

Державний університет інфраструктури та технологій  
Київський інститут залізничного транспорту  
Факультет «Управління залізничним транспортом»  
Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**  
в.о. завідувача кафедри ТТУПП,  
к.т.н., доцент

 **Р.С. Щербина**  
(підпис)


« 14 » грудня 2020 року

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (магістерської) роботи  
освітнього ступеня «Магістр»

на тему «ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ПОЇЗДІВ З  
УРАХУВАННЯМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ ЛОКОМОТИВНОГО  
ДИСПЕТЧЕРА»

**Виконав:** студент 2 курсу, групи ТТ  
ОПП 275.02 «Транспортні технології  
(на залізничному транспорті)»

 Приболовец О.П.  
(підпис)

**Науковий керівник**

 Зіненко О.Л.  
(підпис)

**Нормоконтроль**

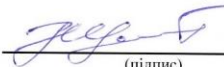
 Бердніченко Ю.А.  
(підпис)

**Рецензент** Влащенко С.С.  
(прізвище та ініціали)

Київ-2020рік

Державний університет інфраструктури та технологій  
 Київський інститут залізничного транспорту  
 Факультет «Управління залізничним транспортом»  
 Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»  
 Освітній ступінь «Магістр»  
 Галузь знань 27 «Транспорт»  
 Освітньо-професійна програма «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**  
 в.о. завідувача кафедри ТТУПП,  
 к.т.н., доцент

  
 Р.С. Щербина  
 (підпис)

«01» вересня 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ**  
 студента Приболовця Олександра Петровича  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи** «Дослідження системи організації руху поїздів з урахуванням автоматизації робочого місця локомотивного диспетчера»

**науковий керівник** Зіненко О. Л. кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інфраструктури та технологій від «31» серпня 2020 року № 09.2-05-448/с

**2. Строк подання студентом роботи** « 11 » грудня 2020 року

**3. Вихідні дані до роботи:** - літературні джерела; - матеріал зібраний під час проходження практики.

**4. Зміст пояснювальної записки (назва розділів основного змісту роботи):**

1 Аналіз проблеми удосконалення роботи локомотивного парку

2 Дослідження та аналіз сучасних умов роботи локомотивного парку

3 Розроблення методів вдосконалення управління локомотивним парком з урахуванням автоматизації робочого місця локомотивного диспетчера

4 Охорона праці господарства перевезень

5 Охорона навколишнього середовища

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУПП - ПЗ

**5. Перелік презентаційного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).**

**В електронному вигляді:**

Оперативне управління експлуатацією локомотивів

Динаміка зміни інвентарного парку локомотивів України

Віковий стан локомотивів

Проблеми планування роботи локомотивного парку

Аналіз нерівномірності в роботі

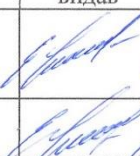



Алгоритм роботи АРМ диспетчера

Витратні ставки по Укрзалізниці за 2019 рік

**В паперовому вигляді:**

(немає)

**6. Консультанти розділів роботи.**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		
Охорона праці	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУПІІ - ПЗ

7. Дата видачі завдання: «01» вересня 2020 року.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи	Період виконання етапів роботи
1	Вступ	06.09.2020-09.09.2020
2	Збір інформації та аналіз проблеми удосконалення роботи локомотивного парку	10.09.2020-24.09.2020
3	Дослідження та аналіз сучасних умов роботи локомотивного парку	25.09.2020-13.10.2020
4	Розроблення методів вдосконалення управління локомотивним парком з урахуванням автоматизації робочого місця локомотивного диспетчера	14.10.2020-04.11.2020
5	Опрацювання джерел, підготовка розділу про охорону праці	05.11.2020-19.11.2020
6	Розробка розділу про захист навколишнього середовища	20.11.2020-30.11.2020
7	Оформлення висновку, додатків та списку використаних джерел	01.12.2020-09.12.2020

Студент

  
(підпис)

