вимірювання відстані та швидкості), мм;
- параметри конфігурації апаратури КЛУБ-У;
- значення допустимої швидкості руху на сигнал «З» БЛЛ.

В апаратурі КЛУБ-У використовуються датчики відстані та швидкості універсальні (ДВШ), що встановлюються на буксах колісних пар. ДВШ формують електричні сигнали, частота проходження яких пропорційна швидкості руху поїзда.

Технічні параметри датчика:

- максимальна кутова швидкість обертання осі датчика не більше 2122 об/хв;
- напрямок обертання осі датчика – довільний;
- кількість каналів датчика – 2;
- кількість імпульсів за один оборот осі датчика – 42;
- зв'язок осі датчика з віссю колісної пари локомотива – безредукторний.

Кожен ДВШ має два ідентичні канали. Вихідні сигнали одного з каналів зрушені на чверть періоду проходження імпульсів, що дає можливість визначати напрямок обертання датчика швидкості та використовується для визначення напрямку руху локомотива.

Мікропроцесорний вимірювач параметрів руху ВПР забезпечує двоканальну обробку сигналів. В одному з мікропроцесорів організовано приймання інформаційних даних від двох датчиків ДВШ з використанням чотирьох окремих лічильників імпульсів для підрахунку імпульсів на кожному виході ДВШ окремо.

						Арк.
						28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

При нормальному функціонуванні датчиків визначення швидкості проводиться за формулою:

$$V = 3,6 \cdot \frac{\pi D}{ZT} N, \quad (2.1)$$

де  $V$  – швидкість руху локомотива, км/год.;

$D$  – діаметр колеса осі колісної пари, на якій встановлено ДВШ, м;

$Z$  – кількість імпульсів за один оборот осі датчика – 42;

$N$  – кількість імпульсів, які зафіксовані лічильником імпульсів в одному циклі вимірювання  $T$ ;

$T$  – тривалість одного циклу вимірювання швидкості, с;

3,6 – коефіцієнт переведення одиниць виміру;

$\pi$  – константа (3,14 ...).

Алгоритм перевірки на обрив проводів або відмови датчиків ДВШ включається по сигналу переведення контролера машиніста з нульового положення в тягове. З появою цього сигналу проводиться відлік періоду часу 76 с та перевіряється пройдена відстань. Якщо вона дорівнює 0, приймається рішення, що стався вихід датчиків ДВШ з ладу і втрачає живлення котушка ЕПК.

### **2.3 Порівняння системи КЛУБ із різними пристроями безпеки руху, що застосовуються на локомотивах**

Порівнюючи комплексний локомотивний пристрій безпеки з різними існуючими в даний час додатковими пристроями безпеки руху, що працюють з автоматичною локомотивною сигналізацією безперервного типу і приладами пильності, необхідно відзначити наступні особливості.

До складу локомотивних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу входять: приймальні котушки, локомотивний фільтр, підсилювач, дешифратор, локомотивний світлофор, швидкостемір, електропневматичний клапан автостопа ЕПК-150, рукоятка пильності «РП», кнопка ДК (допоміжна кнопка), перемикач ТЗ (тривала затримка).

						Арк.
						29
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

АЛСБ доповнюється пристроями, що забезпечують контроль:

– встановлених швидкостей руху локомотива в залежності від показів вогнів локомотивного світлофора;

– самовільного руху;

– пильності машиніста з інтервалами різної тривалості.

Для забезпечення контролю пильності машиніста застосовуються:

– пристрої контролю пильності машиніста ПКПМ;

– блок світлової сигналізації руху до забороняючого сигналу;

– блок контролю самовільного рушання поїзда;

– блок світлової сигналізації;

– пристрій «Дозор»;

– пристрій контролю пильності у системі АЛСБ.

Для забезпечення контролю швидкості та реєстрації параметрів руху використовується локомотивний швидкостемір ЗСЛ-2М або комплекс засобів збору та реєстрації даних.

Робота всіх цих пристроїв безпеки руху вимагає наявності на локомотиві локомотивних пристроїв АЛСБ: приймальних котушок, фільтра, підсилювача, дешифратора, локомотивного світлофора, РП, ДК та, крім того, автостою та локомотивного швидкостеміра.

Пристрій КЛУБ приймає на себе функції всіх перерахованих пристроїв забезпечення безпеки руху. При обладнанні локомотивів пристроями КЛУБ знімаються всі локомотивні пристрої АЛС, крім приймальних котушок, залишаються автостоп і локомотивний швидкостемір.

КЛУБ взаємодіє з наступними пристроями: телемеханічною системою контролю пильності машиніста ТСКПМ, системою автоматичного керування гальмуванням поїзда (САУТ). Тому за наявності на локомотиві таких пристроїв необхідно додатково керуватися вимогами інструкцій щодо порядку їх користування.

						Арк.
						30
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## 3 СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГАЛЬМУВАННЯМ САУТ-Ц

### 3.1 Призначення САУТ-Ц

Система САУТ-Ц, що має функцію зупинки поїзда у певній точці, призначена для підвищення безпеки руху поїздів, збільшення пропускної здатності залізничних ділянок, покращення умов праці локомотивних бригад.

САУТ-Ц використовує показання локомотивних світлофорів, АЛСБ або показання КЛУБ, КЛУБ-У, які прийняті від колійних пристроїв АЛСБ, а також інформацію, прийняту від колійних пристроїв САУТ.

САУТ-Ц включає мікропроцесорну локомотивну апаратуру і локомотивний блок колійних параметрів ЛБКП, до складу якого входять блок електроніки і гучномовець.

