

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет "Транспортна інженерія"

Кафедра "Локомотиви"

"ДО ЗАХИСТУ"

Зав.кафедрою Б.Боднар Борис БОДНАР

" 19 " 01 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи *магістра*

на тему: "Удосконалення системи управління парком локомотивів на
основі результатів діагностування технічного стану"

за освітньою програмою: "Інтероперабельність і безпека на залізничному
транспорті"

зі спеціальності 273 "Залізничний транспорт"
галузі знань 27 "Транспорт"

Виконав: студент групи ІН2226

Керівник Назарій ГРУНИК
Олександр ОЧКАСОВ

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

Студент Б.Боднар

Дніпро, 2024

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Faculty “*Transport engineering*”

Department “*Locomotives*”

Explanatory Note
to Master’s Thesis

master

on the topic: “ **Improvement of the locomotive park management system
based on the results of diagnosing the technical condition**”

according to educational curriculum: “*Interoperability and safety in railway transport*”
in the Speciality 273 “*Railway transport*”
Branch of knowledge 27 “*Transport*”

Done by the student of the group IH2226:

Nazarii HRUNYK

Scientific Supervisor: Oleksandr OCHKASOV

Dnipro, 2024

Український державний університет науки і технологій

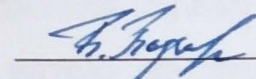
Факультет «**Транспортна інженерія**», кафедра «**Локомотиви**»

Спеціальність 273 «**Залізничний транспорт**»

за ОП «**Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті**»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри «Локомотиви»



Борис БОДНАР

«30» «04»

2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу на здобуття ОС «**магістр**»

студенту групи **ІН2226**

Груника Назарія Степановича

1. Тема кваліфікаційної роботи: «**Удосконалення системи управління парком локомотивів на основі результатів діагностування технічного стану**»

затверджена наказом від «**28**» квітня 2024 р № 360ст

2. Термін подання студентом закінченої роботи «**15**» січня 2024 р

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: дані про відмови локомотивів. Нормативні вимоги, що регламентують впровадження засобів технічного діагностування

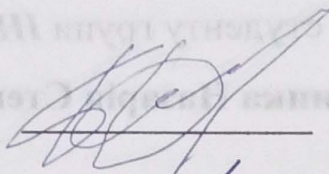
4. Перелік креслень (демонстративного матеріалу)

- 1) Презентація за матеріалами досліджень, викладених у магістерській роботі

5. Перелік питань до розробки та термін виконання

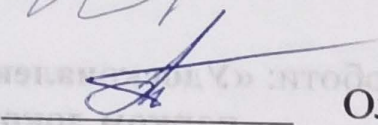
Назва розділу кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Обсяг розділу, %
Інтероперабельність в локомотивному господарстві	28.11.2023	30
Аналіз існуючих систем управління парком локомотивів	19.12.2023	30
Використання систем діагностування при удосконаленні систем управління парком локомотивів	09.01.2024	40

Студент



Назарій ГРУНИК

Керівник роботи



Олександр ОЧКАСОВ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ В ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ	
1.1 Основні поняття та визначення.....	
1.2 Вимоги стандартів інтероперабельності до конструкції локомотивів та їх систем	
1.3 Основні переваги інтероперабельності в локомотивному господарстві ..	
1.4 Виклики інтероперабельності в локомотивному господарстві	
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВІВ.....	
2.1 Системи управління парком локомотивів на залізницях світу.....	
2.2 Існуюча система технічного утримання локомотивів Укрзалізниці в експлуатації.....	
2.3 Тенденції розвитку систем утримання локомотивів.....	
3 ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВІВ	
3.1 Аналіз розвитку засобів технічного діагностування локомотивів	
3.2 Характеристика бортових систем діагностування локомотивів	
3.3 Характеристика системи діагностування електровозів ВЛ11М/6.....	
4 ВИКОРИСТАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВІВ.....	
5 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ.....	
5.1 Вибір вузла, що лімітує надійність	
5.2 Розрахунок показників надійності та міжремонтних періодів.....	

					0032.226536.000.01MP.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Груник			Удосконалення системи управління парком локомотивів на основі результатів діагностування технічного стану			Літ.		Арк.		Аркуші	
Перевір.		Очкасов								5			
Реценз.								УДУНТ, ІН2226					
Н. Контр.													
Затверд.		Боднар											

6 ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИ	
ПЛАНУВАННІ РЕМОНТІВ.....	
6.1 Загальні положення щодо планування ремонтів	
6.2 Удосконалення управління парком за рахунок планування ремонтів	
6.3 Облік результатів діагностування в електронному паспорті локомотива.	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота на тему: «Удосконалення системи управління парком локомотивів на основі результатів діагностування технічного стану». Загальний обсяг проекту 5 креслень і 77 аркушів розрахунково-пояснювальної записки, яка складається шести розділів, містить 15 рисунків, 5 таблиць, список літератури з 19 джерел.

Об'єкт дослідження: система управління парком локомотивів.

Мета дослідження: Зменшення витрат на експлуатацію, підвищення надійності та забезпечення безпеки за рахунок впровадження засобів технічного діагностування.

Актуальність взаємодії та сумісності в локомотивному господарстві визначається необхідністю забезпечення ефективності та оптимального функціонування залізничних транспортних систем. Розглянуто основні поняття та визначення інтероперабельності, включаючи вимоги стандартів та переваги і виклики інтероперабельних рішень. Виконано аналіз існуючих систем управління локомотивами, зосереджуючись на світовому та національному рівнях. Розглянуто застосування діагностичної інформації для розробки систем управління локомотивним парком.

Галузь застосування: Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті

Ключові слова: ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ, УПРАВЛІННЯ ЛОКОМОТИВНИМ ПАРКОМ, ДІАГНОСТИЧНА ІНФОРМАЦІЯ, ЕЛЕКТРОННИЙ ПАСПОРТ, СУМІСНІСТЬ СИСТЕМ, МІЖРЕМОНТНІ ПЕРІОДИ

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність проблеми взаємодії та сумісності в сучасному локомотивному господарстві набуває все більшої важливості у зв'язку з необхідністю забезпечення ефективності та оптимального функціонування залізничних транспортних систем. Інтєроперабельність, як ключовий аспект взаємодії різних систем та технологій, визначається як важливий чинник для досягнення цих цілей.

Розділ 1 роботи присвячено розгляду основних понять і визначень у контексті інтєроперабельності в локомотивному господарстві. Також розглядаються вимоги стандартів інтєроперабельності до конструкції локомотивів та їх систем, визначаються основні переваги та виклики, пов'язані з імплєментацією інтєроперабельних рішень.

Розділ 2 містить аналіз існуючих систем управління парком локомотивів як на світовому рівні, так і в Україні. Розглядаються системи технічного утримання локомотивів, їх характеристики та тенденції розвитку.

В розділі 3 розглянуто досвід використання систем діагностування для удосконалення систем управління парком локомотивів. Виконано аналіз розвитку засобів технічного діагностування локомотивів, висвітлюються особливості бортових систем діагностики та розглядається конкретна система діагностування електровозів ВЛ11М/6.

Розділ 4 досліджує використання діагностичної інформації для розробки системи управління парком локомотивів, а розділ 5 висвітлює можливості удосконалення систем утримання локомотивів з використанням результатів діагностики, зосереджуючись на виборі вузлів, що лімітують надійність та розрахунку міжремонтних періодів.

У розділі 6 обговорюється використання результатів діагностування при плануванні ремонтів, в тому числі загальні положення планування ремонтів,

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

удосконалення управління парком через планування ремонтів та облік результатів діагностики в електронному паспорті локомотива.

Ця магістерська робота має за мету висвітлити і вивчити ключові аспекти інтегрованості в локомотивному господарстві, а також визначити можливості застосування діагностичної інформації для ефективного управління та утриманням парку локомотивів.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ В ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

1.1 Основні поняття та визначення

Інтероперабельність від англ. Interoperability – (здатність до взаємодії) - це здатність продукту або системи, інтерфейси яких повністю відкриті, взаємодіяти і функціонувати з іншими продуктами або системами без будь-яких обмежень доступу і реалізації. З розвитком спільного європейського ринку транспортних послуг з'явилася необхідність у стандартизації технічних рішень. До недавнього часу така стандартизація була предметом регулювання окремих держав. Разом з тим становлення міжнародного ринку перевезень з самого початку існування залізниці вимагало уніфікації основних технічних рішень. В першу чергу це стосувалося рухомого складу, а також колій, як основного елементу інфраструктури, які сприяють визначальному впливу на забезпечення мінімальної інтероперабельності (експлуатаційної сумісності) залізниць.

Інтероперабельність - європейська ініціатива, яка дозволяє залізниці більш ефективно конкурувати з іншими видами транспорту. Це зменшує витрати та забезпечує безпечний та безперебійний рух поїздів по всій Європі шляхом встановлення загальних стандартів та процесів оцінювання. Це здатність транс'європейської системи залізниць забезпечувати безпечний та безпереривний рух поїздів, яка відповідає експлуатаційним вимогам до цих ліній. Простіше, це ті зусилля, які спрямовані на те, щоб зробити можливою експлуатацію всіх різних технічних систем залізниць, існуючих на Європейському континенті. В даний час залізнична конкурентоспроможність державчленів ЄС обмежується відмінностями в устаткуванні, в технологіях, в сигналізації, в правилах безпеки, в системі гальмування, в тяговому струмі і в обмеженнях по швидкості.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтероперабельність в локомотивному господарстві - це здатність локомотивів різних типів, виробників і країн безпечно і ефективно працювати на загальній мережі залізниць.

1.2 Вимоги стандартів інтероперабельності до конструкції локомотивів та їх систем

Інтероперабельність забезпечується шляхом дотримання стандартів, Директива 2010/75/ЄС , Стандарт UIC 524-1 Міжнародної організації які регулюють такі аспекти локомотивів, як: конструкція та розміри візків, системи управління, системи безпеки, системи сигналізації.

Конструкція та розміри візків. Ця директива вимагає, щоб кріплення візків були безпечними і міцними, а розміри візків були уніфіковані, щоб локомотиви різних типів і виробників могли працювати на загальній мережі залізниць ЄС. Вимоги до кріплень і розмірів візків для локомотивів, які працюють на залізницях в Азійсько-Тихоокеанському регіоні. Цей стандарт схожий на директиву 2010/75/ЄС Європейського Союзу і вимагає, щоб конструкція візків була безпечною і міцною, а розміри візків були уніфіковані, щоб локомотиви різних типів і виробників могли працювати на загальній мережі залізниць в Азійсько-Тихоокеанському регіоні.

Ці стандарти встановлюють такі вимоги до візків:

- візки повинні бути здатні витримувати навантаження, які виникають при експлуатації локомотивів, електричне обладнання,
- візків повинні бути безпечними і не повинні дозволяти візкам від'єднуватися від локомотивів,
- розміри візків повинні бути уніфіковані, щоб локомотиви різних типів і виробників могли працювати на загальній мережі залізниць.

Електричні системи. Ці стандарти встановлюють такі вимоги до

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричних систем локомотивів:

- електричні системи локомотивів повинні бути безпечними і не повинні становити загрози для пасажирів, персоналу або навколишнього середовища,
- електричні системи локомотивів повинні бути ефективними і не повинні споживати надмірної кількості енергії,
- електричні системи локомотивів повинні бути сумісними з електричною інфраструктурою залізниць, щоб локомотиви могли безпечно і ефективно працювати на загальній мережі залізниць.

Прикладами вимог до електричних систем локомотивів, які встановлюються цими стандартами:

- електричні системи локомотивів повинні мати системи захисту від перевантаження і короткого замикання,
- електричні системи локомотивів повинні мати системи управління потужністю, які дозволяють ефективно використовувати енергію,
- електричні системи локомотивів повинні бути сумісні з різними типами електричних систем, які використовуються на залізницях.

Системи управління:

- системи управління локомотивів повинні бути безпечними і не повинні становити загрози для пасажирів, персоналу або навколишнього середовища,
- системи управління локомотивів повинні бути ефективними і не повинні призводити до аварій або поломок,
- системи управління локомотивів повинні бути сумісними з системами управління інших локомотивів і інфраструктурою залізниць, щоб локомотиви могли безпечно і ефективно працювати на загальній мережі залізниць,
- системи управління локомотивів повинні мати системи захисту від помилок і збоїв,
- системи управління локомотивів повинні мати системи управління рухом, які дозволяють локомотивам безпечно і ефективно рухатися по

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залізницях,

- системи управління локомотивів повинні бути сумісні з різними системами управління, які використовуються на залізницях.

Системи управління локомотивів дозволяють локомотивам різних типів і виробників взаємодіяти один з одним. Наприклад, системи управління локомотивів можуть використовуватися для обміну інформацією про швидкість, положення і напрямок руху. Системи управління локомотивів дозволяють локомотивам працювати на загальній мережі залізниць. Наприклад, системи управління локомотивів можуть бути налаштовані на різні типи інфраструктури залізниць. Системи управління локомотивів відіграють важливу роль в забезпеченні інтероперабельності локомотивів. Вони сприяють підвищенню безпеки, ефективності і економічності локомотивного господарства.

Стандарти встановлюють такі вимоги до систем безпеки локомотивів:

- системи безпеки локомотивів повинні бути безпечними і не повинні становити загрози для пасажирів, персоналу або навколишнього середовища.
- системи безпеки локомотивів повинні бути ефективними і не повинні призводити до аварій або поломок.
- системи безпеки локомотивів повинні бути сумісними з системами безпеки інших локомотивів і інфраструктурою залізниць, щоб локомотиви могли безпечно і ефективно працювати на загальній мережі залізниць.

Приклади систем безпеки, які використовуються в локомотивах:

- аварійні гальмівні системи автоматично зупиняють локомотив у разі небезпеки, наприклад, якщо локомотив виходить за межі заданих меж швидкості або якщо система безпеки виявляє іншу небезпеку,
- системи контролю швидкості запобігають тому, щоб локомотив перевищував допустиму швидкість,
- системи виявлення небезпечних предметів попереджають машиніста

					0032.226536.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

про наявність небезпечних предметів на рейках або поблизу них,

- системи виявлення несправностей попереджають машиніста про можливі несправності в локомотиві.

Система сигналізації. Стандарт UIC 528-1 Міжнародної організації залізниць встановлює вимоги до систем сигналізації для локомотивів, які працюють на залізницях в Азійсько-Тихоокеанському регіоні. Цей стандарт схожий на директиву 2010/75/ЄС Європейського Союзу і вимагає, щоб системи сигналізації локомотивів були безпечними, ефективними та сумісними з системами сигналізації інших локомотивів і інфраструктурою залізниць в Азійсько-Тихоокеанському регіоні.

Ці стандарти встановлюють такі вимоги до систем сигналізації локомотивів:

- системи сигналізації локомотивів повинні бути безпечними і не повинні становити загрози для пасажирів, персоналу або навколишнього середовища.

- системи сигналізації локомотивів повинні бути ефективними і не повинні призводити до аварій або поломок.

- системи сигналізації локомотивів повинні бути сумісними з системами сигналізації інших локомотивів і інфраструктурою залізниць, щоб локомотиви могли безпечно і ефективно працювати на загальній мережі залізниць.

Приклади вимог до систем сигналізації локомотивів, які встановлюються цими стандартами:

- системи сигналізації локомотивів повинні мати системи виявлення сигналів, які дозволяють локомотивам отримувати інформацію про сигнали, які подаються на залізниці.

- системи сигналізації локомотивів повинні мати системи обробки сигналів, які дозволяють локомотивам розуміти інформацію, яка міститься в сигналах.

					0032.226536.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- системи сигналізації локомотивів повинні бути сумісні з різними системами сигналізації, які використовуються на залізницях.

1.3 Основні переваги інтероперабельності в локомотивному господарстві

Розглянемо основні переваги впровадження вимог інтероперабельності на залізничному транспорті.

Збільшення ефективності залізничного транспорту. Скорочення часу і витрат на перевезення вантажів і пасажирів. Локомотиви, які можуть працювати на різних залізницях, дозволяють перевізникам уникати необхідності перевантаження вантажів і пасажирів на кордонах. Це скорочує час і витрати на перевезення.

Підвищення пропускної спроможності залізниць. Інтероперабельність дозволяє використовувати локомотиви різних типів і виробників на одній і тій же залізниці. Це дозволяє збільшити пропускну спроможність залізниць, оскільки локомотиви можуть працювати в тіснішому порядку.

Покращення конкурентного середовища на ринку локомотивів. Інтероперабельність створює рівні умови для всіх виробників локомотивів, незалежно від їхньої країни розташування. Це сприяє розвитку конкурентного середовища на ринку локомотивів, що може призвести до зниження цін на локомотиви і підвищення якості їхніх характеристик.

Інтероперабельність в Європі дозволила створити єдиний ринок залізниць, що дозволило збільшити обсяги перевезень вантажів і пасажирів на 30%.

Європейський Союз. Європейський Союз розробив директиву 2010/75/ЄС, яка встановлює вимоги до інтероперабельності локомотивів в ЄС. Ця директива дозволила локомотивам різних типів і виробників безпечно і

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективно працювати на залізницях ЄС.

Зменшення витрат на ремонт і обслуговування. Інтероперабельність дозволяє використовувати стандартні запасні частини та обладнання в локомотивах різних виробників. Це може призвести до зниження витрат на ремонт і обслуговування локомотивів.