**Приболовец О.П.**  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

**Зіненко О.Л.**  
(прізвище та ініціали)

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУПП - ПЗ

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУПП - ПЗ

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Дослідження методів планування роботи локомотивного парку.....	9
1.2 Проблеми та перспективи створення автоматизованих систем керування роботою локомотивним парком.....	12
1.3 Аналіз сучасного стану локомотивного господарства України.....	20
<b>2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ СУЧАСНИХ УМОВ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ.....</b>	<b>24</b>
2.1 Проблеми оперативного планування роботи локомотивного парку.....	24
2.2 Аналіз нерівномірності в роботі технічних станцій України.....	29
<b>3 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЛОКОМОТИВНИМ ПАРКОМ З УРАХУВАННЯМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ ЛОКОМОТИВНОГО ДИСПЕЧЕРА.....</b>	<b>42</b>
3.1 Розробка моделі автоматизації робочого місця локомотивного диспетчера.....	42
3.2 Оцінка ефективності запропонованої моделі.....	54
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ГОСПОДАРСТВА ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....</b>	<b>59</b>
4.1 Ергономічні вимоги до робочого місця оперативного персоналу.....	59
4.2 Аналіз, прогнозування та профілактика травматизму і професійних захворювань на виробництві.....	60
4.3 Заходи з безпеки праці при використанні електронно обчислювальних машин.....	64
<b>5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....</b>	<b>66</b>
5.1 Основні принципи охорони навколишнього природного середовища від впливу залізниці.....	66

5.2 Політика залізниці в сфері охорони навколишнього природного середовища.....	68
5.3 Екологічна політика.....	70
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>73</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>76</b>
<b>ДОДАТОК А –</b> Оперативне управління експлуатацією локомотивів.....	82
<b>ДОДАТОК Б –</b> Динаміка зміни інвентарного парку локомотивів України.	83
<b>ДОДАТОК В –</b> Віковий стан локомотивів.....	84
<b>ДОДАТОК Г –</b> Проблеми планування роботи локомотивного парку.....	85
<b>ДОДАТОК Д –</b> Аналіз нерівномірності в роботі.....	86
<b>ДОДАТОК Е –</b> Алгоритм роботи АРМ диспетчера.....	87
<b>ДОДАТОК Ж –</b> Витратні ставки по Укрзалізниці за 2019 рік.....	88

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасні умови демонополізації ринку вантажних перевезень диктують ряд нових умов для підвищення ефективності використання рухомого складу залізничного депо та потребують раціоналізації організаційного процесу перевезень на залізничному транспорті. Основним показником ефективності експлуатації локомотивного складу є обіг вантажних вагонів, величина яких за останні роки збільшилась майже в 1,5 рази. Згідно досліджень, 35% – 45% загальної величини цього показника становлять простої на технічних станціях.

Для скорочення показника часу перебування вагонів на технічній станції, необхідно зменшити час простоїв в очікуванні операцій, що можна досягти такими методами вдосконалення управління локомотивним парком, автоматизація робочого місця локомотивного диспетчера, що зменшить вплив людських факторів на загальні показники роботи транспорту. Умови значного рівня зношеності та низьких темпів оновлення локомотивного парку потребують підвищення рівня ефективності використання наявного парку локомотивів. Саме ця проблема, яка є нагальною для України, є актуальною та потребує подальших досліджень.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є дослідження методів вдосконалення управління локомотивним парком з урахуванням автоматизації робочого місця локомотивного диспетчера. Для досягнення головної мети були поставлені наступні завдання:

- провести аналіз проблем вдосконалення методів експлуатації локомотивного парку;
- зробити аналіз сучасних умов використання парку вантажних локомотивів;
- Аналіз сучасного стану локомотивного господарства України;

- Виявити проблеми оперативного планування роботи локомотивного парку;
- Провести аналіз нерівномірності в роботі технічних станцій України;
- Зробити оцінку ефективності запропонованої моделі.

**Об’єкт досліджень** – процес експлуатації парку вантажних локомотивів у залізничних перевезеннях.

**Предмет досліджень** – автоматизація робочого місця локомотивного диспетчера, як методу вдосконалення управління локомотивним парком.

