

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

(назва факультету/ІНЦ)

«Транспортна інфраструктура»

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

на тему: Дослідження шляхів та способів підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів з врахуванням вимог інтегрованості за освітньою програмою «Інтегрованість і безпека на залізничному транспорті»

зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт

(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: 8-Інтер

(підпис студента)

/ Соломія КИСІЛЬ /

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

(підпис)

/ к.т.н. Юрій ТЕРЕЩАК /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

(підпис)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

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

Building, architecture and infrastructure

(faculty/TRC)

Transport infrastructure

(department)

Explanatory Note

To Master's Thesis

Master

(higher education degree)

On the topic: Research on ways and means to improve the efficiency of preparing passenger wagons, taking into account the requirements of interoperability

According to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport

In the Specialization: 273 Rail transport

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: 8-Inter

/Solomiya KYSIL/

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ ph.d., as/prof. Yuriy TERESHCHAK/

(position, name, surname)

Normative controller :

/ Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

(position, name, surname)

Dnipro – 2024

3

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТЬКІН

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата 22.04.2023

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ОС «магістр»

(ступінь вищої освіти)

студенту

Кисіль Соломія Мирославівна

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження шляхів та способів підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів до перевезень з врахуванням вимог інтероперабельності»

Керівник роботи: Терещак Юрій, к.т.н., доцент

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від «28» квітня 2023 р. № 360ст

2. Строк подання студентом роботи: «16» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Типовий технологічний процес технічного обслуговування пасажирських вагонів, норми простою вагонів під екіпіровку, нормативні документи, що стосуються ремонту та технічному обслуговуванню пасажирських вагонів, Дослідження в сфері пасажирських перевезень в Україні та країнах ЄС.

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

Вступ. Розділ 1. Аналіз нормативних документів та наукових робіт пов'язаних з підготовкою пасажирських вагонів до перевезень. Розділ 2. Системний підхід до реформування пасажирських перевезень в Україні. Розділ 3. Типовий технологічний процес підготовки пасажирських вагонів до перевезень. Розділ 4. Нові технічні рішення для підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів у рейс. Розділ 5. Математичні моделі, які можна використати для підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів у рейс. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 12 слайдів).

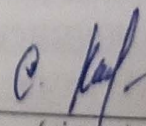
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

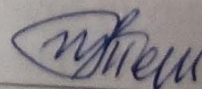
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
1	Розділ 1. Аналіз нормативних документів та наукових робіт пов'язаних з підготовкою пасажирських вагонів до перевезень	30.09.2023-15.11.2023	
2	Розділ 2. Системний підхід до реформування пасажирських перевезень в Україні.	15.11.2023-30.11.2023	
3	Розділ 3. Типовий технологічний процес підготовки пасажирських вагонів до перевезень та шляхи його удосконалення.	30.11.2023-13.12.2023	
4	Розділ 4. Нові технічні рішення для підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів у рейс.	13.12.2023-03.01.2024	
5	Розділ 5. Математичні моделі, які можна використати для підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів у рейс.	13.12.2023-03.01.2024	
6	Висновки. Оформлення ВКР.	03.01.2024-08.01.2024	
7	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024-14.01.2024	
8	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	16.01.2024	
9	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент


(підпис)

Соломія КИСІ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

Юрій ТЕРЕЩО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

78 стор., 7 рис., 2 табл., 71 літературних джерел.

Об'єктом дослідження виступають пасажирські вагони та система їх технічного обслуговування та підготовки до перевезень.

Метою даної роботи є пошук інноваційних технічних рішень для підвищення ефективності процесів підготовки пасажирських вагонів до перевезень. Це вимагає детального аналізу досвіду країн Європейського Союзу, США та інших, з метою вдосконалення та забезпечення безпеки руху як на внутрішніх, так і на міжнародних маршрутах.

Предметом дослідження є система технічного обслуговування та підготовки пасажирських вагонів у контексті вимог та стандартів України, країн Європейського Союзу та США.

Автором роботи виконано та проведений аналіз ефективності поточної системи технічного обслуговування та підготовки пасажирських вагонів до перевезень, нормативних документів та наукових робіт пов'язаних з підготовкою пасажирських вагонів до перевезень та досліджений системний підхід до реформування пасажирських перевезень в Україні. Детально досліджено типовий технологічний процес підготовки пасажирських вагонів до перевезень та запропоновані шляхи його удосконалення. Наведені шляхи та напрямки підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів у рейс. Зокрема, досліджені математичні моделі, які можна використати для підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів до перевезень. Підсумовуючи свою роботу, автор зробив висновок про необхідність впровадження інноваційних підходів та технологій для оптимізації цих процесів.

Ключові слова: ПАСАЖИРСЬКІ ВАГОНИ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПІДГОТОВКА ДО ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, НАДІЙНІСТЬ, БЕЗПЕКА, МІЖНАРОДНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ТА НАУКОВИХ РОБІТ ПОВ'ЯЗАНИХ З ПІДГОТОВКОЮ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ ДО ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	9
1.1 Аналіз нормативних документів пов'язаних з підготовкою пасажирських поїздів у рейс	9
1.2 Класифікація несправностей пасажирських вагонів	13
1.2.1 Аналіз основних причин залізнично-транспортних пригод у пасажирському господарстві.....	22
1.3 Аналіз наукових праць пов'язаних з підготовкою пасажирських поїздів у рейс	23
2. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РЕФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ: ВИВЧЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ	28
2.1 Правові основи організація пасажирських перевезень у міжнародному залізничному сполученні.....	28
2.2 Вдосконалення системи пасажирських перевезень в Україні на основі європейського досвіду	40
3. ТИПОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ ДО ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ШЛЯХИ ЙОГО УДОСКОНАЛЕННЯ.....	44
3.1 Аналіз технологічного процесу підготовки пасажирських вагонів до перевезень, який використовується для УЗ.....	44
3.2 Основні шляхи удосконалення типового технологічного процесу підготовки пасажирських вагонів до перевезень	51
4. НОВІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ У РЕЙС.....	53
4.1 Класичні рішення щодо поліпшення ефективності підготовки пасажирських вагонів до перевезень.....	53
4.2 Використання штучного інтелекту у системі підготовки пасажирських вагонів до перевезень.....	55

5. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, ЯКІ МОЖНА ВИКОРИСТАТИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ У РЕЙС	58
5.1 Точна оптимізаційна модель використання рухомого складу	59
5.2 Гібридна модель використання рухомого складу	62
5.3 Математична модель обслуговування пасажирських вагонів, розроблена у програмному середовищі Anylogic.....	66
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72

ВСТУП

На сьогоднішній день залізничний транспорт виступає провідним ланком транспортної системи. Більше 40% обсягу вантажоперевезень і 35% обсягу пасажироперевезень загального користування в Україні припадає на нього. З урахуванням все більш зростаючої конкуренції необхідно приділяти більше уваги витратам підприємства, зокрема собівартості.

Собівартість відіграє ключову роль у контексті пасажирських перевезень і стає важливим фактором при їх аналізі. Чому саме цей показник заслуговує на стільки уваги в контексті пасажирських перевезень? Основним завданням для економіки в сучасних умовах є підвищення ефективності пасажирських перевезень та здобуття стійких позицій на ринках, як внутрішніх, так і міжнародних.

У конкурентному середовищі, де якість та ціна перевезень є визначальними факторами для пасажирів, ефективне вирішення цих завдань вимагає вивчення собівартості пасажирських перевезень. Клієнтська лояльність та довіра залежать від вигідності пропозицій у порівнянні з іншими перевізниками.

Резерви підвищення якості та зниження вартості пасажирських перевезень включені в сферу собівартості. Чим більш ефективно вдалося оптимізувати обсяги перевезень, поліпшити обслуговування та ефективно використовувати ресурси, тим вигідніше для пасажирів та перевізників.

Собівартість також відображає всі аспекти господарської діяльності в контексті пасажирських перевезень. Вона взаємопов'язана з різними аспектами, такими як ефективність виробництва, якість послуг, використання робочої сили, вартість ресурсів та обладнання [1].

У свою чергу, собівартість є базою для формування цін на пасажирські перевезення. Систематичне зниження собівартості цих послуг є ключовою умовою для підвищення їх ефективності. При цьому, собівартість має важливий вплив на розмір прибутку та рентабельність в галузі пасажирських перевезень.

З технічної точки зору основними вимогами до пасажирського вагонного парку є забезпечення надійної та безпечної роботи впродовж усього терміну його

експлуатації. У той же час, можна відзначити, що технічний стан вагонів погіршується із збільшенням тривалості їх служби, що призводить до зменшення їх експлуатаційної надійності. Пасажирські состави формуються з вагонів, які комплектуються різноманітним та складним обладнанням, яке вимагає постійного і кваліфікованого обслуговування в експлуатації. В зв'язку з цим вагони, що включені в склад поїзда, під час підготовки їх у рейс підлягають ретельному технічному огляду і при необхідності поточному ремонту, а також екіпіруванню.

При цьому для забезпечення високого рівня надійності всіх систем життєзабезпечення вагонів необхідно вчасно виявляти, попереджувати та усувати можливі несправності, багато з яких неможливо виявити зовнішнім оглядом, а також вирішувати завдання прогнозування технічного стану. Проведені наукові дослідження вказують на те, що існуючі технології технічного обслуговування, діагностики вагонів, підготовки їх до перевезень не вирішують повністю завдання забезпечення високої продуктивності праці та якості виконання робіт. Ця проблема залишається невирішеною і не гарантує повноцінного підтримання надійності вагонів на необхідному рівні та забезпеченню необхідного комфорту при перевезенні пасажирів.

З урахуванням вищесказаного, важливим є аналіз ефективності поточної системи технічного обслуговування та підготовки пасажирських вагонів до перевезень в контексті потреб України у власній інтеграції у міжнародне співтовариство. Це має визначальне значення у забезпеченні безпеки руху та відповідності вимогам вітчизняних та міжнародних стандартів.

У зв'язку із зазначеним, основною метою даної роботи є пошук інноваційних технічних рішень для підвищення ефективності процесів підготовки пасажирських вагонів до перевезень. Це вимагає детального аналізу наукових напрацювань у цій сфері та досвіду країн Європейського Союзу, США з метою вдосконалення та забезпечення безпеки руху як на внутрішніх, так і на міжнародних маршрутах.

Об'єктом дослідження є система технічного обслуговування пасажирських вагонів, підготовки їх до перевезень, яка застосовується у різних країнах, включаючи Україну. Предметом дослідження стає ефективність системи технічного обслуговування пасажирських вагонів до перевезень.

1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ТА НАУКОВИХ РОБІТ ПОВ'ЯЗАНИХ З ПІДГОТОВКОЮ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ ДО ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Технічний стан рухомого складу на залізниці представляє собою комплекс властивостей, що піддаються змінам під час експлуатації та ремонту. Він визначається на конкретні моменти часу значеннями показників і (або) якісними характеристиками, встановленими в документації з експлуатації та ремонту [2].

1.1 Аналіз нормативних документів пов'язаних з підготовкою пасажирських поїздів у рейс

Склади пасажирських поїздів формуються із вагонів, обладнаних різноманітним та складним обладнанням, яке потребує постійного та кваліфікованого технічного обслуговування під час експлуатації. Таким чином, вагони, що входять до складу, піддаються детальному технічному огляду та, при необхідності, поточному ремонту та екіпіруванню перед виходом у рейс.

Технічне обслуговування та екіпірування пасажирських вагонів проводяться на пунктах формування (приписки) і обороту складів, на станціях на шляху прямування, а також у пунктах відстою. Пасажирські вагони, які приписані до конкретних підрозділів (вагонних депо, вагонних дільниць), виконують у складі замкнуті обороти, що дозволяє забезпечити постійний контроль за їх станом та утримувати певні станційні парки і колії для конкретних складів і бригад технічного обслуговування. Така організація сприяє підвищенню відповідальності працівників, залучених до обслуговування вагонів, і максимальній механізації екіпірувальних та ремонтних колій технічної станції.

У процесі підготування пасажирських вагонів до перевезення на пунктах обороту пасажирських складів і формування виконуються різноманітні заходи. Це, насамперед, включає технічний та санітарний огляд, зовнішнє миття та внутрішнє прибирання, а також проведення поточного ремонту зовнішніх та внутрішніх частин і обладнання. До інших важливих етапів належать дезінфекція та дезінсекція, підготовка до рейсу вагонів-ресторанів, багажних та поштових вагонів, зарядка та підзарядка акумуляторних батарей, а також екіпірування вагонів водою, паливом, постільними речами та предметами для обслуговування

пасажирів. Крім того, важливим елементом є заміна фільтрів примусової вентиляції. Також велика увага приділяється здаванню та прийманню складу бригадами провідників, що сприяє ефективній організації та контролю за підготовкою пасажирських складів до подорожі. На станціях, де передбачена зупинка пасажирського поїзда згідно з розкладом (20-30 хв), вагони оглядаються, виконується поточний ремонт та екіпірування водою, а взимку - паливом тощо.

Технічне обслуговування внутрішнього обладнання вагонів на шляху слідування виконує начальник поїзда разом з провідниками, поїзний електромеханік, вони несуть відповідальність за справний технічний стан обладнання вагонів відповідно до посадових інструкцій. Справний стан пасажирського рухомого складу - необхідна умова його нормального утримання. Всі технічні параметри конструктивних елементів, систем та підсистем пасажирського вагона повинні знаходитися в межах, визначених нормативною документацією. Повинні підтримуватися у встановлених межах тиск в гальмівному циліндрі, сила натиснення колодок гальмівної системи, розміри конструктивних елементів візка та зазори між деякими з них, параметри автозчепного обладнання, систем водопостачання, опалення кондиціонування (при наявності) тощо. Заборонено включати в поїзди пасажирські вагони, у яких є дефекти опалення, електрообладнання, вентиляції та інші дефекти, які порушують нормальні умови перевезення пасажирів.

Основні вимоги стосовно конструктивних елементів і систем пасажирських вагонів наведені у таких нормативних документах як:

- Правила технічної експлуатації залізниць України;
- Типовий технологічний процес підготовки та екіпірування в рейс пасажирських вагонів та швидкісних поїздів Т07.02, затверджений наказом Укрзалізниці від 25.06.2002 № 315-Ц.
- Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті, затверджені наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 21.12.2009 № 1322, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 22.03.2010 за № 230/17525.
- Державні санітарні правила та норми, гігієнічні нормативи «7. Гігієна транспорту. 7.2. Експлуатація рухомого складу залізничного транспорту для

пасажирських перевезень. ДСП 7.7.2.015-99», затверджені постановою першого заступника Головного державного санітарного лікаря України від 09.02.1999 № 15.

- Інструкція ЦЛ-0025 «Керівництво з технічного обслуговування обладнання пасажирських вагонів», затверджена наказом Укрзалізниці від 07.06.2001 № 313-Ц.

- Положення про єдину технічну ревізію, зимове та літнє обслуговування пасажирських вагонів, затверджене наказом Укрзалізниці від 04.04.2003 № 085-Ц.

- ЦЛ-0038. Інструкція провіднику пасажирських вагонів, затверджена наказом Укрзалізниці від 01.09.2003 № 234-Ц.

- ЦД-0058. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, затверджена наказом Міністерством транспорту України від 31.08.2005 № 507.

- Правила безпеки громадян на залізничному транспорті України, затверджені наказом Міністерства транспорту України від 19.02.98 № 54, зареєстровані в Міністерстві юстиції України 24.03.1998 за № 193/2633.

- Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті НАПБ В.01.010-2009/510.

- Норми оснащення об'єктів і рухомого складу залізничного транспорту пожежною технікою та інвентарем НАПБ 03.004-2002. Правила пожежної безпеки в Україні НАПБ А.01.001-2004.

- Правила деповського ремонту (ДР) Вагони пасажирські суцільнометалеві № ЦЛ-0036.

- ЦЛ-0041. Вагони пасажирські суцільнометалеві Правила капітального ремонту (КР-1).

- ЦЛ-0044. Вагони пасажирські суцільнометалеві Правила капітального ремонту (КР-2) .

- ЦЛ-0074. Настанова з капітально-відновлювального ремонту пасажирських вагонів.

- Типові норми оперативного часу та нормативи чисельності робітників на пунктах технічного обслуговування і екіпірування суцільнометалевих

пасажирських вагонів, затверджених наказом Укрзалізниці № 607-Ц від 12.11. листопада 2001 року.

- ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общитребования безопасности (Система стандартів безпеки праці. Шум. Загальні вимоги безпеки)

- ДК 003:2010 Класифікатор професій.

- НАПБ А.01.001-2015 Правила пожежної безпеки в Україні

- ДСанПіН 7.7.2.015-99 Експлуатація рухомого складу залізничного транспорту для пасажирських перевезень

- СНиП 2.09.02-85 Производственные здания (Виробничі будівлі) Правила технічної експлуатації залізниць України рд 3215-91 Норми штучного освітлення об'єктів залізничного транспорту

- СТП 04-107:2021 Вагони пасажирські. Технічне обслуговування опалювальної установки.

- ЦУ0-0038. Правила пожежної безпеки на залізничному транспорті (НАПБ В .01.010-2009/510)

- ЦУ0-0039. Технічні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки.

Як бачимо, вимоги щодо технічного стану пасажирських вагонів містяться у значній кількості нормативних документів. Це далеко не вичерпний список. Нормативну документацію можна розглядати як сховище накопиченого практичного досвіду вирішення інженерних проблем. Як і для інших видів транспорту, на залізничному транспорті опора на досвід, накопичений і систематизований в нормативної документації, дозволяє уникнути помилок при ремонті, обслуговуванні, експлуатації пасажирських вагонів та їх складових конструктивних елементів та систем, які можуть призвести до порушення комфорту перевезення пасажирів, а в гірших випадках - до настання залізнично-транспортних пригод.