Зменшення витрат на навчання персоналу. Інтероперабельність дозволяє використовувати стандартні процедури та обладнання для управління локомотивами різних виробників. Це може призвести до зниження витрат на навчання персоналу, який обслуговує локомотиви.

Зменшення витрат на страхування. Інтероперабельність може призвести до зниження витрат на страхування локомотивів. Це пов'язано з тим, що страхові компанії можуть запропонувати знижки на страхування локомотивів, які відповідають стандартам інтероперабельності.

Наприклад, інтероперабельність в Європі дозволила зменшити витрати на ремонт і обслуговування локомотивів на 20%.

Покращення безпеки на залізницях. Покращення взаємодії між локомотивами і інфраструктурою залізниць. Інтероперабельність забезпечує, щоб локомотиви різних типів і виробників могли безпечно працювати на загальній мережі залізниць. Це досягається шляхом встановлення єдиних стандартів для локомотивів, таких як системи управління, системи безпеки та система сигналізації.

Покращення взаємодії між локомотивними бригадами. Інтероперабельність забезпечує, щоб локомотивні бригади, які керують локомотивами різних типів і виробників, могли ефективно взаємодіяти один з одним. Це досягається шляхом встановлення єдиних стандартів для процедур і обладнання, які використовуються локомотивними бригадами.

Покращення якості локомотивів. Інтероперабельність сприяє підвищенню якості локомотивів, оскільки виробники повинні дотримуватися

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

строгих стандартів безпеки.

Наприклад, інтероперабельність в Європі дозволила зменшити кількість аварій на залізницях на 25%.

1.4 Виклики інтероперабельності в локомотивному господарстві

Необхідність узгодження стандартів між різними країнами і виробниками є одним з основних викликів для інтероперабельності в локомотивному господарстві. Це пов'язано з тим, що різні країни і виробники можуть мати різні вимоги до локомотивів. Узгодження стандартів може бути складним і тривалим процесом. Воно вимагає від різних країн і виробників працювати разом, щоб знайти спільну мову.

Основні фактори, які можуть ускладнювати узгодження стандартів. Різні законодавчі вимоги. Різні країни можуть мати різні законодавчі вимоги до локомотивів. Наприклад, деякі країни можуть вимагати, щоб локомотиви були оснащені певними системами безпеки, які не є обов'язковими в інших країнах.

Різні технічні вимоги. Різні виробники можуть використовувати різні технології в своїх локомотивах. Це може ускладнювати узгодження стандартів, оскільки різні технології можуть не бути сумісними один з одним.

Незважаючи на ці виклики, узгодження стандартів є важливим кроком для досягнення інтероперабельності в локомотивному господарстві. Воно дозволить локомотивам різних типів і виробників безпечно і ефективно працювати на загальній мережі залізниць.

Вартість впровадження стандартів. Це пов'язано з тим, що виробникам і операторам залізниць може знадобитися внести зміни в свої локомотиви або інфраструктуру, щоб відповідати новим стандартам.

Вартість впровадження стандартів може бути високою, особливо для невеликих виробників і операторів залізниць. Це може призвести до того, що

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вони не зможуть або не захочуть вносити необхідні зміни.

Основні фактори, які можуть впливати на вартість впровадження стандартів:

- складність стандартів. Чим складнішими є стандарти, тим дорожче може бути їх впровадження.
- розмір локомотивів або інфраструктури. Чим більші локомотиви або інфраструктура, тим дорожче може бути їх модифікація.
- кількість локомотивів або інфраструктури, які потрібно модифікувати. Чим більше локомотивів або інфраструктури потрібно модифікувати, тим дорожче може бути це.

Незважаючи на високу вартість впровадження стандартів, вона є важливим фактором, який слід враховувати при узгодженні стандартів. Варто знайти баланс між вимогами до безпеки і ефективності, з одного боку, і вартістю впровадження стандартів, з іншого боку.

Способами зменшення вартості впровадження стандартів є

- розробка стандартів, які є якомога простішими і менш вимогливими.
- надання фінансової підтримки виробникам і операторам залізниць для впровадження стандартів.
- розподіл витрат на впровадження стандартів між різними країнами і виробниками.

Зменшення вартості впровадження стандартів є важливим фактором, який сприяє узгодженню стандартів в локомотивному господарстві. Воно дозволить виробникам і операторам залізниць вносити необхідні зміни, щоб забезпечити інтероперабельність локомотивів.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВІВ

2.1 Системи управління парком локомотивів на залізницях світу

У сучасний період, з розвитком складних технічних засобів у складі тягового рухомого складу, наростає актуальність залучення спеціалізованих організацій для обслуговування локомотивів. Одним з методів такого обслуговування є обов'язковий сервіс після продажу, який надають компанії-виробники. За межами країни спостерігається зростання співпраці між залізничними операторами та виробниками у плані забезпечення надійності експлуатації локомотивів на постійній та тривалій основі.

Розвиток системи обслуговування також сприяє масштабності та передбачуваності ринку технічного обслуговування локомотивів, що дозволяє укладати довгострокові контракти на 30 і більше років. Важливим аспектом є те, що за межами країни під поняттям "сервіс локомотивів" розуміється не лише комерційна діяльність з метою отримання прибутку. Це охоплює глобальний сервіс з технічної підтримки експлуатації, де виробник бере на себе ризики заміни вузлів та деталей.

Крім того, в міжнародній практиці при виборі найбільш вигідної пропозиції для поставки тягового рухомого складу все частіше використовується поняття "супровід локомотива на етапах життєвого циклу локомотива" (Life Cycle Cost). У взаємодії між замовником і виробником важливість показника закупівельної вартості локомотива заміщується показником вартості витрат на етапі життєвого циклу. Цей підхід відображає адаптованість до місцевих умов ринкової економіки.

Внаслідок цього розвитку подій компанії-виробники все більше приділяють увагу не лише гарантійному періоду, але і загальному терміну

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

служби локомотива. Раніше основний акцент робився на витратах на новий рухомий склад і інфраструктуру для його обслуговування, не враховуючи терміну служби локомотива. Проте з кінця XX століття важливіше стають інвестиції, розмір яких визначається витратами на етапі життєвого циклу, які включають всю систему та її підсистеми. Основні параметри етапу життєвого циклу встановлюються під час розробки та конструювання локомотива.

Однією з сучасних тенденцій є перехід до управління надійністю, експлуатаційною готовністю, ремонтпридатністю і безпекою нових локомотивів, впроваджуючи практичні рішення, що є позитивним явищем. Ці тенденції є результатом ряду факторів, що виникли в області утримання локомотивів, таких як недооцінка ефективності використання виділених коштів і політика стимулювання конкуренції в ринку транспортних послуг.

Зараз конкуренція на ринку технічного утримання та ремонту рухомого складу ведеться з урахуванням вимог до виконавців, таких як наявність досвіду, технологічного обладнання та кваліфікованого персоналу. Важливо забезпечити "критичну масу" виконавця для застосування інновацій та світового досвіду.

Фірма Hitachi з Японії визнає систему технічного обслуговування нових локомотивів як ключовий аспект забезпечення високої надійності. Проте, за світовим досвідом, до 40% часу витрачається на усунення несправностей, а не на заплановане технічне обслуговування.

У США компанії-виробники тепловозів GETS і EMD вважають, що головна мета постійного моніторингу технічного стану тягового рухомого складу - це не лише фіксація відмов і пошкоджень під час експлуатації, але і використання такого моніторингу для розробки оптимальної системи поточного утримання локомотивів та планування заходів з підвищення надійності. Вони вбачають використання експертних систем у реалізації концепції превентивного технічного обслуговування тягового рухомого складу

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

як новий підхід до забезпечення експлуатаційної надійності локомотивів.

У Національному суспільстві залізниць Франції централізована дирекція SNCF відповідає за політику технічного обслуговування та ремонту рухомого складу. Вона контролює технічний стан локомотивів протягом їхнього життєвого циклу, визначає періодичність технічного обслуговування та ремонту, а також веде технічну політику щодо закупівель нового тягового рухомого складу. У їхньому парку відбувається розвиток, спрямований на зниження кількості локомотивів пасажирського руху на користь моторвагонного та збільшення кількості локомотивів вантажного руху.

Наразі в Європі не практикується приписка рухомого складу до конкретного депо. За думкою SNCF, сучасна модель системи ремонту повинна дозволяти виконання робіт рівня 2 в будь-якому депо, але роботи рівня 3 мають проводитися лише на спеціалізованих підприємствах. З метою реалізації цієї концепції умови співпраці між ремонтними підприємствами включають в себе базу даних з фактичного пробігу кожного тепловоза для можливості проведення ремонту в найближчому депо.

У США технічний стан тепловозів утримується головним чином за рахунок внутрішніх зусиль працівників самостійних залізниць, таких як Burlington Northern Santa Fe, Union Pacific та TTX. Проте в останні роки збільшується вплив залучених компаній на організацію та контроль якості проведеного ремонту. Ремонт колісних пар, складних вузлів і агрегатів тепловозів здійснюється на спеціалізованих підприємствах. Планові капітальні ремонти (КР) розподіляються між власними депо компаній-операторів та сторонніми організаціями. Інші підприємства, такі як локомотивні депо, функціонують на максимальну потужність. Наприклад, п'ять депо компанії Norfolk Southern проводять щомісячно близько 1120 планових щоквартальних (кожні 92 дні) оглядів і 2220 непланових ремонтів. Локомотивні депо компанії CSX Transportation проводять у місяць 21 стандартний капітальний ремонт,

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1300 щоквартальних (кожні 92 дні) оглядів тепловозів, виконують п'ять замінів дизелів і повністю перефарбовують шість тепловозів.

Компанія BNSF вбачає свої можливості для удосконалення виробничого процесу у чіткій організації робіт, вчасному видаленні відходів з виробничих приміщень та забезпеченні безпеки та порядку на робочих місцях. Зазначений підхід вже призвів до економії компанії 100 мільйонів доларів, ліквідації небезпечних ситуацій та покращення умов праці. З метою підвищення економічної ефективності виробничої діяльності залізничні компанії-оператори використовують свої виробничі потужності для ремонту рухомого складу інших власників. Тим не менше, враховуючи високий рівень інтеграції та складність сучасних тепловозів, залізничні компанії визнають нереальність самостійного проведення всіх робіт і укладають угоди з компаніями-виробниками GETS і EMD на технічне обслуговування і ремонт тепловозів.

В Канаді, а також в різних країнах, залізниці у багатьох випадках не мають змоги забезпечити утримання таких же високопродуктивних цехів із сучасними технологіями, які функціонують на спеціалізованих підприємствах. З цієї причини найбільша залізниця Канади, Canadian Pacific, вже з 1998 року уклала першу угоду із локомотивобудівними компаніями щодо технічного обслуговування своїх тепловозів. Крім того, Canadian Pacific продовжила попередні договори із компаніями-виробниками тепловозів. Наприклад, згідно з умовами одного із договорів, компанія GM of Canada (американська компанія) відповідає за технічне обслуговування близько 550 тепловозів у двох депо, тоді як GE (також американська компанія) обслуговує інші 510 тепловозів. У 2004 році Canadian Pacific уклала новий контракт із компанією OmniTRAX Locomotive Canada на проведення гарантійного технічного обслуговування. Згідно із цією угодою, OmniTRAX відповідає за зміст і ремонт 175 тепловозів у провінціях Квебек, Онтаріо і на північному сході США. Canadian Pacific визнала, що обслуговування на місці (за принципом виїздного обслуговування)

					0032.226536.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє уникнути затрат часу на транспортування локомотивів на ремонтне підприємство, зменшує простої в ремонті вдвічі та сприяє рівномірному виконанню робіт. Це все дозволило компанії скоротити кількість локомотивів у парку. При виборі зовнішньої компанії для технічного обслуговування тепловозів, одним із ключових аргументів вважається її здатність виконувати вимоги суворого національного законодавства з охорони навколишнього середовища. Фахівці компанії Bombardier вважають, що робота з сервісного обслуговування локомотивів вже принесла значні покращення в характеристиках нового рухомого складу. За їхньою думкою, розв'язання проблеми надійності тепловозів передбачає постійний догляд за рухомим складом, і такий підхід також виправдовує себе. Наприклад, співпраця Bombardier із залізничною адміністрацією Цзюлун - Гуанчжоу (Китай) допомогла підняти експлуатаційні характеристики нового китайського тягового рухомого складу на один із найвищих рівнів у світі [1].

В наступний період розвитку систем обслуговування парку локомотивів акцент при реалізації технічного обслуговування локомотивів зсувається від методів поточного утримання та ремонту за тимчасовим принципом з виконанням регламентованого обсягу робіт на користь системи сервісного обслуговування, що включає в себе залучення сторонніх технічних організацій для проведення необхідного технічного обслуговування локомотивів.

2.2 Існуюча система технічного утримання локомотивів Укрзалізниці в експлуатації

Наразі система технічного утримання електровозів, тепловозів та моторвагонного рухомого складу регламентується наказом Генерального директора Укрзалізниці (УЗ) [2].

При переході до обслуговування локомотивів змінними бригадами

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

докорінно змінилися умови їхньої роботи та обов'язки щодо технічного утримання локомотивного парку під час його експлуатації. Одночасно було значно підвищено відповідальність ремонтного персоналу депо за технічний стан локомотивів. Було введено систему планово-попереджувального, тобто профілактичного ремонту локомотивів, що виконується силами кваліфікованого ремонтного персоналу депо.

За якісний та своєчасний огляд та ремонт, які забезпечують справну роботу локомотивів між плановими видами огляду та ремонту, відповідають комплексні та спеціалізовані бригади ремонтних цехів депо.

За правильний режим роботи локомотивів та їх вузлів, а також своєчасне усунення виявлених у дорозі несправностей та вміст локомотивів у чистоті відповідають локомотивні бригади.

Для покращення технічного утримання локомотивів у період між плановими ремонтами на мережі залізниць створено пункти технічного огляду з необхідним обладнанням та штатом слюсарів, що утворюють комплексні бригади. Перед бригадами поставлене завдання – забезпечити регулярний технічний огляд кожного локомотива парку, що експлуатується.

У той же час на змінні локомотивні бригади в процесі експлуатації локомотивів покладено обов'язок своєчасного усунення виявлених або несправностей, що виникли в дорозі, виконання своїми силами службового ремонту, тобто необхідних профілактичних робіт.

Якщо в дорозі виявляються несправності, які не можуть бути усунені силами змінної локомотивної бригади, остання вживає необхідних заходів для забезпечення нормальної роботи локомотива, і при прибутті в основне депо, пункт обороту або зміни бригад робить запис про виявлені дефекти в «Журнал технічного стану». Цей журнал є найважливішим первинним обліковим документом, у якому відображається технічний стан локомотива.

Начальники доріг встановлюють терміни роботи локомотивів між

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічними оглядами залежно від технічного стану локомотивного парку, інтенсивності його експлуатації, але не рідше ніж за 48 год. При цьому обов'язково має бути забезпечена безпека руху поїздів.

Технічний огляд локомотива виконується на оглядовій канаві депо, чим досягається істотне підвищення якості (зручність огляду ходових частин). З метою економії часу технічний огляд локомотива поєднується з екіпіруванням, а також з процесом прийому та здачі локомотива змінними бригадами.

У зимовий період відповідальність локомотивних бригад та ремонтного персоналу депо за поточне утримання локомотивів у процесі експлуатації значно підвищується. Одним із основних заходів щодо підготовки локомотивного парку до роботи взимку є осінній комісійний огляд кожного локомотива.

Підготовка локомотивного парку для роботи в зимових умовах здійснюється ремонтним персоналом депо заздалегідь за єдиним планом, складеним на підставі результатів комісійного огляду локомотивів, та приурочується до чергового періодичного ремонту. При цьому всі агрегати, вузли та деталі локомотива, схильні до замерзання, обов'язково утеплюються.

Велика увага взимку приділяється оберіганню ізоляції електричних машин від зволоження. Для попередження попадання снігу на патрубки вентиляторів охолодження, що втягують, надягають запобіжні щитки, виготовлені з мішковини.

Частинки електричних машин, які запотівали, ретельно протираються чистою серветкою і продуваються сухим теплим повітрям.

Акумуляторні батареї повинні бути в зарядженому стані, а щільність електроліту під час великих морозів підтримується на встановленому рівні, що відповідає температурі зовнішнього повітря.

Надійність локомотива визначається досконалістю його конструкції, технології виготовлення, а також рівнем технічного обслуговування та ремонту.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі експлуатації локомотив впливають різні чинники. Йому доводиться працювати за температури зовнішнього повітря від -50 до + 40°C, коли йде дощ, сніг чи проноситься піщана буря; на дорогах з гарним та поганим за станом шляху; працювати на гірських ділянках, де повітря більш розріджене, ніж на рівнині; часто зупинятись і знову набирати потрібну швидкість.

Кожен із цих факторів дається взнаки в міру наростання пробігу. Механізми локомотива поступово зношуються, внаслідок чого змінюються геометричні розміри та форма деталей, характер посадки пов'язаних деталей та якість їх поверхонь. Міцність багатьох деталей під впливом високих температур та значних питомих навантажень зменшується, вони втрачають працездатність та починають руйнуватися. Ізоляція струмопровідних частин електричного обладнання поступово старіє під впливом струмових навантажень та осадження на замаслених та зволжених ізоляційних поверхнях струмопровідних забруднень. Гумові деталі втрачають еластичність, покриваються сіткою тріщин та руйнуються. Фільтри, призначені для очищення олії, палива та повітря, забруднюються та перестають виконувати свої функції. Багато деталей та механізмів забруднюються, покриваються нагаром, накипом, корозією, оксидами тощо.

