

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Інженерія вагонів та якісь продукції

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ
ЯКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТЯГОВОГО
РУХОМОГО СКЛАДУ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи магістра

МКРМЕ.175.25.04.00 ПЗ

Розробив: здобувач групи 218-ЯСС-Д23
спеціальності 175 «Інформаційно-
вимірювальні технології»
освітньої програми «Якість, стандартизація
та сертифікація»

Юрій ВЕРЕЩАКА

Керівник: професор кафедри,
доктор техн. наук, професор

Ларіса ТИМОФЕЄВА

Рецензент: Начальник технічного відділу
структурного підрозділу «Служба
локомотивного господарства» регіональної
філії «Південна залізниця»
АТ «Укрзалізниця»

Віталій ЗАІКА

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет: Механіко-енергетичний

Кафедра: Інженерія вагонів та якість продукції

Другий (магістерський) рівень вищої освіти

Спеціальність: 175 «Інформаційно-вимірвальна техніка»

Освітня програма: «Якість, стандартизація та сертифікація»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

_____ Ігор МАРТИНОВ

(підпис)

«30» вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Верещаці Юрієві Володимировичу

1 Тема «Використання штучного інтелекту для вдосконалення якості технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу» керівник Тимофеева Ларіса Андріївна, д-р. техн. наук, професор, «30» вересня 2024 року № 41.

2. Строк подання студентом роботи «16» грудня 2024 року.

3. Вихідні дані: тип рухомого складу – електровози постійного струму серії ЧС2 та ЧС7, електровоз змінного струму серії ЧС8; Виконавчий документ – Наказ №305/Н від 11.06.2024 року «Про затвердження Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування рухомого складу (локомотиви та моторвагонний рухомий склад) АТ «Укрзалізниця»; 8. Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів електровозів ЧС2, ЧС4, ЧС7, ЧС8» ЦТ-0039, затверджені наказом від 30.01.2002 № 40-Ц. 21. СТП _____ 10-004:2019 «Якість і безпека продукції. Атестація виробництва. Порядок здійснення», введено в дію наказом АТ «Укрзалізниця» від 26.02.2019 № 142.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1) Аналіз існуючих методів обслуговування та ремонту тягового рухомого складу; 2) Методологія дослідження використання штучного інтелекту для забезпечення якості технічного обслуговування та ремонту через систему «NextElectroLoco»; 3) Підвищення якості надання послуг у діагностиці технічного стану тягового рухомого складу; 4) Забезпечення якості з урахуванням інформаційно-вимірвальних технологій в процесі обслуговування та ремонту тягового рухомого складу; 5) Забезпечення якості послуг з урахування міжнародного досвіду.

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

1) Вступ; 2) Актуальність, мета, предмет та об'єкт дослідження; 3) Структура та робочі процеси в Електровозному депо Харків-Головне; 4) Причинно-наслідкова діаграма Ісікави; 5) Створення інноваційної системи

«NextElectroLoco»; 6) Дослідна модернізація електровоза; 7) Причини виявлення дефектів та спрацювання захисту; 8) Алгоритм роботи системи «NextElectroLoco»; 9) Випробування; 10) Результати роботи; 11) Висновки
 6. Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Аналіз матеріалу, отриманого на базовому підприємстві. Визначення теми кваліфікаційної роботи	02.10 – 05.10	Виконано
Написання основних розділів пояснювальної записки	07.10 – 28.10	Виконано
Розробка презентацій основної частини роботи	29.10 – 04.11	Виконано
Розробка та написання індивідуальної частини роботи	05.11 – 18.11	Виконано
Розробка презентаційного матеріалу індивідуальної частини роботи	19.11 – 25.11	Виконано
Формулювання висновків кваліфікаційної роботи	26.11 – 30.11	Виконано
Перевірка на плагіат	02.12 – 14.12	Виконано
Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу. Друк	02.12 – 14.12	Виконано
Нормоконтроль	16.12 – 23.12	Виконано
Рецензування	16.12 – 23.12	Виконано
Підписання роботи керівником	16.12 – 23.12	Виконано
Підписання роботи завідувачем кафедри	16.12 – 23.12	Виконано
Підготовка доповіді до захисту кваліфікаційної роботи	24.12 – 04.01.25	Виконано
Захист кваліфікаційної роботи	06.01.25	Виконано

Здобувач _____ Юрій ВЕРЕЩАКА
 (підпис)

Керівник _____ Ларіса ТИМОФЕЄВА
 (підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 119 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 11 рисунків, 9 таблиць, 24 літературних джерела.