1.2 Класифікація несправностей пасажирських вагонів

Для кодування несправностей вагонів в Україні використовується класифікатор несправностей вантажних вагонів та Інструкція з дефектації пасажирських вагонів [3].

Класифікація несправностей вагонів за кодами використовується в задачах

аналізу технічного стану вагонного парку, управління ремонтом вагонів, обліку наявності несправних вагонів.

Кодуються ті несправності вагонів, що вимагають проведення їм планового ремонту, простою їх в несправному стані, виключення з експлуатації в умовах функціонування номерного обліку вагонів.

Перейдемо до основних несправностей пасажирських вагонів (таблиця 1), які зазначені в Інструкції ЦЛ-0039 [3].

Таблиця 1 – Коди несправностей основних систем пасажирських вагонів

Код системи	Найменування системи (конструкції)	Код підсистеми	Найменування підсистеми (елементи конструкції)
1000-1499	Колісні пари й буксовий вузол	1000—1099 1100—1199 1200—1269 1270—1349	Поверхня катання колісної пари Диск колісної пари Вісь колісної пари Буксовий вузол
1500-1999	Приводи генераторів	1500—1529 1530—1579 1580—1699 1700—1749 1750—1839 1840—1879 1880—1929	Шків генераторів Редуктори Установка приводу Залобіжні пристрої Карданні й приводні вали Нап'язний пристрій ТРКП, ТК Муфти
2000-2499	Гальмізне обладнання	2000—2089 2090—2159 2160—2189 2190—2279 2280—2359	Гальмівні прилади й арматура Магістраль і резервуари Ручне гальмо Важільна передача Гальмізне підвищення
2500-2999	Візки	2500—2549 2550—2569 2570—2709 2710—2779 2780—2869	Настановні розміри Рама Центральне підвищення Надбуксове підвищення Гасильники коливань
3000-3499	Автозчепний пристрій	3000—3039 3040—3089	Настановні розміри Корпус автозчепу

		3090—3219¶ 3220—3289¶ 3290—3349¶ 3350—3389¶ 3390—3449○	Механізм автозчепу¶ Вузол тягового хомута¶ Розчіпний привід¶ Вузол поглинаючого апарату¶ <u>Центруючий прилад</u> ○
3500— 3999○	Кузов, буферні та перехідні пристрої○	3500—3599¶ 3600—3689¶ 3690—3789¶ 3790—3899○	Кузов і дах¶ Вхідні пристрої¶ Буферні пристрої¶ <u>Безбуферні пристрої й</u> перехідні площадки
4000— 4999○	Система водопостачання і сан. — технічні пристрої○	4000—4089¶ 4090—4189¶ 4190—4329¶ 4330—4389¶ 4390—4439¶ 4440—4499¶ 4500—4569¶ 4570—4749○	Трубна розводка¶ Запірні пристрої (<u>вентелі</u> , крани)¶ Питний вузол кип'ятильника¶ Питний вузол охолоджувача¶ Баки¶ Бойлер¶ Зливи (Зливні труби и патрубки)¶ Санітарно-технічні пристрої○
5000— 5999○	Система опалення○	5000—5089¶ 5090—5199¶ 5200—5249¶ 5250—5399¶ 5400—5439○	Котел, розширювач, колектор¶ Трубні розведення, батареї¶ Насоси¶ Запірні пристрої¶ Загальні несправності○
6000— 6999○	Внутрішнє обладнання○	6000—6119¶ 6120—6229¶ ¶ 6230—6329¶ 6330—6459¶ 6460—6519¶ 6520—6569¶ 6570—6599¶ 6600—6699¶ 6700—6749¶ 6750—6789¶ 6790—6899○	Віконне заповнення¶ Двері и двірне заповнення¶ Замки дверні¶ Дивани й полиці¶ Крісла¶ Столи¶ Перегородки й стіни¶ Підлога й стеля¶ Вбудовані меблі¶ Сміттєві шухляди¶ Фурнітура та інше¶ Обладнання○

7000 – 7999	Електрообладнання	7000 – 7129 7130 – 7249 7250 – 7279 7280 – 7409 7410 – 7479 7480 – 7509 7510 – 7589 7590 – 7669 7670 – 7769 7770 – 7819 7810 – 7909 7910 – 7929 7930 – 7959	Генератор Акумуляторні батареї Опір ізоляції Освітлення Спеціальній службові споживачі Перехідне опалення Регульовальна та захисна апаратура СКНБ Шафа і пульт керування Шафа розподільна Запобіжники Інші споживачі Електропостачання
8000 – 8999	Кондиціонування повітря, високовольтне опалення, холодильне, теле-радіо обладнання	8000 – 8169 8170 – 8399 8400 – 8499 8600 – 8799	Високовольтне опалення Кондиціонування повітря Холодильне обладнання Теле-радіо обладнання
9000 – 9999	Організаційно-технічні та сервісні порушення	9000 – 9149 9150 – 9299 9300 – 9499	Організаційно-технічні порушення Санітарно-епідемічні порушення Порушення фарбування

Наведемо, для прикладу, конкретні коди несправностей деталей та вузлів пасажирських вагонів і відповідне їхнє розшифрування (таблиця 2) [3].

Таблиця 2 – Коди несправностей основних конструктивних елементів пасажирських вагонів

Код	Найменування	Найменування групи
Колісні і буксовий вузол		
1011	Нерівномірний прокат	Поверхня катання колісної пари
1014	Тонкий гребінь	
1020	Повзун на поверхні кочення	Диск колісної пари
1133	Тріщина в диску	
1134	Тріщина в маточині	

1240	Тріщина на осі	Вісь колісної пари
1241	Злами осі	
1270	Перекіс букси	
1321	Руйнування деталей підшипників	
Приводи генераторів		
1501	Люфт ведучого шків (ТРКП, ТК)	Шків
1533		Редуктори
1581	Заклинювання редуктора	Установка приводу
1722	Ослаблення гайки кріплення	Запобіжні пристрої
1750	шків	Карданні й приводні вали
1851	Злам, зігнутість запобіжних скоб	Натяжний пристрій ТРКП, ТК
1881	Обрив карданного вала Злам пружини натяжного пристрою Обрив еластичної муфти редуктора від торця осі	Муфти
Гальмівне обладнання		
2000	Несправний повітророзподільник №292	Гальмівні прилади й арматура
2020	Несправність кінцевого крана	Магістраль і резервуари
2110	Дефект роз'єднувальних кранів	
2111	Обірвало підвіску рукава	Ручне гальмо
2160	Несправне ручне гальмо	
2190	Несправність авторегулятора	Важільна передача
2202	Злам важелів і гальмівних тяг	Гальмівне підвішування
2280	Знос втулок траверси	
2292	Знос або ушкодження башмака	
Візки		
2501	Невідповідність зазору між рамою і надресорною балкою	Настановні розміри
2502	Невідповідність зазору між вертикальними ковзунами	Рама
2550	Тріщина чи злам рами візка	

2551	Тріщина в зварних швах рами	Центральне підвішування	
2571	Відсутність вертикального ковзуну візка		
2594	Тріщина горизонтального ковзуну візка		
2631	Змикання витків пружини		
2711	Злам <u>шпінтона</u>		Надбуксове підвішування
2730	Знос гайки <u>шпінтона</u>		
2750	Злам <u>надбуксової пружини</u>		
2781	Руйнування гасника		Гасильники коливань
2801	<u>Протертість корпусу гасника</u>		
Автозчепний пристрій			
3040	Тріщина в корпусі автозчепу	Настановні розміри	
3051	Розширення зіву автозчепу	Корпус автозчепу	
3090	Злам сигнального відростка замка		
3092	Знос замка автозчепу	Механізм автозчепу	
3220	Тріщина тягового хомута	Вузол тягового хомута	
3260	Знос смуг тягового хомута	Розчіпний привід	
3290	Несправність розчіпного приводу		
3291	Злам кронштейна розчіпного приводу		
3351	Тріщина, наскрізна потертість корпусу поглинаючого апарату	Вузол поглинаючого апарату	
3353	Злам, осідання пружини поглинаючого апарату	<u>Центруючий прилад</u>	
3390	Злам ударної розетки		
Кузов, буферні та перехідні пристрої			
3500	Перекис кузова вище норми	Кузов і дах	
3530	Протікання даху		
3601	Несправний механізм відкидної площадки	Вхідні пристрої	
3630	Несправний поручень	Буферні пристрої	
3690	Знос буферних тарілей		
3740	Заклинювання буферного		

3801	стрижня у стиснутому стані Злам, тріщина в перехідній площадці	Безбуферні пристрої й перехідні площадки
3802	Обірвало перехідну площадку	
Система водопостачання і сан. – технічні пристрої		
4003	Протікання наливної труби	Трубна розводка
4008	Протікання водопровідних труб	
4090	Несправність вентиля ручного насоса	Запірні пристрої (вентелі, крани)
4095	Несправний вентиль умивальника	
4190	Несправна поплавкова камера	
4194	Несправний кран <u>водовідстійни-</u> ка	Питний вузол кип'ятильника
4330	Несправний питний кран	
4332	Протікання бака попереднього охолодження	Питний вузол охолоджувача
4390	Протікання великого бака	
4391	Протікання малого бака	Баки
4440	Протікання зміювика бойлера	
4441	Протікання бака бойлера	Бойлер
4501	Несправний злив умивальника	
4502	Несправний злив	Зливи (зливні труби и патрубки)
4571	<u>посудомийника</u>	
4572	Несправність клапана унітаза Розбита чи відсутня вставка унітаза	Санітарно-технічні пристрої
Система опалення		
5001	Несправний люк топки	Котел, розширювач, колектор
5002	Несправний люк зольника	
5091	Протікання обігрівальних (нижніх труб)	Трубні розведення, батареї
5093	Протікання фланцевого з'єднання труб	
5200	Відсутній циркуляційний насос	Насоси
5201	Несправний ручний насос котла	
5254	Несправний кран підключення	Запірні пристрої

5255	калорифера Несправний повітряний кран опалення	
5403	Забруднено систему опалення	Загальні несправності
Внутрішнє обладнання		
6001	Відсутня ручка вікна	Віконне заповнення
6122	Обірвано петлі дверей	Двері и двірне заповнення
6230	Відсутній замок дверей	Замки дверні
6330	Тріщина бруса дивана	Дивани й полиці
6460	Ушкоджена обшивка крісла	Крісла
6523	Відсутній підвіконний столик	Столи
6571	Ушкодження перегородок	Перегородки й стіни
6602	Обірвано плінтус	Підлога й стеля
6700	Несправні двері посудомийної шафи	Вбудовані меблі
6753	Ушкодження сміттевої шухляди	Сміттеві шухляди
6791	Відсутнє чи розбите дзеркало	Фурнітура та інше
6826	Незакріплений тримач доріжки	Обладнання
Електрообладнання		
7000	Не збуджується генератор	Генератор
7001	Не навантажується генератор	
7130	Розряджена акумуляторна батарея	Акумуляторні батареї
7154	Коротке замикання акумулятора	
7252	Витік у ланцюзі СКНБ	Опір ізоляції
7254	Витік у ланцюзі хвостових сигнальних ліхтарів	
7281	Перегорання лампи розжарення 54 вт	Освітлення
7304	Несправний патрон світильника	
7412	Несправність розеток електробритв	Спеціальні й службові споживачі
7432	Розбито лінзу сигнального ліхтаря	
7482	Не включається електрокалорифер	Перехідне опалення
7483	Відсутня електропіч	
7514	Несправний діодний обмежувач	

7519	напруги Відсутній блок РНГ	Регульовальна та захисна апаратура
7590	Помилкове спрацювання СКНБ	
7591	Несправне реле СКНБ	СКНБ
7672	Немає світлових сигналів СКНБ	
7678	Несправний чи ушкоджений вольтметр	Шафа і пульт керування
7771	Відсутність напруги керування 1-го ступеню	Шафа розподільна
7778	Несправність перетворювача 110/380	
7810	Несправний запобіжник <u>аккумуляторної</u> батареї	Запобіжники
7816	Несправний запобіжник навантажень (загальний)	
7912	Несправність <u>ТЕНи</u> бойлера	
7913	Несправність <u>ТЕНи</u> титану	Інші споживачі
7930	Несправність ящика низьковольтного (<u>ЯНВ</u>)	Електропостачання
7932	Несправність живлення від магістралі	
Кондиціонування повітря, високовольтне опалення, холодильне, <u>теле-радіо</u> обладнання		
8000	Несправна В/В	Високовольтне опалення
8001	Пробій ізоляції В/В магістралі	
8170	Не включається оперативний ланцюг вентилятора	Кондиціонування повітря
8210	Не включається система К/В	
8400	Не працює холодильник	Холодильне обладнання
8402	Несправний водоохолоджувач	
8600	Не працює радіоустановка	<u>Теле-радіо</u> обладнання
8601	РЕЙС Не включається система відео установки	
Організаційно-технічні та сервісні порушення		
9000	Несвоєчасне заправлення водою	Організаційно-технічні
9150	Відсутній <u>прибиральний</u>	порушення

9307	інвентар Порушення фарбування зовнішніх стін вагона	Санітарно-епідемічні порушення Порушення фарбування
------	---	---

Наявність такого кодування дозволяє розподілити множину несправностей рухомого складу, уникнути різноманітності в найменуванні одних і тих же несправностей рухомого складу; правильно вести статистичний облік причин виходу з ладу елементів конструкції рухомого складу в експлуатації і при надходженні в ремонт; встановити обсяг ремонтних робіт; оптимізувати процес обслуговування і ремонту рухомого складу; реєструвати інформацію про стан одиниць рухомого складу протягом їх життєвого циклу в базі даних системи контролю та обліку; використовувати результати статистичного обліку при розробці заходів щодо підвищення експлуатаційної стійкості та подовженню терміну служби елементів конструкції одиниць рухомого складу.

1.2.1 Аналіз основних причин залізнично-транспортних пригод у пасажирському господарстві

Згідно із Положенням про систему управління безпекою руху на залізничному транспорті (№842, 24.12.2020) [4], безпека руху визначається як комплекс організаційних і технічних заходів для забезпечення безаварійної роботи та догляду за залізничними спорудами, коліями, рухомим складом, обладнанням, механізмами і пристроями.

Залізничний транспорт утворює складну систему забезпечення безпеки руху, інциденти часто є результатом взаємодії декількох факторів. З метою систематизації цієї роботи на залізницях впроваджено класифікацію транспортних подій та визначено кількісні і якісні показники безпеки руху.

Як вже відзначалося вище, забезпечення безпеки руху потягів вимагає строгого дотримання правил і інструкцій, таких як "Правила технічної експлуатації залізниць України", "Інструкція з руху поїздів та маневрової роботи на залізницях України" (ЦД0058), "Інструкція з сигналізації на залізницях України" (ЦШ-0001) та інших.

Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті, затверджене наказом Міністерства інфраструктури від 03 липня 2017 року за № 235 та зареєстроване в Міністерстві юстиції України 25 липня 2017 року за № 904/30772 (далі – Наказ № 235) [5] відповідно до європейських норм і стандартів, визначених Директивою Парламенту та Ради 2004/49/ЄС від 29 квітня 2004 року про безпеку залізниці, змінив класифікацію транспортних подій.

Наказом № 235 передбачено зміну віднесення транспортних подій до катастроф (аварій із тяжкими наслідками), аварій та інцидентів. Положення про класифікацію транспортних подій (Наказ №235) [5] визначає різновиди аварій, інцидентів та катастроф, а також вводить нові категорії, такі як травми та пожежі, що сприяє вдосконаленню системи оцінки безпеки. Метою управління безпекою руху є забезпечення безпеки пасажирських та вантажних перевезень залізничним транспортом.

У пасажирському господарстві за 2018-2023 роки сталося 52 залізнично-транспортні події [6].

Основними причинами зазначених залізнично-транспортних подій були недотримання технологічних процесів технічного обслуговування вагонів та якість виконаних ремонтів.

Аналіз даних несправностей та причин їх виникнення полегшує розробку і вжиття заходів конструктивного, технологічного та організаційного характеру для попередження їх виникнення на залізничному транспорті.

1.3 Аналіз наукових праць пов'язаних з підготовкою пасажирських поїздів у рейс

Проблематика забезпечення надійної та безпечної експлуатації пасажирського вагонного парку в сучасних умовах, а також забезпечення комфорту пасажирських перевезень, є актуальною та належить до пріоритетних завдань. В даному контексті слід зазначити, що було проведено значну кількість наукових досліджень у різних напрямках, спрямованих на вирішення цих проблем. Зокрема велика кількість наукових робіт приділена

вдосконаленню міжнародних перевезень з метою оптимізації та підвищення ефективності цього важливого сегменту транспортної системи.

У роботі [7] акцентується увага на аспектах функціонування та відновлення вагонів. Висвітлюються питання, пов'язані із показниками експлуатаційної діяльності вагонного парку, процесами нормування, структурою управління, а також методиками відновлення зношених елементів.

У науковій роботі [8] автором наведені результати дослідження проблеми та наукове обґрунтування шляхів забезпечення надійної та безпечної роботи пасажирського вагонного парку в сучасних умовах господарювання. Автор даної роботи дійшов висновку, що для вирішення проблем надійності та безпечної експлуатації пасажирських вагонів важливо зосередитися на кількох ключових аспектах, серед яких:

- покращення технологічності конструкцій пасажирських вагонів;
- визначення обґрунтованої періодичності контролю технічного стану вагонів на маршруті шляхом розробки ефективних методів виявлення та усунення несправностей;
- здійснення комплексного розвитку експлуатаційної та ремонтної бази пасажирських вагонів шляхом створення інфраструктури для якісного обслуговування;
- впровадження інформаційних технологій в систему технічного обслуговування та ремонту вагонів для автоматизації та ефективного управління процесами.

Авторами роботи [8] детально проаналізовано нормативну документацію з технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів, запропоновані шляхи вирішення завдань з технічного обслуговування та екіпірування пасажирських вагонів. Також запропоновані способи ефективної експлуатації парку пасажирських вагонів та наведений практичний досвід з технічного обслуговування та ремонту вагонів.