САУТ-Ц виконує такі функції [8]:

– службове гальмування при швидкості руху поїзда  $V_{\max} + 2$  км/год за зеленим показанням сигналу світлофора блоку БІЛ;

– службове гальмування при перевищенні програмної швидкості  $V_{\text{пр}}$  за жовтим показанням сигналу світлофора блоку БІЛ;

– службове гальмування до повної зупинки поїзда в точці, яка розташована на відстані 75 м від прохідного світлофора із забороняючим показанням і на відстані на 50 м від вихідного світлофора з показанням, що забороняє рух. Відхилення від точки зупинки має бути не більше 100 м у бік початку блок-ділянки при зміненому значенні гальмівного коефіцієнта  $\mathcal{G}_p$ . У випадку, коли діє початкове значення  $\mathcal{G}_p$  (у ситуації, коли САУТ-Ц здійснює зупинку поїзда перед світлофором із забороняючим показанням до виконання машиністом проби гальм або після вимушеного вимкнення САУТ-Ц та повторного його включення), відстань місця зупинки може перевищувати зазначене відхилення від точки зупинки;

– службове гальмування під час руху до вхідного світлофора із показанням

						Арк.
						31
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

«два жовті» та при зниженні швидкості поїзда до величини, що забезпечує виконання необхідного обмеження швидкості руху по боковій станційній колії;

– службове гальмування та зниження швидкості поїзда перед стрілочним переводом на початку руху по боковій станційній колії;

– екстрене гальмування при «довільному» русі поїзда на відстань понад 3 м.

Під час вантажного руху після випробування гальм, вимірювання гальмівного коефіцієнта  $\mathcal{G}_p$  на вантажних локомотивах, проводиться при кожному гальмуванні, що здійснюється поїзним краном машиніста або САУТ ступенем розрядки гальмівної магістралі не більше 0,1 МПа (1,0 кгс/см<sup>2</sup>).

Вимірювання гальмівного коефіцієнта пристроями САУТ-Ц проводиться через 10 с після початку гальмування за таких умов:

– є запис реальної відстані до світлофора (наявність показання на приладі «S» пульта машиніста), крім випадків руху від вихідного світлофора станції до першого прохідного;

– при швидкості руху понад 15 км/год;

– якщо не застосовано електродинамічне гальмування.

При цьому машиніст повинен переконатися, що при натисканні кнопки « $\mathcal{G}_p$ » на приладі « $\Delta V / \mathcal{G}_p$ » пульта машиніста показання за шкалою « $\mathcal{G}_p$ » відрізняється від початкового значення на 0,25 ... 0,27 в той чи інший бік.

При реалізації команди САУТ-Ц «Службове гальмування» здійснюється ступінь гальмування через електропневматичну приставку з розрядкою гальмівної магістралі на величину  $0,07^{\pm 0,02}$  МПа ( $0,7^{\pm 0,2}$  кгс/см<sup>2</sup>) для вантажного поїзда та на величину  $0,05^{\pm 0,02}$  МПа ( $0,5^{\pm 0,2}$  кгс/см<sup>2</sup>) пасажирського поїзда. Якщо гальмівне зусилля виявляється недостатнім, САУТ може здійснювати додаткову розрядку гальмівної магістралі 0,03 ... 0,04 МПа (0,3 ... 0,4 кгс/см<sup>2</sup>).

При справному САУТ-Ц та правильних діях машиніста гальмування, яке виконане САУТ-Ц, не вважається порушенням.

Машиніст зобов'язаний включати САУТ-Ц при всіх видах поїзної роботи, крім маневрів.

						Арк.
						32
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

При виконанні маневрової роботи машиніст повинен вимкнути САУТ-Ц, якщо вона була включена.

Забороняється видавати з депо локомотиви, а машиністам відправлятися ведучим локомотивом з основного депо, пункту обороту та технічного обслуговування з несправною САУТ-Ц. Забороняється рух з вимкненою справною САУТ-Ц.

### 3.2 Порядок використання САУТ-Ц під час руху локомотива

На ділянках, які обладнані колійними пристроями САУТ, машиніст локомотива зобов'язаний здійснювати управління поїздом у повній відповідності до порядку та правил, встановлених Правилами технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ), Інструкцією з сигналізації на залізницях України (ИСИ), Інструкцією з руху поїздів та маневровою роботою на залізницях України (ІРП), Інструкцією про порядок користування локомотивною апаратурою системи автоматичного управління гальмуванням поїздів САУТ-Ц, наказами начальника залізниці, а також виданими попередженнями та показаннями сигналів.

Машиніст ведучого локомотива зобов'язаний увімкнути САУТ-Ц не менше ніж за 1,5 хв до відправлення поїзда зі станції, а помічник машиніста повинен переконатися, що вона включена, та доповісти машиністу.

При «білому» показанні світлофора блоці БІЛ, переконавшись у дозволяючому показанні світлофора на колії відправлення, машиніст повинен натиснути кнопку «ОТПР» на пульті управління перед відправленням поїзда.

Під час руху ділянкою машиніст зобов'язаний:

– контролювати роботу САУТ-Ц на приладах пульта машиніста. Відстань до кінця блок-ділянки фіксується на приладі «S» пульта машиніста. Рухаючись поїздом блок-ділянкою (станційними коліями) показання приладу змінюється від максимального значення, що відповідає повній довжині блок-ділянки, до нульової в кінці блок-ділянки. Резерв швидкості  $\Delta V$  фіксується на приладі « $\Delta V / \mathcal{P}_p$ » при ненатиснутій кнопці « $\mathcal{P}_p$ » і становить  $\Delta V = V_{пр} - V_{\phi}$ , де  $V_{пр}$  –

						Арк.
						33
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

програмна швидкість, обчислена САУТ-Ц залежно від поїзної ситуації,  $V_{\phi}$  – фактична швидкість руху поїзда;

– переводити головну рукоятку контролера машиніста в нульове положення під час виконання команди САУТ «відключення тяги»;

– виконати відпуск гальм установкою ручки крана машиніста в положення І (відпуск електропневматичних гальм відбувається автоматично) в момент часу, що відповідає поїзній ситуації, після того як згасла лампочка «заборона відпуску» на пульті машиніста.