**Методи дослідження.** У процесі роботи були використані методи системного аналізу, методи математичної статистики та кореляційного аналізу для виявлення ефективності запропонованих заходів. Методи теоретичної організації роботи залізниць для процесу моделювання роботи локомотивного депо.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає у запропонуванні нового методу підвищення ефективності роботи локомотивного парку за умов автоматизації робочого місця локомотивного диспетчера. Також удосконалено модель функціонування технічної станції за допомогою розроблення нової моделі локомотивного депо, що дасть можливість отримати та врахувати прогностичні моменти готовності локомотивів до відправлення.

**Практичне значення** дослідження. Теоретичні результати, отримані під час дослідження, а також запропоновані заходи можуть бути використані під час розробки сучасних автоматизованих систем керування роботою локомотивного парку.

**Структура і обсяг роботи.** Тема та завдання обумовили структуру дослідження. Робота складається із вступу, п’яти розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 88 сторінок, містить 13 рисунків, 4 таблиці. Список використаних джерел налічує 52 найменувань, та 7 додатків.

# **1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ**

## **1.1 Дослідження методів планування роботи локомотивного парку**

Сучасний стан залізниці України потребує реформування. Стратегічними цілями цього процесу стає перехід від технологічно-адміністративних до технологічно-економічних моделей управління залізничним транспортом з метою збільшити питому вагу залізничних перевезень [1-3] по відношенню до у загального обсягу вантажних перевезень всіма видами транспорту.

Стратегія розвитку залізничного транспорту, яка охоплює період до 2020 року [1] зазначає, що основні проблеми галузі постають в значному рівні зношеності основних виробничих фондів, що в першу чергу стосується рухомого складу, а також визначено недосконалість організації та системи управління галуззю та, зокрема, локомотивним складом. Серед основних напрямків реалізації зазначеної стратегії названо забезпечення залізниць України удосконалення технологій організації процесу перевезення вантажу шляхом створення автоматизованих систем керування перевезеннями. Мета реалізації [1] Транспортної стратегії України до 2020 року [2] та Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [3] - підвищення показників ефективності використання вагонів та локомотивів, а також зменшення терміну доставки вантажів.

Для досягнення вказаних цілей необхідно підвищити конкурентоздатність залізничного транспорту на ринку транспортних послуг, методом покращення якості транспортних послуг, розроблення гнучкої політики тарифних планів. Загальну якість транспортних послуг визначає й такий показник як термін доставки вантажу, скорочення якого є нагальною проблемою, яка стоїть перед залізницями України. Термін доставки вантажу є тісно пов'язаним з показниками обігу вагонів, який являє собою один з основних показників експлуатації

залізниць. Потрібно звернути увагу на те, що обіг вантажних вагонів значною мірою визначається якістю організації процесу перевезень, а також чинить вплив на показник собівартості перевезень.

Аналіз досліджень показав, що роки незалежності України демонструють загальну тенденцію зростання обігу вагонів в цілому. Так у 1992 р, обіг вагону становив 3,6 доб., у 2019 р. обіг складав 8,7 доб., а отже зростання склало 2,4 рази. Слід зазначити, що збільшення обігу вагонів відбулося через загальне збільшення дільничної швидкості на 22% (з 31,8 км/год у 1992 р. до 38,8 км/год у 2019 р.) [3-6]. Отже, основна причина зростання показника обігу вагонів - це збільшення часу простою вагону на станції. Згідно досліджень, 40% - 45% загального обігу вагонів становлять їх простої на технічних станціях [7]. Найбільший вплив при цьому (близько 60%) чинять саме простої на станції [8]. Протягом останніх 20 років показник середнього простою вагону на технічних станціях виріс у двічі: з 5,3 год. до 10,1 год. у 2019 р. [3, 6]. Таким чином, процес контролю виконання норм простоїв вагону на технічній станції має важливий вплив на показники експлуатації залізниць.

Найбільш ефективним напрямком вдосконалення роботи залізничного транспорту і локомотивного господарства, зокрема, є використання сучасних систем прийняття рішення і оперативне планування [1, 2]. Автоматизовані робочі місця (АРМ) працівників локомотивних депо, диспетчерського апарату відділень і управлінь залізниць є одним з ефективних елементів, які використовуються при оперативному плануванні роботи локомотивів і локомотивних бригад. Однак, як зазначено в роботі [3], в даний час АРМ, які експлуатуються, мають істотні недоліки в частині функцій, що стосуються експлуатації локомотивів і планування роботи бригад.