Ключові слова: ЯКІСТЬ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ДІАГНОСТИКА, ТЯГОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТ, НАДІЙНІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПРОГНОЗУВАННЯ.

Основні проблеми, пов'язані зі станом тягового рухомого складу, значна частка обладнання, яка є застарілою, що призводить до підвищеного ризику відмов та несправностей. Використання традиційних методів технічного обслуговування та ремонту, що не враховує специфічних умов експлуатації та знижує якість у наданні послуг. Недостатня автоматизація процесів діагностики та управління, що призводить до частіших простоїв, оскільки відсутні сучасні системи, які могли б забезпечити своєчасне виявлення та усунення проблем.

Метою дослідження є розробка та впровадження інтелектуальних систем, які використовують штучний інтелект для діагностики та прогнозування технічного стану тягового рухомого складу. Це включає своєчасне виявлення дефектів, оптимізацію графіків технічного обслуговування, зниження витрат на технічне обслуговування та ремонт та підвищення надійності та безпеки експлуатації. У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення якості надання послуг з ремонту тягового рухомого складу.

ABSTRACT

Qualifying work Includes 12 slides of the Presentation, 119 sheets of explanatory note in A4 format, which includes 11 pictures, 9 tables, 24 references.

Keywords: QUALITY, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, DIAGNOSTICS, TRACTION ROLLING STOCK, MAINTENANCE, REPAIR, RELIABILITY, EFFICIENCY, PREDICTION

The main problems related to the condition of traction rolling stock include a significant portion of the equipment being outdated, which increases the risk of failures and malfunctions. The use of traditional maintenance and repair methods that do not take into account specific operating conditions reduces the quality of service provision. Insufficient automation of diagnostic and management processes leads to more frequent downtimes as there are no modern systems to ensure timely detection and elimination of problems.

The aim of the research is to develop and implement intelligent systems that use artificial intelligence for diagnostics and prediction of the technical condition of traction rolling stock. This includes timely defect detection, optimization of maintenance schedules, reduction of maintenance and repair costs, and improvement of operational reliability and safety. The qualification work addresses issues of improving the quality of services provided for the repair of traction rolling stock.

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз існуючих методів обслуговування та ремонту тягового рухомого складу	11
1.1 Види технічного обслуговування та ремонту	16
1.2 Моніторинг та статистичний аналіз ремонту електровозів за типом і видом обслуговування та ремонту	27
1.2.1 Виробничі цеха та відділення по ремонту обладнання	34
1.3 Основні проблеми та виклики якості в обслуговуванні та ремонті тягового рухомого складу	36
1.4 Потенціал і перспективи використання штучного інтелекту в обслуговуванні та ремонті тягового рухомого складу	57
2 Методологія дослідження використання штучного інтелекту для забезпечення якості технічного обслуговування та ремонту через систему «NextElectroLoco»	60
2.1 Опис вибору методів дослідження та збору даних для централізованої системи «NextElectroLoco»	60
2.2 Порівняння центральної системи «NextElectroLoco» з традиційними методами технічного обслуговування і ремонту	65
2.3 Методи оцінки якості результатів	68
2.4. Впровадження централізованої системи «NextElectroLoco» до тягового рухомого складу	70
3 Підвищення якості надання послуг у діагностиці технічного стану тягового рухомого складу	76
3.1 Методи виявлення та прогнозування поломок	76
3.2 Інтелектуальні системи моніторингу та аналізу стану обладнання	81

					МКРМЕ.175.25.04.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Верещака			Використання штучного інтелекту для вдосконалення якості технічного обслуговування та ремонту тягового рухомого складу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Тимофеева					6	118
Рецензент		Заїка				УкрДУЗТ		
Н. контр.		Шовкун						
Затвердив		Мартинов						