Для проходження колійного світлофора з «червоним» вогнем у випадках, передбачених правилами та інструкціями, при швидкості руху менше 20 км/год. натиснути кнопку «К-20» на пульті управління. САУТ дає можливість пройти «червоний» сигнал світлофора зі швидкістю не більше 20 км/год. При появі на світлофорі блоку БІЛ дозволяючого показання САУТ-Ц дозволяє рух зі швидкістю не більше 40 км/год до кінця блок-ділянки і скасовує обмеження швидкості 40 км/год на початку наступної блок-ділянки. Для безперервного проходження поїзда по боковій або головній колії станції при «білому» показанні світлофора блоку БІЛ машиніст повинен, переконавшись у дозволяючому показанні світлофора, короткочасно натиснути кнопку «ОТПР» на пульті управління (САУТ-Ц реагує на натискання кнопки «ОТПР» при відстані не більше 560 м від світлофора за показанням приладу «S» на пульті машиніста).

При необхідності під'їхати до світлофора з «червоним» показанням на відстань ближчу, ніж дозволяє САУТ-Ц, машиніст повинен короткочасно натиснути кнопку «ПІДТЯГ» на пульті управління. При цьому САУТ-Ц дозволяє рух поїзда зі швидкістю не більше ніж 30 км/год на відстань не більше ніж 270 м від точки зупинки.

САУТ-Ц реагує на натискання кнопки «ПІДТЯГ» не раніше, ніж за 560 м до точки зупинки за показанням приладу «S» на пульті машиніста. У цьому випадку зупинку поїзда перед світлофором з червоним показанням машиніст повинен зробити самостійно.

						Арк.
						34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

САУТ-Ц допускає багаторазове застосування функції при нульовому показанні приладу «S», якщо після попереднього натискання кнопки «ПДТЯГ» пройдена відстань не перевищує 270 м і якщо не було зупинки локомотива.

Для скасування постійного обмеження швидкості у випадках, коли САУТ виконав цю функцію, необхідно натиснути кнопку «ОС» на пульті керування після проходження поїздом ділянки з постійним обмеженням швидкості.

У випадках, коли показання світлофора на блоці БІЛ змінюється на більш дозволяюче, САУТ-Ц переходить до реалізації програми, що відповідає новому показанню. При цьому значення  $\Delta V$  на приладі « $\Delta V / \mathcal{P}$ » збільшується.

У випадку зупинки поїзда після «скочування назад» (самовільне переміщення поїзда на відстань понад 3 м) для скасування гальмування перед початком руху машиніст повинен натиснути кнопку «К-20» на пульті керування.

При проходженні вихідного світлофора станції з бокової кодованої колії на некодовану ділянку та появи на світлофорі блоку БІЛ «білого» показання з подальшим заданням мінімальної довжини блок-ділянки (якщо не було запису інформації від колійного пристрою біля вхідного або маршрутного світлофора), машиніст повинен послідовно натиснути кнопки «К-20» та «ОТПР».

Локомотивний блок колійних параметрів ЛБКП видає мовні повідомлення машиністу у таких випадках:

– на початку руху при відповідному показанні світлофора блоку БІЛ повідомленнями: «Увага, поперед зелений», «Увага, увага, попереду жовтий», «Увага, увага, попереду червоний», «Увага, увага, попереду білий»;

– при зміні показань світлофора блоку БІЛ із повідомленнями: «Увага, попереду жовтий», «Увага, червоний», «Увага, білий», «Попереду зелений»;

– при наближенні до штучних споруд (за 460 м до штучної споруди) на перегоні після першого прохідного світлофора, а на станціях – до першого маршрутного світлофора, якщо задається номер перегону, з повідомленнями: «Увага, попереду переїзд», «Попереду міст», «Попереду шляхопровід», «Попереду тунель», «Сигнал» (у місці встановлення сигналу «С»), «Увага, поперед станція» (за 460 м до передвхідного світлофора).

						Арк.
						35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

При роботі САУТ-Ц за другим алгоритмом ЛБКП, якщо перевіряється пильність машиніста на початку руху мовним повідомленням, що починається зі слова «Увага», машиністу необхідно натиснути кнопку (рукоятку) «РП». Крім того, під час руху по білому сигналу світлофора блоку БІЛ періодично перевіряється пильність машиніста мовним повідомленням «Увага, білий», яке також вимагає натискання «РП».

При роботі САУТ-Ц за третім варіантом алгоритму ЛБКП машиніст зобов'язаний під час руху підтвердити пильність натисканням рукоятки пильності «РП» після будь-якого мовного повідомлення, що починається зі слова «Увага».

Якщо «РП» не натиснути, то через  $8^{\pm 2}$  с відбудеться свисток ЕПК, для скасування якого необхідно натиснути «РП».

При роботі з САУТ-Ц машиністу забороняється:

- проводити відпуск гальм за умови, що горить лампочка, «ЗАБОРОНА ВІДПУСКУ»;
- залишати на зупинці реверсивну рукоятку контролера в будь-якому положенні, крім «нульового»;
- відключати АЛСБ, КЛУБ та САУТ-Ц на зупинках, щоб уникнути самовільного руху поїзда.