У даній роботі [9] висвітлено актуальні завдання для забезпечення надійності експлуатації пасажирського вагонного парку. Запропоновано

стратегічний підхід, який передбачає вдосконалення технологій технічного обслуговування і ремонту, зокрема шляхом впровадження сучасних інформаційних технологій та систем технічної діагностики. Підкреслено важливість підготовки кваліфікованих кадрів для ефективного управління технічними процесами вагонного господарства. Такий підхід спрямований на досягнення високих стандартів безпеки та якості пасажирських перевезень [9].

У роботі [10] розглянуті важливі аспекти забезпечення безпечної експлуатаційної роботи рухомого складу на залізничному транспорті. З розвитком транспорту та підвищенням швидкостей виникає необхідність у поліпшенні технічного обслуговування пасажирських вагонів, підготовки їх до перевезень, де ключовим елементом є людина. З розвитком технологій зростає надійність персоналу, але важливо враховувати роль людини, яка залишається найбільшим джерелом аварій на транспорті, використовуючи технології у всіх аспектах технічного обслуговування. Авторами роботи наголошується, що при зростанні обсягів пасажирських перевезень виникає необхідність у подальшому поліпшенні безпеки та технічного обслуговування для забезпечення ефективності та безпеки на залізничному транспорті.

Стосовно покращення підготовки пасажирських вагонів до перевезень, логістики цих перевезень, транспортної інфраструктури при інтеграції України у міжнародне співтовариство слід виділити наступні.

У роботі [11] автором запропоновано оптимізацію роботи залізниць України шляхом виокремлення міжнародних транзитних перевезень та їх інтеграції в наскрізні маршрутні поїзди чи групові транзитні поїзди, розглянуто пріоритетний розвиток інтероперабельних та інтермодальних перевезень. Велика частина роботи присвячена проблемі відповідності інфраструктури міжнародних перевезень національним і міжнародним стандартам, а також підвищення швидкостей руху вантажних і пасажирських поїздів. Автором роботи наголошено на пріоритетному вирішенні питань електрифікації залізничних ліній та проведенні робіт щодо поєднання міжнародних напрямків у єдину інфраструктурно-технологічну систему.

Також пропонується підвищити якість організації транзитних перевезень до рівня, відповідного європейському стандарту якості ISO, та впровадити принципи транспортної логістики на базі нових інформаційних технологій.

Автором роботи [12] проведено аналіз та визначено ключові напрямки щодо розвитку інтеграційних процесів та конкуренції на міжнародному ринку транспортних послуг. Акцентовані висновки на стратегічних напрямках, включаючи зміну технології роботи залізниць для ефективнішого управління міжнародними транзитними перевезеннями. Крім того, висунуті пропозиції щодо підвищення якості організації підготовки вагонів до перевезень за європейськими стандартами та впровадження нових інформаційних технологій для транспортної логістики у сфері міжнародного транзиту.

У науковій праці [13] авторами визначені головними проблемами транспортного комплексу України, серед яких погіршення соціальних стандартів якості пасажирських перевезень за такими показниками, як регулярність руху, безпека руху, пов'язану з ростом ступеня зносу транспортних засобів.

Авторами роботи [14] було поставлено завдання вирішити проблему швидкості просування міжнародних транзитних поїздів залізниць України, ураховуючи нинішні труднощі міжнародних транзитних перевезень в умовах сучасності. Зокрема, акцент робиться на необхідності розробки раціональних рішень у двох ключових напрямках: удосконалення технологічного процесу передачі міжнародних поїздів за кордон на прикордонних передавальних станціях та підвищення ефективності планування маршрутів просування міжнародних составів.

Для вирішення першого завдання автори вказують на необхідність перегляду технологічного процесу роботи передавальної станції та розробки шляхів скорочення часу на технологічні операції, що вимагає аналізу конкретної станції. Щодо другого завдання, автор підкреслює його загальний характер та необхідність формування оперативної системи для розробки раціональних маршрутів просування міжнародних составів.

Заслугує на увагу робота [15]. В ній автор, зосереджуючись на питаннях адміністративно-правового регулювання перевезень залізничним транспортом,

акцентує увагу на контролі, який визнає як необхідну складову механізму регулювання. Відзначено, що контроль поділяється на адміністративний (загальний і внутрівідомчий) та технічний, що визначено його функціональною належністю.

У контексті залізничних перевезень, контроль визначено як комплекс заходів, передбачених адміністративним правом і технічними актами, спрямованих на перевірку виконання суб'єктом господарювання обов'язкових вимог у сфері залізничних перевезень та супутніх послуг.

Досліджено світові стандарти надання транспортних послуг залізницями, визначено, що міжнародні залізничні перевезення регулюються двосторонніми та багатосторонніми угодами, конвенціями та правилами, укладеними відповідними органами держав-учасниць.

Вивчено характеристику системи нормативно-правових актів, регулюючих відносини на залізничному транспорті, а також надано огляд адміністративно-правових засобів, які розділено на регулятивні, дозвільні, заборонні, інформаційно-аналітичні, адміністративно-деліктні, адміністративно-примусові та контрольньо-наглядові.

Автор впевнено аргументує необхідність створення оптимальної інституційної системи адміністративно-правового забезпечення залізничних перевезень, враховуючи важливість створення інтегрованої транспортної системи та інституціональних засад її реалізації.

Підсумовуючи вищенаведене, проблематика забезпечення надійної та безпечної експлуатації пасажирського вагонного парку є актуальною та важливою задачею, на яку було спрямовано значну кількість наукових досліджень. дослідження включають аспекти відновлення вагонів, покращення технологічності конструкцій, електрифікації залізниць та впровадження інформаційних технологій. оптимізація транзитних перевезень та їх інтеграція в міжнародні маршрутні поїзди, а також урахування світових стандартів та технологічних інновацій є ключовими для покращення якості та ефективності залізничних перевезень. Адміністративно-правовий контроль, регулювання та створення оптимальної інституційної системи є необхідними для досягнення цілей створення інтегрованої транспортної системи та поліпшення якості та безпеки перевезень.

2 СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РЕФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ: ВИВЧЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ

2.1 Правові основи організація пасажирських перевезень у міжнародному залізничному сполученні

Міжнародні перевезення пасажирів і вантажів представляють собою складний вид послуг, який відрізняється багатьма специфічними особливостями. Однією з основних відмінностей від внутрішніх перевезень є те, що міжнародні перевезення охоплюють території декількох держав. Це призводить до значних ускладнень у забезпеченні транспортних зв'язків, оскільки вони вимагають стабільної і ефективної організації транснаціональних мереж та використання різних видів транспорту (рис. 1).

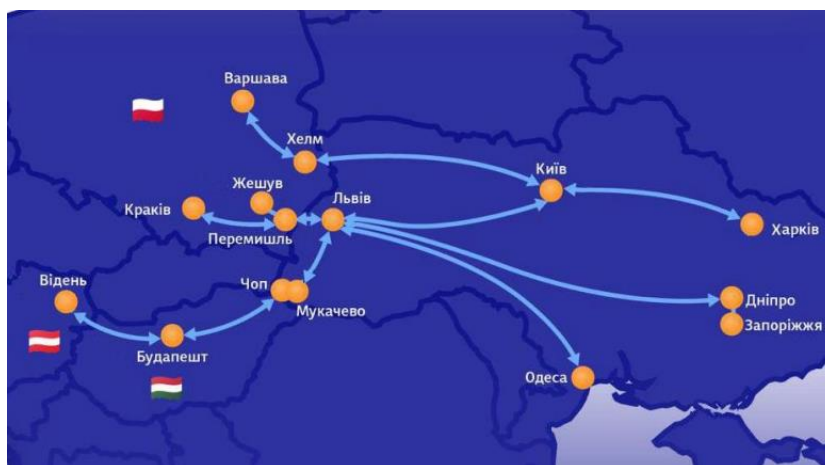


Рисунок 1 – Загальна схема міжнародних залізничних сполучень з країнами ЄС

Основним документом, який регулює міжнародні залізничні перевезення та організацію міжнародних залізничних сполучень є конвенція про міжнародні залізничні перевезення (COTIF або КОТІФ). Ця конвенція є частиною Бернської правової системи, що сформувалася з моменту прийняття конвенцій про залізничні перевезення вантажів, пасажирів і багажу, а також окремих угод. Україна до неї приєдналася 05.06.2003 р [16].

Початково, в 1890 році, була прийнята Бернська конвенція про міжнародні перевезення вантажів (МГК), яка зазнавала змін і доповнень, а варіант від 7

лютого 1970 року набрав чинності 1 січня 1975 року. Зокрема, існує також Бернська конвенція про залізничні перевезення пасажирів і багажу (МПК), яка була прийнята у 1923 році і пережила суттєві зміни наприкінці 60-х років ХХ століття.

У 1985 році, на Бернській конференції, конвенції МГК і МПК були змінені, і результатом було прийняття КОТІФ (COTIF) - Конвенції про міжнародні залізничні перевезення. Ця конвенція набрала чинності 1 травня 1985 року, і після цього вона продовжила піддаватися вдосконаленню. В 1999 році був прийнятий спеціальний протокол, яким в КОТІФ внесені зміни, доповнення та уточнення.

Конвенція складається з основного тексту і додатків, зокрема, Додатки А і В містять норми, що регулюють договори перевезення пасажирів і вантажів в міжнародному сполученні. Учасниками КОТІФ є країни Західної Європи, Близького і Середнього Сходу, а також деякі інші країни, включаючи Індію, Пакистан та країни Північної Африки.

Міждержавні спеціалізовані організації в галузі залізничного транспорту

Міжурядова організація міжнародних залізничних перевезень (ОТІФ), створена в рамках Конвенції про міжнародні залізничні перевезення (КОТІФ), виступає юридичною особою як на міжнародному, так і на національному рівнях. Заснована з метою встановлення єдиного правопорядку для міжнародних залізничних перевезень між країнами-членами КОТІФ.

Основна функція ОТІФ - створення та підтримка єдиного правового стандарту для міжнародних перевезень пасажирів, багажу і вантажів. Цей стандарт регламентує прямі залізничні сполучення між державами-учасницями. Його використання сприяє однаковому застосуванню і розвитку правил перевезень в різних країнах.

Система правових норм, визначена в КОТІФ та його додатки А, Б визначається як Єдиний правопорядок. Цей правопорядок охоплює перевезення пасажирів і багажу (ЦІВ) за Додатком А та перевезення вантажів (ЦІМ) за Додатком Б. Додаток Б також включає чотири розділи, які регулюють небезпечні вантажі,

приватні вагони, контейнери та експрес-посилки.

Країни, що приєдналися до КОТІФ, зобов'язані інтегрувати його норми в своє національне законодавство. Зараз ОТІФ налічує 51 державу на трьох континентах, такі як Австрія, Росія, Франція, Україна та інші, що свідчить про широкий географічний охоплення і активну участь у формуванні та розвитку стандартів для міжнародних залізничних перевезень.

Міжнародні пасажирські перевезення, відповідно до Конвенції про міжнародні залізничні перевезення (КОТІФ) та її правил ЦІВ (Єдині правила до договору про міжнародне залізничне перевезення пасажирів і багажу), регулюються основними нормами цих документів. КОТІФ визначає правила та умови перевезення пасажирів та їхнього багажу, а також передбачає можливість укладання спеціальних угод між державами та залізницями [16, 17].

Центральне бюро міжнародних залізничних сполучень в м. Берн грає ключову роль у забезпеченні виконання положень КОТІФ, маючи повноваження давати висновки щодо тлумачення норм Конвенції та вирішувати спори. Крім того, основні питання стосовно перевезень пасажирів визначаються в правилах ЦІВ, які включають в себе вимоги до проїзних документів, порядок перевезення багажу та відповідальність сторін.

У контексті ЦІВ, договір перевезення пасажирів може бути підтверджений різними проїзними документами, такими як квиток пасажирів або багажна квитанція. Ці документи визначають умови та права пасажирів, і їх відсутність або втрата не впливає на дійсність договору перевезення. Правила ЦІВ також регламентують передачу проїзних документів та їхній зміст, забезпечуючи прозорість та відповідність правилам укладеного договору.

Міжнародне перевезення пасажирів залізницями в Україні визначено Угодою про міжнародне пасажирське сполучення (УМПС), яка регулює переміщення пасажирів, багажу і вантажобагажу між країнами, які підписали цей нормативний акт. Серед учасників угоди є такі країни, як Росія, Білорусь, Польща, Китай, Чехія, а також інші, усього 28 держав, що забезпечує єдині стандарти для міжнародних залізничних перевезень у цьому регіоні.

Договір міжнародного перевезення пасажирів в країнах-учасницях КОТІФ має схожість з договором внутрішнього перевезення, охоплюючи основні параметри та структурні елементи, і визначається як взаємно консенсуальний. Однак він відрізняється наявністю іноземного елемента, оскільки міжнародні правові джерела становлять основу його регулювання. Крім того, документаційне оформлення договору міжнародного перевезення пасажирів включає в себе вимоги до віз та закордонного паспорта, а відмінності в межах відповідальності перевізника визначені конкретними граничними сумами відшкодування для фізичних ушкоджень та інших видів збитку. Перевезення багажу в міжнародному сполученні також має свої особливості, включаючи вимоги до оформлення, термінів та процедур компенсації за втрату чи пошкодження.

Порядок обслуговування вагонів міжнародного сполучення

Для міждержавних перевезень допускаються лише вагони, які відповідають технічним вимогам для міжнародного сполучення, а саме вимогам Правилам використання пасажирських вагонів в міждержавному сполученні [18], Технології прикордонного та митного контролю у пунктах пропуску (пунктах контролю) через державний кордон для залізничного сполучення [19], Directive (EU) 2016/797 [20]. Обслуговуючий персонал повинен мати маршрути та посвідчення особи, а бланк маршруту, що виготовляється двома мовами - мовою країни-власниці вагона і ще однією – англійською, німецькою та ін.

Провідники, виконуючи службові обов'язки, повинні мати маршрути та посвідчення від залізничної-власниці вагона, і в разі прямування без вагона провідникам надається право безкоштовного проїзду та право зайняття вагона за наявності вільних місць. Пасажири мають право змінити місця та умови подорожі, за умови, що це не суперечить візовому режиму, і є певні особливості щодо документаційного оформлення для міжнародних перевезень, таких як вимога до віз та закордонного паспорта.

Провідники вагонів відповідають за розподіл місць, обслуговування та продаж продуктів у вагоні. При відчепленні вагона пасажири пересаджуються в інші вагони, а при необхідності заміни спального вагона діє певний порядок,

включаючи відмітки у маршруті та звіті.

Процедура передавання міжнародних пасажирських вагонів на залізничних передавальних станціях

При передаванні міжнародних пасажирських вагонів на залізничних передавальних станціях важливу роль відіграє погодження між адміністраціями різних залізниць. Деталі цього процесу фіксуються у вагонній відомості, яка додається до рейсового журналу поїзда [21-24].

Передавання вагонів проводиться під контролем представника приймальної залізниці, який перевіряє номери вагонів у відомості та робить відповідні позначки, підписуючи її разом із начальником поїзда. Цей процес обмежений часовим інтервалом, який не повинен перевищувати 30 хвилин.

Окремий аспект стосується передавання несправних чи пошкоджених вагонів. У таких випадках стан вагона фіксується актом, що підписується представниками обох залізниць. Особливість передачі вагонів до країн Західної Європи полягає в необхідності заміни вагонних візків для адаптації до різної ширини колії. Це вирішується на пунктах перестановки вагонів, де візки одного типу замінюються візками іншого типу, що особливо актуально при використанні різних стандартів національних залізниць.

У пунктах перестановки вагонів, крім звичайної заміни візків у пасажирських складах, також проводиться передавання за кордон вантажних вагонів. Вантажні міжнародні перевезення до країн Західної Європи стали досить популярними, замінюючи морські маршрути [23].

Проте, проблема полягає у тому, що існуючі пункти перестановки не витримують такий обсяг вантажних перевезень через недостатню переробну спроможність. Це стає суттєвим обмеженням у міжнародних залізничних перевезеннях, і потрібно активно розглядати можливості розвитку нових пунктів або розширення існуючих.

Умови користування пасажирськими вагонами між залізницями різних держав

Умови користування пасажирськими вагонами між залізницями різних держав передбачають обов'язок бережливого використання та технічної підтримки

вагонів. Залізниці зобов'язані користуватися отриманими вагонами з урахуванням їхнього призначення, не використовуючи їх в інших цілях. Дозвіл на використання вагонів за іншим призначенням відсутній.

Забезпечення регулярного руху пасажирських вагонів у міждержавних сполученнях повинно відбуватися відповідно до графіка, погодженого між залізничними адміністраціями. Крім того, важливо, щоб вагони, призначені для причеплення до іншого поїзда, відправлялися на залізничну станцію призначення разом з першим пасажирським поїздом за встановленим графіком.

У випадку виключення вагонів зі складу поїзда, залізниці повинні інформувати відповідні станції і залізниці про причини та передбачувані кроки. Також передбачено можливість надання допомоги вагонами пасажирського парку для забезпечення міждержавних пасажирських перевезень за умовами, домовленими між сторонами.

Залізниці, які не забезпечують гарантованого руху пасажирських поїздів від формування до пункту обороту, несуть відповідальність за затримки і відшкодовують завдану шкоду. Такі відшкодування можуть стосуватися заміни чи ремонту вагонів та інших компонентів транспортних засобів.

При виникненні катастроф, аварій, пожеж та інших випадків з пасажирськими поїздами міжнародного прямування, залізниця-користувач зобов'язана протягом доби інформувати телеграфом підприємство та залізницю приписки, а також вагонні депо та вагоноремонтні заводи, де проводився останній плановий ремонт пасажирських вагонів або колісних пар. Інформація має містити також суму завданого збитку.