Все це призводить до того, що тягові якості локомотива погіршуються, він стає менш надійним, часто починає відмовляти, витрати на його утримання зростають. І, якщо в процесі експлуатації не вжити своєчасно необхідних заходів, то локомотив, не досягнувши граничного віку, перестане виконувати свої функції. Кожен новий локомотив має певні показники надійності та працездатності, що характеризують його якість.

Поточна практика організації ремонту локомотивів повністю здійснюється за планово-запобіжною системою. Схематично існуюча система показано на рисунку 2.1.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

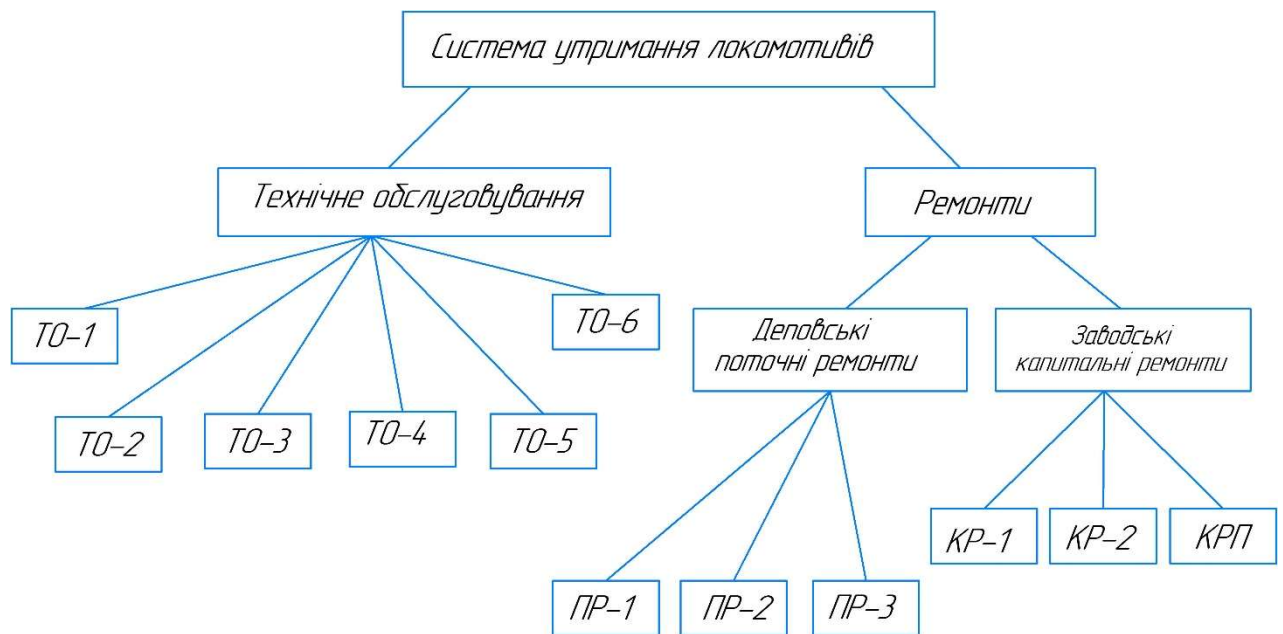


Рисунок 2.1 – Система планово-попереджувального ремонту локомотивів

Систему планово-попереджувального ремонту та технічного обслуговування електровозів, тепловозів, електро- та дизель поїздів (тягового рухомого складу - ТРС) складає.

Технічне обслуговування ТО-1 виконується локомотивними бригадами при прийомі та здачі локомотива, а також у дорозі його поїздом. Бригади виконують роботи зі змащення, кріплення ослаблих з'єднань, перевірки стану екіпажу, гальмівного обладнання. Локомотивні бригади несуть відповідальність за правильний режим роботи локомотива, своєчасне попередження та усунення виявлених несправностей та утримання його у справному стані.

Технічне обслуговування ТО-2 проводять на спеціальних оглядових канавах та в пунктах технічного обслуговування локомотивів (ПТОЛ), обладнаних засобами діагностування, спеціальними пристроями та інструментом. На ПТОЛ є у розпорядженні технологічний запас деталей і матеріалів. Роботи виконують висококваліфіковані слюсарі під керівництвом

майстра. До складу робіт входять операції з контролю стану ходових частин, гальмівного та іншого обладнання, що забезпечує безпеку руху та попередження відмов локомотивів в експлуатації.

Періодичність технічного обслуговування ТО-2 встановлює начальник залізниці (виходячи з умов експлуатації) у межах 24...48 год. незалежно від виконаного пробігу.

Технічне обслуговування ТО-3 виконується в депо приписки локомотива для попередження появи несправностей, підтримки локомотивів у працездатному стані, забезпечення їхньої безперебійної роботи та безпеки руху. При цьому виді технічного обслуговування крім оглядів, передбачених ТО-2, виконують деякі ремонтні операції (заміну фільтрів, зняття форсунок для перевірки на стенді, заміна щіток електричних машин, очищення випускних вікон і так далі).

Технічне обслуговування ТО-4 призначене для обточування бандажів колісних пар без викочування з-під локомотива для оптимального розміру прокату. Тривалість технічного обслуговування ТО-4 встановлюється начальником дороги з урахуванням місцевих умов із розрахунку 1...1,2 год на обточування однієї колісної пари. Дозволяється об'єднувати обточування колісних пар з технічним обслуговуванням ТО-3 та поточними ремонтами ТР-1, ТР-2, збільшуючи норми простою на них із розрахунку 1...1,2 год на обточування однієї колісної пари.

Номери технічних обслуговувань пов'язані між собою такою особливістю: склад планових робіт при ТО з великим номером обов'язково включає роботи, що є в регламенті на технічне обслуговування з меншим номером, тобто при ТО-2 виконуються роботи ТО-1 і специфічні операції; при ТО-3 виконуються обсяг ТО-2 та плюс свої операції. Ця особливість характерна для всіх видів технічного обслуговування та ремонту локомотивів, крім ТО-4 та ТО-5. Так, при поточному ремонті ТР-1 виконують ТО-3 з відповідними

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

додатковими роботами з цього виду ремонту, при ТР-2 виконується ТР-1 плюс операції, необхідні при ТР-2, і так далі, при ТО-5 проводять підготовку до заводського ремонту та ін. Підготовка (консервація) локомотива для встановлення в запас Укрзалізниці та резерв залізниці.

Поточний ремонт ТР-2 та ТР-3 – для забезпечення справності локомотивів, відновлення основних експлуатаційних характеристик та забезпечення їх стабільності у міжремонтний період виконанням ревізії, ремонту, заміни груп деталей, вузлів та агрегатів, регулювання та випробувань, а також часткової модернізації.

Капітальний ремонт КР-1 – для відновлення паспортних характеристик, часткового відновлення ресурсу заміною та ремонтом зношених несправних агрегатів локомотивів, вузлів, деталей та їх модернізацією.

Капітальний ремонт КР-2 – для відновлення справності та повного ресурсу рухомого складу, його паспортних характеристик, модернізації агрегатів, вузлів та деталей, повної заміни кабельної та провідникової продукції та обладнання, що відпрацювало свій ресурс на нову.

Капітальний ремонт з продовженням ресурсу (КРП) для відновлення експлуатаційних характеристик, справності та повного ресурсу на період продовження терміну служби понад встановлений після побудови, а також модернізації всіх агрегатів, вузлів та деталей, включаючи базові, повної заміни кабельно-провідникової продукції та обладнання з виробленим моторесурсом згідно з технічними умовами.

Технологія обліку та планування ремонтів локомотивів на УЗ нині характеризується такими основними рисами:

– планування спирається на нормативи пробігу чи часу роботи локомотивів між ремонтами та технічними оглядами (ТО) різних рівнів. Такі нормативи може бути задані окремо кожної залізниці з урахуванням типових для всієї мережі УЗ значень;

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– потреба в ремонті або виконанні ТО локомотивів встановлюється виходячи з результатів обліку пробігів та часу роботи локомотивів, що ведеться у локомотивних депо за даними маршрутів машиністів;

– плани ремонтів включають періоди постановки локомотивів на ремонти та ТО різних типів. Вони враховують як зіставлення облікових даних про міжремонтні пробіги та час роботи локомотивів з відповідними нормативами, і міркування рівномірності завантаження ремонтних цехів депо і заводів. Останнє досягається завдяки використанню допусків;

– плани ремонтів створюються на різних рівнях управління. Зокрема, у локомотивних депо приписки локомотивів планується виконання ТО-3 та поточного ремонту ТР-1, які виконуються саме у цих депо; поточні ремонти ТР-2, ТР-3, що виконуються у спеціалізованих ремонтних депо, плануються за участю служб локомотивного господарства всіх залізниць; капітальні ремонти КР-1, КР-2 та КРП виконуються на вагоноремонтних заводах та плануються за участю УЗ. Відповідно використовується механізм узгодження таких планів.

2.3. Тенденції розвитку систем утримання локомотивів

Про технічне обслуговування та ремонт локомотивів за фактичним станом. В даний час вектор «філософії» технічного обслуговування спрямований в сторону відходу від практики поточного змісту та ремонту локомотивів за тимчасовим принципом з виконанням регламентованого обсягу робіт на користь виконання робіт за фактичним станом на основі накопиченого досвіду та значного обсягу діагностики

Слід зазначити дуже важливий момент. У низці вітчизняних науково-технічних матеріалів застосовується термін «ремонт за фактичним станом». У той же час у публікаціях західних науково-дослідних центрів дається пояснення, що «ремонт за фактичним станом» можливий за умови повної

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформації про швидкість розвитку дефекту або структурної зміни матеріалу. Тому в даний час більш точним є визначення «ремонт з урахуванням технічного стану», що цілком допустимо для сучасних локомотивів.

Як відомо, перевага традиційного підходу до ремонту ТПС (планово-попереджувальна система) полягає у можливості завчасного складання графіка робіт. Зазначений підхід був розроблений у розрахунку на підтримку в необхідному технічному стані найбільш навантажених елементів і містить певний обсяг надлишкових, не завжди виправданих робіт. Даний підхід свідомо малоефективний, а тому занадто дорогий по відношенню до отримуваної якості. Крім того, мала можливість управління якістю ремонту в розрахунку на LCC, оскільки значна частина обладнання неминуче отримує зайве обслуговування в плановому порядку.

Для оптимізації та конкретизації обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту необхідно жорстко фіксувати у певні періоди експлуатації локомотива його якісні або експлуатаційні характеристики.

Спільні дослідження економічної ефективності концепції ремонту «станом», проведені компанією Strukton, підтвердили можливість економії фінансових коштів у розмірі до 5% проти традиційної ППР тепловозів [9].

Певним наближенням до системи ремонту тепловозів «з урахуванням технічного стану» можна вважати роботу, проведену компанією GETS. Зазначене відділення диверсифікує свою діяльність, займаючись, крім локомотивобудування, також технічним обслуговуванням і ремонтом локомотивів, що експлуатуються, включаючи дистанційний моніторинг. У бортовій експертній системі GETS використовуються супутниковий зв'язок та мережа Інтернет для можливості отримання в режимі реального часу інформації про місцезнаходження локомотивів та їх технічний стан. Це дозволяє передбачати можливі несправності та виробляти рекомендації щодо попереджувального ТО та ТРТПС. Першим користувачем системи стала

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

американська залізниця Union Pacific, яка встановила обладнання на 200 тепловозах із перспективою збільшення кількості таких локомотивів. Технічна політика UP спрямована на активне оновлення локомотивного парку.

Вже на початку XXI ст. UP сформулювала основні вимоги до надійності та ремонтпридатності локомотива:

- тепловоз, що вийшов з ладу в дорозі, повинен бути швидко відремонтований на місці або на бокових шляхах найближчої станції;
- надійність тепловоза повинна бути забезпечена на такому рівні, щоб допущений неплановий ремонт був можливим ближче до терміну планового огляду або ремонту локомотива [8].

Для тепловозів особливо значущою є стабільність експлуатаційних показників у часі. Цей ефект вкрай бажаний, і прагнення його досягнення спостерігається в усіх виробників сучасних тепловозів. Саме він дозволяє знизити експлуатаційні витрати та є базою для переходу на ремонт з урахуванням технічного стану [14].

Як приклад організації ремонтних робіт з урахуванням технічного стану локомотива можна навести систему обслуговування та ремонту тепловозів на Burlington Northern Santa Fe (BNSF).

BNSF підписала з компаній Alstom контракт вартістю 420 млн дол. на технічне обслуговування протягом 12 років парку тепловозів SD70M AC компанії GM в кількості 434 од. (це всього 7,5% існуючого парку тепловозів BNSF – 5790 од.). Як виробнича база обрані майстерні BNSF в м. Аллайан-се, штат Небраска. Раніше Alstom уклала угоди на виконання аналогічних робіт з сервісного технічного обслуговування тепловозів у п'яти містах: Монтеррее, Мехіко, Ватдье-де-Мехіко, Халапе (все – Мексика), а також у Калгарі (Канада).

Тепловози даної серії обслуговують перевезення вугілля у басейні річки. Паудер штату Вайомінг (37% всього вуглевидобутку США). Щодобово відправляється понад 120 маршрутів вагою до 20 тис. т у кожному складі 150

					0032.226536.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вагонів. Тягу поїзда здійснюють 3 – 4 тепловоза за системою багатьох одиниць. Зазначені локомотиви слідує аж до штатів Джорджія і Флорида без відчіплення і заходять у депо приписки для виробництва ТО не раніше ніж через 11 діб інтенсивної експлуатації.

З метою забезпечення якості ремонту компанія Alstom впровадила в колишніх майстернях сучасну систему діагностики обладнання. При цьому концепція технічного обслуговування та ремонту в м. Аллайанс багато в чому відмінна від традиційно прийнятої в США. Так, замість існуючого традиційного повного та періодичного обстеження тепловоза після певного терміну експлуатації або пробігу з усуненням виявлених дефектів та відмов впроваджено фірмову систему Condition Based Maintenance (CBM – ТОР з урахуванням фактичного стану локомотива) компанії Alstom. Система базується на основі постійного моніторингу відповідальних вузлів та агрегатів та прогнозування їх стану з тим, щоб заздалегідь передбачати ступінь майбутнього зносу та виходу параметрів або режимів роботи вузлів, агрегатів та систем тепловоза за межі допустимого та виконувати ремонт чи заміну до виникнення несправності, яка може вивести локомотив з експлуатації.

На першому етапі було передбачено на основі моніторингу технічного стану розробити технічні заходи щодо скорочення кількості відмов обладнання тепловозів з наступним переходом до другого, основного етапу робіт.

На другому етапі було передбачено:

- безпосереднє скорочення обсягу ремонтних робіт;
- збільшення інтервалів безремонтної експлуатації;
- зниження витрат на технічне обслуговування, у тому числі за рахунок зменшення потреби в запасних частинах;
- визначення та впровадження оптимальних режимів роботи обладнання.

Вже за перші місяці дії СОМ відмови тягових генераторів змінного струму зменшилися на 85%. Цікаво відзначити, що з метою найкращого

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання своїх завдань з технічного обслуговування компанії Alstom при виборі постачальників комплектуючого обладнання орієнтувалася виключно діловими міркуваннями, не погоджуючи свої рішення з компанією-оператором BNSF, локомотиви якої вона обслуговувала. У своїй роботі Alstom спиралася на наявний у неї досвід, накопичений у 25 центрах технічного обслуговування та 19 підприємствах з модернізації локомотивів у 29 країнах світу. Важливість даного сектора у доходах Alstom доводить те, що він зріс з 10% у 2000 р. до 20% у 2007 р., у тому числі з урахуванням зростання обсягу виробництва нових локомотивів [17].

Аналіз існуючих там систем ремонту локомотивів показує. У світовій практиці технічного змісту локомотивів ППР залишається основним способом забезпечення експлуатаційної надійності, у тому числі в рамках проведення сервісного обслуговування компаніями – виробниками локомотивів.

Підвищення експлуатаційної надійності на основі безперервного вдосконалення конструкції лімітуючих вузлів, агрегатів і систем локомотивів є основним напрямом у справі збільшення періоду безремонтної експлуатації та резервом економії експлуатаційних витрат.

Одним із напрямів підвищення експлуатаційної надійності локомотивного парку може стати система сервісного обслуговування підприємствами-виробниками.

Можливість діагностики технічного стану тепловозів у процесі експлуатації є умовою своєчасного проведення ремонтних робіт, скорочення їх обсягу та трудовитрат.

Перехід до ремонту з «обліком фактичного стану» можливий лише за умови оснащення ремонтних підприємств комплексними системами контролю технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу вузлів, агрегатів та систем локомотивів.

Скорочення обсягу та оптимізація експлуатаційних витрат на поточне

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утримання локомотивів вимагають вирішення комплексу питань системної організації процесів, технологій та обладнання, розвитку інноваційних, логістичних, виробничих технологій та систем, навчання ремонтного персоналу, спеціалізації підприємств.