						Арк.
						36
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## 4 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОВОЗОМ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ КРАНА МАШИНІСТА №130 З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯМ

### 4.1 Будова та принцип дії

Кран машиніста – основний прилад керування гальмами. Кран № 394/395, що застосовується в даний час, знаходиться в експлуатації вже більше 40 років. За ці роки робилися неодноразові спроби створення нового крана машиніста. Перший кран з дистанційним управлінням № 408 був розроблений ще у 70-ті роки минулого сторіччя. Він пройшов заводські та експлуатаційні випробування, але широкого використання в експлуатації не отримав. Потім було декілька варіантів крана із заміною золотника. Проте, дані варіанти також не знайшли широкого використання.

Впровадження мікропроцесорної техніки управління гальмами, потреба у діагностиці гальмівних процесів сприяли необхідності створення крана машиніста, у якому могли б реалізовуватися ці функції. Крім того, кран повинен бути надійним, зручним в управлінні та технічному обслуговуванні.

Кран машиніста з дистанційним керуванням № 130 призначений для управління автоматичними пневматичними гальмами вантажних поїздів, а також пневматичними та електропневматичними гальмами пасажирських. Цей прилад встановлюють на вантажні та пасажирські магістральні локомотиви. Представимо його електронну систему управління у складі уніфікованого комплексу гальмівного обладнання локомотива на вітчизняних електровозах (рисунок 4.1) Кран машиніста № 130 адаптований для роботи із системами безпеки КЛУБ, САУТ та ін. В крані також передбачено діагностування роботи гальмівної системи.

Кран машиніста з дистанційним керуванням № 130 (рисунок 4.2) складається з: вимикача кіл управління 4, контролера крана машиніста 2, крана резервного управління 3, клапана аварійного екстреного гальмування 5, блоку електропневматичних приладів 1, локомотивного блоку стабілізуючого

						Арк.
						37
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		





«Вимкнено», «Зміна кабін». Перше положення («Увімкнено») встановлюється поворотом ключа до упору за годинниковою стрілкою, друге («Вимкнено») – поворотом ключа з першого положення на 90° проти годинникової стрілки, третє («Зміна кабін») – поворотом ще на 90°. У перших двох положеннях ключ блокується. Друге положення ключа може використовуватися при випробуванні гальм після заряджання гальмівної магістралі.

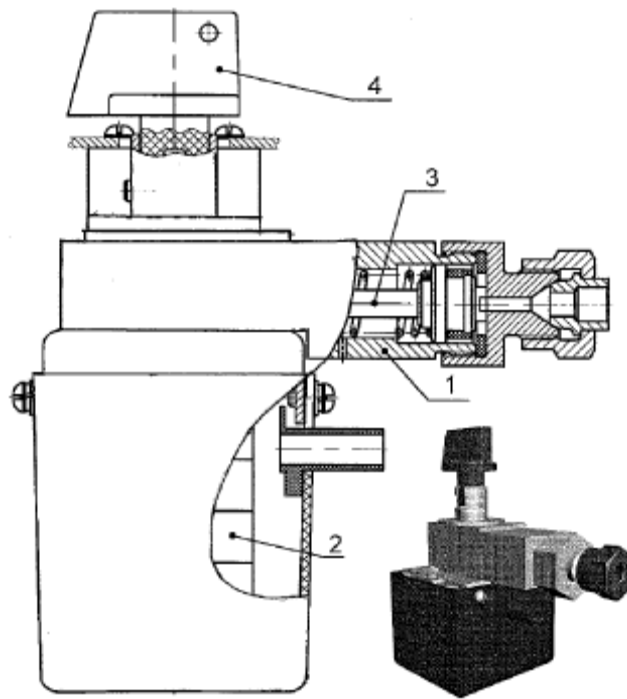


Рисунок 4.3 – Вимикач кіл управління крана машиніста

1 – корпус; 2 – пакетний вимикач; 3 – поршень; 4 – ключ

**Контролер крана машиніста** призначений для дистанційного управління гальмами рухомого складу. Контролер – секторного типу з вертикально розташованою рукояткою. Рукоятка контролера має сім положень: I – надзарядка, II – поїзне, III – перекрита без живлення, IV – перекрита з живленням, VA – уповільнене гальмування, V – службове гальмування, VI – екстрене гальмування. Усі положення, крім першого, фіксовані. Щоб виключити перезарядку гальмівної магістралі, перше положення не фіксується і передбачено механізм самоповернення у друге положення. Рукоятка контролера має рівномірне зусилля при переміщенні, крім положення VI екстрене гальмування.

Деталі контролера (рисунок 4.4): корпус 1, верхня 2 і нижня 3 кришки, ротор

						Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

з рукояткою 4, пружинні механізми 5, важелі з роликами 6, механізм самоповертання 7, електронний блок 8 і повідок з концентратором 9. У верхній кришці 2 для доступу до електронного блоку є кришка 10. У корпусі для доступу до повідка з концентратором передбачена технологічна кришка. На верхній кришці 2 розміщена табличка позицій. Електричні сигнали від контролера передаються до електронного блоку управління виконавчої частини крана через роз'єм.