Рахунки за фактичні суми витрат на відновлення працездатності вагона подаються залізничній адміністрації формування з актом службового розслідування, копіями повідомлень форм ВУ-23 і ПУ-36, а також калькуляціями за виконані роботи. Якщо залізнична адміністрація не надає обґрунтовану відмову протягом місяця, сума вважається акцептованою і включається в сальдову відомість або бухгалтерський витяг.

Розслідування випадків з пасажирськими поїздами проводиться відповідно до інструкцій, затверджених Радою для здійснення заходів. У випадку пошкодження

пасажирських вагонів встановлюється порядок їх обміну: пошкоджені вагони залишаються на залізниці, по вині якої вони пошкоджені, і рівноцінні вагони передаються залізниці-власниці. Якщо рівноцінний вагон не передається протягом місяця, сума оплати може бути здійснена на підставі рахунку в швейцарських франках на суму 85% вартості нового вагона відповідного типу.

Матеріальна відповідальність залізниць визначається принципами, відповідно до яких кожна залізниця несе відповідальність за шкоду, заподіяну з вини свого персоналу чи технічної несправності вагонів, а відповідальність за збитки внаслідок несправностей через внутрішній стан вагонів або їх інвентарю несе залізниця-власниця пасажирських вагонів.

Прямкування порожніх пасажирських вагонів

Прямкування порожніх пасажирських вагонів, які призначені для включення до складу пасажирських поїздів регулярного і нерегулярного сполучення, або вагонів, які виключені з поїздів, здійснюється без стягнення провізної плати. Пасажирські вагони повинні прямувати з пасажирськими поїздами, за винятком технічно несправних, які можуть прямувати тільки з вантажними поїздами.

Залізниця-користувач інформує відповідну залізницю і залізничні станції відправлення, призначення, та прикордонні станції задіяних залізниць про проходження порожніх пасажирських вагонів телеграфом. При цьому станції також повинні сповіщати про проходження пасажирських вагонів, які виключені з поїздів.

Залізниці зобов'язані проводити ретельне внутрішнє очищення пасажирських вагонів на залізничних станціях відправлення та призначення, а також на станціях маршруту прямкування згідно графіку руху поїздів. Зовнішнє очищення, як правило, проводиться в пунктах формування, а в пунктах обороту – за окремими договорами. Очищення і дезінфекція вагонів повинні відбуватися засобами, що не завдають їм пошкоджень [22, 23].

Пасажирські вагони, використані для перевезення інфекційних хворих, після звільнення від пасажирів або тварин, слід негайно продезінфікувати і очистити згідно з санітарними правилами держави, на залізницях якої проводиться дезінфекція. У разі проходження району з медичним карантинном через епідемію, вагони повинні бути

продезінфіковані перед здачею на інші залізниці.

З метою попередження заразних хвороб, залізниці можуть проводити дезінфекцію туалетів у всіх вагонах. У цьому випадку очищення і дезінфекція вагонів здійснюються засобами і за рахунок тієї залізниці, на якій знаходяться ці вагони.

Поточне утримання та ремонт пасажирських вагонів повинні бути виконані залізницею-власницею в установлені терміни. Зміни в конструкції вагонів не допускаються, і ремонт повинен відбуватися з використанням матеріалів та запасних частин відповідної якості. У випадку потреби виконання поточного відчіпного ремонту, який є відповідальністю залізниці-користувача, рахунок на оплату подається залізницею-користувачем залізниці-власниці.

Втрачені пасажирські вагони визнаються такими, якщо протягом трьох місяців з моменту перетину кордону вони не повернені на залізницю-власницю. У разі втрати пасажирського вагона, залізниця-користувач відшкодовує залізниці-власниці завдані збитки відповідно до встановлених правил.

Технічні вимоги до пасажирських вагонів міжнародного сполучення включають

Загальні технічні вимоги до пасажирських вагонів міжнародного сполучення включають:

- габарити: поперечний контур вагонів повинен відповідати габаритам рухомого складу, що прийняті на всіх залізницях країн-учасниць шляху проходження;
- габаритні стандарти: використовуються основні габарити рухомого складу, такі як 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ, 03-ВМ (РІЦ), враховуючи різницю колій 1435 мм і 1520 мм;
- з'єднувальні рукави гальмівної магістралі: не повинні опускатися нижче 140 мм над головкою рейок, а деталі електроустаткування не можуть наближатися ближче 100 мм до головки рейки;
- база візків: має бути не менше 2400 мм;
- прохід по кривих: вагони повинні бути призначені для вільного проходження кривих радіусом 150 м;
- стан вагонів: заборонено ставити в поїзди, що курсують у міждержавному сполученні, технічно несправні вагони, вагони без трафаретів про ремонт та ті, що перевищили термін експлуатації.

Ці вимоги гарантують безпечність та ефективність міжнародного пасажирського

транспорту.

Вимоги стосовно колісних пар пасажирських вагонів

Щодо вимог до колісних пар вагонів і відповідних значення їхніх параметрів, то вони детально прописані і визначені в TSI LOC&PAS. Тому наведемо загальні вимоги:

Колісні пари повинні бути в справному стані та без видимих дефектів.

Заборонено використовувати вагони з тріщинами, обривами чи іншими пошкодженнями на колісних осях. Допускається використання колісних пар із зазорами та зносами в межах встановлених норм.

Заборонено використовувати вагони з колісними парами в яких наявний повзун, вищербини, навари і.т.д., більші встановлених норм.

Візки вагонів

Візки повинні бути без тріщин та дефектів. Заборонено використовувати вагони з гідравлічними гасниками коливань із наявними дефектами. Буксові вузли повинні бути обладнані роликовими підшипниками та відповідати вимогам експлуатації (TSI LOC&PAS).

Вимоги до гальм вагонів

Гальмівне обладнання повинно бути справним та без несправностей. Заборонено встановлювати вагони з пошкодженими гальмівними системами (МСЖД 540, TSI LOC&PAS, EN 13452-1, 2). Несправності в повітророзподільниках, трубопроводах, механічних частинах гальм вагонів заборонені.

Ручні гальма мають бути в технічно справному стані.

Заборонено відправляти поїзди з невиключеними або несправними гальмами. Гальмові колодки мають відповідати встановленим вимогам щодо матеріалу та товщини.

Кузов та рама

Кузов та рама вагона повинні мати мінімальний знос при відсутності тріщин чи пошкоджень. Двері та вікна повинні бути справними, надійно закриватися та відкриватися. Перехідні площадки та вагонні переходи мають забезпечувати безпеку пасажирів та обслуговуючого персоналу.

Вагони повинні бути обладнані електричними хвостовими ліхтарями.

Дах, кришки люків, дефлектори та флюгарні труби повинні бути без пошкоджень.

Сходи та перекіс кузова повинні бути в справному стані та без пошкоджень.

Дозволяється застосування неметалевих гальмівних колодок за умови дотримання вимог.

Системи опалення, водопостачання та санітарних відділень в пасажирських вагонах

Опалення

Вагони повинні мати ефективну систему опалення, яка може бути електричною (індивідуальною або централізованою з використанням високовольтної електричної магістралі). Дозволяється використовувати комбіновані електровугільні установки опалення та кондиціонування повітря, або вугільні установки з використанням високовольтної електричної магістралі. Важливо виконувати процедури видалення золи та сміття лише у визначених місцях на станціях, зазначених у розкладі, забороняється вигрібання золи на підлогу тамбура вагона та викидання попелу і сміття під час руху поїзда та на стоянках.

Експлуатація вагонів

Потрібно інформувати відповідні залізниці про експлуатацію вагонів із високовольтним опаленням та енергопостачанням у поїздах міжнародного сполучення. Технічна справність електричної магістралі та обладнання опалення повинна бути забезпечена протягом усього опалювального сезону, зокрема для вагонів з централізованим високовольтним енергопостачанням.

Водопостачання

Система водопостачання пасажирських вагонів повинна забезпечити достатній запас води для опалення, питного водопостачання, роботи умивальників та промивання унітазів у туалетних відділеннях. Всі пристрої водопостачання та санітарні вузли мають бути в повній справності (TSI LOC&PAS, TSI PRM).

Електропостачання, освітлення, вентиляція та холодильне обладнання вагонів

Електропостачання для пасажирських вагонів передбачає використання автономних систем енергії. В кожному вагоні з автономним електропостачанням повинна бути працююча акумуляторна батарея, яка забезпечує енергією електричні

та електронні пристрої (за винятком опалення) під час стоянки вагона. Під час руху вагона електрозабезпечення та підзарядка акумуляторної батареї здійснюються за допомогою підвагонного генератора, який приводиться в рух від осі колісної пари або високовольтної підвагонної магістралі для вагонів з централізованою системою енергопостачання.

Пасажирські вагони для міжнародних перевезень повинні бути обладнані електричним освітленням, вентиляцією і, залежно від типу вагона, кондиціонуванням повітря. Схема ввімкнення повинна бути розміщена біля розподільного щита, а всі пристрої освітлення, вентиляції та холодильного обладнання повинні бути справними та відповідати вимогам інструкцій з технічного обслуговування обладнання.

Радіозв'язок та надписи на вагонах

Радіозв'язок в пасажирських вагонах для міжнародних перевезень повинен включати наявність справних гучномовних радіоточок, функціональної магістралі та розеток. У складі поїзда має бути два радіопінча. Вагони з радіокупе повинні мати працюючу радіостанцію УКВ-діапазону «начальник поїзда – машиніст», а також справний вузол поїзного зв'язку та поїзний радіопункт для приймання і трансляції радіопрограм. Допускається використання пасажирських вагонів, обладнаних теле- і відеосистемами, відповідно до технічної документації, затвердженої в установленому порядку.

Знаки та написи на пасажирських вагонах включають символіку держави-власниці, код залізниці-власниці, інвентарний номер вагона, кількість місць, тару, місце установлення електричних домкратів, місце складання та інші вказівки. Кожен вагон також повинен мати покажчик маршруту та відповідні написи, що регулюють правила користування вагоном у міжнародному сполученні [16, 23, 24].

Вимоги до поїзда міжнародного сполучення

Вимоги до поїзда міжнародного сполучення включають в себе:

- склад вагонів: пасажирський поїзд повинен бути сформований із вагонів, що відповідають Правилам користування пасажирськими вагонами в міжнародному сполученні, затвердженим Радою з залізничному транспорту держав-учасниць УМПС;

- обладнання та стан вагонів: устаткування, санітарно-технічний стан вагонів і їх підготовка до рейсу повинні відповідати Санітарним правилам пасажирських перевезень на залізничному транспорті в міжнародному сполученні;

- забарвлення та інформація про маршрут: кузови вагонів мають мати однотипне забарвлення, окрім причіпних груп вагонів інших залізничних адміністрацій. На кожному вагоні повинна розміщуватися інформація про маршрут поїзда;

- стан вікон та облицювання вагонів: стан вікон вагонів повинен відповідати санітарно-технічним вимогам. Облицювання та пофарбовані місця салонів, купе, тамбурів вагонів не повинні мати пошкоджень, іржі, забруднень;

- комплект постільної білизни: кожен вагон повинен мати повний комплект знімного інвентарю відповідно до санітарно-технічних вимог. Комплект постільної білизни повинен включати матрац, подушку, ковдру, простирadlo, чохли на диван, а також рушники та інші предмети;

- засоби пожежогасіння: у вагонах мають бути наявні і справні вогнегасники та інші засоби пожежогасіння;

- штабний вагон: у штабному вагоні повинні бути різні засоби та документи, такі як медична аптечка, санітарні носилки, рейсовий журнал, журнал зв'язку, інформація про маршрут, інші документи та засоби, необхідні для безпеки та зручності пасажирів;

- інші зручності та обладнання: вагони повинні мати сміттєзбірник, місце для роздільного зберігання чистої і брудної постільної білизни, а також інші зручності для пасажирів.

У кожному вагоні поїзда повинні бути:

- ремені безпеки для верхніх полиць, які видаються за зверненням пасажирів;

- вішалки для одягу: по одній на місце в купейних вагонах, по дві - вагонах з двомісними купе;

- очисні, мийно-дезінфекційні засоби відповідно до санітарних правил формування поїзда;

- вода для потреб пасажирів на всьому маршруті вагона;

- паперовий рушник, мило і туалетний папір у кожному туалеті вагона.

- посуд чайний або одноразовий;

- крім того, залізничні компанії повинні забезпечувати доступність рухомого складу, станцій та обладнання для осіб з обмеженими можливостями;
- інклюзивні вагони повинні мати широкий вхід для проїзду на колісному кріслі, поручні та пандуси. Кут нахилу пандуса не повинен перевищувати 15%. У таких вагонах передбачено спеціальні спальні дивани, місце для інвалідного візка, регульоване освітлення, кнопка виклику провідника та інші зручності;
- рельєфні таблички з шрифтом Брайля та контрастне маркування розміщені для полегшення орієнтації осіб з вадами зору.

Інформація всередині салону вагона повинна бути доступною мовою держави залізничної адміністрації, а також російською та іншими мовами, в залежності від маршруту. Інформація включає правила проїзду, розклад руху, перелік послуг, контактні дані, а також додаткову інформацію про міста та розважальні програми.

До моменту початку посадки пасажирів необхідно виконати наступні операції:

- розмістити інформацію про маршрут поїзда відповідно до чинних вимог;
- вивісити порядкові номери вагонів;
- заправити ліжка у вагонах з двомісними купе;
- вивісити табличку з прізвищем і ім'ям чергового провідника в службовому купе;
- закрити всі двері вагонів, крім торцевих; також замкнути торцеві двері тамбурів першого і останнього (хвостового) вагонів.

Аналіз вимог та процедур для пасажирських поїздів у міжнародному сполученні дозволяє ідентифікувати можливі проблеми та визначити аспекти, які потребують удосконалення. Ретельне вивчення стандартів безпеки, санітарних та технічних вимог дозволяє виявити можливі ризики та недоліки у функціонуванні пасажирських вагонів. Цей аналіз слугує основою для розробки стратегій та заходів щодо подальшого удосконалення системи пасажирських перевезень, спрямованих на покращення комфорту та безпеки пасажирів.

2.2 Вдосконалення системи пасажирських перевезень в Україні на основі європейського досвіду

Вдосконалення системи пасажирських перевезень в Україні на зразок європейського досвіду передбачає активну роль держави у формуванні та впровадженні стратегічних рішень. Європейські країни довели, що ефективно

співробітництво між урядовими органами, бізнесом та громадськістю сприяє розвитку транспортної інфраструктури.

Однією з ключових аспектів європейського досвіду є впровадження високошвидкісних залізничних магістралей. Україна може взяти на озброєння приклади Європи та розглядати можливості вдосконалення існуючих магістралей або будівництва нових, що дозволить підняти швидкість пасажирських поїздів та покращити їхню ефективність.

Важливим елементом європейського досвіду є також підвищення якості послуг та комфорту для пасажирів. Це включає в себе впровадження новітніх технологій, електронних платіжних систем, а також створення "розумних" транспортних рішень для полегшення мобільності.

Європейський досвід також демонструє важливість створення зручних умов для інвестицій у транспортну галузь. Залучення приватних інвесторів та створення сприятливого інвестиційного клімату може значно підтримати фінансування проєктів і розвиток інфраструктури.

Важливим висновком є необхідність екологічно стійких рішень у сфері пасажирських перевезень. Зелені технології та стратегії для зменшення впливу на навколишнє середовище повинні стати невід'ємною частиною реформ.

Створення мультимодальних транспортних систем, які поєднують різні види перевезень, є однією з ключових практик у європейському досвіді. Україна повинна зосередитися на інтеграції транспортних послуг для забезпечення зручності та доступності для всіх пасажирів.

Розширюючи ідеї системного підходу до реформування пасажирських перевезень в Україні на основі європейського досвіду, важливо звернутися до деталей кожного аспекту. Наприклад, у контексті взаємодії з французьким та німецьким досвідом, можна виокремити питання оптимізації графіків руху, що сприяє підвищенню точності та регулярності перевезень [25-27].

Модернізація української системи пасажирських перевезень також може включати в себе впровадження ефективних технологій керування рухом, які роблять систему більш гнучкою та адаптованою до змінних потреб користувачів. Особливий акцент слід робити на підвищенні доступності та зручності для пасажирів, що може

включати в себе покращення інфраструктури та послуг.

Україна може також взяти на увагу інноваційні підходи до тарифікації та платіжних систем, які вже успішно впроваджені в Європі. Це сприятиме забезпеченню ефективного використання ресурсів та створенню прозорої та справедливої системи оплати за послуги перевезень.

Щодо інноваційної спрямованості, важливо акцентувати увагу на дослідженні та впровадженні новітніх технологій, таких як "інтелектуальні" системи керування та моніторингу, які полегшать управління системою пасажирських перевезень та підвищать рівень безпеки.

Впровадження вертикального розподілу відповідальностей може включати створення спеціалізованих агентств чи організацій, що візьмуть на себе відповідальність за конкретні аспекти системи перевезень. Це дозволить забезпечити ефективне управління та координацію дій між різними рівнями влади.

Наголос на інноваціях в управлінні та підтримці підприємництва може бути досягнутий шляхом створення інкубаторів для стартапів у сфері транспортних технологій та підтримки досліджень у цьому напрямку.

Соціальна відповідальність також може виявитися у впровадженні заходів щодо підвищення обізнаності та освіти громадськості щодо переваг та можливостей громадського транспорту, а також розробки спеціальних програм для людей з особливими потребами.

Екологічна стійкість системи перевезень може бути зміцнена завдяки впровадженню різних енергоефективних та екологічно чистих технологій у сфері пасажирських перевезень. Зокрема, стимулювання використання транспорту з низьким рівнем викидів та розвиток "зелених" ініціатив може сприяти збереженню навколишнього середовища.

При плануванні інфраструктурних та технічних змін у системі пасажирських перевезень, державна підтримка повинна бути більше орієнтована не лише на фінансові аспекти, а й на створення стимулів для розвитку та впровадження інновацій.