Проведення технічного обслуговування доцільно проводити лише тоді, коли це необхідно у зв'язку з настанням високої ймовірності відмови обладнання.

Як система змісту найбільш раціональною для умов УЗ є комбінована система. У цьому випадку паралельно використовується планово-попереджувальна система обслуговування, а для окремих вузлів система обслуговування та ремонту за технічним станом на підставі результатів діагностування.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИ УДОСКОНАЛЕННІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВІВ

Посилення конкуренції між різними видами транспорту вимагає від локомотивного господарства підвищення експлуатаційної надійності локомотивного парку, скорочення часу простою локомотивів у ремонті, а також скорочення витрат на ремонт. Підвищення експлуатаційної надійності локомотивів має бути досягнуто за мінімальних витрат. З погляду технічного обслуговування це потреба максимального скорочення часу простою локомотивів, і навіть зменшення ймовірності виходу локомотивів з експлуатації під час експлуатації. Одним із шляхів вирішення цього завдання є впровадження на локомотивах засобів технічного діагностування.

3.1 Аналіз розвитку засобів технічного діагностування локомотивів

Засоби технічного діагностування рухомого складу розвиваються і можуть бути поділені на три основні групи: стаціонарні, переносні (портативні) та бортові (вбудовані).

Перші стаціонарні діагностичні комплекси були розроблені досить давно та знайшли широке застосування на залізничному транспорті.

З допомогою таких систем виконується діагностування майже всіх систем локомотивів. При заході локомотива в депо для виконання планових видів ремонту стаціонарним діагностичним комплексом виконується оцінка стану вузлів і агрегатів, що дозволяє виконувати ремонт локомотива з урахуванням його фактичного стану. Ці системи можуть використовуватися для визначення технічного стану локомотива після ремонту. В Україні такі системи розроблялися фахівцями Дніпропетровського національного університету

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна та Української державної академії залізничного транспорту (м. Харків). Це комплекси діагностування тепловозів у депо Основа, а також станції випробування тепловозів із гідравлічною передачею для підприємств промислового транспорту.

Перевагою стаціонарних діагностичних комплексів є відносно невисокі витрати на засоби технічного діагностування у перерахунку на один локомотив. Серед недоліків таких комплексів можна виділити додаткові витрати часу та коштів на проведення самого діагностування, оскільки необхідно враховувати час на підключення/відключення датчиків та виконання діагностування. Для перевірки кожного локомотива за допомогою стаціонарних діагностичних комплексів, як правило, потрібно кілька годин [18].

Також подібні системи не дозволяють виявити відмови вузлів, що виявляються лише за певних режимах експлуатації, оскільки всі ці режими можуть бути змодельовані на діагностичних стендах.

Прикладом стаціонарних комплексів, які у локомотивних депо України нині, є комплекс «Кіпаріс», призначений щодо автоматизованих реостатних випробувань тепловозів [19].

Портативні, або переносні, діагностичні прилади зазвичай використовуються для діагностування одного вузла або системи локомотива і не дозволяють виконувати контроль усіх систем для визначення їх технічного стану. В основному такі прилади використовуються для контролю параметрів вібрації машин та механізмів («Прогноз-1»); для діагностування електричних апаратів електровозів (Доктор-030М); для діагностування стану ізоляції електричних машин («Бріз») та ін.

Перевагою подібних систем є їхня невисока вартість, а також можливість проведення діагностування з невеликими витратами часу на підключення. Подібні засоби діагностування можуть застосовуватись у депо та на локомотиворемонтних заводах для визначення технічного стану вузлів до та

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

після ремонту. Недолік портативних систем у тому, що з контролю кожного вузла локомотива необхідний окремий прилад, а інформація проведення діагностування який завжди накопичується для подальшого аналізу.

Найперспективнішим напрямом розвитку діагностичних засобів локомотивів є бортові (вбудовані) системи діагностування локомотивів. Такі системи забезпечують найповнішу реалізацію ресурсу вузлів та агрегатів локомотивів, попереджають аварійні відмови, знижують експлуатаційні витрати на утримання локомотива. Впровадження вбудованих систем діагностування здійснюється насамперед для тих вузлів та агрегатів, технічний стан яких впливає на безпеку руху поїздів.

Бортові системи мікропроцесорного діагностування, згідно з [20], вперше були застосовані в середині 1980-х років. на тепловозах серії 60 відділення Electro-Model (EMD) корпорації General Motors та на тепловозах корпорації General Electric (GE). Пізніше фірма Rockwell International випустила систему аналізу та реєстрації технічного стану локомотивів (LARS), яку залізниця Burlington Northern (США) застосувала на 100 тепловозах SD40-2 та на 50 тепловозах OP50 фірми EMD. Система LARS вимірює до 40 параметрів роботи (або відмов у роботі) локомотива та передає інформацію до пункту технічного обслуговування та ремонту тепловозів. Розглянуті системи діагностування автоматично передають по радіоканалах інформацію з локомотива до наступного пункту технічного обслуговування та ремонту, щоб його персонал міг підготуватися до виконання ремонту.

Перевагою бортових систем діагностування є контроль стану локомотива безпосередньо в процесі руху, що дозволяє виявляти причини виникнення та попереджати раптові відмови, виявляти приховані несправності, які можуть виявлятися лише за деяких режимів роботи локомотива. Бортові системи діагностування підвищують безпеку руху завдяки безперервному контролю найбільш відповідальних вузлів локомотива.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бортові системи діагностування належать до нижнього рівня автоматизованих систем. Вони надають інформацію для систем верхнього рівня (системи автоведення, системи автоматичного керування тяговим приводом, автоматизовані системи безпеки).

Недоліком бортових систем діагностування є їхня висока вартість, що зумовлено складними умовами експлуатації рухомого складу, а також забезпеченням придатності вузлів та агрегатів до контролю. Мікропроцесорні пристрої, що використовуються, повинні надійно працювати в умовах великих перепадів температур, вібрації, впливу електромагнітних полів, для чого необхідне використання пристроїв спеціального виконання.

3.2 Характеристика бортових систем діагностування локомотивів

Рухомий склад українських залізниць обладнано бортовими системами діагностування. Вперше такі системи були встановлені на вітчизняних локомотивах електровозів серії ДЕ1. Система діагностики контролює параметри основних вузлів електровоза, таких як тягові двигуни, допоміжні машини, пуско-гальмівні резистори, акумуляторна батарея, перетворювач, букси. Також система контролює стан електричних апаратів силового кола та ланцюгів управління.

Система працює в чотирьох режимах, які дозволяють неперервно контролювати вузли, переглядати поточні значення параметрів та накопичену діагностичну інформацію. Вікно системи діагностики показано на рисунку 3.1.

Для накопичення та аналізу діагностичної інформації безпосередньо на електровозі у системі діагностування передбачено режим «Статистика». Додатково для розшифрування та накопичення інформації в умовах депо використовується програмне забезпечення для розшифрування та аналізу інформації.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Вікно бортової системи діагностування електровоза ДЕ1

Система діагностування електровозів серії ДС3 за своїми функціями аналогічна до системи діагностування електровоза ДЕ1. Відмінною особливістю цієї системи є зручніший графічний інтерфейс при виведенні інформації. Системою також передбачено накопичення діагностичної інформації, розшифровування якої виконується представниками фірми Siemens.

Системи діагностування електровозів ДЕ1 та ДС3 виконують функції контролю та накопичення діагностичної інформації про основні вузли.

Системи діагностування дизель-поїздів ДЕЛ02 та тепловозів ТЕП150 також виконують контроль дизеля та його систем, вібрації та електричних параметрів тягових електродвигунів, параметрів акумуляторної батареї, а також контроль роботи електричних апаратів, температури букс, тиску в гальмівних циліндрах. Структура системи діагностування дизель поїзда ДЕЛ02 наведено на рисунку 3.2.

На інших типах рухомого складу (електровози ВЛ11М/6, ЕПЛ2Т, 2С5К та ін) також використовуються бортові системи діагностування, структура яких аналогічна розглянутим системам. Загалом кількість параметрів, що діагностуються в бортових системах діагностування нових і існуючих локомотивів, більшою мірою залежить від технічної можливості вимірювати той чи інший параметр існуючими засобами діагностування, а також від кількості коштів, виділених розробникам на систему діагностування.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

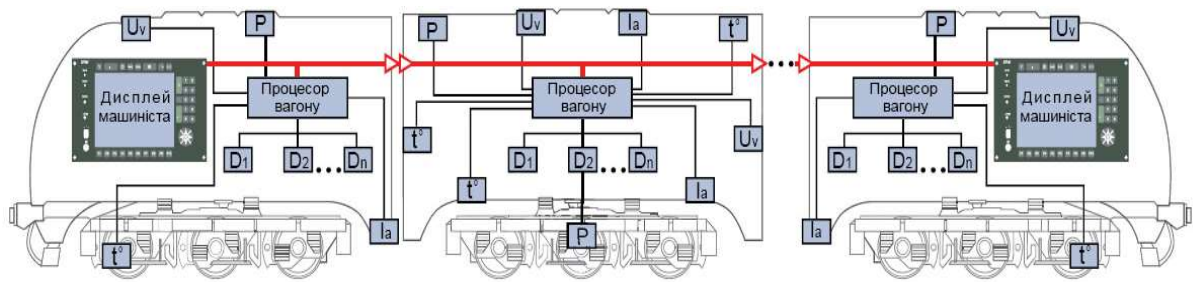


Рисунок 3.2 – Структура системи діагностування дизель поїзда ДЕЛ02
Вікно системи діагностування показано рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Вікно системи діагностування дизель поїзда ДЕЛ02

Ефективність системи залежить не тільки від кількості параметрів, що діагностуються, але значною мірою від організації роботи системи діагностування та використання отриманої інформації ремонтними службами.

Зараз у локомотивному господарстві УЗ відбувається заміна електровозів постійного струму на електровози ВЛ11М/6 у зв'язку з цим актуальним є

завдання організації системи утримання цих електровозів з використанням бортової системи діагностування. Розглянемо докладніше систему діагностування електровозів ВЛ11М/6.

3.3 Характеристика системи діагностування електровозів ВЛ11М/6

Система діагностування “Магістраль–ВЛ11” є вимірювально-обчислювальним комплексом, призначеним для автоматичного контролю параметрів технічного стану систем, вузлів та агрегатів магістрального електровозу постійного струму ВЛ11М/6 та забезпечення відображення процесів керування електровозом при експлуатації та в умовах стаціонарного обслуговування.

Технічні властивості системи. Система діагностування забезпечує вимірювання аналогових та дискретних параметрів:

- температури БПТР;
- температури на вході та виході тягових двигунів;
- температури букс;
- температура навколишнього середовища;
- положення запобіжників та автоматів захисту у ланцюгах живлення.

Прийом даних із пристрою керування тяговим електроприводом, зокрема:

- струм і напруга тягових двигунів;
- струму та напруга акумуляторних батарей;
- струму та напруга перетворювачів;
- струм вентиляторів і компресорів;
- напруга контактної мережі;
- стану контакторів, перемикачів, вимикачів, реле та іншого обладнання;
- виявлення відхилень у роботі обладнання за критерієм перевищення

допустимих та критичних значень для аналогових параметрів;

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- візуальне та звукове повідомлення про досягнення параметрами критичних та гранично допустимих значень;
- відображення поточного стану контрольованих параметрів на відеомоніторі;
- реєстрацію інформації про відхилення від норми у роботі обладнання у незалежній пам'яті;
- розшифровування даних, записаних у пам'яті приладу, та відображення результатів розшифровки на моніторі;
- режими відображення на відеомоніторі: штатний, аварійний та за запитом;
- автоматичне включення резервного джерела вторинного живлення, при відмові основного джерела.

Основні технічні дані системи:

кількість аналогових вимірювальних каналів – 26;
 кількість дискретних вимірювальних каналів – 54;
 частота опитування датчиків (не більше), Гц – 1;
 обсяг пам'яті для реєстрації аварійних ситуацій, Мб – 128;
 напруга живлення, В – 50;
 споживана потужність ланцюга 50 В (не більше), Вт – 126;
 пусковий струм ланцюгом 50 В (не більше), А – 15;
 маса, кг – 150;
 напрацювання на відмову, тис. год – 6;
 час підготовки до роботи – 60.

По каналу зв'язку система отримує, обробляє та відображає на відеомоніторі дані про команди, що видаються у тягове обладнання.

Програмні та апаратні засоби системи забезпечують функціонування системи діагностики двох секцій у єдиному комплексі, в якому обробляється,

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відображається на відеомоніторі та реєструється у пам'яті вимірювальна інформація всього електровоза.

Відображення інформації та її реєстрація в пам'яті дублюється одночасно в обох секціях електровоза.

Система "Магістраль-ВЛ11" має ряд сервісних режимів роботи, які забезпечують можливість проведення пуско-налагоджувальних, регламентних та ремонтних робіт.

За стійкістю до дії механічних факторів система відноситься до групи (за ГОСТ 17516.1) у частині вузлів, які встановлюються в кузові, та групи в частині вузлів, що встановлюються поза кузовом.

За вимогами до дії магнітних полів система відповідає ГОСТ 12997: збереження точності та працездатності при дії постійних магнітних полів напруженістю до 400 А/м та змінних магнітних полів напруженістю 40 А/м утворених струмами частотою до 1000 Гц.

За стійкістю до дії кліматичних факторів, система задовольняє наступним вимогам:

- температура навколишнього середовища, °С:
- для пристроїв, встановлених у кабіні від мінус 20 до +60;
- для пристроїв, встановлених у кузові від мінус 40 до +60;
- відносна вологість при температурі від плюс 25 до 98%;
- атмосферний тиск, мм. рт. ст 750±30.

Принцип дії системи. Система побудована за блоково-модульним принципом і складається з окремих конструктивно та функціонально закінчених елементів різних рівнів складності: приладів, блоків, вузлів та датчиків, які розміщуються в кузові електровоза та на візках. Усі компоненти системи поєднуються між собою за допомогою джгутів монтажного комплексу.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система діагностування "Магістраль-ВЛ11" встановлюється в кожній секції електровоза ВЛ11М/6 та при з'єднанні інформаційних шин двох систем забезпечує можливість виконання технічної діагностики всього електровоза.

Об'єднана система це багатопроцесорний вимірювально-обчислювальний комплекс із жорстким алгоритмом функціонування.

Система побудована за блочно-модульним принципом і складається з окремих конструктивно та функціонально закінчених елементів різних рівнів складності.

До складу системи входять:

- первинні вимірювальні перетворювачі – датчики струму, напруги та температури;

- вторинні вимірювальні перетворювачі – прилади комутації, квантування, кодування та передачі інформації. Обчислювальні засоби забезпечують автоматизацію процесів від початку вимірювання фізичних величин до отримання остаточних результатів вимірювання, а також обробку, відображення та реєстрацію результатів вимірювання, проведення діалогів машиніста із системою для вибору необхідних режимів роботи системи та режимів відображення інформації на відеомоніторі.

- засоби подання інформації – відеомонітор та незалежна пам'ять приладу, забезпечують індикацію та реєстрацію діагностичної інформації.

- підсистема електроживлення – складається з приладу, який забезпечує перетворення вхідної напруги +50 В, напруга +24 В та його подачу на всі пристрої системи, а також вузли живлення, вбудовані в прилад, формуванні напруга ± 15 В для живлення датчиків.

Вторинні вимірювальні перетворювачі розміщені в кузові електровоза та разом із підключеними до них датчиками утворюють окремі вимірювальні пости (ІІ). Загалом у системі "Магістраль-ВЛ11" виділяється по три ІІ у

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожній секції. Збір вимірювальної інформації у межах ІІ здійснюється за радіальним принципом.

Збір вимірювальної інформації на рівні системи організовано за магістральним принципом. У кожній секції збір здійснюється за системними шинами.

В об'єднаній системній шині двома послідовними каналами здійснюється обмін інформацією між приладами секцій. Кожен прилад по своїй шині транслює суміжну секцію масив даних, отриманих від датчиків своєї секції.

Прилади в кожній секції виконують управління вимірювальними постами по шині даних (ШД) шляхом організації запитів модулів збору інформації, встановлення їхньої черговості та пріоритетів, контроль працездатності вузлів, контроль метрологічних характеристик, фільтрацію перешкод, обробку вимірювальної інформації, її реєстрацію в модулі пам'яті, а також передачу до приладу суміжної секції.

Прилади задають також режими роботи системи згідно з алгоритмом функціонування або за вказівками оператора.

Прилад відображення інформації включає до свого складу відеомонітор, контролер, а також плівкову клавіатуру та здійснює:

- аналіз діагностичної інформації з метою виявлення відхилень від норми;
- управління процесом відображення аварійних та попереджувальних повідомлень та поточної інформації на відеомоніторі;
- реєстрацію інформації у незалежному модулі пам'яті, встановленому всередині приладу;
- формування аварійних та попереджувальних звукових сигналів.

Як базові технічні засоби вимірювального поста використовуються уніфіковані, системно спільні прилади, до складу яких входять програмно керовані модулі збору інформації із сімейства І –7000. Вибір конкретного базового приладу вимірювального посту визначено залежно від складу

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимірюваних цим постом фізичних величин. Модулі збору інформації вирішують завдання комутації вимірювальних каналів, кодування вимірювальної інформації та передачі її послідовним каналом шини датчиків .

