

**В.О. Петренко**

Філія «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця»  
вул. І. Федорова, 39, м. Київ, 03038, Україна  
Телефон: (044) 465 39 95, E-mail: petrenko1520mm@gmail.com  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4142-7938>

**АНАЛІЗ ВІДМОВ МОДЕРНІЗОВАНИХ РАМ ВАГОНІВ ДЛЯ  
ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА МОДЕЛІ 19-752**

*В статті проведено аналіз відмов модернізованих рам вагонів для перевезення зерна на основі довідок вагонного господарства АТ «Укрзалізниця» з метою визначення тенденції щодо зниження відмов та підтвердження ефективності застосування прийнятого конструкторського рішення. Аналіз проведено на основі даних 10 вагонів-зерновозів рами яких були модернізовані в 2018 році і знаходяться в експлуатації по теперішній час. За результатами проведеного аналізу визначено відсутність сталих тенденцій щодо зниження частоти відмов модернізованих вагонів-зерновозів, але позитивна динаміка відмічається у зменшенні кількості відмов рами кузова.*

*За результатами аналізу рекомендовано збільшити вибірку дослідних вагонів шляхом проведення додаткових модернізацій вагонів-зерновозів та продовжити аналізування відмов модернізованих рам кузовів вагонів-зерновозів з метою побудови моделі відмов та верифікації продовженого строку служби.*

*Ключові слова:* вантажні вагони, вагон-хопер, вагон-зерновоз, аналіз, відмови, модернізація, рама вагона.

**В.А. Петренко**

Филиал «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт железнодорожного транспорта АО «Укрзалізниця»,  
ул. И. Фёдорова, 39, г. Киев, 03038, Украина  
Телефон: (044) 465 39 95, E-mail: petrenko1520mm@gmail.com  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4142-7938>

**АНАЛИЗ ОТКАЗОВ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ РАМ ВАГОНОВ  
ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНА МОДЕЛИ 19-752**

© Петренко В.О., 2022

*В статті проведено аналіз отказів модернізованих рам вагонів для перевезення зерна на основі справок вагонного господарства АО «Укрзалізниця» з метою визначення тенденцій зниження отказів і підтвердження ефективності застосування прийнятого конструкторського рішення. Аналіз проведено на основі даних 10 вагонів-зерновозів рами, які були модернізовані в 2018 році і перебувають в експлуатації на даний час. За результатами проведеного аналізу визначено відсутність усталених тенденцій по зниженню частоти отказів модернізованих вагонів-зерновозів, але позитивна динаміка відзначається в зменшенні кількості отказів рами кузова.*

*За результатами аналізу рекомендовано збільшити вибірку досвідчених вагонів шляхом проведення додаткових модернізацій вагонів-зерновозів і продовжити аналіз отказів модернізованих рам кузовів вагонів-зерновозів з метою побудови моделі отказів і верифікації продовженого строку служби.*

*Ключові слова:* грузовые вагоны, вагон-хопер, вагон-зерновоз, анализ, отказы, модернизация, рама вагона

**Вступ та постановка проблеми.** На сьогоднішній день, в умовах військового часу, особливо важливо, забезпечувати перевізний процес зерна в Україні. Для цього необхідно тримати парк вагонів для перевезення зерна в робочому парку в задовільному технічному стані. Більшість вагонів-зерновозів в Україні вже перейшли межі призначеного строку служби, в зв'язку з цим, з'являються проблеми пов'язані з виникненням руйнувань несівних конструкцій вагонів [1].

З метою забезпечення безперебійного процесу перевезень зерна залізничним транспортом, у 2018 році в рамках виконання плану науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт ПАТ «Укрзалізниця» фахівцями філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця» (далі – НДКТИ) виконано науково-дослідну роботу за темою «Розробка проекту модернізації вагонів-зерновозів моделі 19-752 з відновленням несучої спроможності рами кузова». Матеріали про цю роботу викладені в публікаціях [2, 3]. Результатом даної роботи є розробка та реалізація проекту модернізації рам вагонів НДКТИ.19-752.00.00.000 з метою усунення типових тріщин в місці клепаного з'єднання із заднім упором. Виявлення таких типових дефектів змушує виводити з експлуатації вагони-зерновози, що негативно впливає на готовність парку таких вагонів [4], тому рішення щодо удосконалення рам вагонів-зерновозів шляхом їх модернізації є необхідним та очевидним. Ефективність застосування такого рішення повинно бути доведено розрахунково-експериментальним шляхом (що вже виконано під час постановки на виробництво) та результатами аналізу безвідмовної роботи в експлуатації.