Продовжуючи обговорення системного підходу до реформування пасажирських перевезень в Україні за європейським зразком, важливо відзначити, що інтеграція

новітніх технологій у систему транспорту може також покращити безпеку. Впровадження систем моніторингу, автоматизованих систем управління, а також використання штучного інтелекту може сприяти уникненню аварій та оптимізації руху транспортних засобів.

Поглиблюючи тему ефективності, можна розглядати створення інформаційних платформ, які надають користувачам зручний доступ до розкладів, тарифів та інших важливих даних. Це сприятиме підвищенню транспарентності та забезпеченню кращого взаєморозуміння між пасажирами та операторами перевезень.

Важливим етапом у впровадженні європейського досвіду є створення сприятливого інвестиційного клімату. Залучення приватних інвестицій може допомогти реалізації амбіційних проєктів, спрямованих на модернізацію і розвиток інфраструктури пасажирських перевезень.

Також важливо взяти на увагу соціокультурні аспекти реформ. Розробка програм для підвищення транспортної грамотності та культури поведінки в громадському транспорті може сприяти створенню позитивного та взаємовигідного взаємодії між пасажирами та перевізниками.

У контексті сталого розвитку, важливо акцентувати увагу на використанні альтернативних енергетичних джерел у пасажирських перевезеннях. Розвиток електричних, гібридних або інших "чистих" технологій може сприяти зменшенню викидів та покращенню екологічного статусу транспортної системи.

Необхідно також акцентувати увагу на питаннях включеності та рівноправ'я в галузі пасажирських перевезень. Забезпечення рівних можливостей для всіх верств населення, незалежно від їхніх особливостей, є ключовим принципом реформ.

Для вдалого впровадження реформ важливо враховувати динамічні та змінні потреби сучасного суспільства. Також важливо будувати систему на взаємодії з громадськістю, враховуючи їхні погляди та обговорюючи можливі корективи на шляху до досягнення поставлених цілей.

Цей підхід, сформований на основі європейського досвіду, може стати кроком у правильному напрямку для України, забезпечуючи стале та ефективне функціонування системи пасажирських перевезень у майбутньому.

3 ТИПОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПІДГОТОВКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ ДО ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ШЛЯХИ ЙОГО УДОСКОНАЛЕННЯ

3.1 Аналіз технологічного процесу підготовки пасажирських вагонів до перевезень, який використовується для УЗ

Технологічний процес пасажирських вагонів до перевезень встановлює єдині вимоги для обмивки та очищення пасажирських вагонів, призначених для експлуатації на залізничних коліях шириною 1520 мм. Дані вимоги є обов'язковими при проведенні екіпірування, внутрішнього прибирання та мийки вагонів. Технологічний процес розроблено відповідно до державних санітарних правил, правил пожежної безпеки на залізничному транспорті та законодавства про охорону праці. Цей процес застосовується паралельно з діючою нормативною документацією, що регулює виконання робіт з урахуванням безпеки руху, охорони праці, пожежної безпеки і санітарно-гігієнічних вимог.

Підготовка вагонів включає в себе екіпірування, внутрішнє прибирання та мийку, які здійснюють працівники екіпірувальних бригад та мийників-прибиральників. Ремонт та технічне обслуговування виконують ремонтні бригади згідно заявок від ПКНП.

Організація робіт у вагонному депо включає в себе планування відповідно до графіку руху поїздів, забезпечення безперебійної підготовки вагонів та контроль якості робіт. Керівники дільниць відповідають за моніторинг запасів і забезпечення ефективного виконання завдань екіпірування та обслуговування.

Екіпірування та підготовка пасажирських вагонів відбувається на коліях відстою та в пункті формування. Дозволяється проводити екіпірування водою на приймально-відправних коліях. Приймання та здача вагонів проводиться за графіком, з урахуванням контролю якості внутрішнього та зовнішнього прибирання. Робочий час екіпірувальних бригад обчислюється від прибуття поїзда до його здачі.

Організація прийому, здачі та обслуговування провідниками пасажирських вагонів складу поїзда

Приймання та підготовка вагонів до рейсу здійснюється провідниками за

затвердженим графіком.

Організація прийому, здачі та обслуговування пасажирських вагонів складу поїзда визначена розробленим графіком та нормами праці. Провідники вагонів, зафіксовані за ними, здійснюють ряд дій перед наступним рейсом:

- комплектують використану білизну у мішки;
- проводять сухе прибирання салону вагона від сміття;
- у вагонах ПЛ піднімають, а у вагонах СВ, СМК опускають привіконні столики, оглядають їх та проводять очищення;
- вимивають вхідні поручні та їх ніші;
- прибирають службове купе та купе для відпочинку;
- миють та натирають чайний посуд;
- прибирають котлове відділення та технічні кармани;
- знімають табличку з позначенням чергового ППВ;
- розправляють фіранки на вікнах;
- прибирають залишене пасажирами сміття в салоні;

Закінчені роботи фіксуються в журналах. Здача вагонів провідниками з відповідною документацією.

Завершення підготовки вагонів до здачі ППВ включає прибирання, перевірку та здачу майна та обладнання екіпірувальнику. Комісія здійснює приймання вагонів та контроль якості прибирання перед відправленням у рейс.

Перелік робіт з екіпірування пасажирських вагонів.

Перед роботою екіпірувальники спеціалізованої бригади проходять інструктаж та отримують закріплення за вагонами від керівника (майстра або бригадира) дільниці з підготовки пасажирських вагонів поїзда. Керівник екіпірувальної бригади отримує схему поїзда для підготовки пасажирських вагонів. Кожному працівникові екіпірувальної бригади закріплюється відповідна кількість вагонів для обслуговування, враховуючи заміни у складі поїзда і встановлені норми.

Підготовка складу поїзда до рейсу включає спецобробку, промивання баків для збору фекалій, дезінфекцію, зовнішню обмивку вагонів, проміжну внутрішню мийку пасажирських вагонів, постачання миючих засобів, витратних матеріалів,

м'якого інвентарю, екіпірування сервісною продукцією, постачання вагонів водою та паливом, заміну фільтрів примусової вентиляції, очистку димоходів кип'ятильників. Всі ці операції виконуються відповідно до робочого технологічного процесу та інструкцій заводу-виробника, а також за заявками ПКНП або ППВ при необхідності.

Вимоги під час проведення внутрішнього прибирання та мийки вагонів

Документ встановлює обов'язкові вимоги до проведення внутрішнього прибирання та миття пасажирських вагонів. Ці вимоги передбачають регулярне прибирання на шляху прямування, проміжну внутрішню мийку та генеральну мийку у пунктах формування. Регулярне прибирання, що включає протирання поручнів, ручок дверей, вологе прибирання туалетів та прибирання тамбурів, повторюється щонайменше 2 рази на добу. Застосовуються м'які та дезінфікуючі засоби, а сміття обробляється належним чином. Проведення прибирання вимагає спецодягу та дотримання гігієнічних стандартів. Перевірка регулярності та якості прибирання здійснюється ПКНП та ППВ, а також передбачено проведення профілактичної дезінфекції.

В даному технологічному процесі визначені процедури проведення проміжної внутрішньої мийки пасажирських вагонів на станціях формування та обороту. Для оптимізації процесу використовуються різні пристрої, такі як пилососи, парогенератори та генератори електроживлення. Роботи розподіляються на етапи, включаючи санітарний огляд, сухе прибирання та проміжну мийку. Наголошується на важливості додержання стандартів гігієни та якості робіт. Контроль якості визначається згідно з таблицею в документі.

. Організація санітарного огляду і обробки (дезінфекція, дезінсекція та дератизація) вагонів

Пасажирські вагони перед рейсом обробляються дезінфекцією, дезінсекцією та дератизацією відповідно до правил ДСП 7.7.2-015-99. Обробку можуть виконувати підрозділи чи дезінфекційні служби. Профілактичні заходи здійснюють працівники цеху екіпірування, використовуючи засоби із дозволами МОЗ України. Дезінсекцію та дератизацію здійснюють за необхідністю спеціалізовані підприємства за договірною угодою, а стан вагонів фіксує ПКНП.

Пасажи́рські вагони захищають перед дезобробкою, а внутрішнє прибирання проводять у визначений час після обробки.

Зовнішня обмивка вагонів у пунктах формування

Автоматична та ручна зовнішня обмивка пасажирських вагонів перед рейсами є ключовим елементом забезпечення їх чистоти та привабливого зовнішнього вигляду. Процес включає використання вагономийних машин або ручне миття враховуючи різні умови та обладнання на пунктах формування. Цей процес включає розподіл мийного розчину, щіткування та обмивання теплою водою. Технічні та безпекові аспекти регулюються затвердженими графіками та технологічними процесами, забезпечуючи оптимальний стан вагонів перед кожним рейсом.

Заправлення вагонів водою

Пасажи́рські вагони забезпечуються водою у пунктах формування, обороту (при необхідності), на проміжних станціях (при необхідності) та на маршруті згідно з графіком руху. Постачання води здійснюється через водорозбірні колонки та розподіляється від водорозвідної мережі на пунктах формування. На проміжних станціях вода додається через нижні водоприймальні патрубки, розташовані кожні 25 метрів вздовж складу. Водозаправні колонки мають дотримуватися стандартів, забезпечуючи безперебійне водопостачання. Рукава для води зберігаються на спеціальних стелажах, обігріваних взимку. Спеціальні пристрої на водорозбірних колонках запобігають переливу води на міжколійя. Обслуговування колонок включає утримання їх в санітарно-технічному стані, утеплення взимку та розчищення від льоду за графіком, узгодженим з санітарними органами. Заправлення вагонів відбувається відповідно до технологічного процесу у пунктах формування, а екіпірування транзитних поїздів водою здійснюється за попередньою заявкою, відповідно до місцевих Технологічних процесів.

Заправка паливом

Екіпірування пасажирських вагонів паливом визначається АТ "Укрзалізниця". Паливні склади повинні бути обладнані для забезпечення вагонів вугіллям та

дровами під час опалювального сезону. Вони мають мати необхідне обладнання, транспортні засоби, решітки для сортування вугілля та протипожежний інвентар. Забезпеченість вугіллям і дровами повинна відповідати двомісячній нормі. Екіпірування може відбуватися різними методами, включаючи транспортування вугілля та розкладання у вагони вугільні ящики від екіпірувальника. Для ефективності може використовуватися естакада під час руху поїзда. Вагони далекого сполучення екіпіруються вугіллям повністю. Пасажирські поїзди з оборотом до 48 годин екіпіруються вугіллям на весь рейс у пунктах формування, а транзитні поїзди отримують паливо за попередньою заявкою.

Екіпірування вагонів постільною білизною та постільними речами

Для гарантування комфортних умов для пасажирів на залізничному транспорті перед відправленням кожного поїзда важливо забезпечити належним інвентарем, таким як постільна білизна та м'який інвентар. Цей процес, відомий як екіпірування, відбувається в пунктах формування та охоплює такі аспекти, як приймання, зберігання, транспортування та видача відповідного майна.

Бази обслуговування пасажирів або екіпірувальні дільниці відповідають за забезпечення пасажирських вагонів інвентарним майном, постільною білизною та м'яким інвентарем згідно з графіком. Головна мета - забезпечити необхідний запас при максимальних пасажирських перевезеннях.

Основні етапи екіпірування включають:

- приймання та зберігання: бази обслуговування пасажирів приймають і зберігають необхідні предмети інвентарю та постільну білизну. Запаси повинні враховувати розклади руху поїздів та кількість пасажирів;
- транспортування: за необхідності, екіпірувальні дільниці можуть використовувати транспортні засоби для перевезення інвентарю та білизни на колії відстою поїзда;
- видача та постачання: команда екіпірувальників здійснює видачу необхідного майна для кожного вагона. Постачання відбувається відповідно до графіка перед відправленням поїзда;
- облік та контроль: бухгалтерія веде облік матеріальних цінностей, а

екіпірувальники контролюють якість і кількість майна при видачі.

Цей процес дозволяє підтримувати високий стандарт обслуговування пасажирів на залізничному транспорті, забезпечуючи їм необхідний комфорт та зручність під час подорожей.

Технологічні операції екіпірувальника при здачі вагонів ППВ для рейсу

Екіпірувальник здає вагони ППВ, що вирушають у рейс, відповідно до алгоритму контролю якості прибирання пасажирських вагонів. Цей процес включає такі етапи:

- особистий огляд вагонів: перед передачею вагону провіднику, бригадир особисто перевіряє якість підготовки вагона, дотримання стандартів та наявність необхідних матеріалів для комфортної подорожі;

- прийомка продукції: бригадир здає ППВ отриману продукцію, постільну білизну та інші матеріали, отримані для використання поїзною бригадою, і фіксує це відміткою у документах та накладних;

- передача відомостей: додаткові екземпляри накладних передаються майстру цеху з підготовки пасажирських вагонів для зберігання до моменту звіту за отриманою продукцією;

- відмітки в журналах: бригадир робить відмітки у журналі ВУ-8 та ВУ-14, підтверджуючи готовність поїзда до рейсу та передачу матеріалів;

- відповідальність за якість: в разі виявлення неякісного прибирання вагону після передачі, відповідальність несе ППВ;

- повернення на територію: після здачі вагонів екіпірувальник повертається на територію ремонтно-екіпірувального парку;

- підготовка провідників: після прийому вагонів провідники отримують необхідні матеріали для роботи та забезпечують охорону вагонів до початку посадки пасажирів на станції згідно з графіком.

Організація приймання складів поїздів перед відправленням в рейс

Організація приймання складів поїздів перед відправленням в рейс включає ретельний огляд різних аспектів. Графік роботи бригади провідників, закріпленої за поїздом, спроектований для забезпечення ефективного приймання вагонів після

технічного обслуговування та екіпіровки.

Приймання вагонів провідниками включає перевірку санітарного стану, якості екіпіровки, наявності води та інвентарю. Також проводиться технічна перевірка різних систем, включаючи гальма, з'єднання між вагонами, сигналізаційні системи та інше.

В опалювальний сезон провідники докладають додаткових зусиль для перевірки опалювальної системи, забезпечення водою та інвентарем. Інвентарне майно приймається по опису, а в разі нестачі провідники взаємодіють з екіпірувальниками для поповнення.

Начальник поїзда проводить опитування провідників щодо готовності вагонів у рейс і реєструє цю інформацію в книзі готовності складу поїзда.

Підготовлені до відправлення склади перевіряються комісією за дві години до відправлення. Члени комісії перевіряють технічний та санітарний стан вагонів, наявність необхідних матеріалів та умови зберігання продукції. Результати огляду фіксуються актом та реєструються у рейсовому журналі (ВУ-6).

Вимоги до охорони праці та пожежної безпеки

Вимоги до охорони праці та пожежної безпеки включають дотримання інструкцій, нормативів та експлуатаційної документації. Екіпірувальники повинні мати спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту відповідно до стандартів.

Інструменти повинні відповідати вимогам безпеки при роботі. Перед початком роботи екіпірувальник повинен правильно одягнутися.

Прибирання вагонів можливе лише за дозволом оператора ремонтно-екіпірувального парку та врахуванням системи централізованого огороження. Приготування миючих засобів повинно відповідати вимогам охорони праці та регламентам виробників.

Працівникам забороняється виконувати ряд дій, таких як зберігання палива у небезпечних місцях та використання легкозаймистих речовин.

Також встановлені правила безпеки на залізничних коліях, які включають використання сигнальних жилетів та обмеження дій поблизу рухомого складу.

Персонал також повинен дотримуватися правил протипожежної безпеки, уникати використання горючих та легкозаймистих речовин під час прибирання та дотримуватись встановлених протипожежних режимів [28].

3.2 Основні шляхи удосконалення типового технологічного процесу підготовки пасажирських вагонів до перевезень

Технологічний процес підготовки пасажирських вагонів для перевезення, який описаний у попередньому розділі вимагає систематичного та прогресивного вдосконалення для оптимізації його функціонування, поліпшення умов праці та скорочення часових затримок. Розглянемо конкретні напрями удосконалення, які можуть бути впроваджені без значних фінансових витрат:

Організація приймання складів поїздів перед відправленням в рейс:

Графік роботи бригади провідників:

Проблема: Неоптимальний графік роботи, що призводить до затримок.

Рішення: Розробка інтегрованої системи планування, яка враховує технічне обслуговування, екіпірування та індивідуальні графіки.

Очікуваний ефект: Зменшення часу очікування та підвищення продуктивності.

Покращення процедур приймання вагонів:

Проблема: Тривалість перевірок санітарного та технічного стану вагонів.

Рішення: Використання технологій сканування та візуального контролю для автоматизації перевірок.

Очікуваний ефект: Збільшення точності та швидкості перевірок.

Вимоги до охорони праці та пожежної безпеки:

Оптимізація процесу екіпірування:

Проблема: Ризик нещасних випадків через неналежний одяг та застосування засобів індивідуального захисту.

Рішення: Розробка чітких стандартів та тренінгів щодо правильного застосування та догляду за індивідуальним захистом.

Очікуваний ефект: Зниження нещасних випадків та однаковий рівень захисту для всіх працівників.

Контроль за дотриманням правил:

Проблема: Порухення правил охорони праці.

Рішення: Впровадження системи електронного моніторингу для автоматичного контролю за дотриманням працівниками встановлених правил.

Очікуваний ефект: Збільшення відповідальності працівників, уникнення порушень правил.

Підготовка до відправлення в рейс складів поїздів:

Оптимізація комісії перед відправленням:

Проблема: Тривалість процесу підготовки до відправлення.

Рішення: Використання цифрової платформи для проведення комісії та звітності.

Очікуваний ефект: Зменшення часових затримок та оптимізація процесу підготовки до відправлення.

Підготовка прибирання вагонів всередині:

Оптимізація дозволів на прибирання:

Проблема: Затримки в отриманні дозволів для початку робіт.