При складанні системи кожен модуль збору інформації програмується: встановлюється його індивідуальна адреса в системі, швидкість передачі даних по шині і задається вхідний діапазон вимірюваного сигналу.

Відображення інформації на моніторі. Для відображення інформації (про стан обладнання електровоза та самої системи) використовуються такі кадри, які розділені на низку груп.

До першої групи головних кадрів, які виводяться на екран під час запуску системи, належать такі кадри: «Основний», «Букси», «Тягові двигуни», «Резистори», «СПС», «Перемикачі та Контроль», «Високовольтні реле», "Аварійні повідомлення".

До групи додаткових кадрів належать кадри: «Контактори» та «Контролер».

У перерахованих вище кадрах відображається інформація про параметри вимірюні як самої системи діагностики, так і одержуваних з інших систем.

До групи сервісних належать кадри: «DATA», «СТАТИСТИКА», «ПЕРЕПИС», «ЧАС», «Інформація про систему». За допомогою цих кадрів можна виконувати різні операції щодо додаткової обробки інформації та конфігурації системи. Крім того, в системі є довідковий кадр, який дозволяє отримати інформацію про систему та її роботу.

Опис кадрів. Кадр "Основний" (рисунок 3.4) виводиться на екран після завершення завантаження програм та виходу системи в режим "Діагностика".

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

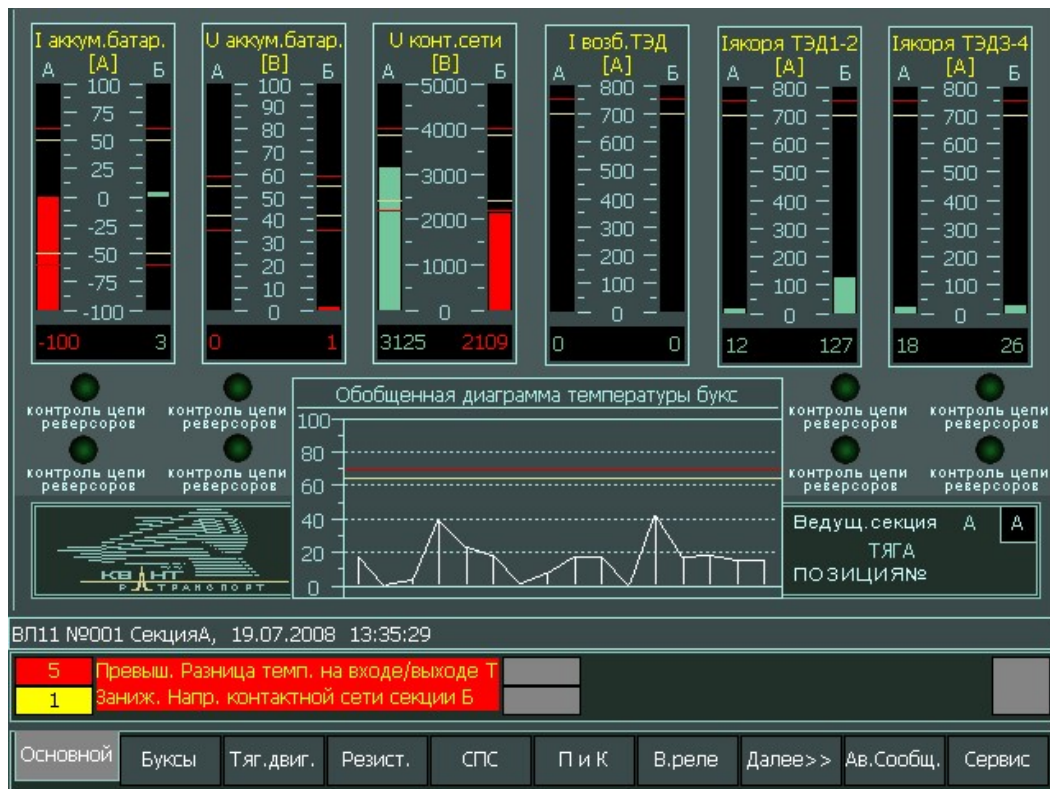


Рисунок 3.4 – Кадр «Основной»

Кадр "Букси" (рисунок 3.5) показує температуру в реальному часі. При перевищенні робочого параметра сигналізує та фіксує показники.

Кадр «Тягові двигуни» (рисунок 3.6) відображає температуру ТЕД на вході та на виході та різницю між ними, струм якоря, обмотки збудження.

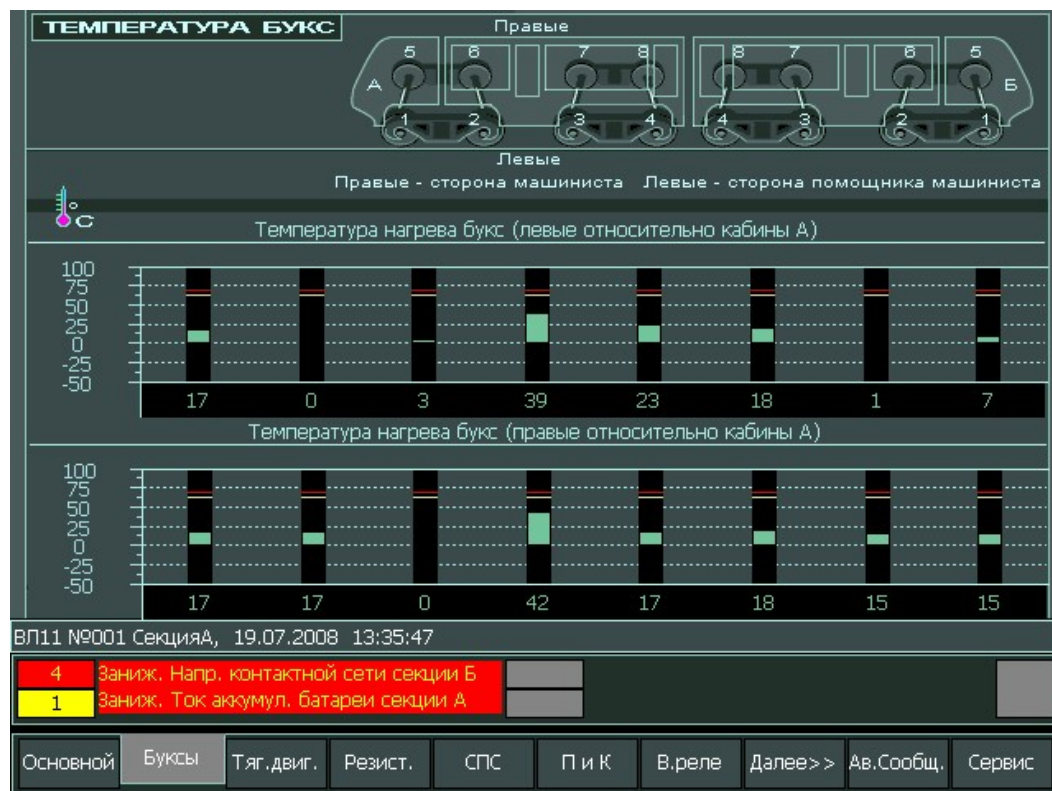


Рисунок 3.5 – Кадр «Бу́ксы»

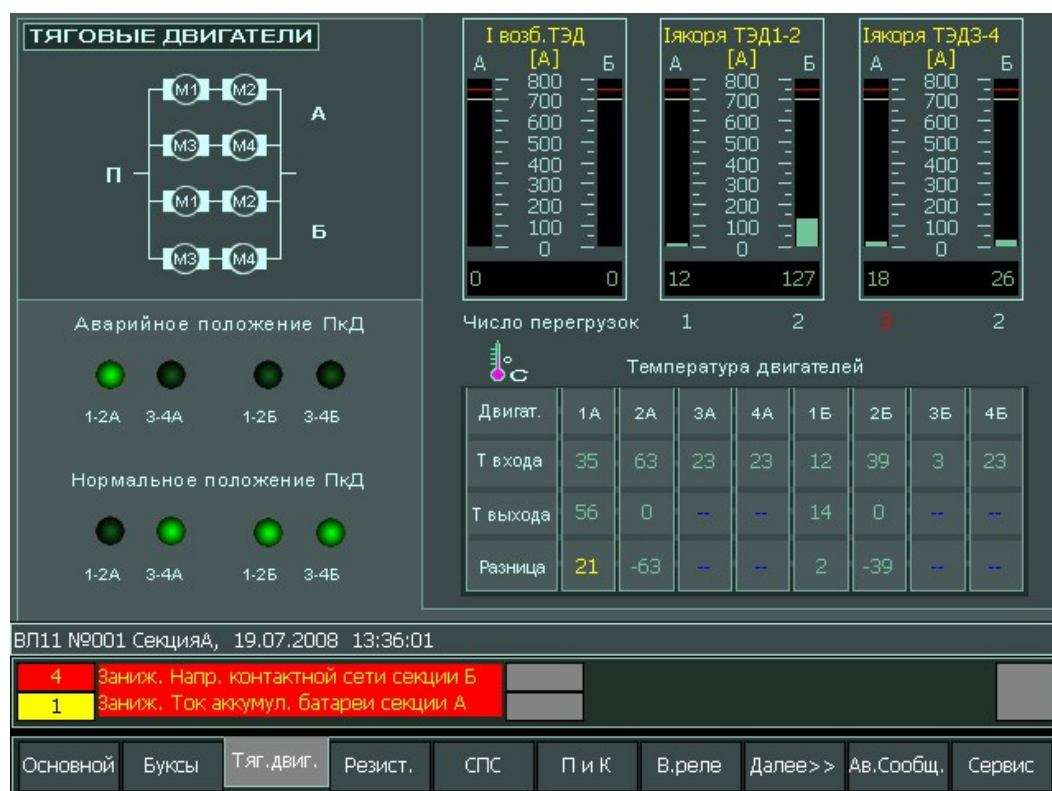


Рисунок 3.6 – Кадр «Тягові двигуни»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

0032.226536.000.01МР.ПЗ

Арк.

Кадр «Пуско-гальмівні резистори» (рисунк 3.7) показує у графічному вигляді стан БПТР залежно від позиції, температуру БПТР. Кадр "Аварійні повідомлення" (рисунк 3.8) показує відхилення від робочої норми та свідчать про аварійність вузла.

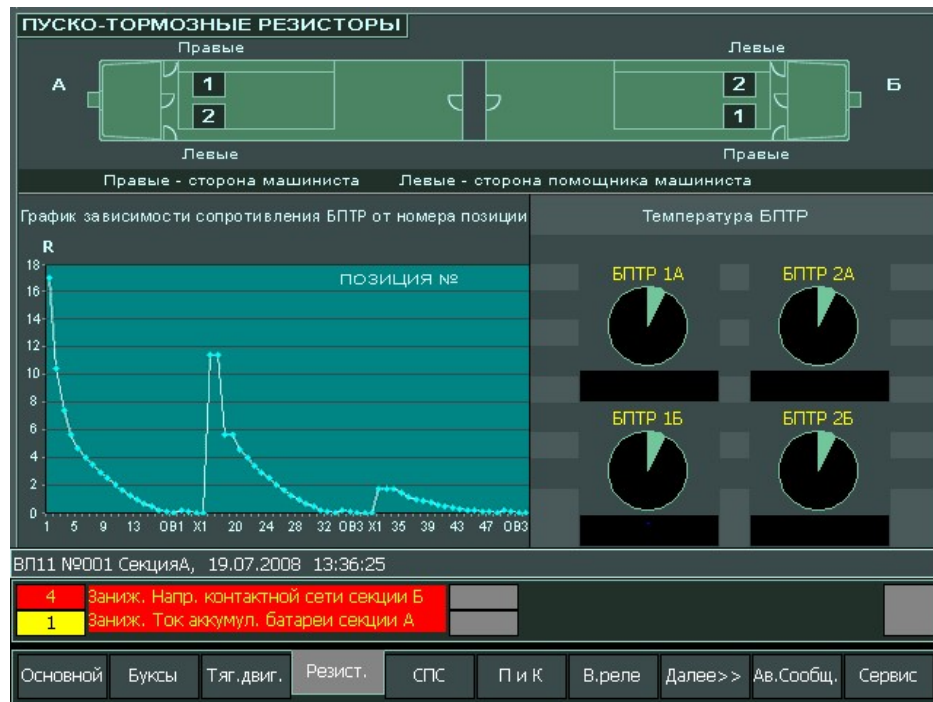


Рисунок 3.7 - Кадр «Пуско-гальмівні резистори»

Кадр Статистика (рисунк 3.9) показує фіксовані аварійні повідомлення.

На підставі аналізу існуючих бортових систем діагностування локомотивів можна зробити висновок, що їх впровадження на сьогоднішній день дозволяє:

- підвищити безпеку руху (запобігати аварійним ситуаціям у дорозі, контролювати дії локомотивної бригади);
- скоротити час пошуку несправності в електричних схемах (контролювати спрацювання електричних апаратів);

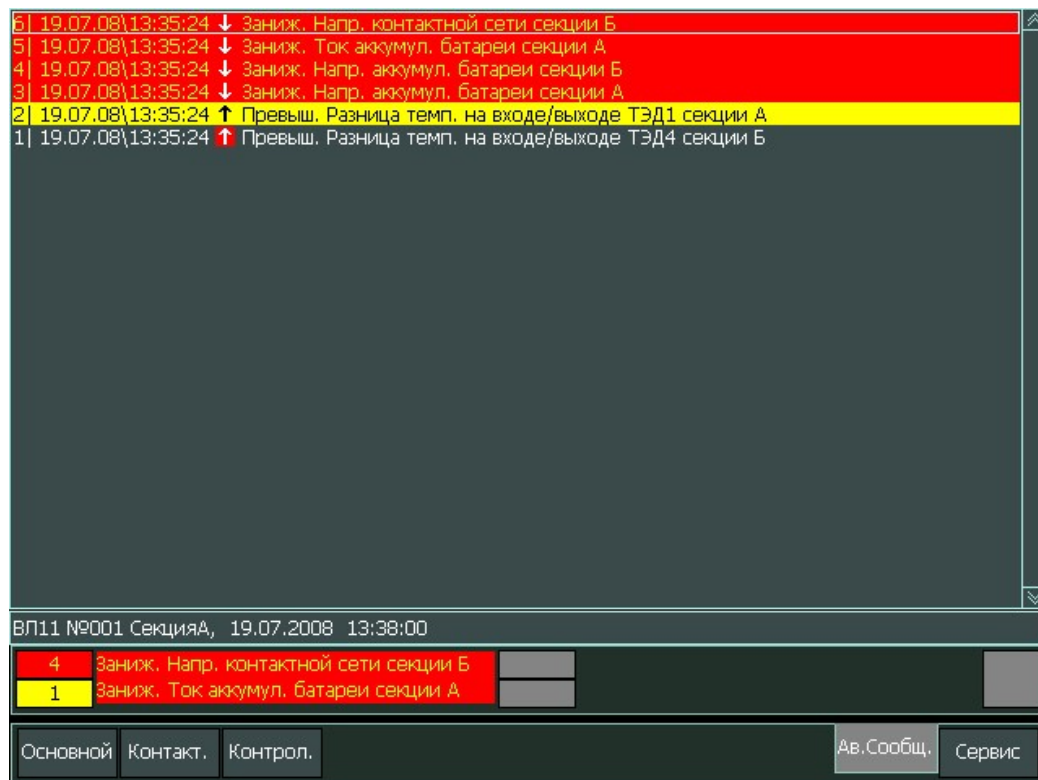


Рисунок 3.8 - Кадр "Аварийні повідомлення"

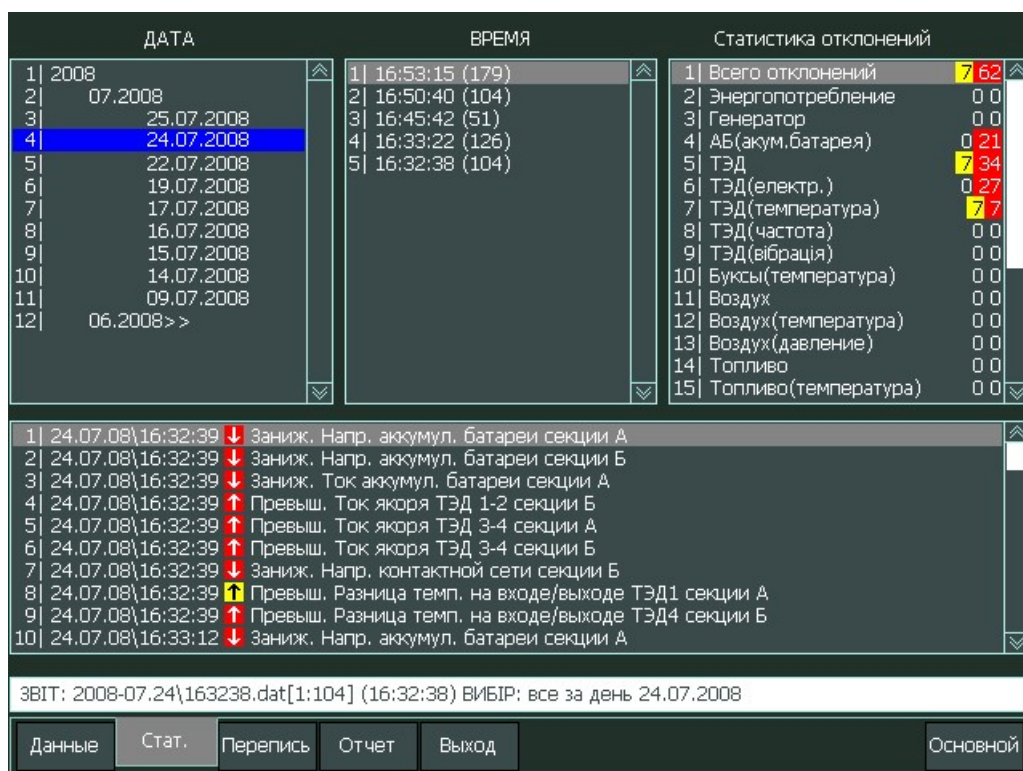


Рисунок 3.9 – Кадр "Статистика"

- виявляти (а частіше – підтверджувати) факт настання відмови контрольованих вузлів.