Одним з основних етапів розробки оперативного плану роботи локомотивного парку є завдання визначення найбільш раціональної схеми закріплення локомотивів, бригад і складів вантажних поїздів один до одного, а

також поїздів до ниток графіка. Слід зазначити, що даній проблемі присвячено досить багато робіт. Наприклад, в роботах [4, 5] склад спочатку забезпечується локомотивом, а потім призначається бригада, а в [6] дана проблема розглядається в умовах технології руху вантажних поїздів за розкладом, коли нитка графіка руху спочатку забезпечується локомотивом і бригадою, а до них потім прикріплюється склад.

Наукова робота [7] присвячена оптимізації роботи локомотивних бригад при призначенні їх до поїздів (склади з локомотивами). Слід відзначити, що перераховані вище роботи виконані вченими Російської Федерації, де протягом декількох останніх років впроваджується «жорсткий» графік руху вантажних поїздів; в Україні ж така технологія залишається поки тільки в перспективі.

В роботі [8] оптимізація роботи локомотивів розглядається як «Завдання про призначення», де локомотиви з бригадами призначаються до складів, при цьому не враховуються локомотиви на підходах до станції, а також було проігноровано методику прикріплення бригад локомотивів.

Необхідно відзначити, що існуюча в даний час в Україні система оперативного управління тяговим рухомим складом нерідко демонструє свою неефективність, а планування роботи локомотивів і локомотивних бригад часто виконується без урахування багатьох факторів, що впливають, в т.ч. економічної складової, на основі лише власного досвіду, навичок, інтуїції поїзних і локомотивних диспетчерів. Наслідком такого підходу є нераціональні розкладу явок локомотивних бригад і плани закріплення локомотивів за складами, що в підсумку призводить до збільшення непродуктивних простоїв складів на станціях і зниження ефективності використання локомотивів. Так, наприклад, на практиці далеко не рідкісні випадки явки локомотивних бригад у відсутність готових до відправлення складів.

Крім того, за роки незалежності локомотивний парк України скоротився на 30%, а знос магістральних локомотивів перевищив 90% [9]. Така ситуація часто

призводить до дефіциту тягових ресурсів, особливо в пікові періоди перевезень. У зв'язку з цим особливої актуальності для залізниць України набувають питання вдосконалення і підвищення ефективності технології оперативного управління локомотивним парком в умовах обмеженості тягових ресурсів. При цьому основними напрямками вирішення даного завдання є розробка ефективних оперативних планів підв'язки поїзних локомотивів під склади, а також раціональне планування явок і робочого часу локомотивних бригад. Вирішення цих питань представляє дуже складну задачу і неможливе без застосування сучасних математичних методів аналізу, прогнозування [10], оптимізації та моделювання складних систем.

## **1.2 Проблеми та перспективи створення автоматизованих систем керування роботою локомотивним парком**

Широке впровадження обчислювальної техніки та стрімкий розвиток інформаційних технологій створили сприятливі умови для розроблення автоматизованих робочих місць працівників залізниць, програмні комплекси для виконання різноманітних розрахунків, для планування роботи залізничного транспорту на всіх рівнях, а також для контролю якості перевізного процесу.

На теренах Російської Федерації в останні роки широко впроваджується автоматизована система диспетчерського управління локомотивами та локомотивними бригадами на замкнутих полігонах обертання СИГНАЛ-Л [16-18], призначенням якої є розрахунок експлуатованого парку в локомотивних депо, контроль простою локомотивів на технічних ремонтах, на станціях та в депо, а також контроль порушень норм пробігу та простою локомотивів. Проте слід зазначити, що СИГНАЛ-Л - інформаційна система, в якій, в тому числі, відсутня можливість точного планування необхідної кількості ЛБ при поточному

плануванні, окрім того, для подальшого розвитку СИГНАЛ-Л необхідно розширювати взаємозв'язок з автоматизованою системою управління локомотивним парком АСУТ.