З метою проведення попередніх та приймальних випробувань модернізації за проектом НДКТИ.19-752.00.00.000 філією «Дарницький вагоноремонтний завод» АТ «Укрзалізниця» було виготовлено п'ять дослідних зразків модернізованих вагонів-зерновозів. За результатами типових ударних випробувань модернізованого вагона-зерновоза моделі 19-752 встановлено, що рівні механічних напружень у його несівних конструкцій не перевищують допустимих значень. Фактичні максимальні значення напружень в рамі кузова становили 280-308 МПа при допустимих 345 МПа. Під час ресурсних випробувань виконано 582 співудари силою від 1 до 3,5 МН і більше, за результати встановлено, що розрахунковий залишковий ресурс модернізованого вагона з посиленою хребтовою балкою складає не менше 6 років [5].

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

Для проведення експлуатаційних випробувань, силами відділу зварювання та ремонту філії НДКТІ в умовах ВЧД Херсон в період з 28.08.2018 по 14.09.2018 проведена робота з модернізації рам кузовів дослідної партії вагонів-зерновозів у кількості 10 одиниць (рис. 1).



Рис. 1. Процес проведення модернізації рами кузова вагона-зерновоза

Після виготовлення дослідної партії вагонів за програмою та методикою філії НДКТІ були проведені експлуатаційні випробування протягом 6 місяців, які підтвердили можливість безпечної експлуатації модернізованих рам вагонів-зерновозів. На сьогоднішній день, 10 вагонів, що модернізовані за проектом НДКТІ.19-752.00.00.000 знаходяться в експлуатації починаючи з 2018 року. Для оцінки ефективності застосованої модернізації було вирішено провести аналіз відмов цих вагонів в експлуатації (3 роки до та три роки після модернізації).

### **Аналіз останніх досліджень.**

Питання удосконалення конструкцій вагонів-зерновозів вже розглядалось вітчизняними вченими [6-9], але більшість досліджень зводяться до проектування нових конструкцій в нових вагонах з їх застосуванням в межах призначеного строку служби. В даній роботі піднімається питання підтримки технічної готовності парку наявних вагонів хоперів для перевезення зерна за рахунок удосконалення конструкції, яка відпрацювала призначений строк служби.

**Метою роботи** є аналіз відмов рам кузовів вагонів-зерновозів в експлуатації, 3 роки до та 3 роки після проведення модернізації рам з метою підтвердження ефективності прийнятого конструкторського рішення. В подальшому результати цієї роботи можуть бути використані для оцінки ефективності застосування проекту

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

НДКТІ.19-752.00.00.000 як запобіжного заходу для недопущення зниження технічної готовності парку вагонів-зерновозів моделі 19-752.

**Методи дослідження** – прийоми прикладної математичної статистики та аналізу на основі даних довідок вагонного господарства АТ «Укрзалізниця» ГІОЦ УЗ 2087 [10].

**Проведення аналізу даних та визначення тенденції відмов**

Вибірка для аналізу складалася з 10 вагонів (табл. 1), яким були виконані модернізації рами вагона в 2018 році.

Таблиця 1. Вибірка вагонів-зерновозів

№п/п	Номер вагона	Дата побудови	Дата модернізації рами вагона
1	95217642	01.06.1988	12.09.2018
2	95230843	20.06.1983	13.09.2018
3	95362257	18.12.1982	06.09.2018
4	95379244	01.08.1983	29.08.2018
5	95613568	01.07.1987	11.09.2018
6	95617874	01.11.1987	31.08.2018
7	95680419	01.11.1986	05.09.2018
8	95712451	01.12.1987	04.09.2018
9	95756409	01.06.1988	30.08.2018
10	95979266	25.07.1984	28.08.2018

Вагони побудови 1982-1988 р.р., на момент модернізації їх термін служби коливався від 30 до 36 років. Тобто, всі вагони досягли встановленого нормативного строку служби 30 років на момент модернізації рами та мали відповідні дефекти рами.