3.3 Роль інтернету речей у зборі даних для підтримки штучного інтелекту та якісного технічного обслуговування і ремонту	83
4 Забезпечення якості з урахуванням інформаційно-вимірjuвальних технологій в процесі обслуговування та ремонту тягового рухомого складу	87
4.1 Застосування предиктивного обслуговування на основі аналізу даних	94
4.2 Інтеграція штучного інтелекту в системи автоматизованого управління ремонтами	97
4.3 Оптимізація графіків обслуговування і ремонту	99
5 Забезпечення якості послуг з урахування міжнародного досвіду	103
5.1 Моделювання сценаріїв технічного обслуговування з використанням ШІ	106
5.2 Аналіз економічної ефективності впровадження ШІ в обслуговування та ремонт	109
5.3 Порівняння результатів традиційних методів з методами, що використовують штучний інтелект	112
Висновки	116
Список використаних джерел	118

Вступ

Сучасний розвиток залізничного транспорту вимагає постійного вдосконалення технологій для забезпечення надійності та ефективності роботи тягового рухомого складу. Технічне обслуговування і ремонт (Далі – ТОіР) є важливою складовою цього процесу, що безпосередньо впливає на безпеку перевезень, експлуатаційні витрати та тривалість простоїв обладнання. Із впровадженням інноваційних технологій зростає потреба у нових підходах до управління ТОіР, зокрема у застосуванні штучного інтелекту (Далі – ШІ), який здатен автоматизувати та оптимізувати обслуговування обладнання, знижуючи ризики людських помилок та підвищуючи точність прогнозування.

Штучний інтелект – це галузь інформатики, що займається розробкою комп'ютерних систем і програм, здатних виконувати завдання, які зазвичай вимагають людського інтелекту. До таких завдань належать розпізнавання мови, зображень, прийняття рішень, аналіз даних, розуміння природної мови, навчання з досвіду, та інші види інтелектуальної діяльності. Штучний інтелект має потенціал значно покращити якість життя та підвищити ефективність роботи в багатьох галузях. Однак, водночас з цим з'являються і ризики, пов'язані з етичними питаннями, безпекою та можливістю заміни людської праці автоматизованими системами.

Штучний інтелект відкриває нові можливості для моніторингу стану тягового рухомого складу в режимі реального часу, аналізу великого обсягу даних з різноманітних джерел, таких як сенсори та інформаційні системи, а також для прогнозування потенційних несправностей. Системи на основі ШІ можуть визначати оптимальні інтервали технічного обслуговування, враховуючи різні фактори, як-от інтенсивність експлуатації, погодні умови та стан деталей. Такі рішення сприяють зменшенню експлуатаційних витрат, підвищенню ефективності ТОіР та подовженню терміну служби обладнання.

Актуальність дослідження полягає в тому, що традиційні методи обслуговування рухомого складу, що базуються на статичних планах ТОіР, вже

не відповідають вимогам сучасних умов експлуатації. Вони не враховують індивідуальні особливості роботи кожної одиниці техніки, що призводить до підвищення витрат і зниження ефективності. Використання штучного інтелекту надає можливість створити адаптивні системи ТОiP, які забезпечують своєчасне виявлення проблем та більш ефективно використання ресурсів.

Метою даної дипломної роботи є дослідження можливостей застосування штучного інтелекту для вдосконалення якості технічного обслуговування і ремонту тягового рухомого складу на прикладі Виробничого підрозділу «Електровозне депо Харків-Головне». Під тяговим рухомим складом в дипломній роботі мається на увазі електровози постійного струму серії ЧС2, ЧС7 та електровози змінного струму серії ЧС8.

Електровозом називають локомотив, який приводиться у рух тяговими електродвигунами, що живляться від контактної мережі. Електровози класифікують за родом струму, типом приводу, родом служби та вісьовим формулам. Залежно від роду застосовуваного струму електровози бувають постійного струму, змінного однофазного струму промислової частоти 50 Гц та багатосистемні. В Україні відповідно до прийнятих систем електричної тяги працюють електровози постійного струму та змінного однофазного струму промислової частоти.

За типом приводу, тобто типу передачі крутного моменту з валу тягових електродвигунів на рушійні колісні пари розрізняють електровози з індивідуальним і груповим приводом.

При індивідуальному приводі тяговий електродвигун або два спарені тягові електродвигуни через зубчасту передачу з'єднані з однією рушійною колісною парою. У разі групового приводу від тягового електродвигуна крутний момент передається на кілька рухомих колісних пар через зубчасті передачі або спарники. У цьому випадку тяговий електродвигун за своєю потужністю повинен бути відповідно більшим за двигуни при індивідуальному приводі.