Як зазначалось раніше, одним з напрямків підвищення ефективності планування роботи локомотивного парку є застосування навігаційних систем. З 2012 року Укрзалізниця розпочала оснащення локомотивів вантажного парку GPS-навігаторами [15], що дає змогу визначити положення локомотива, його виконану роботу тощо. Проте, окрім визначення місцезнаходження локомотивів, необхідно створити програмний комплекс для підтримки прийняття оперативних рішень диспетчерським персоналом на основі даних навігаційного обладнання.

Поняття «автоматизоване робоче місце» з'явилося в кінці 1980-х рр., але фактично виникло воно значно раніше - в 1936 р. з впровадженням першої диспетчерської централізації. А в кінці 1980-х рр. почали автоматизувати функції диспетчерів з передачі та отримання інформації. Тому перш, ніж розглядати автоматизацію отримання інформації диспетчером, треба визначити його основні функції: організація руху поїздів за графіком, організація вагонопотоків і формування поїздів відповідно до плану формування, забезпечення безпеки руху поїздів, місцева і вантажна робота.

Сама назва, автоматизоване робоче місце має на увазі все, що оточує і необхідно диспетчеру для виконання його роботи. Використання терміну АРМ при створенні дорожніх диспетчерських центрів включало в себе в основному джерело інформації для диспетчера. Навіть пізніше, коли АРМ стало додатково містити звітну і аналітичну інформацію, воно продовжувало асоціюватися з інформаційним забезпеченням. Історію АРМ слід починати з систем диспетчерської централізації і диспетчерського контролю, з яких почалася автоматизація функцій диспетчера. Деяка невідповідність термінології почалася з проектною документацією будівництва дорожніх диспетчерських центрів, за якою створювали АРМ. Призначення АРМ було визначено як надання диспетчеру

оперативної та звітної інформації для контролю і аналізу поїзної і вантажної роботи, стану основних ресурсів. Мета створення АРМ - підвищення оперативності і достовірності інформації про поїзну та вантажну роботу, які повинні були підвищити якість і ефективність управління. Своєчасність і достовірність багатьох видів інформації не досягнута ще й сьогодні. Але, тим не менше, АРМ вже створені і функціонують на всіх залізницях.

В оперативному управлінні перевізним процесом беруть участь велика кількість диспетчерів на різних ієрархічних рівнях.

Станційний диспетчер - об'єкти управління: чергова зміна працівників станції; прийом, відправлення і пропуск поїздів; організація маневрової роботи; контроль за технічним і комерційним оглядом складів, ремонтом і підготовкою вагонів під навантаження; розформування і формування складів; планування рухомого складу; підготовка до відправлення; забезпечення складів локомотивами і локомотивними бригадами; рухливого потягу з вантажних фронтів; аналіз роботи станції.

Поїзний диспетчер - об'єкти управління: організація руху поїздів на ділянці, в тому числі дотримання графіка руху і плану формування; приготування маршрутів прямування поїздів (при наявності диспетчерської централізації або контролю); підведення поїздів до технічних, вантажних і стикових станцій; прийом і здача поїздів по стикових пунктах; розвіз і збір місцевих вагонів; надання «вікон» для ремонтно-будівельних робіт; забезпечення безпеки руху.

Локомотивний диспетчер - об'єкти управління: забезпечення складів локомотивами і локомотивними бригадами; регулювання експлуатованим парком локомотивів на ділянках звернення; постановка локомотивів в депо на технічне обслуговування і ремонт; виклик локомотивних бригад на роботу; дотримання режиму роботи і відпочинку локомотивних бригад; дотримання норм утримання і використання локомотивів.

Дорожній диспетчер - об'єкти управління: організація потоків на полігоні дороги; обмін поїздами на стикових пунктах; регулювання насиченням ділянок поїздами і станцій вагонним парком; розподіл потоків на полігоні в період надання «вікон» і позаштатних ситуаціях; забезпечення складів локомотивами.

Якщо зіставити укрупнений перелік перерахованих функцій різних диспетчерів, то в даний час більше корисної інформації отримує станційний диспетчер. При необхідності він може отримати натурні листи на які прибувають потяги, сортувальні листки на розформовується склади, план составу, натурні листи на що формуються склади, наявність вагонів на коліях станції, виконання різних показників роботи і т.д. На деяких сортувальних станціях на основі знімання інформації з пристроїв автоматизовано ведення графіка виконаної роботи. Багато різної інформації отримують і інші диспетчери. Але вся інформація в даний час обмежена рамками інформаційно-довідкового етапу розвитку диспетчерських центрів, тобто поки в АРМ немає завдань прогнозування, планування, управління, оптимізації, адаптації і т.д.