Рішення: Автоматизація видачі дозволів через централізовану систему зв'язку.

Очікуваний ефект: Швидше видача дозволів та забезпечення ефективного контролю.

Екіпірування та мийка вагонів:

Вдосконалення використання дезінфікуючих засобів:

Проблема: Застосування неефективних засобів для дезінфікації.

Рішення: Дослідження та впровадження інноваційних засобів для безпечного та ефективного дезінфікування.

Очікуваний ефект: Підвищення стандартів гігієни та захисту від інфекційних захворювань.

Ці кроки спрямовані на точкове вдосконалення робочих процесів, адаптацію сучасних технологій для підвищення продуктивності та безпеки працівників, а також зниження часових затримок під час підготовки складів поїзді.

4 НОВІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ У РЕЙС

4.1 Класичні рішення щодо поліпшення ефективності підготовки пасажирських вагонів до перевезень

В умовах постійного технічного прогресу та стрімкого розвитку транспорту важливо не лише відповідати сучасним вимогам, але і активно впроваджувати інновації для оптимізації процесів.

Модульна конструкція вагонів

Уніфіковані металоконструкції та блочно-модульний підхід

Модульна конструкція пасажирських вагонів, заснована на уніфікованих металоконструкціях та блочно-модульному підході, становить інноваційний крок у розвитку залізничного транспорту. Уніфікованість усіх ключових елементів, включаючи кузов, ходові частини, вузли та системи, такі як електрообладнання, опалення, вентиляція, кондиціонування повітря, управління та діагностика, визначає основну структуру нових вагонів (рис. 2).

Цей новаторський підхід використовує концепцію блочно-модульного виконання, що суттєво спрощує не лише процес обслуговування, але ремонту вагонів. За рахунок використання уніфікованих елементів можна досягти значної економії у витратах на експлуатацію та обслуговування, що важливо для підвищення конкурентоспроможності.

Важливим аспектом уніфікації є також спрощення процесу обслуговування завдяки стандартизації запчастин та обладнання. Це зробить процес технічного обслуговування більш ефективним і швидким. Зокрема, ця технологія дозволяє централізовано виявляти та усувати несправності, зменшуючи час, який витрачається на реагування на технічні проблеми.

Уніфікація не лише сприяє ефективному використанню ресурсів, але й підвищує продуктивність роботи екіпажів та обслуговуючого персоналу. Такий підхід забезпечує оптимальне використання технічних рішень для досягнення максимальної ефективності у сфері пасажирських перевезень [29-33].

Системи діагностики та безпеки

Передові системи діагностики та контролю за безпекою

Передові системи діагностики та контролю за безпекою в пасажирських вагонах

відкривають нові перспективи для забезпечення найвищого рівня безпеки та ефективності у залізничних перевезеннях. Запровадження систем контролю за замиканнями, нагрівом букс, станом електропроводів та повітряним середовищем дозволяє виявляти потенційні проблеми на ранніх стадіях, забезпечуючи оперативне їх вирішення та попереджуючи можливі аварійні ситуації.

Особливу увагу слід приділити системам пожежної сигналізації, які оснащені не лише контролем температури, але і здатністю виявлення задимлення. Такі системи не тільки ефективно реагують на виникнення пожежі, але й сприяють оперативному інформуванню пасажирів та екіпажу, роблячи подорож ще більш безпечною та комфортною [33-37].

Обладнання для підготовки в рейс

Спеціалізоване обладнання для оптимізації підготовки вагонів до рейсу

Використання спеціалізованого обладнання є важливою складовою для забезпечення швидкої та ефективної підготовки пасажирських вагонів до рейсу. Комплекти для заправки водою, прийому стоків, відтаювання вагонів та внутрішнього прибирання впроваджують сучасні технології, що роблять процес підготовки не лише більш ефективним, але й економічно вигідним. Застосування цього обладнання дозволяє значно зменшити час, потрібний для технічного обслуговування вагонів, підвищуючи загальну продуктивність та забезпечуючи високий стандарт безпеки та комфорту для пасажирів.

Модульні комплекти для заправки водою

Модульні комплекти для заправки водою є важливою складовою системи обслуговування пасажирських вагонів, дозволяючи швидко та ефективно забезпечувати вагони необхідними ресурсами. Успішне впровадження цього обладнання вимагає уважного врахування особливостей конструкцій різних моделей вагонів, таких як розташування заправочних штуцерів, що стає ключовим елементом оптимізації процесу технічного обслуговування та підготовки вагонів до рейсу.

Комплекти для прийому стоків та очищення вагонів

Комплекти для прийому стоків та очищення вагонів є необхідною складовою для збереження чистоти та гігієни у салонах та санітарних приміщеннях вагонів. Вони включають в себе устаткування для відведення стоків, комплекти для внутрішнього прибирання, а також спеціалізовані засоби для санітарної обробки вагонів [37-42].

Комплекти для відтаювання вагонів

Комплекти для відтаювання вагонів є особливо важливими в зимовий період. Вони дозволяють зняти льодяні нарости з ходових частин та підвагонного обладнання вагонів, забезпечуючи безпеку та надійність руху поїзда в усі сезони.

Системи внутрішнього прибирання та прийому відходів

Системи внутрішнього прибирання та прийому відходів спрощують процес очищення вагонів та зменшують час, необхідний для цього. Застосування сучасних технологій та спеціалізованого обладнання дозволяє проводити різні види прибирання, включаючи мокре та сухе, з використанням миючих та дезінфікуючих розчинів.



Рисунок 2 – Рішення щодо поліпшення ефективності підготовки пасажирських вагонів до перевезень [42-45]

Нові технічні рішення в напрямку підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів до рейсу визначають нові стандарти у сфері залізничного транспорту. Модульна конструкція, системи діагностики та безпеки, а також спеціалізоване обладнання для підготовки в рейс дозволяють підняти якість обслуговування, зменшити витрати та забезпечити безпеку та комфорт пасажирів.

4.2 Використання штучного інтелекту у системі підготовки пасажирських вагонів до перевезень

Застосування штучного інтелекту в сфері діагностики та обслуговування вагонів відкриває широкі перспективи для автоматизації процесів, покращення безпеки та зниження витрат на експлуатацію. У цьому контексті розгляд новітніх технологічних

рішень для підготовки пасажирських вагонів стає актуальним завданням, яке впливає на ефективність та якість пасажирських перевезень [45-50].

Системи автоматизованої діагностики на основі штучного інтелекту

Застосування штучного інтелекту в залізничному транспорті дозволяє розробляти системи, які автоматично визначають стан пасажирських вагонів та їхнього обладнання. Це включає в себе використання передових алгоритмів та нейронних мереж для забезпечення точної та ефективної діагностики.

Прогнозування поломок та термінів служби

Системи штучного інтелекту, такі як системи машинного навчання, забезпечують можливість прогнозування можливих поломок та визначення оптимального графіка технічного обслуговування. Це дозволяє уникнути аварійних ситуацій та збільшити термін служби обладнання.

Аналіз даних з сенсорів та датчиків

Розроблені інтелектуальні системи можуть ефективно обробляти великий обсяг даних, які надходять з різноманітних сенсорів і датчиків, вбудованих у вагони (рис. 3).

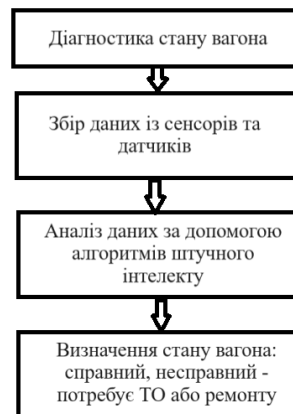


Рисунок 3 - Основні етапи процесу діагностики стану вагонів за допомогою штучного інтелекту

Це дозволяє не лише моніторити стан обладнання, а й передбачати можливі поломки та здійснювати превентивне технічне обслуговування.

Навчання на основі умов експлуатації

Інтелектуальні системи можуть навчатися в режимі реального часу, адаптуючись до конкретних умов експлуатації різних типів вагонів. Це важливо для забезпечення оптимального функціонування та підтримки пасажирських вагонів.

Реакція в реальному часі

Інтелектуальні системи діагностики забезпечують аналіз в реальному часі, що дозволяє оперативно реагувати на виявлені проблеми. Це зменшує час відгуку та покращує загальну безпеку та ефективність систем [51-52].

Зменшення часу на технічне обслуговування та ремонт

Автоматизовані системи на основі штучного інтелекту значно зменшують час, необхідний для технічного обслуговування та ремонту вагонів. Це важливо для забезпечення безперебійної експлуатації пасажирських перевезень.

Прогнозування залишкового ресурсу обладнання

Застосування штучного інтелекту дозволяє прогнозувати залишковий ресурс обладнання, визначаючи оптимальний момент для його заміни чи ремонту. Це сприяє ефективному управлінню ресурсами та зниженню витрат на експлуатацію.

Підвищення рівня безпеки та надійності

Інтеграція інтелектуальних систем діагностики в пасажирські вагони сприяє підвищенню рівня безпеки та надійності руху поїздів. Це важливо для забезпечення комфорту та безпеки пасажирів.

Зниження витрат на експлуатацію та обслуговування

Застосування штучного інтелекту в діагностиці пасажирських вагонів дозволяє зменшити витрати на експлуатацію та обслуговування. Автоматизовані процеси технічного обслуговування сприяють оптимізації робочих процесів та раціональному використанню ресурсів [52-55].

Підвищення продуктивності вагонів

Впровадження інтелектуальних систем діагностики сприяє підвищенню продуктивності пасажирських вагонів. Забезпечуючи швидку та ефективну реакцію на потенційні проблеми, вони забезпечують неперервний та ефективний рух поїздів.

Впровадження новітніх технічних рішень на основі штучного інтелекту у сфері підготовки пасажирських вагонів визначає новий рівень розвитку залізничного транспорту. Автоматизовані системи діагностики, аналізу та прогнозування не лише спрощують технічне обслуговування, а й дозволяють попереджати можливі поломки, забезпечуючи надійність та безпеку руху поїздів. Ці технологічні інновації не тільки зменшують витрати, а й покращують якість обслуговування, роблячи подорож пасажирів більш комфортною та безпечною.

5 МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, ЯКІ МОЖНА ВИКОРИСТАТИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ У РЕЙС

Ефективне використання рухомого складу вимагає детального планування його технічного обслуговування та ремонту. Тому таким важливим є пошук оптимізаційних методів, які можуть підвищити продуктивність рухомого складу та зменшити витрати у цьому сегменті транспортної системи. Однією з ключових аспектів, які варто враховувати у контексті управління рухомим складом у залізничному транспорті, є проблематика непередбачуваних ситуацій та нестабільних умов експлуатації. Важливо розуміти, що практична реалізація планів повинна бути готовою враховувати можливі аварії чи відмови у роботі рухомого складу, що може виникнути у будь-який момент.

Один із підходів до вирішення цих викликів полягає у використанні методу гнучкого оновлення стратегій як методу регулярного оновлення планів з урахуванням нової інформації. Гнучке оновлення стратегій виступає важливим інструментом, який дозволяє системі оперативно адаптуватися до змін у навколишньому середовищі, надаючи можливість регулярно оновлювати планування відповідно до надходження нових даних. У практичному сенсі це означає, що плани технічного обслуговування та ремонту повинні бути гнучкими і адаптованими, здатними враховувати несподівані обставини. Використання гнучкого оновлення стратегій дозволяє ефективно реагувати на аварійні ситуації, максимізуючи при цьому використання рухомого складу та забезпечуючи безперебійність транспортних послуг. Такий підхід сприяє не лише попередженню можливих проблем, але й забезпечує оптимальне використання ресурсів, зменшуючи витрати та підвищуючи загальну ефективність залізничного транспорту. Гнучкість управління рухомим складом стає ключовою у вирішенні викликів, пов'язаних з нестабільністю умов експлуатації та непередбачуваними обставинами в цій важливій галузі транспорту.

Загальний процес оперативного планування пасажирських перевезень, який, як правило, включає в себе визначення розкладу, графіку використання рухомого складу, призначення рухомого складу, графіку бригад та списків бригад. На рис. 4

продемонстровано процес планування, запропонований у статті [57]. На основі попиту на обслуговування складається відповідний розклад, що містить всі поїздки з конкретними годинами відправлення та прибуття на кожній станції маршруту. Згідно із зазначеним розкладом, через процеси планування використання рухомого складу та планування використання бригад формується графік використання рухомого складу (також відомий як графік використання) та графік бригади.

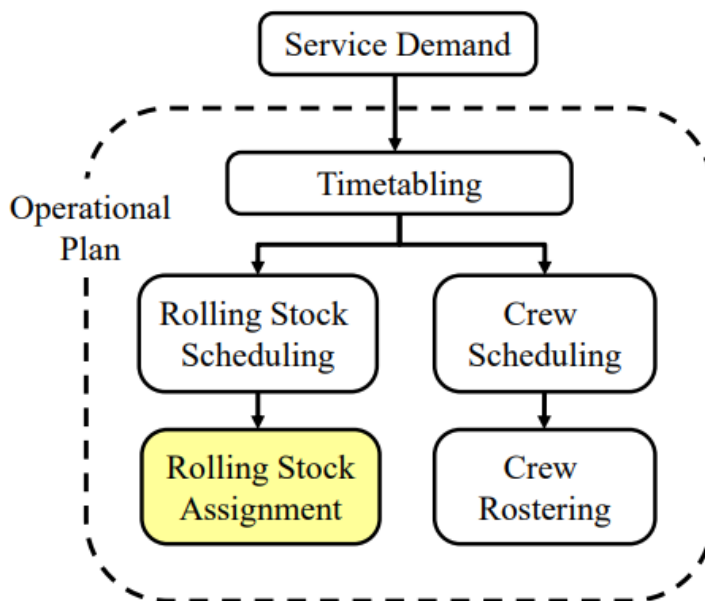


Рисунок 4 – Планування процесу пасажирських перевезень, яке запропоноване у статті [57]

Графік використання рухомого складу має кілька шляхів виконання, і кожен із них містить або послідовність поїздок протягом визначеного періоду, або конкретне завдання з технічного обслуговування. Поїздки з'єднані згідно з декількома практичними вимогами, такими як доступність рухомого складу, час обороту та місткість станцій. На підставі графіка конкретні поїзди призначаються для обслуговування усіх шляхів використання під час щоденної експлуатації, дотримуючись вимог технічного обслуговування, обмежень депо та правил руху.

5.1 Точна оптимізаційна модель використання рухомого складу

У статті [57] розглянуто два основних підходи до розв'язання задачі планування перевезень: точну оптимізаційну модель і гібридний евристичний метод. Точна модель надає оптимальні рішення, але вимагає багато часу на

проведення обчислювання. Відповідно до даної моделі один день розбивається на дві часові інтервали (тобто 0:0011:59 і 12:0023:59), оскільки використання рухомого складу може починатися та закінчуватися як вранці, так і вдень. Більше того, один денний маршрут слідування рухомого складу може бути розділений на кілька часткових шляхів [57-62]. Поїзд, призначений для певного маршруту, повинен завершити обслуговування у всіх часткових шляхах цього шляху.

У практиці загальна кількість доступних поїздів щодня повинна бути достатньою для обслуговування кількох маршрутів слідування. Зайві поїзди можуть використовуватися як запас у випадку аварій. У оптимізаційній моделі поїзд має чотири можливі стани: призначений для маршруту слідування без щоденної перевірки, призначений для маршруту слідування з щоденною перевіркою, призначений для щоденної перевірки та без призначення. Оптимізаційна модель спрямована на мінімізацію загальних витрат на експлуатацію, пов'язаних із призначенням рухомого складу для конкретного маршруту слідування. Очікуваним результатом має бути включення двох частин: планів призначення рухомого складу протягом планового періоду та планів технічного обслуговування. Для відображення цих двох планів використовуються вісім видів рішень у моделі. Ці змінні включають чотири позитивних (зі знаком +) і чотири бінарні змінні [62-66].