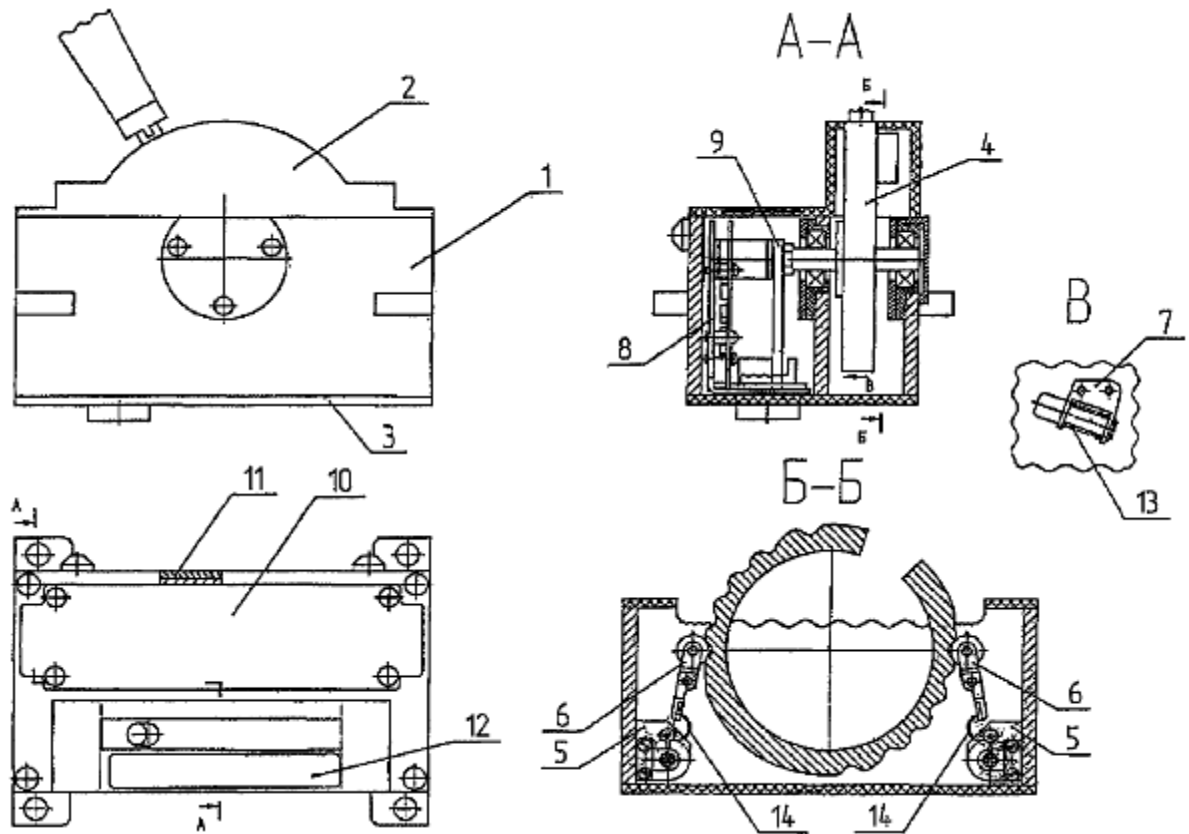


Рисунок 4.4 – Контролер крана машиніста

1 – корпус; 2 – верхня кришка; 3 – нижня кришка; 4 – ротор з рукояткою; 5 – пружинний механізм; 6 – важіль; 7 – упор (механізм надзарядки); 8 – електронний блок; 9 – повідок з концентратором; 10 – кришка; 11 – технологічна кришка; 12 – табличка; 13, 14 – пружини

**Принцип дистанційного управління краном машиніста.** Контролер крана машиніста містить магнітний концентратор, на якому встановлено постійний магніт, який жорстко зв'язаний з ручкою контролера. Рукоятка має сім положень, відповідно до яких між магнітним концентратором і основою конструктивно розташовані сім магнітокерованих мікросхем, що містять датчик Холла. При використанні магнітокерованих мікросхем інформація про

						Арк.
						41
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

положення рукоятки надходить у схему управління.

Схема контролера має сім струмових виходів, кожен із яких відповідає певному положенню рукоятки контролера. При переміщенні рукоятки на виході схеми управління зберігається інформація про попереднє положення, доки вона не перейде в наступне положення. Всі сім струмових виходів навантажені на дешифратор, який конструктивно розташований в блоці управління крана машиніста. Блок розміщений на блоці електропневматичних приладів крана його виконавчої частини. Дешифратор з'єднаний з контролером через гнізда. Сигнали управління, що формуються дешифратором, передаються на електропневматичні вентиля відповідно до (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Сигнали управління, що формуються дешифратором за інформацією від семи струмових виходів контролера крана машиніста

Положення рукоятки контролера	Управління електропневматичними вентилями					
	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Понадзарядка, відпуск	+	+	+	-	-	-
Поїзне	-	+	+	-	-	-
Перекриша без живлення	-	-	+	+	-	-
Перекриша з живленням	-	-	+	-	-	-
Уповільнене гальмування	-	-	+	-	-	+
Службове гальмування	-	-	-	-	-	-
Екстрене гальмування	-	-	-	-	+	-

**Кран резервного управління** призначений для управління гальмами в аварійній ситуації, тобто у разі відмови електронної складової крана чи контролера. Рукоятка крана резервного управління має три положення: «Гальмування», «Відпуск», «Перекрита». Прилад складається з корпусу 1, що має два клапани 3 і 4, рукоятки 5 з фіксованими положеннями та кронштейна 2. Рукоятка крана 5 нерухомо з'єднана з кулачком 6 (рисунок 4.5).

Поворотом рукоятки кулачок відкриває один із клапанів. При цьому відбувається або наповнення зрівняльного резервуара до тиску, відрегульованого редуктором, або з'єднання зрівняльного резервуара і

керуючої порожнини реле тиску, розташованого в блоці електропневматичних приладів, з атмосферою. До кронштейна крана підводяться патрубки від блоку електропневматичних приладів.