У роботі буде розглянуто методи та алгоритми, що дозволяють оптимізувати процеси ТОiP, проаналізовано переваги та обмеження

впровадження ШІ у залізничному транспорті, а також представлено рекомендації щодо практичного застосування даних рішень.

Таким чином, впровадження інтелектуальних систем ТОiP є перспективним напрямком розвитку залізничної галузі. Оцінка ефективності застосування ШІ може сприяти зниженню витрат на обслуговування, підвищенню точності прогнозування поломок та забезпеченню безперервної роботи тягового рухомого складу, що має суттєве значення для національної економіки та розвитку транспортної інфраструктури країни в цілому.

Список використаних джерел

1. В помощь локомотивной бригаде при обслуживании электровоза ЧС7 серии Е5, Е6, Е7, Е9. К.: «Шепетовская межрайонная типография», 2006. 223 с.: ил.
2. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 30, ст.1008).
3. Комарова Г.Л. Букін Р.В. Практичне вивчення метрології, стандартизації і контролю якості. Матеріали 19-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Якість, стандартизація, контроль: теорія і практика», Одеса, 09-13 вересня 2019р.: Тези доповідей. Київ: АТМ України, – С.67-69.
4. Кухарчук В.В. Основи метрології та електричних вимірювань: Підручник / В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Володарський, В.В. Грабко. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 538 с.
5. М.О. Гром «Застосування штучного інтелекту під час написання наукових робіт», на Всеукр. кр. ст.Академічна доброчесність: правові проблеми, Одеса, 2023. с. 37-41.
6. Наказ №305/Н від 11.06.2024 року «Про затвердження Положення про планово-попереджувальну систему ремонту і технічного обслуговування рухомого складу (локомотиви та моторвагонний рухомий склад) АТ «Укрзалізниця».
7. Пассажирский электровоз ЧС2. Раков В. А. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1976, 320 с.
8. Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів електровозів ЧС2, ЧС4, ЧС7, ЧС8» ЦТ-0039, затверджені наказом від 30.01.2002 № 40-Ц.
9. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навч. пос. / М. Паламар, М. Стрембіцький, А. Паламар. – Тернопіль, 2018. – 150 с.
10. Р.С. Бердо, В. Л. Расюн та В. А. Величко, «Штучний інтелект та його вплив на етичні аспекти наукових досліджень в українських закладах освіти», Академічні візії, № 22, 2023.
11. Розпорядження від 30 травня 2018 р. № 430-р «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року».

12. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: підручник / В. П. Бабак, С. В. Бабак, В. С. Єременко та ін. – 2-е вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані. – Київ : Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.
13. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник /Л.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака /2-е вид., перероб. і доп.– К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.
14. Тимофеева Л.А. Фактори підвищення конкурентоспроможності продукції // Збірник наукових праць УкрДУЗТ (електронне видання). Вип.11, Харків, – 2015. С.107-113.
15. ДСТУ 4496:2005 Залізничний транспорт. Безпечність руху залізничного транспорту. Терміни та визначення понять.
16. ДСТУ 8647:2016 Надійність техніки. Оцінювання та прогнозування надійності за результатами випробувань і/або експлуатації в умовах малої кількості відмов.
17. ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2014 Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів з інспектування (EN ISO/IEC 17020:2012, IDT).
18. ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів.
19. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги.
20. ДСТУ ISO/IEC 17000:2007 Оцінювання відповідності. Словник термінів і загальні принципи (ISO/IEC 17000:2004, IDT).
21. СТП 10-004:2019 «Якість і безпека продукції. Атестація виробництва. Порядок здійснення», введено в дію наказом АТ «Укрзалізниця» від 26.02.2019 № 142.
22. ISO 9001:2018 Quality management systems – Requirements.
23. Kalsi H.S. Electronic instrumentation; edition by H.S. Kalsi. – Third edition. – New Delhi: Tata McGraw-Hill Education, 2012. – 829 p.
24. Martynenko L.G, Komarova A.L. Resonance method of electromagnetic to mechanical energy transformation. Electric Electron Tech Open Acc J. 2017;1(1):43-45.