Математична модель лінійного програмування змішаного типу показана нижче:

Min

$$C^A + C^E \sum_{v \in V} \sum_{k \in K} \sum_{i \in I^k \cup I_A^k} x_{i,v,k} + \sum_{v \in V} \sum_{k \in K} \sum_{i \in I^k \cup I_A^k} C_{i,v,k} x_{i,v,k} + W \sum_{v \in V} \sum_{k \in K} (d_{v,k}^{A1} + d_{v,k}^{A2} + d_{v,k}^{B1} + d_{v,k}^{B2}), \quad (1)$$

$$\sum_{u \in U} q_{i,u,k} = 1, \quad \forall k \in K, i \in I^k \cup I_A^k, \quad (2)$$

$$\sum_{v \in V^u} x_{i,u,k} = N_{i,u,k} q_{i,u,k}, \quad \forall k \in K, u \in U, i \in I^k \cup I_A^k, \quad (3)$$

$$x_{j,v,k} = x_{j,v,k-1} \forall k \in K, \quad v \in V, \quad j \in I^k \cup I_A^k, i \in I^k \cup I_A^k, (i, j) \in O^k \quad (4)$$

$$T_{j,k} - F_{i,k-1} \geq H - M(2 - x_{j,v,k} - x_{j,v,k-1}) \forall k \in K, v \in V, j \in I^k \cup I_A^k, i \in I^k \cup I_A^k, (i,j) \in L^k \quad (5)$$

$$d_{v,k}^{A1} \geq \sum_{i \in I^k} P_i x_{i,v,k} - M y_{v,k} - M z_{v,k}, \forall k \in K, v \in V, \quad (6)$$

$$d_{v,k}^{A2} \geq d_{v,k-1}^{A2} + \sum_{i \in I^k} S_i x_{i,v,k} - M y_{v,k} - M z_{v,k}, \forall k \in K, v \in V, \quad (7)$$

$$d_{v,k}^{B1} \geq d_{v,k-1}^{B1} + \sum_{i \in I^k} P_i x_{i,v,k} - M y_{v,k}, \forall k \in K, v \in V, \quad (8)$$

$$d_{v,k}^{B2} \geq d_{v,k-1}^{B2} + \sum_{i \in I^k} S_i x_{i,v,k} - M y_{v,k}, \forall k \in K, v \in V, \quad (9)$$

$$d_{v,k}^R \leq D^R, \quad \forall k \in K, v \in V, R = A1, A2, B1, B2 \quad (10)$$

$$\sum_{i \in I^k \cup I_A^k} x_{i,v,k} = 1 - y_{v,k}, \quad \forall k \in K, v \in V \quad (11)$$

$$\sum_{i \in I^k \cup I_A^k} x_{i,v,k} \geq z_{v,k}, \quad \forall k \in K, v \in V \quad (12)$$

$$\sum_{i \in I^k \cup I_A^k} y_{v,k} \leq G, \quad \forall k \in K, \quad (13)$$

$$\sum_{v \in V} \sum_{k \in K} y_{v,k} \geq Q, \quad (14)$$

$$y_{v,k} = y_{v,k+1} \quad \forall k \in K, v \in V, \quad (15)$$

$$x_{i,v,k} \in \{0,1\} \quad \forall k \in K, v \in V, i \in I^k \cup I_A^k \quad (16)$$

$$y_{v,k}, z_{v,k} \in \{0,1\} \quad \forall k \in K, v \in V, \quad (17)$$

$$d_{v,k}^R \geq 0 \quad \forall k \in K, v \in V, R = A1, A2, B1, B2 \quad (18)$$

Оптимізаційна модель спрямована на ефективне використання рухомого складу, мінімізуючи витрати на експлуатацію, що включають п'ять термінів. Перші два терміни представляють витрати на щоденну і щомісячну перевірку, відповідно. Третій термін включає витрати на перевезення без пасажирів під час заміни рухомого складу або непередбачених аварій. Четвертий термін представляє витрати на заміну небажаних поїздів, призначених для конкретного

маршруту використання. Останній компонент цільової функції - це фіктивні витрати, які разом з обмеженнями (6) - (9) забезпечують обнулення кумулятивних днів експлуатації та пробігу після конкретного технічного обслуговування. Таким чином, W - це дуже мале число, і значення останнього компонента менше 1, щоб ці фіктивні витрати не впливали на оптимальний рішення.

Обмеження визначають параметри та умови для оптимізаційної моделі (див. формули 2-18):

1. Для кожного шляху в кожному часовому інтервалі повинен бути призначений лише один тип рухомого складу, і кількість призначених поїздів цього типу повинна відповідати вимогам (2) – (3).

2. Всі часткові маршрути одного маршруту повинні обслуговуватися однаковим рухомим складом (4).

3. Рухомий склад має достатньо часу для переходу між маршрутами від одного до іншого (5).

4. Умови для оптимального планування і використання рухомого складу з урахуванням проведених перевірок та забезпечення технічної справності рухомого складу (6) – (10).

5. Рухомий склад під час щомісячних перевірок не може бути призначений жодному маршруту (11).

6. Рухомий склад, що потребує щоденної перевірки, повинен бути призначений маршруту з цією перевіркою (12).

7. Кількість рухомого складу під час щомісячної перевірки в одному часовому інтервалі не повинна перевищувати місткість депо (13).

8. Забезпечення мінімальної кількості щомісячних перевірок протягом планового періоду (14).

9. Інспекції повинні починатися і закінчуватися відповідно до графіка робочого дня (15).

10. Визначення типу кожної рішення у моделі (позитивної або бінарної) (16) - (18).

5.2 Гібридна модель використання рухомого складу

У дослідженні [57] також детально розроблено гібридну евристичну модель

для оптимізації використання рухомого складу з урахуванням невизначеності та динамічної умови технічного обслуговування. Модель поєднує евристичні правила та оптимізаційну модель змішаного цілочислового програмування (MIP).

Основною метою є мінімізація вартості обслуговування рухомого складу, яка включає витрати на щомісячне (DI) та щоденне (MI) технічне обслуговування, заміну поїздів та витрати на пересування порожніх поїздів. Модель дозволяє знайти оптимальний план призначення поїздів та план технічного обслуговування.

Гібридна евристична модель складається з чотирьох фаз:

Крок 1.1: для часового слоту k , поїзди в множині V^U сортуються за зростанням значення $D^{Bl} - d_{v,k}^{B1}$.

Крок 1.2: поїзди, для яких $D^{Bl} - d_{v,k}^{B1} = 0$, призначаються на щомісячну перевірку (MI).

Крок 1.3: для кожного поїзда v в множині V^U , припускається, що маршрут, призначений v в часовому слоті $k-1$, є i .

Крок 1.3.1: Якщо $P_i \leq D^{Bl} - d_{v,k}^{B1}$, поїзд v призначається маршруту i і видаляється маршруту i з I^k .

Крок 1.3.2: Якщо $P_j = D^{Bl} - d_{v,k}^{B1}$, і мінімальний буфер з'єднання ($\min\{T_{j,k} - F_{i,k}\} \geq 2$), v призначається маршруту j і видаляється маршрут j з I^k .

Крок 1.3.3: Якщо $l = \operatorname{argmax}\{P_j\} < D^{Bl} - d_{v,k}^{B1}$, v призначається маршруту l і видаляється маршрут l з I^k .

Крок 1.3.4: В іншому випадку v розміщується в множину V^R .

Фаза 2: Призначення звичайних поїздів

Фаза 2 стосується поїздів з нижчим ступенем важливості, тобто тих, які не потребують щомісячної перевірки в найближчі дні. Принцип цього призначення полягає в повторенні попередніх маршрутів використання для цих поїздів, якщо це можливо.

Крок 2.1: Для часового слоту k ініціалізуються множини V^U та маршрути використання I^k .

Крок 2.2: Для кожного поїзда v в V^U , припускається, що маршрут,

призначений v в часовому слоті $k-1$, $\in i$. Поїзд v призначається маршруту i , якщо $i \in I^k$. В іншому випадку v розміщується в множину V^R .

Фаза 3: оптимізація непризначених поїздів [64-68]

Після фаз 1 і 2 можуть залишитися непризначені поїзди (V^R) та маршрути. Призначення цих залишених ресурсів в цій фазі здійснюється за допомогою оптимізаційної моделі, введеної в попередньому розділі.

Крок 3.1: V^R та I^k є параметрами оптимізаційної моделі.

Крок 3.2: Результати призначення для часового слоту k виводяться з оптимізаційної моделі.

Фаза 4: Оновлення накопичених значень

Накопичені значення кожного поїзда оновлюються після визначення всіх призначень для часового слоту k .

Крок 4.1: Для кожного поїзда v , якщо v призначено на щомісячну перевірку, встановлюється $d_{v,k}^{B1} = 0$. В іншому випадку $d_{v,k}^{B1} = d_{v,k}^{B1} + P^i$, де P^i – проміжок часу, яку поїзд v витрачає на шлях, призначений йому.

Крок 4.2: Призначення для поточного часового слоту k ($k \in K$) завершено.

Крок 4.3: Усі фази повторюються до останнього часового слоту [68-70].

Підсумуємо вищенаведене. У цій фазі 1 розглядаються терміновані поїзди, для яких кумулятивна кількість робочих днів перевищує верхню межу щомісячної перевірки (MI), що називається D^{B1} . Наприклад, якщо $D^{B1} = 90$, а найбільший можливий маршрут ($P4$) має 4 робочі дні ($\max\{P^i\}$), то поїзди, для яких кумулятивна кількість днів перевищує 86 ($D^{B1} - \max\{P^i\} = 90 - 4$), попадають у множину V^U (терміновані поїзди). Далі поїзди з множини V^U обробляються: спершу обробляється поїзд $v1$, який призначається шляху $P2$. Для поїзда $v2$, який має 2 дні до MI, виконується його призначення на шлях $P2$.

Фаза 2: обробляються неперспективні поїзди ($\text{set}V^U$). Наприклад, поїзд $v3$ продовжує обслуговування маршруту $P3$, але поїзд $v4$ залишається непризначеним, тому він попадає до множини V^R (непризначені поїзди).

Фаза 3: обробляються непризначені поїзди (V^R) і маршрути, які не були призначені раніше (I^k), використовуючи математичну програму для

цілочисельного програмування (MIP).

Фаза 4: Остання фаза – оновлення статусу всіх поїздів після визначення призначень для дня 1. Оновлення стане основою для подальших етапів (рис. 5).

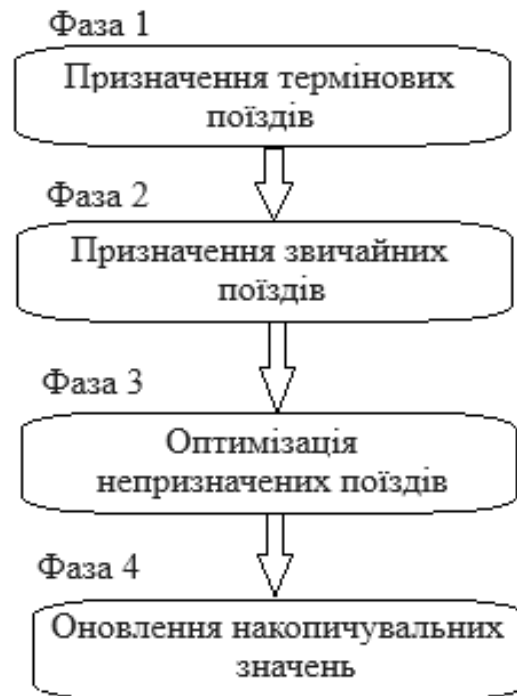


Рисунок 5 - Гібридна модель використання рухомого складу

Призначення поїздів можуть перетинатися через декілька днів і для цього важливо визначити адекватний горизонт прийняття рішень. Реальний експлуатаційний стан поїздів може відрізнятись від плану через непередбачені обставини, і тому потрібна гнучкість для корекції планів. Запропонований гібридний евристичний процес використовує гнучкий процес - оптимізацію щоденного планування, що дозволяє враховувати зміни в експлуатаційних умовах поїздів, підвищує ефективність використання рухомого складу, скорочуючи час отримання оптимального рішення з годин до секунд порівняно з ручним процесом. Модель демонструє перевагу порівнянні з точною оптимізаційною моделлю на приблизно 5%.

Підсумовуючи вищенаведене можна зробити наступні висновки:

- точна оптимізаційна модель дозволяє оптимізувати призначення рухомого складу та плану обслуговування для щоденного рівня експлуатації.
- гібридний евристичний процес значно покращує якість рішень і робочу ефективність порівняно з ручним процесом;

- експерименти, виконані у роботі [57] показали, що гібридний евристичний процес призводить до збільшення ефективності використання рухомого складу та суттєвого скорочення часу розв'язання проблем, що виникають;

- використання розробленого інструменту може служити практичним рішенням для залізниць для покращенню ефективності та продуктивності планування перевезень;

- дослідження, виконані у [57] надають конкретні інструменти та методи для оптимізації використання рухомого складу в залізничній галузі, що може бути важливим внеском у підвищення ефективності та забезпечення стабільності експлуатації.

5.3 Математична модель обслуговування пасажирських вагонів, розроблена у програмному середовищі AnyLogic

У роботі [71] розроблена перспективна модель симуляції для обслуговування та ремонту пасажирського рухомого складу, використовуючи середовище AnyLogic та поєднуючи системну динаміку, дискретно-подійне моделювання та моделювання на основі агентів.

Система представлена у вигляді графа станів з різними станами для пасажирських вагонів, включаючи справний стан, вихід із ладу при експлуатації, вихід із ладу та несправний стан, стан після запланованого технічного обслуговування, після ремонту в депо або капітального ремонту та кінцевий стан обслуговування. Переходи між цими станами описані системою диференціальних рівнянь.

Модель встановлює кілька етапів: введення класів агентів, створення структурованої діаграми потоку моделі та визначення параметрів, таких як пробіг вагонів, час між ремонтами та час простою під час обслуговування. На першому етапі побудови моделі вводиться кілька класів агентів з бібліотеки моделювання процесів, а також елементи станової діаграми та системної динаміки агента. Моделювання системи обслуговування пасажирського рухомого складу неможливе без створення алгоритму обробки даних та розрахунків. Другий етап побудови моделі - це структурована діаграма обслуговування пасажирського вагона, представлена на рисунку 7.

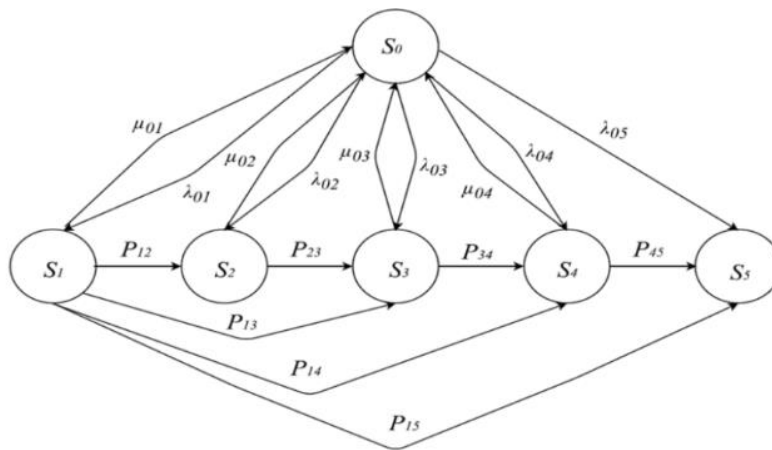


Рисунок 6 – Граф стану вагона в системі: S_0 – справний; S_1 – не працює в робочому стані; S_2 – не працює і не може бути відновлений; S_3 – несправний стан, який може бути відновлений після запланованого технічного обслуговування; S_4 – граничний стан, який може бути відновлений після обслуговування в депо або капітального ремонту; S_5 – граничний стан. P_i – ймовірність переходу пасажирського вагона

Граф стану описується системою диференціальних рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dn_0(t)}{dt} = -\lambda_{01}n_0(t) + \mu_{10}n_0(t) - \lambda_{02}n_0(t) + \mu_{20}n_0(t) - \lambda_{03}n_0(t) + \mu_{30}n_0(t) \\ \quad - \lambda_{04}n_0(t) + \mu_{40}n_0(t) - \lambda_{05}n_0(t); n_0(t) = N_0; \\ \frac{dn_1(t)}{dt} = \lambda_{01}n_0(t) - \mu_{10}n_1(t); n_1(t) = N_1; \\ \frac{dn_2(t)}{dt} = \lambda_{02}n_0(t) - \mu_{20}n_2(t); n_2(t) = N_2; \\ \frac{dn_3(t)}{dt} = \lambda_{03}n_0(t) - \mu_{30}n_3(t); n_3(t) = N_3; \\ \frac{dn_4(t)}{dt} = \lambda_{04}n_0(t) - \mu_{40}n_4(t); n_4(t) = N_4; \\ \frac{dn_5(t)}{dt} = \lambda_{05}n_0(t); n_5(t) = N_5; \\ n_0(t) + n_1(t) + n_2(t) + n_3(t) + n_4(t) + n_5(t) = N_0, \end{array} \right. \quad (19)$$

Результати моделювання включають дані щодо зміни індексу справності, рівня витрат на обслуговування та ремонт, а також середньої відстані між пунктом обслуговування та місцем експлуатації рухомого складу. Зміна індексу справності залежить від інтенсивності ремонту, а витрати змінюються в залежності від типу проведеного обслуговування та ремонту.

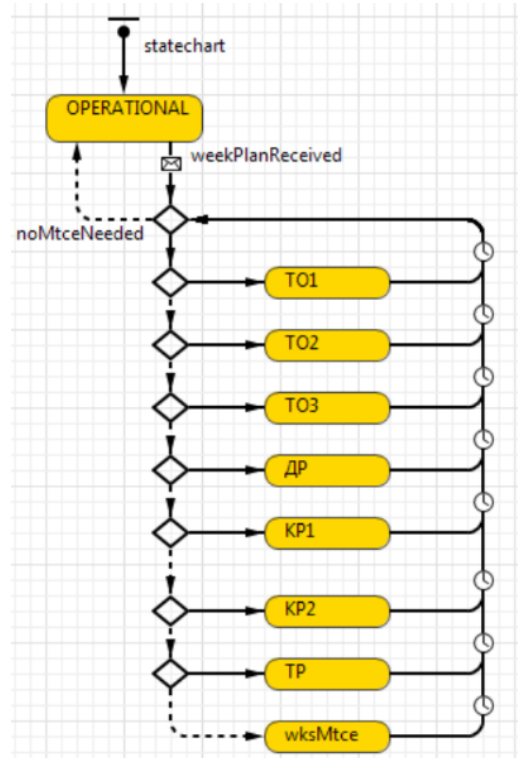


Рисунок 7 – Структурована діаграма моделі обслуговування пасажирського вагона

Модель симуляції дозволяє планувати та керувати обслуговуванням та ремонтом, а також аналізувати розвиток служби обслуговування в залізничній мережі. Її основна мета - розробка оптимальних стратегій ремонту, забезпечення високого рівня готовності пасажирського рухомого складу та мінімізація витрат часу та фінансових ресурсів.

Модель враховує витрати на технічне обслуговування та ремонт, залежно від типу та тривалості проведених заходів, що дозволяє аналізувати економічну ефективність різних стратегій. За допомогою розробленої моделі можна експериментувати та аналізувати різні сценарії обслуговування, оптимізуючи процеси управління обслуговуванням та ремонту для забезпечення високої ефективності та надійності пасажирських перевезень.

Модель також розглядає витрати на технічне обслуговування та ремонт, включаючи планові та непланові види обслуговування та витрати на запасні частини. Це дозволяє здійснювати аналіз економічної ефективності різних стратегій обслуговування та ремонту, сприяючи оптимізації витрат та збереженню фінансових ресурсів.