Для оцінки технічного стану рами вагона до модернізації та після, були проаналізовані довідки ГІОЦ УЗ 2087 «Кількість вантажних вагонів (всіх та вагонів України у тому числі), які відчеплювалися по кожній несправності до поточного ремонту на залізницях УЗ» за періоди:

- 2015 рік (період з 31.12.2014 17:01 по 31.12.2015 17:00);
- 2016 рік (період з 31.12.2015 17:01 по 31.12.2016 17:00);
- 2017 рік (період з 31.12.2016 17:01 по 31.12.2017 17:00);
- 2018 рік (період з 31.12.2017 17:01 по 31.12.2018 17:00);
- 2019 рік (період з 31.12.2018 17:01 по 31.12.2019 17:00);
- 2020 рік (період з 31.12.2019 17:01 по 31.12.2020 17:00);
- 2021 рік (період з 31.12.2020 20:01 по 31.12.2021 20:00).

Період аналізу даних становить 7 років. 4 роки до модернізації рами вагона (2015, 2016, 2017, 2018) та 3 роки після модернізації рами вагона (2019, 2020, 2021).

За класифікатором КЖА 2005 04 [11] були обрані коди несправностей, що відносилися до рами вагона (табл. 2).

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 2. Несправності рами вагона за КЖА 2005 04

Код	Опис несправності
601	Обрив зварних швів однієї або більше заклепки кріплення балок
602	Вертикальний прогин балок рами більше 100 мм
603	Тріщина у вузлах з'єднання хребтової та шкворневої балок
604	Тріщина ковзуна на шкворневій балці
605	Ослаблення кріплення ковзуна на шкворневій балці
606	Тріщина п'ятника
607	Ослаблення кріплення п'ятника
609	Тріщина, що переходить з горизонтальної на вертикальну полицю балок
610	Повздовжня тріщина у балках рами довжиною більше 300 мм
611	Тріщина в надп'ятниковій плиті (фланці) п'ятника не більше 30 мм
612	Вертикальна/повздовжня нахилена тріщина, яка проходить більше ніж через один отвір для болтів або заклепок
613	Довжина вертикальної/ нахиленої тріщини, на одній стінці більше 100 мм між кінцями тріщини
614	Обрив по зварюванню, розрив накладок
615	Тріщина, злам верхнього/вертикального листа поперечної балки рами
616	Злам/тріщина проміжних балок
617	Злам кріплення фітингового упору
618	Злам/тріщина/обрив розкосів
619	Уширення хребтової балки
620	Згин хребтової балки
621	Тріщина кінцевих балок
622	Злам кінцевих балок
623	Розрив верхнього/вертикального листа поперечної балки рами
624	Злам кріплення ковзуна на шкворневій балці

Зазначені несправності прийняті як визначальний параметр [12], значення якого визначає працездатність рами вагона-зерновоза поза межами планових видів ремонту.

Таким чином, був здійснений аналіз вказаних довідок ГЮЦ УЗ 2087 по несправностям рами вагона, що зазначені у таблиці 2, відносно зерновозів таблиці 1. Результати аналізу представлені в таблиці 3.

Таблиця 3. Результати аналізу несправностей рами вагона обраних зерновозів

№ вагона	Дата побудови	Кількість несправностей/код несправності							
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Σ
95217642	01.06.1988	1/618							1
95230843	20.06.1983								-
95362257	18.12.1982	1/618			1/621		1/613		3
95379244	01.08.1983	1/618			1/621		1/613		3
95613568	01.07.1987	1/613		1/618					2
95617874	01.11.1987								-

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
95680419	01.11.1986								-
95712451	01.12.1987		1/621						1
95756409	01.06.1988								-
95979266	25.07.1984								-

З таблиці 3 можна побачити, що по обраним зерновозам несправності фіксувалися по трьом кодам: 613 – довжина вертикальної/ нахиленої тріщини, на одній стінці більше 100 мм між кінцями тріщин, 618 - злам/тріщина/обрив розкосів, 621 – тріщина кінцевих балок. Рік 2018 є роком виконання модернізації, але несправності, що вказані для 2018 року відбулися раніше, до виконання модернізації, тому 2018 рік відноситься до періоду без модернізації. Роки з модернізаціями – 2019, 2020, 2021 р.р.