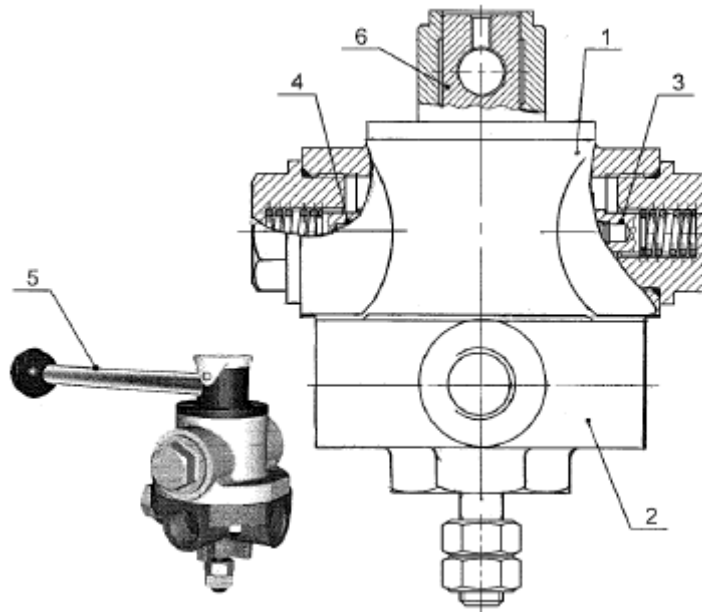


Рисунок 4.5 – Кран резервного управління

1 – корпус; 2 – кронштейн; 3, 4 – клапан; 5 – рукоятка; 6 – кулачок

Кран резервного управління монтується в пульті таким чином, щоб його ручка переміщалася у вертикальній площині. При цьому гальмівне положення має бути внизу. Коли працюють контролером, ручка крана резервного управління повинна знаходитися в гальмівному положенні. Рекомендується опломбувати рукоятку в цьому положенні, оскільки її переміщення під час дії контролера може спричинити самовільне гальмування.

#### 4.2 Технічні характеристики

**Технічні характеристики крана машиніста.** Нормальний зарядний тиск у гальмівній магістралі (ГМ), який відрегульований редуктором крана, має бути відповідно до Інструкції з експлуатації: 0,53 – 0,55 МПа (5,3 – 5,5 кгс/см<sup>2</sup>) для вантажних локомотивів та 0,5 – 0,52 МПа (5 – 5,2 кгс/см<sup>2</sup>) – для пасажирських. Об’єм зрівняльного резервуару (ЗР) 20 л.

Можливі три види управління: робоче – контролером крана машиніста;

						Арк.
						43
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

аварійне – краном резервного управління; екстрене гальмування – клапаном аварійного екстреного гальмування.

**При управлінні контролером.** Час зарядки у положенні рукоятки «Поїзне»: ЗР з 0 до 0,45 МПа (4,5 кгс/см<sup>2</sup>) – 30-45 с; ГМ з 0 до 0,4 МПа (4 кгс/см<sup>2</sup>) – 4 с. Час зниження тиску в ГМ: з 0,5 до 0,4 МПа (з 5 до 4 кгс/см<sup>2</sup>) у положенні «Службове гальмування» – 4-5 с; з 0,5 до 0,45 МПа (з 5 до 4,5 кгс/см<sup>2</sup>) у положенні «Уповільнене гальмування» – 15-20 с; з 0,5 до 0,15 МПа (з 5 до 1,5 кгс/см<sup>2</sup>) у положенні «Екстрене гальмування» – не більше 3 с. Має бути відсутнє відновлення тиску в ГМ при положенні «Перекриша без живлення».

Завищення тиску ГМ після розрядки на 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>) за час 40 с – не більше 0,03 МПа (0,3 кгс/см<sup>2</sup>). При зниженні тиску в ЗР на 0,015-0,02 МПа (0,15 - 0,2 кгс/см<sup>2</sup>) має відбутися розрядка ГМ на 0,015 - 0,02 МПа (0,15 - 0,2 кгс/см<sup>2</sup>). Коли тиск у гальмівній магістралі 0,64 - 0,65 МПа (6,4 - 6,5 кгс/см<sup>2</sup>), час падіння тиску в ній з 0,6 до 0,58 МПа (з 6 до 5,8 кгс/см<sup>2</sup>) – 80-120 с.

Величина зміни тиску в ЗР в положенні «Перекриша з живленням» після ступеня гальмування за час 3 хв – не більше 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>). Величина падіння тиску в ГМ, в положеннях «Поїзне» і «Перекрита з живленням» при витоках з неї – не більше 0,015 МПа (0,15 кгс/см<sup>2</sup>).

**При управлінні краном резервного управління.** Час зарядки ЗР з 0 до 0,45 МПа (з 0 до 4,5 кгс/см<sup>2</sup>) у положенні «Відпуск» – 30-40 с. Час зниження тиску в ГМ з 0,5 до 0,4 МПа (з 4 до 5 кгс/см<sup>2</sup>) у положенні «Гальмування» – 4-5 с. Величина зміни тиску в ЗР після ступеня гальмування в положенні «Перекриша» – 0,01 МПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>).

**При управлінні клапаном екстреного аварійного гальмування.** Час зниження тиску ГМ з 0,5 до 0,25 МПа (з 5 до 2,5 кгс/см<sup>2</sup>) при натисканні на кнопку клапана – не більше 3 с. Сигналізатор тиску, який встановлений на ГМ, повинен бути відрегульований на тиск 0,08 - 0,1 МПа (0,8 - 1 кгс/см<sup>2</sup>), а на магістралі допоміжного гальма – тиск 0,3 - 0,35 МПа (3 - 3,5 кгс/см<sup>2</sup>).

						Арк.
						44
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

#### 4.3 Заходи безпеки праці під час управління локомотивом

**Підготовка до роботи.** Порядок обслуговування електровозів встановлює начальник залізниці в залежності від типу рухомого складу та місцевих умов. Як правило, локомотивна бригада складається з двох осіб: машиніста та помічника машиніста. Швидкісні ділянки обслуговують машиністи першого та другого класів із помічниками, які мають права керування локомотивом. За відповідним дозволом поїзні електровози можуть обслуговуватись машиністом в одну особу.