Фактично, системи діагностування виконують функцію моніторингу (безперервного спостереження) зміни технічного стану вузлів локомотивів.

З позиції технічної діагностики [21] основними завданнями будь-якої системи діагностування є:

- визначення працездатності об'єкта діагностування (справний/несправний);

- контроль функціонування (контроль того, щоб у процесі експлуатації не виникали відмови, що порушують працездатність);

- пошук несправності (вказівка місця виникнення несправності та її усунення);

- прогнозування зміни технічного стану об'єкта діагностування надалі;

- визначення попереднього стану об'єкта діагностування.

Існуючі системи діагностування тією чи іншою мірою виконують перші три завдання, але їх вирішення не дозволяє чітко визначити обсяги ремонту та планувати його періодичність, що необхідно для переходу на ремонт рухомого складу з урахуванням його фактичного технічного стану. Це різко знижує ефективність використання систем діагностування та формує негативне ставлення до самих систем діагностування з боку ремонтних служб.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ВИКОРИСТАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ ЛОКОМОТИВІВ

Розробка сучасної автоматизованої системи управління локомотивним парком стає насущною задачею для локомотивного господарства України. Окрім відстеження місцезнаходження та контролю стану рухомого складу, ця система повинна забезпечити можливість ефективного планування технічного обслуговування та експлуатації рухомого складу.

Впровадження такої системи призведе до підвищення експлуатаційної готовності рухомого складу, скорочення часу його простою в ремонті і зменшення витрат на персонал, зайнятий у сфері технічного обслуговування.

Транспортні компанії та інші країни активно займаються розробкою систем, спрямованих на вдосконалення управління транспортним рухом. У США компанія GE Transportation Systems розробила інтелектуальну бортову систему під назвою Expert-On-Alert. Ця система виконує збір та обробку даних, що характеризують роботу основних агрегатів, вузлів та локомотива в цілому. Інформація отримується в реальному часі від відповідних датчиків, що дозволяє передбачити ситуації, які можуть вплинути на нормальну роботу локомотива, та уникнути їх виникнення. Зібрані дані передаються бездротовим каналом зв'язку в офіс компанії, де вони піддаються обробці. На основі цього аналізу здійснюється прогноз можливих відмов в дорозі, визначаються потенційні проблеми, і формуються відповідні рекомендації для машиніста ще до того, як проблема може виникнути. Також система уточнює потреби в ремонті та технічному обслуговуванні.

General Motors розробила систему FIRE (Functionally Integrated Railroad Electronics), яка здійснює моніторинг технічного стану локомотивів у реальному часі та оперативно реагує на отриману інформацію. Завдяки цій системі можна отримувати необхідну інформацію, проводити аналіз та видачу рекомендацій

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для швидкого усунення несправностей, якщо це можливо, і мінімізувати час простою. За допомогою системи можна підготувати необхідні ресурси та запасні частини, знаючи наперед суть проблеми, і вибрати оптимальне рішення для подальшої експлуатації локомотива.

Дистанційне діагностування здійснюється системою FIRE, яка отримує понад 800 сигналів з локомотива, що вказують основні параметри його технічного стану. Аналіз змін у технічному стані дозволяє системі прогнозувати його подальший розвиток, що робить цю систему ефективним інструментом для впровадження технічного обслуговування та ремонту локомотивів з урахуванням фактичного стану. Крім того, система передбачає можливість завантажувати архівну інформацію з електронної системи управління локомотивом, що дозволяє отримувати більш достовірні прогнози щодо потенційних відмов та їх можливих причин протягом значного періоду часу [7].

В Німеччині створено систему ruDi, яка відповідає за контроль та управління тяговим парком. Ця система реєструє всі експлуатаційні дані, проводить технічну діагностику рухомого складу в режимі реального часу та визначає його положення в межах європейської мережі. На основі неперервного потоку даних проводиться оцінка ступеня завантаження для кожного типу рухомого складу окремо, і визначаються приблизні терміни технічного обслуговування. Система не лише вказує місцезнаходження рухомого складу у конкретний момент, але також сприяє оптимізації управління парком та підвищенню ефективності організації технічного обслуговування. Це призводить до збільшення надійності та готовності до експлуатації рухомого складу. [23].

Отримані дані використовуються для автоматизованого планування технічного обслуговування, визначаючи необхідні ресурси. Ці заходи систематично реєструються, утворюючи "історію" стану рухомого складу та його вузлів з урахуванням чинних інструкцій. Завдяки доступності документації

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фахівці сервісних служб можуть оперативно отримувати інформацію з будь-якої точки світу.

Спеціалісти сервісної служби безпосередньо та точно реєструють всі проведені технічні обслуговування та пов'язані з ним витрати, використовуючи електронний спосіб реєстрації, що уникає використання паперових носіїв.

Постійний моніторинг витрат на обслуговуючий персонал та матеріальні ресурси забезпечує їх облік протягом усього терміну служби (витрат LCC). Зібрані дані також дозволяють проводити аналіз показників RAMS (надійність, експлуатаційна готовність, ремонтпридатність, безпека).

Постійна документальна реєстрація відповідних параметрів дозволяє систематично фіксувати всі відхилення від нормального стану та аналізувати частоту та причини виникнення несправностей. Аналіз показників LCC та RAMS може проводитися з класифікацією за різними критеріями, такими як серія рухомого складу, тип вузла, виробник або компанія, яка експлуатує рухомий склад. Таким чином, всі отримані дані є основою для розрахунку показників LCC і RAMS, а також для розробки системи профілактичного та ремонтного обслуговування рухомого складу, яка ґрунтується на чіткій інформації.

Реєстрація та обробка експлуатаційних характеристик в реальному часі є ключовою частиною планування та управління технічним обслуговуванням та експлуатацією залізничного рухомого складу. Це завдання виконує система ruDi, яка входить до складу VSMS і розроблена компанією Vossloh.

Система управління парком залізничного рухомого складу ruDi забезпечує постійну реєстрацію в реальному часі відповідних експлуатаційних показників і дозволяє проводити технічне діагностування та визначати місцезнаходження рухомого складу в оперативному режимі.

Основним завданням розрахунків LCC є планування, регулювання та контроль успішності життєвого циклу продукції. Метод LCC дозволяє

					0032.226536.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналізувати та прогнозувати витрати та доходи ще на етапі розробки для регулювання майбутніх експлуатаційних витрат перед початком виробництва. Таким чином, розрахунки за методом LCC надають значну допомогу у плануванні та прийнятті рішень, а також можуть служити обґрунтуванням або оцінкою вже прийнятих рішень.

Метод LCC є інструментом системи управління витратами, який використовується для аналізу та регулювання економічної ефективності об'єкта протягом всього його життєвого циклу - від розробки та виробництва до використання та утилізації. Крім того, можуть створюватися різні моделі LCC, враховуючи особливості підприємства та характер завдань.

У відмінну від традиційних методів, які враховують лише витрати та доходи, пов'язані з експлуатацією об'єкта, метод LCC враховує також витрати перед та після періоду експлуатації, а також інші, пов'язані із об'єктом, наприклад, витрати через простій. Таким чином, розрахунки LCC враховують витрати, пов'язані з придбанням, використанням та іншими аспектами об'єкта. Розробка систем управління витратами, таких як LCC, не є заміною традиційним методам розрахунку витрат, але розширює їхні можливості.

Система управління парком рухомого складу ruDi є ключовою компонентою в сучасних моделях LCC, спрямованих на планування, прийняття рішень та обґрунтування вже прийнятих рішень. Інформація, отримана в рамках системи ruDi, дозволяє проводити аналіз і регулювання витрат у процесі поточного обслуговування рухомого складу протягом усього його життєвого циклу. Отже, система управління рухомим складом ruDi становить основу для розрахунку експлуатаційних та поточних витрат [23].

					0032.226536.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УТРИМАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ

При виконанні магістерської роботи для вдосконалення системи управління парком локомотивів обрано електровози ВЛ11М/6.

5.1 Вибір вузла, що лімітує надійність

Як зазначалося, діюча система планово-попереджувальних ремонтів повною мірою враховує вплив умов експлуатації на надійність і використання ресурсу устаткування, але це, своєю чергою, збільшує витрати на ремонт. Тому зменшення втрат на ремонт локомотивів необхідно постійно проводити аналіз надійності їх систем і вузлів.

Для аналізу надійності електровозів ВЛ11М/6 проведено збір статистичної інформації щодо відмов усіх видів обладнання. Зібрано інформацію про відмови електровозів. Загальний розподіл відмов устаткування за видами, наведений рисунку 5.1.

З даних видно, що понад 13% відмов посідає електричні ланцюги, 14% становлять відмови механічного устаткування, 29% тягові електродвигуни і 14% допоміжні машини, 14% пневматичне устаткування, 1% прилади безпеки.

На підставі зібраного матеріалу в якості вузла, що лімітує надійність електровозів серії ВЛ11М/6, приймаємо тягові електродвигуни. При вдосконаленні системи утримання електровозів вибираємо тягові електродвигуни як вузол для розрахунку системи утримання.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

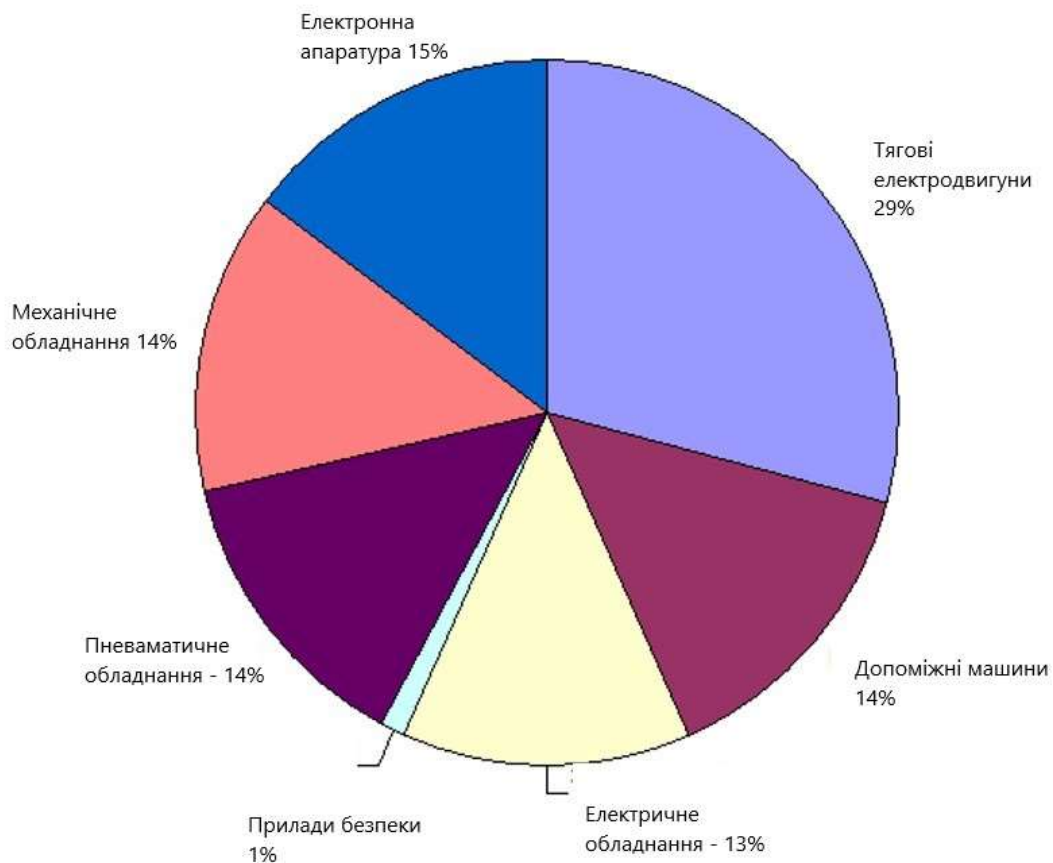


Рисунок 5.1 - Розподіл відмов обладнання

5.2 Розрахунок показників надійності та міжремонтних періодів

При аналізі надійності вузлів та систем електровоза ВЛ11М/6 встановлено, що найбільша кількість відмов становлять тягові електродвигуни ТЛ2К. Тому в роботі як приклад визначатимемо показники надійності ТЕД.

Для оцінки надійності систем і вузлів використовується H характеристика, яка є залежністю середньої кількості відмов від пробігу локомотива і будується на основі обробки статистичної інформації.

Для отримання H - характеристики вузлів та деталей електровоза на основі статистичної інформації, період спостереження за їх роботою

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розбиваються на інтервали Δ , які називаються надалі кроками напрацювання. Величина Δ вибирається з аналізу статичної інформації такою, щоб для кожного розглянутого вузла або системи в інтервалі $[t, t + \Delta]$ не потрапляло більше однієї відмови однієї і тієї ж деталі, але не виключено N -е кількість відмов різних деталей в одному інтервалі.

При дотриманні зазначених умов середня кількість відмов електровозу за напрацювання розраховується за формулою:

$$H(t + \Delta) = H(t) + \frac{2d_{t,t+\Delta}}{N(t) + N(t + \Delta)} . \quad (5.1)$$

де $H(t)$ - кількість відмов на інтервалі $[0, t]$,

$d_{t,t+\Delta}$ - кількість відмов на інтервалі $[t, t + \Delta]$,

$N(t)$ - кількість елементів, що знаходяться в кінці інтервалу $(t + \Delta)$.

Використання H - характеристик вузлів та систем електровоза дозволяє отримати інші відомі характеристики надійності.

Розрахунок виконаний інформаційною системою „Надійність”, яка реалізує алгоритм побудови H -характеристик для вузлів, або систем електровозу.

5.2.1 Розрахунок витрат на проведення планового ремонту

Основним підходом в системі планування для всіх видів деповського ремонту та технічного обслуговування є системний метод у вирішенні завдань організації управління ремонтом. Впровадження системи управління ремонтом дає можливість обґрунтовано розподіляти ресурси та визначати пріоритетні

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заходи для поліпшення процесу ремонту та ефективності управління простоями локомотивів під час технічного обслуговування та капітального ремонту.

Як відомо, витрати трудових і матеріальних ресурсів залежать від вибраної технології ремонту та технічних можливостей ремонтної бази депо. Реалізація будь-якої технології супроводжується витратами різних ресурсів, таких як енергія, матеріали, час, робочі ресурси і т. д.

Для визначення найбільш ефективної системи утримання з врахуванням технології ремонту використовувалася техніко-економічна карта, що визначає обсяг ремонту відповідно до обсягу планового ремонту-3 (ПР-3). На підставі даних депо вартість планового ремонту ТЕД обсягом ПР-3 становить 610658 грн. Для всього електровоза із восьми ТЕД складе 4 885 264 грн.

Функцію залежності витрат на планові ремонти ТЕД від міжремонтних періодів ПР-3 отримаємо змінюючи норму напрацювання на проведення ПР-3 на 80% у більшу та меншу сторони. Результати розрахунку наведено у таблиці 5.1.

В результаті проведених розрахунків ми формуємо графік, на якому відображена залежність витрат на плановий ремонт тягового електродвигуна (ТЕД) від пробігу. Цей графік представлений на рисунку 5.2.