З обраних 10-ти зерновозів несправності фіксувалися тільки на п'яти вагонах (50% від загальної кількості). На інших п'яти вагонах не було зафіксовано несправностей не до модернізації, не після неї.

Для п'яти вагонів з несправностями, три вагони мали несправності до модернізації (роки 2015-2018) та два вагони мали несправності як до модернізації так і після (роки 2019-2021). Несправності виникали на вагонах років побудови 1982, 1983, 1987, 1988, тобто як для вагонів з меншим терміном служби, так і для вагонів з більшим терміном служби.

Загальна кількість несправностей та їх частота виникнення у кожному році, що досліджувався представлені в табл. 4.

Таблиця 4. Частота виникнення несправності

Рік	Код несправності			Σ	Частота
	613	618	621		
2015	1	3		4	0,4
2016			1	1	0,1
2017		1		1	0,1
2018			2	2	0,2
2019				0	0
2020	2			2	0,2
2021				0	0
Σ	3	4	3		
Частота	0,3	0,4	0,3		

Аналізуючи таблицю 4 можна побачити, що частоти мають приблизно однакову частоту виникнення відносно типу 0,3 – 0,4. Не можна стверджувати, що якийсь тип несправності переважає. Загальна частота виникнення у кожному році дослідження представлена на рис. 2.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

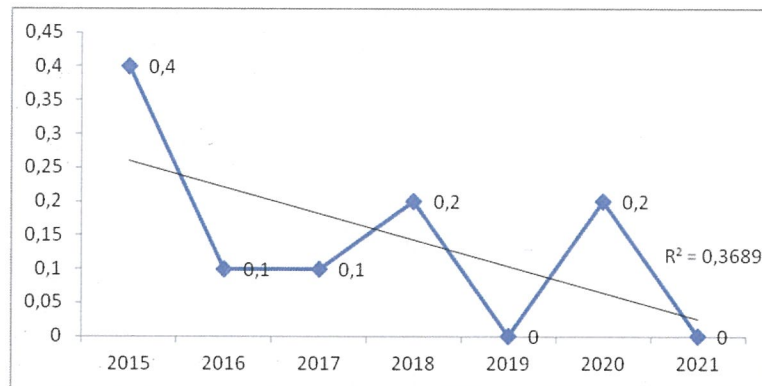


Рис. 2. Загальна частота виникнення несправності у кожному році дослідження

На рисунку 2 можна побачити, що стала тенденція зменшення несправностей після модернізації відсутня, хоча загальна кількість несправностей рами вагона зменшилася відносно періоду до модернізації (8 випадків до модернізації та 2 випадки після), що є однозначно позитивною динамікою.

### Висновки.

1. Серед вагонів, що досліджувалися несправності фіксувалися тільки на 50% вибірці (5 вагонів). З цих 50% вагонів, для 30% вагонів (3 вагони) несправності фіксувалися до модернізації рами, для 20% вагонів (2 вагони) несправності фіксувалися як до модернізації так і після, проте після модернізації кількість несправностей була меншою: для кожного з двох вагонів, по 2 випадки до модернізації та по 1 випадку після неї. Для інших 50% вибірці (5 вагонів) несправності не були зафіксовані не до модернізації, не після неї.

2. Частота виникнення несправності відносно року дослідження не демонструє сталої тенденції до зменшення. Розглядаючи період до модернізації, найбільша кількість несправностей фіксується тільки в 2015 році, далі у 2016-2017 вона знижується і у 2018 знову підвищується проте не до рівня 2015 року. У період після модернізації загальна кількість несправностей зменшилася, проте зафіксований стрибок випадків у 2020 році до рівня 2018 року (до модернізації).

3. Отримані результати демонструють зменшення загальної кількості несправностей серед вагонів, що досліджувалися, після модернізації, проте наявність піку (стрибка) у 2020 році не говорить, що така тенденція є сталою. Побудована лінія тренду (рис. 2) демонструє, що отриманні дані мають тенденцію до зменшення з часом з довірчою імовірністю 0,368, що є низьким значенням для достовірності такої апроксимації [12]. Але кількісно відмічається позитивна динаміка щодо зменшення відмов рам кузовів вагонів-зерновозів, що ймовірно свідчить про ефективність застосування конструкторського рішення за проектом НДКТІ.19-752.00.00.000.