Ці електровози обладнують пристроями маневрового радіозв'язку, що забезпечує надійний двосторонній зв'язок машиніста електровоза з маневровим диспетчером, черговим по станції та складачем поїздів у межах території станції, а на великих станціях – в межах маневрового району; дзеркалами заднього виду з правого та лівого боку, а також пристроями для відчеплення вагонів із кабіни машиніста. На кабіні або майданчику по обидва боки локомотива роблять напис «Локомотив обслуговується одним машиністом».

Також одна локомотивна бригада може обслуговувати кілька поїздних електровозів, що керуються з однієї кабіни. Для забезпечення безпечного та зручного обслуговування двосекційні локомотиви мають закриті майданчики для переходу з однієї секції до іншої.

**Медичні огляди.** З метою збереження здоров'я та забезпечення безпеки руху поїздів всі машиністи та помічники машиністів підлягають обов'язковим попереднім та періодичним медичним оглядам для визначення їхньої професійної придатності за станом здоров'я.

**Приймання локомотива.** Підготовку локомотивів до роботи проводять відповідно до вимог ПТЕ. Систематичний огляд локомотива є важливим засобом, що забезпечує безпеку руху.

Прибувши до місця зупинки локомотива, локомотивна бригада під керівництвом машиніста розпочинає його огляд. Насамперед машиніст особисто переконується в тому, що локомотив не може самовільно почати рух. Також перш ніж приступити до огляду, машиніст переконується по зеленому

						Арк.
						45
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

вогню світлової сигналізації та нижньому положенні рукоятки роз'єднувача в тому, що напруга з контактного дроту знята.

Якщо світлова сигналізація несправна (лампочки не горять або горять разом червона та зелена), вважають, що контактний провід знаходиться під напругою. У цьому випадку машиніст йде до чергового депо і разом з ним переконується в тому, що роз'єднувач відключений і контактна мережа надійно заземлена, тільки після цього бригада може приступити до приймання локомотива. З метою запобігання нещасним випадкам при огляді гальмівної важільної передачі та зміні гальмівних колодок перекривають роз'єднувальний кран, встановлений на повітропроводі, що веде до гальмівного циліндра.

У процесі огляду спочатку перевіряють ті вузли електровоза, про несправність роботи яких було зазначено в книзі ремонту. Найбільш високої якості огляду локомотивні бригади досягають у тому випадку, коли у них вироблена певна послідовність обходу локомотива, що дозволяє перевірити стан всього обладнання, звертаючи особливу увагу на найбільш відповідальні його елементи.

Під час огляду електровозів відключають ножі головного чи дахового роз'єднувача та допоміжних кіл. Двері апаратної камери за весь час огляду залишають відчиненими. Реверсивна рукоятка знаходиться у машиніста.

Під час огляду використовують справний інструмент. Кріплення болтів і гайок, коли потрібно додаткове зусилля, виконують за допомогою спеціального важеля. Бригада перевіряє справність механічного та електричного обладнання, звертаючи увагу на стан підніжок, поручнів та поручнів на майданчиках, наявність протипожежних та захисних засобів, сигнального приладдя та інструменту.

**Поїзна та маневрова робота.** Під час руху та на проміжних станціях локомотивна бригада веде постійне спостереження за станом залізничної колії та контактної мережі, показаннями сигналів та контрольно-вимірювальних приладів. При наближенні до людей, які працюють на колії, подає сповіщальні сигнали. Особливу пильність локомотивна бригада проявляє при під'їзді до мостів та тунелів, переїздів, виїмок та кривих ділянок колії. При прямованні

						Арк.
						46
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

неправильною колією подає сповіщальні сигнали не рідше двох разів на 1 км.

При зустрічі із зустрічним поїздом помічник машиніста відходить від вікна до робочого місця машиніста. Під час зустрічі поїздів на перегоні та у разі одночасного приймання на станцію зустрічних поїздів у нічний час обидва машиністи перемикають прожектори на «Тускле світло» і після проходження головної частини зустрічного поїзда перемикають на «Яскраве світло». При схрещенні поїздів на станціях локомотивна бригада поїзда, що зупинився, вимикає прожектор. Щоб уникнути дії прожектора поїзда, що рухається, на станційних працівників машиніст після проходження першої вхідної стрілки перемикає прожектор на «Тускло світло» і, тільки прослідуювши останню вихідну стрілку, включає «Яскраве світло».

При випадковій зупинці на перегоні перед тим, як зійти з локомотива, бригада оглядає місце зупинки. У темний час використовують переносні лампи або акумуляторні ручні ліхтарі. Сходять із локомотива лише після повної його зупинки. У разі проходження зустрічного поїзда суміжною колією члени локомотивної бригади сходять з локомотива з протилежного боку.

Якщо необхідно оглянути або відремонтувати поза депо тяговий електродвигун, допоміжні машини та інше обладнання електровоза, що стоїть під контактною мережею, яка знаходиться під напругою, машиніст опускає струмоприймач, у чому особисто переконується навіть у разі падіння стрілки вольтметра до «0», знімає реверсивну рукоятку.

При необхідності ремонту або огляду обладнання, що знаходиться на даху електровоза, знімають напругу з контактної мережі. Напругу на станції або перегоні відключає енергодиспетчер за заявкою машиніста. Заземлюють контактну мережу працівники дистанції контактної мережі за наказом енергодиспетчера. Тільки після зняття напруги та завішування на контактну підвіску заземлюючої штанги, машиніст або його помічник може піднятися на дах локомотива.

При маневрових роботах на станціях та в депо локомотивам надають руху лише за сигналом керівника маневрів. Перш ніж привести в рух маневровий

						Арк.
						47
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

локомотив, машиніст повинен переконатися в тому, що складач поїздів, його помічник, черговий стрілочний поста перебувають у безпечній зоні. Відомі випадки, коли на станціях недотримання цієї вимоги безпеки призводило до травмування працівників.