Таблиця 5.1 – Розрахунок витрат на проведення планових ремонтів

Частка нормованого пробігу, %	Міжремонтний пробіг, км	Витрати на планові ремонти, грн
1	2	3
20	80000	3053290
30	120000	2035526
40	160000	1526645
50	200000	1221316
60	240000	1017763
70	280000	872368
80	320000	763322
90	360000	678508

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
100	400000	610658
110	440000	555143
120	480000	508881
130	520000	469736
140	560000	436184
150	600000	407105
160	640000	381661

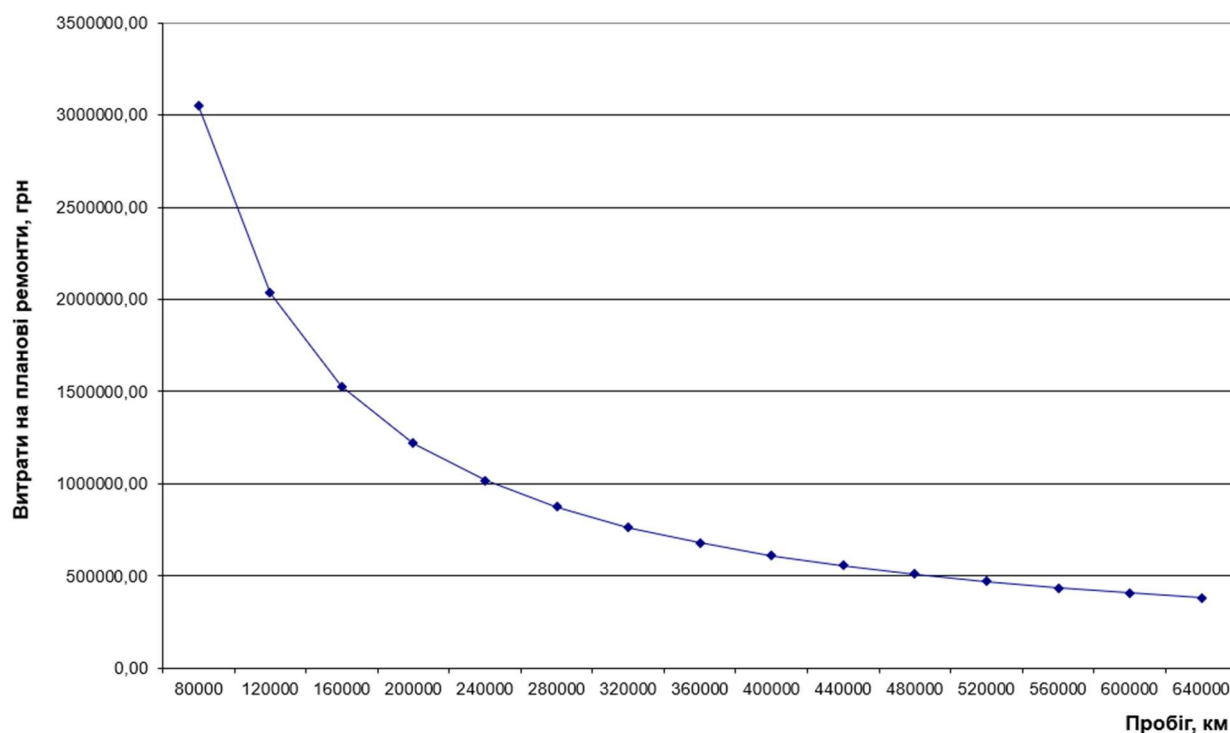


Рисунок 5.2 - Залежність витрат на планові ремонти ТЕД від напрацювання

5.2.2 Розрахунок збитків від непланового ремонту

Порушення справного та працездатного стану локомотивів у роботі не лише витрати на відновлення чи заміну пошкоджених частин, значно більші витрати виникають від порушення графіка та збою руху.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на проведення не планового ремонту повинні враховувати дві складові, це витрати на усунення несправності, що складаються з вартості запасних частин та витрат на оплату праці, та витрати пов'язані зі зменшенням прибутку через відволікання локомотива з роботи.

Середню вартість одного непланового ремонту C^* визначимо з виразу

$$C^* = C_{nl} + C_{лч}(t_{mp} + t_{np}), \quad (5.2)$$

де $C_{лч}$ - вартість однієї локомотиво-години;

t_{mp} - час транспортування локомотива до місця ремонту;

t_{np} - час простою локомотива на ремонті.

Відповідно вихідних даних вартість однієї локомотиво години приймаємо 2281,50 грн – це той прибуток, який приносить один електровоз за годину роботи.

Час простою електровоза у ремонті приймаємо 14 годин. Час транспортування електровоза до місця ремонту приймаємо 2 години.

Вартість одного непланового ремонту складатиме

$$C^* = 610658 + 2281,5 \cdot (2 + 14) = 647160 \text{ грн.}$$

Залежність вартості непланових ремонтів від часу напрацювання локомотива визначимо з виразу

$$C^*(t) = C^* \cdot H(t), \quad (5.3)$$

де $H(t)$ – середня кількість відмов тепловоза за час напрацювання.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функцію середньої кількості відмов ТЕД визначимо, виконавши апроксимацію Н-характеристики відмов ТЕД. Результати апроксимації наведено рисунку 5.3.

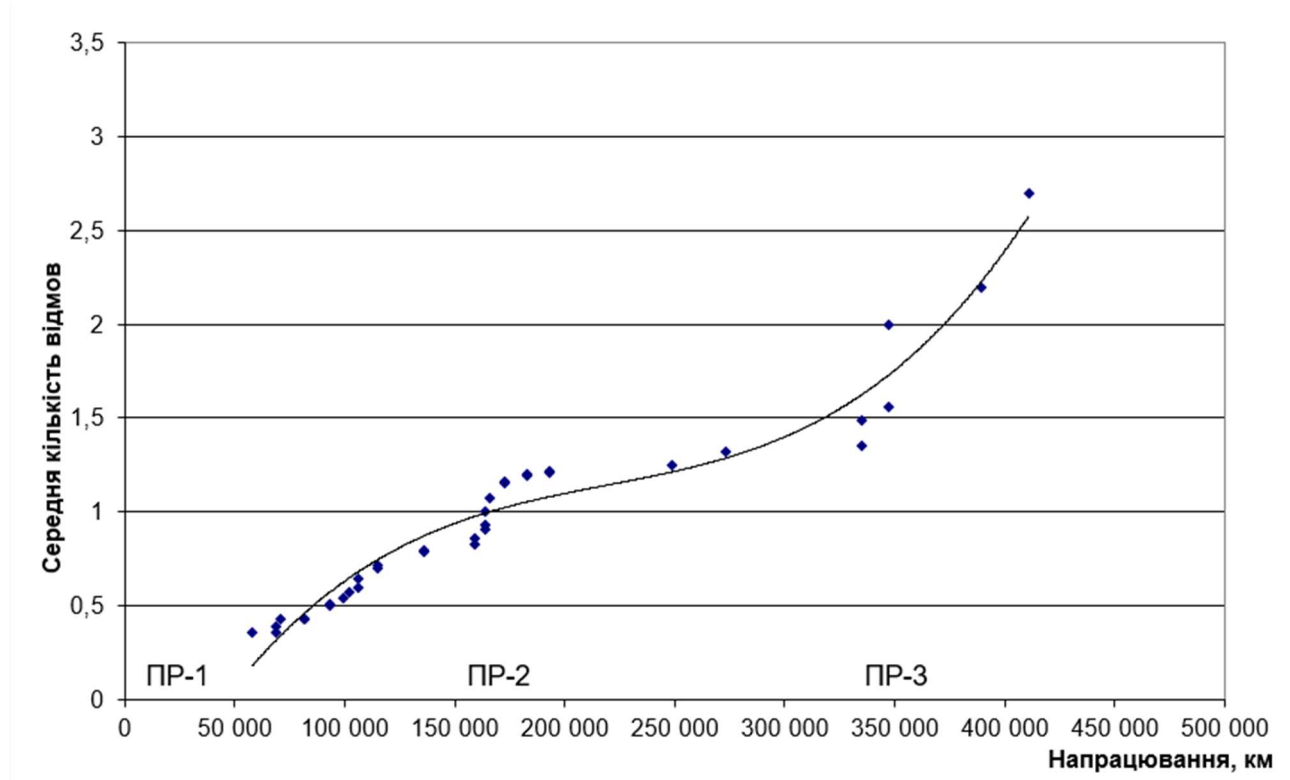


Рисунок 5.3- Апроксимація функції середньої кількості відмов ТЕД

Розрахунок вартості непланових ремонтів виконаємо у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок витрат на непланові ремонти ТЕД

Напрацювання, км	Середня кількість відмов	Витрати на неплановий ремонт, грн
1	2	3
58000	0,3571	231100,84
69000	0,3571	231100,84
69000	0,3910	253039,56
71000	0,4280	276984,48
82000	0,4286	277372,78

1	2	3
82000	0,4286	277372,78
93000	0,5000	323580
93000	0,5055	327139,38
99000	0,5392	348948,67
102000	0,5714	369787,22
106000	0,5964	385966,22
106000	0,6429	416059,16
115000	0,6964	450682,22
115000	0,7143	462266,39
136000	0,7857	508473,61
136000	0,7964	515398,22
159000	0,8249	533842,28
159000	0,8571	554680,84
164000	0,9075	587297,7
164000	0,9286	600952,78
164000	1,0000	647160
166000	1,0741	695114,56
173000	1,1510	744881,16
173000	1,2249	751352,76
183000	1,2419	770767,56
183000	1,3419	775297,68
193000	1,5419	783710,76
193000	1,6530	785005,08
249000	1,7641	809597,16
273000	1,8752	854898,36
335000	2,0571	873666
335000	2,2249	964268,4
347000	2,3428	1009569,6
347000	2,3910	1293025,7
389000	2,7428	1423752
411000	3,4094	1747332

Враховуючи достовірність апроксимації $R^2 = 0,9533$ робимо висновок, що отримане рівняння функції середньої кількості відмов ТЕД може бути використане в подальших розрахунках.

Функція витрат на непланові ремонти ТЕД $C^*(t)$ має вигляд наведений на

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рисунку 5.4.

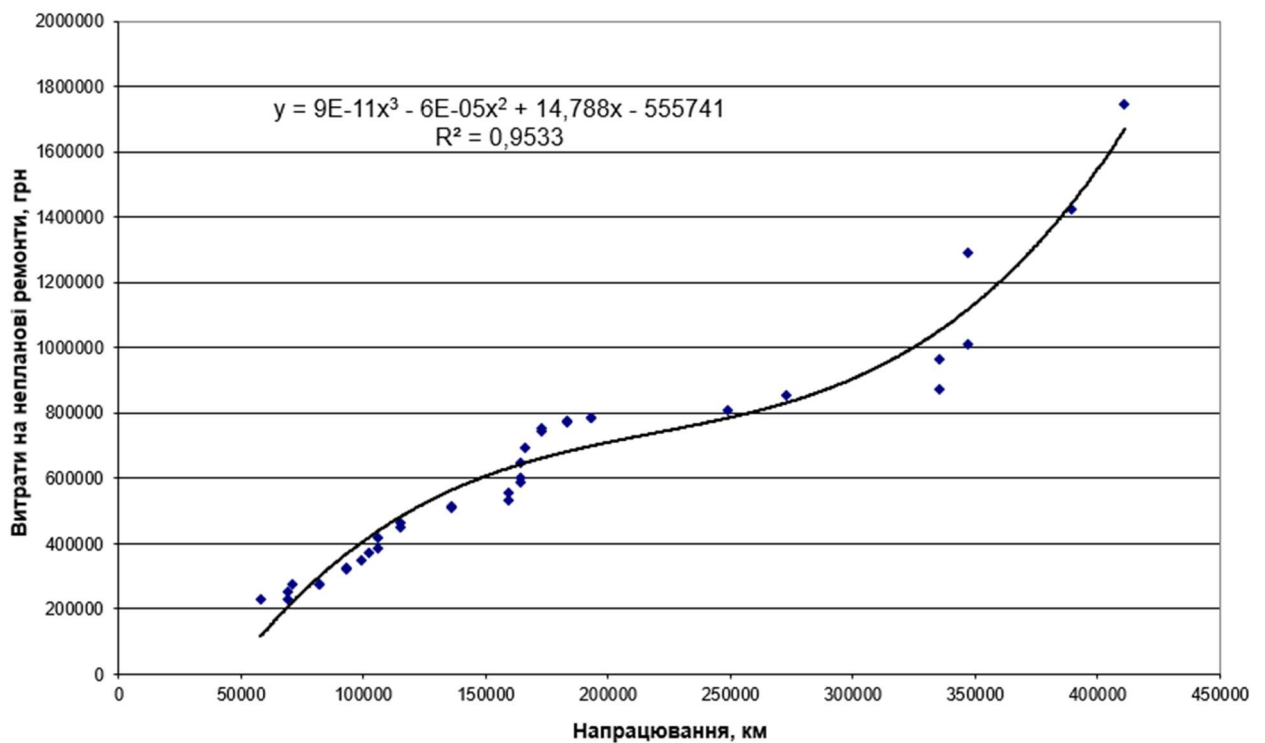


Рисунок 5.4 – Функція витрат на непланові ремонти ТЕД

5.2.3 Розрахунок міжремонтних періодів ТЕД

Для вирішення завдання визначення міжремонтних періодів ТЕД приймаємо графічний метод, який ґрунтується на визначенні точки перетину залежностей витрат на проведення планових ремонтів та збитків від непланових ремонтів (рисунки 5.2 та 5.4) від напрацювання. Побудувавши ці залежності в одній системі координат, рисунок 5.5, отримаємо точку перетину цих графіків, яка і відповідатиме часу раціонального проведення ПР-3. Точка перетину графіків має наступні координати 280000*872 368 грн. Тобто, при напрацюванні електровоза 280 000 км потрібно виконувати ремонт, це обґрунтовано, як з точки зору надійності так і з точки зору економічної доцільності.

Проведений розрахунок показує, що для скорочення витрат на проведення

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонтів ТЕД електровозів пропонується коригування міжремонтних періодів. Зменшення відстані напрацювання між ПР-3 електровозами за всіма видами обладнання до 280000 км, але для цього необхідно виконати розрахунки для інших видів обладнання.

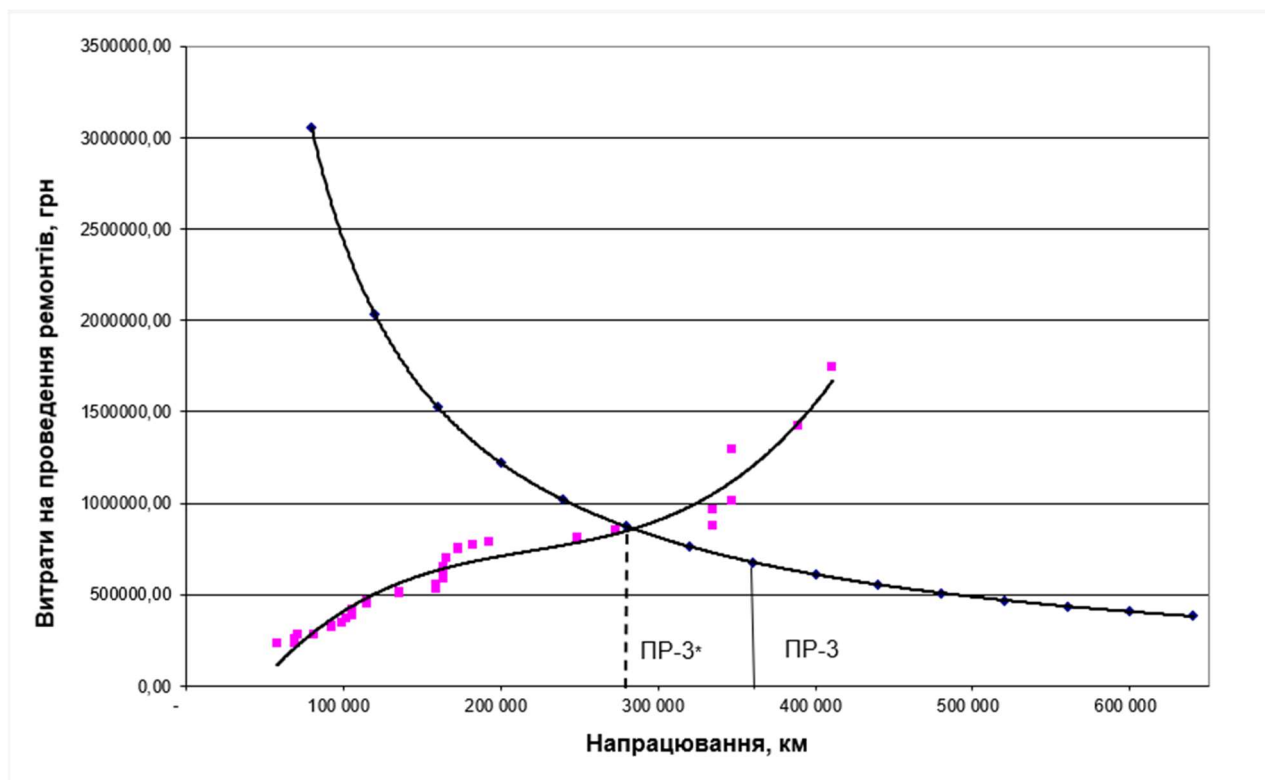


Рисунок 5.5 -Визначення раціональних міжремонтних періодів

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПРИ ПЛАНУВАННІ РЕМОНТІВ

6.1 Загальні положення щодо планування ремонтів

У теперішній момент основу системи утримання локомотивів УЗ становить планово-попереджувальна система ремонту. Планування на основі контролю міжремонтних періодів передбачає визначення необхідності проведення ремонту або технічного обслуговування на основі порівняння зі стандартними значеннями міжремонтних пробігів локомотивів (переважно, під час їхньої експлуатації у поїздах), або робочого часу (наприклад, при використанні їх для маневрової або вивізної діяльності). Загальні нормативи міжремонтних пробігів для різних серій локомотивів можуть бути встановлені індивідуально для різних залізниць.

Необхідність ремонту або ТО для даного локомотива реєструється у випадку, коли міжремонтний пробіг або робочий час перевищують нормативні значення для відповідного типу обслуговування. Згідно з положенням [1] з метою забезпечення рівномірного завантаження ремонтних цехів депо та локомотиворемонтних заводів передбачається можливість коригування міжремонтних періодів (зазвичай, у межах -10% $+25\%$). Іншими словами, фіксація необхідності ремонту або ТО відбувається для певного інтервалу значень міжремонтного пробігу або робочого часу локомотиву.