### Рекомендації.

В подальшому рекомендовано збільшити вибірку дослідних вагонів шляхом проведення додаткових модернізацій вагонів-зерновозів моделі 19-752 з типовими дефектами рами кузова за проектом НДКТІ.19-752.00.00.000 та продовжити аналі-

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

зування відмов модернізованих рам кузовів вагонів-зерновозів з метою побудови моделі відмов [12] та верифікації продовженого строку служби.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Петренко В.О., Гордієнко Т.М. Експлуатаційні відмови вагонів-хоперів для перевезення зерна. Залізничний транспорт України. 2020. №1. С. 12-25.
2. Петренко В.О., Буліч Д.І. Дослідження можливості відновлення хребтової балки вантажних вагонів в районі шворневого вузла на основі вагона-зерновоза моделі 19-752. Залізничний транспорт України. 2018. №4. С. 25-32.
3. Фомін О.В., Прокопенко П.М., Горбунов М.І., Сапронова С.Ю. Поліпшення несучої здатності вагона-хопера для перевезення зерна з метою підвищення опору динамічним зусиллям. Вісник Східноукраїнського університету імені Володимира Даля. 2017. №5 (235). С 88-99.
4. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. [Чинний від 1997-01-01]. Київ, 1994. 38 с.
5. Петренко В. О., Кельріх М. Б., Прокопенко П. М., Кара С. В. Оцінка несівної здатності модернізованої рами вагона-зерновоза. Залізничний транспорт України. 2022. №3. С. 4-10.
6. Мямлин С. В., Козаченко Д. Н., Вернигора Р. В. Проблемы и перспективы перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом в Украине. Залізничний транспорт України. 2013. №2 (99). С. 32–34.
7. Kelrykh, M., Fomin, O. (2014). Perspective directions of planning carrying systems of gondolas. Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry», 6, 64-67.
8. Кебал Ю.В., Шатов В.А., Тьокотев О.М., Мурашова Н.Г. Удосконалення конструкції вагона-хопера для перевезення зерна. Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології». 2017. № 30. С. 113-122.
9. Фомін О.В., Мурашова Н.Г., Воропай В.С., Коваленко В.В. Сучасний стан конструктивної досконалості бункерних вагонів для перевезення зернових та перспективи його розвитку. Вісник Приазовського Державного технічного університету. 2017. №34. С.192-201.
10. ГЮЦ УЗ 2087 Кількість вантажних вагонів (всіх та вагонів України у тому числі), які відчіплювалися по кожній несправності до поточного ремонту на залізницях УЗ. [Електронний ресурс].
11. Класифікатор КЖА 2005 04 Основні несправності вантажних вагонів. [Електронний ресурс].
12. ДСТУ 3433-96 Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. [Чинний від 1999-01-01]. Київ, 1996. 46 с.

#### ***V.O. Petrenko***

Branch "Research and Design and Technology Institute of Railway Transport" JSC  
"Ukrzaliznytsia", str. I. Fedorova, 39, Kyiv, 03038, Ukraine  
Phone: (044) 465 39 95, E-mail: petrenko1520mm@gmail.com  
ORCIDhttps://orcid.org/0000-0002-4142-7938

### **FAILURE ANALYSIS OF MODERNIZED FRAMES OF WAGONS FOR GRAIN TRANSPORTATION MODEL 19-752**

*In the work, an analysis of failures of modernized wagon frames for grain transportation was carried out on the basis of the wagon management certificates of JSC "Ukrzaliznytsia" in order to determine the tendency to reduce failures and confirm the effectiveness of the application of the adopted design solution.*

*The analysis was carried out on the basis of the data of 10 grain wagons, the frames*



*of which were modernized in 2018 and are still in operation. Based on the results of the analysis, it was determined that there are no stable trends in reducing the frequency of failures of modernized grain wagons, but positive dynamics are noted in the decrease in the number of failures of the body frame.*

*Thus, it is recommended to increase the sample of experimental wagons by carrying out additional modernizations of grain wagon and to continue the failure analysis of modernized grain wagon body frames in order to build a failure model and verify the extended service life.*

*Keywords: freight wagons, hopper wagon, grain wagon, analysis, failures, modernization, wagon frame.*