Розроблена модель базується на різних дослідженнях та методах оптимізації, включаючи ймовірнісне моделювання технічних відмов, різноманітні типи ремонтів та обслуговувань, а також використання інструментів системної динаміки для аналізу та прогнозування динаміки обслуговування рухомого складу.

Модель дозволяє проводити експерименти та аналізувати різні сценарії обслуговування, допомагаючи здійснювати більш обґрунтоване прийняття рішень в галузі технічного обслуговування пасажирського рухомого складу на залізницях. Такий підхід сприяє оптимізації процесів управління обслуговуванням, забезпечуючи високу ефективність та надійність пасажирських перевезень.

Важливо відзначити використання дискретно-подійного моделювання як альтернативного методу для аналізу та управління процесами обслуговування та ремонту. Розроблена модель становить основу для подальших досліджень та оптимізації систем управління обслуговуванням та ремонтом пасажирського рухомого складу з можливістю подальшої інтеграції статистичних даних про відмови рухомого складу.

Модель, наведена у роботі [71] призначена для аналізу та управління процесами обслуговування та ремонту, що є важливим аспектом забезпечення ефективності функціонування залізничного транспорту. Її застосування дозволяє розробляти стратегії технічного обслуговування, планувати ремонти та ефективно управляти ресурсами в галузі пасажирських перевезень.

ВИСНОВКИ

Однією з ефективних стратегій для вирішення цих проблем є розробка та впровадження прогресивних методів, методик, стратегій та засобів діагностування, спрямованих на достовірне визначення технічного стану вагона та виявлення несправностей у його системах і вузлах з метою забезпечення настання залізнично-транспортних пригод, погіршення комфорту пасажирів, які перевозяться та ін.

В зв'язку з цим в роботі вирішені наступні завдання:

- проведений аналіз ефективності поточної системи технічного обслуговування та підготовки пасажирських вагонів, нормативних документів та наукових робіт пов'язаних з підготовкою пасажирських вагонів до перевезень;
- детально досліджено типовий технологічний процес підготовки пасажирських вагонів до перевезень та запропоновані шляхи його удосконалення;
- проаналізований системний підхід до реформування пасажирських перевезень в Україні;
- наведені шляхи та напрямки підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів у рейс;
- досліджені математичні моделі, які можна використати для підвищення ефективності підготовки пасажирських вагонів у рейс.

З організаційного погляду покращення пасажирських перевезень можливе шляхом створення інформаційних платформ як ключового елемента для покращення системи пасажирських перевезень, забезпечуючи пасажирів зручний доступ до важливої інформації та сприяючи підвищенню прозорості. Привертання приватних інвестицій стає стратегічним етапом впровадження європейського досвіду, спрямованого на модернізацію і розвиток інфраструктури пасажирських перевезень. Врахування соціокультурних аспектів включає в себе не лише розробку програм для підвищення транспортної грамотності, а й акцент на позитивній взаємодії між пасажиром та перевізником. Організаційний аспект також передбачає адаптацію до динамічних потреб сучасного суспільства та врахування громадської думки, що визначає гнучкість та успішність реформ у сфері пасажирських перевезень в Україні.

З технічної точки зору впровадження новітніх технологій, зокрема систем на основі штучного інтелекту, в сфері підготовки пасажирських вагонів до перевезень визначає перспективи для значного підвищення ефективності та якості залізничного транспорту. Системи автоматизованої діагностики, основані на передових алгоритмах та нейронних мережах, забезпечують точну та ефективну діагностику стану вагонів та їхнього обладнання, прогнозують можливі поломки та визначають оптимальний графік технічного обслуговування.

Розроблені інтелектуальні системи здатні ефективно обробляти великі обсяги даних, отриманих від сенсорів та датчиків, що вбудовані у вагони, що дозволяє моніторити та передбачати можливі поломки, здійснювати превентивне технічне обслуговування та підтримувати вагони в реальному часі в різних умовах експлуатації. Реакція в реальному часі та зменшення часу на технічне обслуговування та ремонт покращують загальну безпеку та ефективність систем, забезпечуючи безперебійну експлуатацію пасажирських перевезень.

Впровадження інтелектуальних систем діагностики також сприяє ефективному управлінню ресурсами, зменшенню витрат на експлуатацію та продуктивності вагонів. Інтеграція цих технологічних інновацій в пасажирські вагони підвищує рівень безпеки та надійності руху поїздів, роблячи подорожі комфортними та безпечними. Такі технічні рішення визначають новий рівень розвитку залізничного транспорту, спрощуючи технічне обслуговування та забезпечуючи надійність та безпеку пасажирських перевезень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пастух О. В. Аналіз сучасних підходів до визначення економічної ефективності виробничої діяльності підприємств / О. В. Пастух // Проблема підвищення ефективності інфраструктури : зб. наук. пр. – Київ : НАУ, 2007. – Вип. 15. – С. 51–60.
2. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://biocor-tech.com/blog/zerno-ta-viyna>
3. Інструкція з дефектації пасажирських вагонів в експлуатації при автоматизованому контролі технічного стану парку пасажирських вагонів : ЦД-0039 / М-во транспорту України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Головне пасажирське управління . – К., 2005. – 160 с.
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0351-21#Text>.
5. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.Ua/laws/show/z0904-17#Text>
6. Аналіз стану безпеки руху в структурі АТ«Укрзалізниця» у 2018-2023 роках.
7. Борзилов І.Д., Равлюк В.Г., Шевченко К.В. Основи експлуатації та відновлення вагонів/І.Д.Борзилов, В.Г.Равлюк, К.В.Шевченко // Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 66 с
8. Техническоеобслуживание и ремонт пассажирскихвагонов : учеб.-метод. пособие / В.Ф. Лапшин, К. М. Колясов – Екатеринбург: УрГУПС, 2010. – 40 с.
9. Равлюк В. Г. Основи експлуатації та відновлення вагонів / В. Г. Равлюк. — Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Ч. 1. – 71 с.
10. Дацун Ю. М., Саркісян К. М., Коваленко О. С., Клименко О. В. Вплив людського фактора на безпеку руху залізничного транспорту / Ю. М. Дацун, К. М. Саркісян, О. С. Коваленко, О. В. Клименко // Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту, Випуск 184, 2019 - С. 21-26.
11. Баланов В. О. Огляд раціональних шляхів розвитку залізничних перевезень міжнародними транспортними коридорами / В. О. Баланов // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна. - Д., 2013. - Вип. 5: Транспортні системи та технології перевезень. - С. 5-11.

12. Голашевски А. До питання розвитку залізничних перевезень / А. Голашевски //Бюлетень ОСЗ. – 1997. – № 4. – С. 4.

13. Минко Л. М., Стецюк Я. Ю. Залізничний транспорт України: основні тенденції розвитку / Л. М. Минко, Я. Ю. Стецюк / Ефективна економіка № 1, 2017 - С. 5-11.

14. Константинов Д. В., Чорна І. В. Удосконалення процесу просування міжнародних транзитних поїздів залізницями України / Д. В. Константинов, І. В. Чорна //Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту, Випуск 140, 2013 - С. 23-25.

15. Калюжний А. П. Адміністративно-правове регулювання перевезень залізничним транспортом в Україні. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата юридичних наук (доктора філософії) за спеціальністю 12.00.07 - адміністративне право і процес: фінансове право: інформаційне право (081 - Право) / А. П. Калюжний // Науково-дослідний інститут публічного права. Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ. Дніпро, 2023.

16. Організація пасажирських перевезень у міжнародному залізничному сполученні: Навч. посібник / Т. В. Бутько, П. В. Долгополов, Д. В. Константинов та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2023. – 205 с.

17. Конвенція про міжнародні залізничні перевезення (КОТІФ) згідно з текстом протоколу змін від 03.06.1999 р. Офіц. сайт Верховної Ради України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_291#Text.

18. Конвенція про міжнародні залізничні перевезення (КОТІФ) згідно з текстом протоколу змін від 03.06.1999 р. Офіц. сайт Верховної Ради України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_291#Text.

19. Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union. URL: <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/en/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0797>.

20. Directive (EU) 2016/798 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2016 on railway safety. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/en>

/TXT/?uri=CELEX%3A32016L0798.

21. 2002/735/EC: Commission Decision of 30 May 2002 concerning the technical specification for interoperability relating to the rolling stock subsystem of the trans-European high-speed rail system referred to in Article 6(1) of Directive 96/48/EC (Text with EEA relevance) (notified under document number C(2002) 1952). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32002D0735>.

22. Положення про пасажирський поїзд міжнародного сполучення: затв. Радою залізничного транспорту 21.10.2010 р. URL: https://www.zakon.cc/law/document/read/998_506.

23. Єдині правила про технічний допуск залізничного обладнання, що використовується в міжнародному сполученні (АТМФ - Додаток G до 196 Конвенції). Офіц. сайт Верховної Ради України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_291#Text.

24. Регламент ЄС № 1371/2007. Про права та обов'язки пасажирів залізничного транспорту: затв. Європейським парламентом і Радою залізничного транспорту від 23.10.2007 р. URL: <http://doszt.gov.ua/content/media/Reglament-1371-UA.pdf>

25. Столярський О. В. Правове регулювання міжнародних перевезень: навч. посіб. Київ: Знання, 2012 – 318 с.

26. Пероганич Ю. Й. Міжнародні організації у галузі залізничного транспорту і правове регулювання міжнародних залізничних перевезень. Київ: Київ. Нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, 2000 – 84 с.

27. Токарев Д. В., Творонович В. І. Світові практики розвитку пасажирських перевезень на залізничному транспорті / Д. В. Токарев, В. І. Творонович // Економіка та суспільство. Випуск № 52, 2023, 25-29 с.

28. Типовий технологічний процес підготовки та екіпірування в рейс пасажирських вагонів та швидкісних поїздів Т07.02.

29. Батурина Н. А. Методика расчета плана формирования пассажирских поездов на направлениях с интенсивным грузовым движением / Н. А. Батурина: Дисс.канд.техн.наук: 05.22.08.- М.:МИИТ, 1988

30. Бахтин В. Т., Николаев В. И., Подлитов Н. И., Поличной С. А. Обновление пассажирских вагонов с использованием существующих конструкций кузова / В.

Т. Бахтин, В. И. Николаев, Н. И. Подлитов, С. А. Поличной //Железнодорожный транспорт.-2003. - №1 .- С.36-44.

31. Беленький М. И. Экономика железнодорожных пассажирских перевозок/ М. И. Беленький. - М.: Транспорт, 1965.

32. Белозеров В. Л. Формирование экономического механизма управления пассажирскими перевозками на железных дорогах России (проблемы и методы решения) / В. Л. Белозеров: Дис. . д.э.н.М.:МИИТ,1998.

33. Братковский И. М., Болотин З. М. Ревизия и контроль пассажирских поездов / И. М. Братковский, З. М. Болотин, М.: Транспорт, 2000. – 190 с.

34. Сеницына Ю. А., Хохлов А. А / Ю. А. Сеницына, А. А Хохлов // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Труды четвертой научно-практической конференции. М.:МИИТ.-2001.-X-17 X-19.

35. Вагоны пассажирские локомотивной тяги магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Технические требования для перевозки инвалидов// Госстандарт России. ГОСТ Р 50956-96 М.: ИПК Издательство стандартов, - 1996. - 5с.

36. Вагоны пассажирские магистральных железных дорог колеи 1524 мм. Технические условия // ГОСТ 12406-79.

37. Вакуленко С. П., Колин А. В. Повышение эффективности обращения скоростных поездов местного сообщения / С. П. Вакуленко, А. В. Колин // Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Труды Третьей научно-практической конференции. - М.: МИИТ, 2000.

38. Вакуленко С. П., Бройтман Я. Б. История формирования и перспективы развития Московского железнодорожного узла. Транспорт / С. П. Вакуленко, Я. Б. Бройтман // Наука, техника, управление. М.:ВИНИТИ, 1999, №5.

39. Временная инструкция. О порядке предоставления пассажирам услуг, включенных в цену проездных документов, в вагонах повышенной комфортности // №ЦЛ-Р-126/2 -1, 1996.

40. Гоманков Ф. С. Технология и организация перевозок на железнодорожном транспорте / Ф. С. Гоманков: Учебник для ВУЗов. - М.:Транспорт,1994. – 208с.

41. Давыдов Н. Разговор начистоту про комфорт и красоту / Н. Давыдов // Гудок 2001. - 5 окт. - 3 с.

42. Дармоян П. А., Кучевский Н. Г. Методы прогнозирования пассажирских перевозок / Дармоян П. А., Кучевский Н. Г.- Минск.: Наука и транспорт. – 1975.
43. Дмитренко А. В. Пассажирские перевозки в условиях перехода к рынку/ А. В. Дмитренко, Е. В. Покацкая // Железнодорожный транспорт.– 1994. - №4. - С.2-10.
44. Дьяконов Ю. М. Летним пассажирским перевозкам особую заботу и внимание / Ю. М. Дьяконов // Железнодорожный транспорт - 2003. - №5 - С.3.
45. О мерах по качественному улучшению работы пассажирского комплекса / Ю. М. Дьяконов, 2003. - №3 – С.23.
46. Елизарьев Ю. В, Юркова Е. А., Сенцова К. А. Маркетинг пассажирских перевозок / Ю. В. Елизарьев, Е. А. Юркова, К. А. Сенцова // Железнодорожный транспорт 2002. - №7 - С.28-30.
47. Жабров С. С. Оптимизация оперативного управления пассажирскими перевозками в прямом и местном сообщениях / С. С. Жабров: Дисс. канд.техн.наук: 05.22.08. М.-МИИТ, 1976.
48. Жабров С. С. Оптимизация оперативного управления пассажирскими перевозками / С. С. Жабров // Труды МИИТ. - 1977. - Вып.567.
49. Жариков В. А., Таранов С. А., Разаренова Л. В. Новый кузов пассажирских вагонов / В. А. Жариков, С. А. Таранов, Л. В. Разаренова // Вестник ВНИИЖТ 2002. - №6 - С.28.
50. Железные дороги России в 2002 году. Техничко экономический обзор// Железнодорожный транспорт - 2003. - №2 - С. 2 -7.
51. Железнодорожный транспорт. Энциклопедия / Гл. ред. И. С. Конарев. М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 1994.
52. Иванов С. Показатели и критерии качества на пассажирском транспорте. - Болгария, 1985. - 12с.
53. Иловайский Н. Д., Киселёв А. Н. Сервис на транспорте / Н. Д. Иловайский, А. Н. Киселёв. М.: Маршрут, -2003.-585 с.
54. Каликина Т. Н. Оптимизация построения графика оборота пассажирских составов в железнодорожных узлах / Т. Н. Каликина: Дисс. канд. техн. наук: 05.22.08.- М.-МИИТ, 2002.

55. Киселёв А.Н. Выбор рациональных схем формирования составов пассажирских поездов/ А.Н.Киселев: Дисс. канд. техн. наук: 05.22.08.- М.-МИИТ,1988.
56. Киселёв А. Н., Куликова Е. Б. Организация сервисного обслуживания пассажиров в пригородном сообщении// Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте: Труды Четвёртой научн.-практ. конф. М.: МИИТ, 2001. - 298 с. - VI - 10.
57. Lai, Y-C., Fan, D-C., Huang, K-L., Optimizing rolling stock assignment and maintenance plan for passenger railway operations, *Computers & Industrial Engineering* (2015), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2015.03.016>.
58. Abbink, E., Van der Berg, B., Kroon, L., & Salomon, M. (2004). Allocation of Railway Rolling Stock for Passenger Trains. *Transportation Science*, 38, 33-41.
59. Alfieri, A., Groot, R., Kroon, L., & Schrijver, A. (2006). Efficient Circulation of Railway Rolling Stock. *Transportation Science*, 40(3), 378-91.
60. Barnhart, C., Boland, N. L., Clarke, L. W., Johnson, E. L., Nemhauser, G. L., & Sheno, R. G. (1998). Flight String Models for Aircraft Fleeting and Routing. *Transportation Science*, 32(3), 208-220.
61. Boland, N. L., Clarke, L. W., & Nemhauser, G. L. (2000). Asymmetric Traveling Salesman Problem with Replenishment Arcs. *European Journal of Operational Research*, 123(2), 408-427.
62. Brucker, P., Hurink, J. L., & Rolfes, T. (2003). Routing of Railway Carriages. *Journal of Global Optimization*, 27, 313-332.
63. Cacchiani, V., Caprara, A., & Toth, P. (2010). Solving a Real-world Train-unit Assignment Problem. *Mathematic Programming*, 124, 207-231.
64. Cadarso, L., & Marín, Á. (2010). Robust Routing of Rapid Transit Rolling Stock. *Public Transport*, 2, 51-68.
65. Cadarso, L., & Marín, Á. (2011). Robust Rolling Stock in Rapid Transit Networks. *Computers & Operations Research*, 38, 1131-1142.
66. Sriram, C., & Haghani, A. (2003). An Optimization Model for Aircraft Maintenance Scheduling and Re-assignment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(1), 29-48.

67. Talluri, K. T. (1998). The Four-Day Aircraft Maintenance Routing Problem. *Transportation Science*, 32(1), 43-53.
68. Xie, M., Mao, B., Ho, T., Chen, Z., & Bai, Y. (2010). Modeling Circulation of Train-set with Multiple Routing. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 10, 50-57.
69. Zhao, P., Tomii, N., Fukumura, N., & Sakahuchi, T. (2002). An Algorithm for Train-set Scheduling Based on Probabilistic Local Search. *Computers in Railways VIII*, 817-826.
70. Zhu, C., Liu, D., Cheng L., & Li, H. (2013). Study on Optimization of Railway Passenger Train Sets Assignment. *Information Technology Journal*, 12(6), 1251-1256.
71. Bannikov D. Model of passenger rolling stock maintenance, *MATEC Web Conf. X International Scientific and Technical Conference "Polytransport Systems"*, Volume 216, 2018.