Фактичні значення міжремонтних пробігів або експлуатаційного часу локомотивів визначаються на підставі реєстрації їх роботи (зокрема шляхом обробки маршрутних листів машиністів). У цьому випадку, оскільки потреба в ремонті чи технічному обслуговуванні повинна бути передбачена у майбутньому, використовується прогнозування зміни цих параметрів, переважно з використанням середніх значень.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, вдосконалення визначення потреби в ремонті та ТО локомотивів повинно включати функції реєстрації міжремонтних пробігів, прогнозування їхньої зміни та порівняння зі стандартними значеннями.

Визначення потреби у ремонті локомотивів є базовим етапом, але очевидно, не охоплює всю методологію планування. Після виявлення такої потреби виникає етап встановлення обсягів ремонтів на період планування (з урахуванням завантаженості ремонтних підприємств та цехів) та визначення пріоритету виведення в ремонт конкретних локомотивів. На цьому етапі береться до уваги значна кількість факторів, які не відображені в інформаційній базі автоматизованої системи. Проте ефективність планування на цьому етапі може значно зростати завдяки інформаційній підтримці учасників планування в різних аспектах:

- розробка інструменту для зручної та ефективної побудови та аналізу варіантів планування, включаючи різні об'єми ремонту та порядок виведення локомотивів у ремонт. Зокрема, підтримка оцінки розподілу загальної кількості та планової вартості ремонтів за різні періоди;
- створення середовища для зручного обговорення та узгодження варіантів планів з участю всіх учасників процесу планування (технологів, керівників ремонтних підрозділів різних рівнів, представників виконавчих підприємств).

Додатковим аспектом системи планування є врахування фактичного проведення ремонтів або технічного обслуговування: якщо відомо, що конкретний локомотив направлено на ремонт певного типу, показники відповідних міжремонтних пробігів або часу роботи скидаються на нуль. Оскільки ремонт вирішує проблеми, які відповідають менш складним видам, облік цих останніх також починається з початку.

Отже, автоматизація планування ремонтів повинна враховувати різні рівні, які відрізняються за своїми функціональними завданнями:

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– автоматизація визначення потреби в ремонті локомотивів, яка визначається високим рівнем формалізації та може базуватися на прямому використанні даних автоматизованої системи управління локомотивним господарством;

– інформаційна підтримка створення та узгодження планів ремонту, яка передбачає переважно взаємодію користувачів у режимі реального часу для створення, аналізу та узгодження різних варіантів планів. Для реалізації цих функцій необхідно передбачити використання автономних робочих місць планування ремонтів.

Плануванню, заснованому на контролі міжремонтних періодів, підлягають всі види ремонтів і технічного обслуговування, які виконуються в різних умовах. Відповідно, і планування таких видів ремонтів реалізується на різних рівнях управління локомотивним господарством.

Зокрема:

– технічне обслуговування типу ТО-3 та поточний ремонт ПР-1 виконуються у депо приписки локомотивів (планування проводиться на рівні депо);

– поточний ремонт ПР-2, ПР-3, ПР-3П забезпечуються у спеціалізованих депо, які мають необхідну ремонтну базу (планування виконується на рівні локомотивних служб залізниць);

– капітальні ремонти типу КР-1, КР-2, КРП реалізуються на локомотиворемонтних заводах (планування виконується виключно на рівні УЗ).

У межах конкретного підприємства (локомотивного депо, служби локомотивного господарства залізниці або УЗ) учасниками планування ремонтів є технологи та керівники з ремонту.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Удосконалення управління парком за рахунок планування ремонтів

Для моніторингу ефективності вузлів та агрегатів локомотивів пропонується використовувати дані електронного паспорта локомотива, інформацію для якого слід отримувати від засобів допускнуго контролю. Застосування цієї інформації дозволяє забезпечити неперервний нагляд за роботою багатьох вузлів та агрегатів локомотивів і визначити можливий моторесурс безаварійної роботи кожного з них.

Методи діагностики стану основних вузлів та агрегатів локомотивів дозволяють з достовірністю визначити як вже «хворі» вузли, так і передбачити аварійний стан вузлів, що наближається. Це дозволяє здійснювати частковий, вибірковий ремонт, а не повний, обов'язковий вид ремонту відповідно до Правил ремонту при системі планово-попереджувального утримання.

Електронна документація про локомотив – це інформаційна структура моделі вузлів секцій. Ця модель включає інформацію про паспортні дані, технічний стан, проведені ремонти та технічні огляди вузлів секцій. Життєвий цикл об'єкта розпочинається з моменту його реєстрації як одиниці та завершується при списанні або передачі до іншого депо. Модель вузлів локомотива пов'язана з моделлю секцій через посилання на секцію, в якій розташований конкретний вузол.

Електронна модель локомотива складається з наступних таблиць:

- основна таблиця електронного паспорта локомотива;
- таблиця ідентифікації вузла;
- таблиця операцій з вузлами;
- таблиця приписки вузла;
- таблиця технічного стану вузла;
- таблиця дислокації вузла.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна таблиця електронного паспорта локомотива включає такі відомості:

- момент включення об'єкта до бази даних (дата його реєстрації);
- момент виключення об'єкта з бази даних (дата списання).
- Таблиця ідентифікації вузла включає такі дані:
- характеристика вузла (ТЕД, дизель, візок та ін.);
- дата виробництва;
- виробничий завод;
- заводський номер;
- вид (марка) вузла в розділі локомотива.

Таблиця операцій із вузлами містить наступну інформацію:

- момент виконання операції (встановлення на секцію або зняття, початок та завершення ремонту тощо);
- код операції.

Таблиця приписки вузла включає наступні дані:

- код стану приписки;
- дата початку об'єкта;
- дата виключення об'єкта;
- код депо приписки;
- індекс і номер акта (за яким об'єкт був внесений на баланс);
- номер акта;
- дата виписки акта.

Таблиця технічного стану вузла містить таку інформацію:

- ознака технічного стану;
- код виду ремонту;
- момент відправлення на ремонт;
- момент завершення ремонту;

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- причина.

6.3 Облік результатів діагностування в електронному паспорті локомотива

Для визначення або оцінки стану компонентів та вузлів локомотивів пропонується використовувати засоби приймального контролю.

З метою збереження актуальних даних щодо стану вузлів у базі даних електронного паспорта локомотива та подальшого відображення цієї інформації в усіх інформаційних моделях необхідно організовувати обмін інформацією між приймальними контрольними засобами, технічними засобами мережі депо та самими вузлами під час виконання технологічних операцій з контролю технічного стану вузлів та деталей локомотива.

Для кожного з вузлів проводяться вимірювання параметрів, які прямо впливають на надійність їх роботи. Стан технічного обладнання локомотивів може перевірятися або прямо на локомотиві, без видалення його, або в спеціальному відділенні після встановлення локомотива на ремонт. Залежно від цього, засоби контролю можуть бути портативними (мобільними) чи стаціонарними. Також передбачається використання вбудованих засобів діагностики (контролю).

Локомотив вважається об'єктом, що складається з вузлів та агрегатів, має конкретні характеристики та бере участь у визначених подіях. Кожен окремий вузол також розглядається як самостійний об'єкт із власними характеристиками та подіями. Інформація про властивості об'єктів, початок та завершення подій, пов'язаних із зміною стану об'єктів, реєструється у таблицях бази даних електронного паспорта локомотива.

З точки зору автоматизації управління локомотивним парком важливим є впровадження електронного паспорта локомотива. Електронний паспорт

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

локомотива повинен містити інформацію про технічні характеристики, поточний стан, ремонти та обслуговування вузлів локомотива. Інформація в електронному паспорті має накопичуватися з моменту прийняття тягової одиниці на облік і завершуватися при списанні. При переміщенні локомотива до іншого депо електронний паспорт повинен передаватися разом із локомотивом. Розробка електронного паспорта повинна включати моделі вузлів локомотива, враховуючи можливості агрегатного ремонту значних вузлів та їхню подальшу заміну на локомотиві. Схематичне зображення технології організації ремонту локомотива з використанням діагностичних даних представлено на рисунку 6.1

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

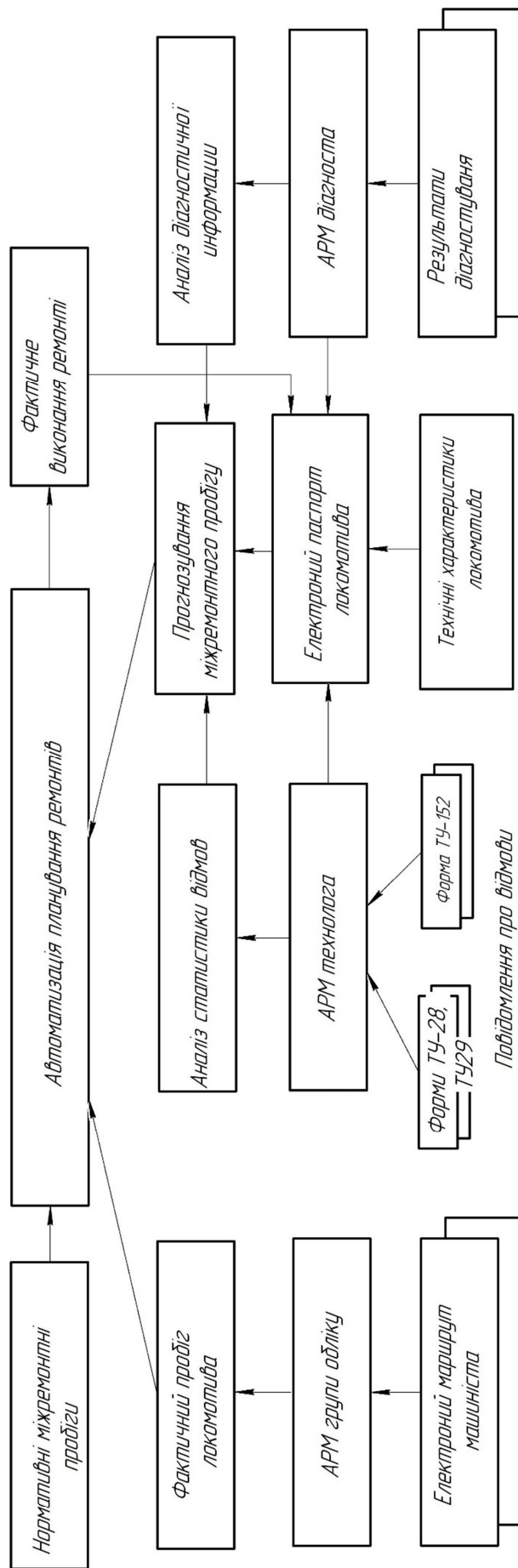


Рисунок 6.1 - Технологія організації ремонту локомотивів з використанням результатів діагностування.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

0032.226536.000.01МР.ПЗ

Арк.

ВИСНОВКИ

Аналіз існуючих там систем ремонту локомотивів показує. У світовій практиці технічного утримання локомотивів ППР залишається основним способом забезпечення експлуатаційної надійності, у тому числі в рамках проведення сервісного обслуговування компаніями – виробниками локомотивів.

Підвищення експлуатаційної надійності на основі безперервного вдосконалення конструкції лімітуючих вузлів, агрегатів і систем локомотивів є основним напрямом у справі збільшення періоду безремонтної експлуатації та резервом економії експлуатаційних витрат.

Одним із напрямів підвищення експлуатаційної надійності локомотивного парку може стати система сервісного обслуговування підприємствами-виробниками.

Можливість діагностики технічного стану локомотивів у процесі експлуатації є умовою своєчасного проведення ремонтних робіт, скорочення їх обсягу та трудовитрат.

Перехід до ремонту з «обліком фактичного стану» можливий лише за умови оснащення ремонтних підприємств комплексними системами контролю технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу вузлів, агрегатів та систем локомотивів.

Скорочення обсягу та оптимізація експлуатаційних витрат на поточне утримання локомотивів вимагають вирішення комплексу питань системної організації процесів, технологій та обладнання, розвитку інноваційних, логістичних, виробничих технологій та систем, навчання ремонтного персоналу, спеціалізації підприємств.

Проведення технічного обслуговування доцільно проводити лише тоді, коли це необхідно у зв'язку з настанням високої ймовірності відмови

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання.

Як система утримання найбільш раціональною для умов УЗ є комбінована система. У цьому випадку паралельно використовується планово-попереджувальна система обслуговування, а для окремих вузлів система обслуговування та ремонту за технічним станом на підставі результатів діагностування.

Проведений аналіз систем утримання показав, що впровадження методів діагностики в організацію ремонту дає змогу частково скоротити обов'язкові види ремонтів, але при цьому доведеться переглянути обсяги та кількість видів технічного обслуговування локомотивів.

Окремі діагностичні процедури можуть включатися до звичайних технологічних процесів ремонту локомотивів. Діюча система технічного обслуговування та ремонтів локомотивів визначається наказами і за термінами, і міжремонтними пробігами, і періодами. Ці нормативні документи періодично мають переглядатися та змінюватись, оскільки змінюється парк локомотивів, їх технічний стан, умови експлуатації, режими роботи та багато інших умов та параметри.

Для початку ремонту рухомого складу з урахуванням його фактичного технічного стану необхідно розробляти комплексну систему управління локомотивним парком.

Розглянуто питання побудови діагностичних систем визначення залишкового ресурсу об'єкта. Виявлено, що для пошуку дефектів та прогнозування стану об'єктів діагностики з метою усунення можливості виходу з ладу необхідно вимірювати велику кількість діагностичних параметрів. Вимірювання фізичних параметрів покладено основою різних методів і засобів технічної діагностики, з допомогою яких аналізується стан об'єкта.

Запропоновано використання даних системи діагностування при удосконаленні системи ремонту. Вирішення багатьох завдань ремонтної

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

служби потребує виконання прогнозування строків відмови. Тому запропоновано модель, яка дає змогу вирішувати завдання прогнозування термінів відмови. Найбільш точною з них можна вважати модель, яка використовує дані про поточний технічний стан отриманих від системи діагностування.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування тягового рухомого складу (електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів): Положення №211-ЦЗ від 30.06.21 К:– Укрзалізниця.- 2021. – 27 с.
2. Айзинбуд С.Я., Кельперис П.И. Эксплуатация локомотивов.- 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Транспорт, 1990.
3. Тенденции в изготовлении, техническом обслуживании и ремонте подвижного состава // Железные дороги мира.-2000.-№12.-С. 28-34.
4. Характеристики компонентов подвижного состава //Железные дороги мира.-2002.-№12.-С. 49-52.
5. Железнодорожная промышленность мира в начале XXI века //Железные дороги мира.-2011.-№ 3.-С. 9-17.
6. Техническое обслуживание подвижного состава в странах Европы //Железные дороги мира.-2009.-№4.-С. 50-52.
7. Германия: избыток мощностей на рынке технического обслуживания и ремонта // Железные дороги мира.-2009.-№ 4.-С. 57-60.
8. Повышение срока службы и использование новых технологий //Железные дороги мира.-2000.-№ 11.-С. 46-47.
9. Обслуживание инфраструктуры в условиях приватизации //Железные дороги мира.-2006.-№9.-С. 77-80.
- 10.Локомотивный парк железных дорог Северной Америки // Железные дороги мира.-2001.-№11.-С. 28-30.
- 11.Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава во Франции //Железные дороги мира.-2011.-№ 3.-С. 46-52.
- 12.Локомотивы семейства Prima компании Alstom //Железные дороги мира.-2008.-№5.-С.-31-35.

					0032.226536.000.01МР.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Модернизация магистральных тепловозов // Железные дороги мира.- 2000.-№10.-С. 31-32.
14. Bodnar B., Ochkasov O. System Choice of the Technical Maintenance of Locomotives Equipped with on-Board Diagnostic Systems // Transport Means 2017: Proceedings of 21st International Conference, September 20-22, 2017, Juodkrante, Lithuania. - Part I. -Kaunas: Kaunas University of Technology, 2017. -Р. 43-47.
15. Боднар, Б. Е. Моделирование организации ремонта локомотивов по методам теории систем массового обслуживания / Б. Е. Боднар, А. Б. Очкасов, Е. Б. Боднар, Т. С. Гришечкина, М. В. Очеретнюк // Експлуатація та ремонт засобів транспорту // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2018. – № 5 (77). – С. 28–40.
16. Жуковицький І.В., Скалозуб В.В., Устенко А.Б., Інтелектуальні засоби управління парками технічних систем залізничного транспорту: монографія [текст] / Дніпро: Вид-во Маковецький, 2018. – 189 с.
17. Puzyr, V.G., Krashenin, O.S., Zhalkin, D.S., Datsun, Y.M., Obozny, O.M. Estimation of the influence of the interaction of factors pairs on the coefficient of route execution possibility. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Volume 659. Issue 1. DOI: 10.1088/1757-899X/659/1/012057
18. V. Stuchly, J. Grencik & R. Poprocky. Railway vehicle maintenance and information systems. Faculty of Mechanical Engineering, University of Zilina, Slovakia, 2000
19. Yoshiya Hamamachi, Koji Seki, Satoshi Inose, Kunio Seki. ConSite Next-generation Service Solution Utilizing ICT. Hitachi Review Vol. 64 (2015), No. 7

					0032.226536.000.01MP.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		