За правильність зчеплення локомотива з першим вагоном поїзда відповідальним є машиніст. Відчеплення поїзного локомотива від складу та причеплення до складу, у тому числі з'єднання, роз'єднання та підвішування гальмівних рукавів, виконує працівник локомотивної бригади. Ці роботи проводять тільки при зупиненому та загальмованому рухомому складі. Перед роз'єднанням гальмівних рукавів кінцеві крани повітряних магістралей попередньо перекривають.

У разі неможливості перекрити несправний кінцевий кран вагона або локомотива, помічник машиніста повідомляє про це машиністу. У цьому випадку машиніст проводить випуск повітря з гальмівної магістралі через кран екстреного гальмування. Якщо цього не зробити, то рукав під тиском повітря може травмувати працівника, який здійснює роз'єднання рукавів. Про закінчення розчеплення помічник машиніста повідомляє безпосередньо машиніста.

На маневровій роботі відповідальним за правильне зчеплення вагонів та локомотива є керівник маневрів – складач поїздів. Він з'єднує повітряні рукави. Майже всі маневрові локомотиви обладнані пристроєм, що дозволяє здійснювати розчеплення безпосередньо з кабіни машиніста, що сприяє запобіганню травматизму та зниженню втоми працівників маневрових бригад.

Відчеплення поїзного локомотива від пасажирського складу, обладнаного електричним опаленням, виконує працівник локомотивної бригади лише після роз'єднання поїзним електромонтером високовольтних міжвагонних електричних з'єднань.

Працівники локомотивних бригад, які виявили обрив проводів контактної мережі або високовольтних ліній, що перетинають залізничні колії, а також сторонні предмети, що звисають з них, негайно повідомляють про це черговому по станції, енергодиспетчеру або поїзному диспетчеру.

						Арк.
						48
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

- розглянуто особливості використання та експлуатації вітчизняних та закордонних систем забезпечення безпеки руху поїздів;
- відображено системи інтервального регулювання руху поїздів, їх структурні схеми функціонування та особливості експлуатації;
- наведено та проаналізовано структурну схему функціонування системи «КЛУБ», її модулі та функції, а також взаємозв'язок з системою САУТ;
- проведено порівняння системи «КЛУБ» з різними пристроями безпеки, що використовуються на локомотивах;
- запропоновано шляхи удосконалення системи управління вітчизняним електровозом, а саме використання електронної системи управління крана машиніста з дистанційним управлінням №130 у складі уніфікованого комплексу гальмівного обладнання;
- наведено принцип дистанційного управління краном машиніста, його технічні характеристики та заходи безпеки під час управління електровозом.

						Арк.
						49
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сороко В.И., Розенберг Е.Н. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: в 2 кн. Кн. 2. – 3-е изд. – М.: НФП «Планета», 2000. – 1008 с.
2. Автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scbist.com/wiki/7259-als.html>
3. Бервинов В.И., Доронин Е.Ю. Локомотивные устройства безопасности: учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 156 с.
4. Бойник А. Б. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах [Текст] / А. Б. Бойник, С. В. Кошевой, С. В. Панченко и др. // Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 256 с.
5. Венцевич Л.Е. Локомотивные устройства обеспечения безопасности движения поездов и расшифровка информационных данных их работы:/ Венцевич Л.Е // Учебник для учащихся образовательных учреждений ж.-д. транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку. – М.: Маршрут, 2006. – 328 с.
6. Зорин В.И. Унифицированное комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У) [Текст] / Зорина В.И., Астрахан В.И. // М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 177 с.
7. Современные навигационные спутниковые системы / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.glonassiac.ru/guide/gnss/index.php>
8. Венцевич Л.Е. Локомотивные устройства обеспечения безопасности движения поездов и расшифровка информационных данных их работы: Учебник для учащихся образовательных учреждений ж.-д. транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку. – М.: Маршрут, 2006. – 328 с.
9. Кран машиниста с дистанционным управлением 130 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rcit.su/techinfoP3.html>

						Арк.
						50
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

**НАЗВА:** Шляхи модернізації систем керування вітчизняних локомотивів

Ways of modernization of control systems of domestic locomotives

**АВТОР:** Червінський, Андрій Романович

**НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:** Кузишин, Андрій Ярославович

## **АНОТАЦІЯ**

Бакалаврська робота виконана на 49 сторінках, містить 10 ілюстрацій, 1 таблицю та 9 використаних джерел.

Об'єкт дослідження – системи керування вітчизняних локомотивів.

Мета роботи – дослідження та пошук шляхів модернізації систем керування вітчизняних локомотивів, забезпечуючи при цьому безпеку руху та попереджуючи невідповідності дій членів локомотивної бригади вимогам нормативних документів.

Методи дослідження – методи аналізу та синтезу систем забезпечення безпеки руху поїздів, інженерні методи теоретичного рівня щодо пошуку шляхів удосконалення та модернізації систем керування вітчизняних локомотивів.

Проаналізовано вітчизняний та закордонний досвід особливостей впровадження та використання систем забезпечення безпеки руху поїздів. Розглянуто структурну схему КЛУБ, її модулі та функції. Проведено порівняння системи КЛУБ з різними пристроями безпеки, що використовуються на локомотивах. Запропоновано шляхи удосконалення системи управління вітчизняним електровозом шляхом використання крана машиніста №130 з дистанційним керуванням.

Результати роботи можуть бути використані при проектуванні нових та модернізації існуючих електровозів.

**Ключові слова:** ЕЛЕКТРОВОЗ, КОМПЛЕКСНИЙ ЛОКОМОТИВНИЙ ПРИСТРІЙ БЕЗПЕКИ, КРАН МАШИНІСТА, ДИСТАНЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