### REFERENCES

1. Petrenko, V., & Gordienko, T. (2020). Eksploataciini vidmovy vagoniv-hoperiv dlia perevezennia zerna [Operational failures of hopper wagons for grain transportation]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy - Railway transport of Ukraine*, 1, 12-25 [in Ukrainian]
2. Petrenko, V., & Bulich, D. (2018). Doslidzhennya mozhlivosti vidnovlennia hrebtovoi balky vantazhnyh vahoniv v raioni shkvornevoho vuzla na osnovi vagona-zernovoza modeli 19-752 [Investigation of the possibility of restoring the backbone beam of freight wagons in the area of the pivot node based on the model 19-752 grain wagon]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy - Railway Transport of Ukraine*, 4, 25-32 [in Ukrainian]
3. Fomin, O., Prokopenko, P., Gorbunov, M., & Saprionova, S. (2017). Polipshennia nesuchoi zdatsnosti vagona-hopera dlia perevezennia zerna z metoiu pidvyshchennia oporu dynamichnym zusyilliam [Improving the carrying capacity of a hopper car for transporting grain in order to increase resistance to dynamic forces]. *Visnyk Shkivnoukrainskoho universytetu imeni Volodymyra Dalia - Bulletin of the Eastern Ukrainian University named after Volodymyr Dahl*, 5 (235), 88-99 [in Ukrainian]
4. Nadiinist tehniky. Metody rozrahunku pokaznykiv nadiinosti. Zahalni vymohy, [Reliability of equipment. Methods of calculating reliability indicators. General requirements]. (1994). *DSTU 2862-94*
5. Petrenko, V., Kellrich, M., Prokopenko, P., & Kara S. (2022). Otsinka nesnoi zdatsnosti modernizovanoi rami vahona-zernovoza [Evaluation of the load-bearing capacity of the modernized frame of the grain wagon]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy - Railway transport of Ukraine*, 3, 4-10 [in Ukrainian]
6. Myamlin, S., Kozachenko, D., & Vernigora, R. (2013). Problemy i perspektyvy perevozky zernovykh hruzov zheleznodorozhnyim transportom v Ukraini [Problems and prospects of transportation of grain cargo by rail in Ukraine]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy - Railway transport of Ukraine*, 2 (99), 32-34 [in Ukrainian]
7. Kelykh, M., & Fomin, O. (2014). Perspective directions of planning carrying systems of gondolas. *Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry»*, 64-67
8. Kebal, Y., Shatov, V., Tyokotev, O., & Murashova, N. (2017). Udoskonalennia konstruktsii vahona-khopera dlia perevezennia zerna [Improvement of the design of the hopper car for the transportation of grain]. *Zbirnyk naukovykh prats DETUT. Seriya «Transportni systemy i tekhnolohii» - Collection of scientific papers DETUT. Transport systems and technologies series*, 30, 113-122 [in Ukrainian]
9. Fomin, O., Murashova, N., Voropai, V., & Kovalenko, V. (2017). Suchasnyi stan konstruktyvnoi doskonalosti bunkernykh vahoniv dlia perevezennia zernovykh ta perspektyvy yoho rozvytku [The current state of structural perfection of hopper wagons for grain transportation and prospects for its development]. *Visnyk Pryazovskoho Derzhavnogo tekhnichnoho universytetu - Bulletin of the Pryazovsky State Technical University*, 34, 192-201 [in Ukrainian]
10. Kilkist vantazhnykh vahoniv (vsiykh ta vahoniv Ukrainy u tomu chysli), yaki vidchipliuvalysia po kozhnii nespravnosti do potochnoho remontu na zaliznytsiakh UZ [The number of freight cars (all and Ukrainian wagons included), which were unhooked for each malfunction before the current repair on UZ railways]. *HIOTs UZ 2087*. [Electronic resource] [in Ukrainian]
11. Osnovni nespravnosti vantazhnykh vahoniv [Main malfunctions of freight wagons]. *Klasyfikator KZHA 2005 04 - Classifier KZHA 2005 04* [Electronic resource] [in Ukrainian]
12. Nadiinist tehniky. Modeli vidmov. Osnovni polozhennia [Reliability of equipment. Failure models. General provisions]. (1996). *DSTU 3433-96* [in Ukrainian]