Найважливішою складовою АРМ диспетчера є програмно-технічний комплекс (ПТК), який в даний час визначає кількість і якість наданої інформації, а в подальшому ще й число вирішуваних завдань. Якщо взяти найбільш поширені ПТК: «Оскар», «ГІД», «АСОУП», - то у них більше спільних ознак, ніж відмінностей. Спільне в них: база даних, набір інформації, користувачі і т.д. Спільними у них є і недоліки: велика надмірність інформації, недостатня достовірність, незручне меню і т.д. Кожен з перерахованих ПТК містить приблизно 1,5 тис. ворм вихідних повідомлень (таблиць з інформацією). А в практичній роботі використовують диспетчери - не більше 20.

Перш за все, розробники зіткнулися з цікавим парадоксом. Роботу диспетчера можна строго формалізувати. Дії диспетчерів підпорядковані ситуації, що складається, тобто носять ситуаційний характер. Кожна ситуація вимагає своєї інформації. Через те, що в різних ситуаціях диспетчеру потрібно

багато різної інформації, то необхідно максимально використовувати наявну базу даних. Розробники ПТК АРМ в цьому досягли успіху і створили величезну кількість вихідних форм. Після чого з'ясувалося, що диспетчери обходяться без багатьох з них. Був і інший шлях створення ПТК АРМ диспетчера: встановити функції користувача, в даному випадку диспетчера, розробити технологічний процес їх виконання і визначити необхідну при цьому інформацію.

На графіку виконаного руху поїзні диспетчери відзначають діючі на ділянках попередження про обмеження швидкості руху. Вони витрачають багато часу, щоб записати час, місце, причину видачі, обмеження швидкості. Але найголовніше, що необхідно поїзним диспетчерам, - як попередження впливають на зміну часу ходу і швидкості руху поїздів - відсутнє. А без цього планувати майбутній пропуск поїздів неможливо, так як з'являється невизначеність в поїзній роботі.

В АРМ інженера з тягових розрахунків є можливість визначити вплив графікових попереджень на зміну часу ходу поїздів по кожному перегону і в цілому на ділянці. У вихідній таблиці навпроти кожного попередження вказується викликана ним зміна часу ходу всіх категорій поїздів. Всі зміни часу ходу поїздів підсумовуються по перегонам і в цілому для ділянки. А це вихідна інформація для приведення графіка руху до реальної ситуації.

В АРМ інженера є можливість задавати різний час ходу поїздів на перегонах і тоді на поле заданого графіка руху, відповідно, переміщуються «нитки». Але це і є автоматизоване планування пропуску поїздів. Потрібно лише помістити його в АРМ диспетчера.

Аналогічно може бути автоматизована розробка диспетчерського розкладу для введення пасажирських поїздів, які спізнюються, в графік руху або скорочення їх запізнення. Для цього попередньо (можна з використанням АРМ інженера з тягових розрахунків) будуються таблиці резервів часу ходу пасажирських поїздів. Резервом є різниця часів ходу, отриманих тяговими

розрахунками і закладеними в нормативний графік руху. Таблиці резервів часів ходу будуються для всіх парних і непарних пасажирських поїздів по кожному перегону і в цілому для ділянок. В АРМ інженера-графіста відповідно до таблиць резервів змінюється графіковий час ходу пасажирських поїздів, і на поле графіка руху після автоматичного переміщення «ниток» створюється диспетчерський розклад їх руху. Поїзному диспетчеру залишиться передати наказ станціям і машиністу пасажирського поїзда про пропуск пасажирського поїзда за диспетчерським розкладом. До речі, і текст диспетчерського наказу теж може скласти АРМ диспетчера.

За умови розвезення місцевих вагонів вивізними локомотивами, число яких менше, ніж ділянок місцевої роботи, виникає оптимізаційна задача черговості обслуговування ділянок. Вручну таку задачу вирішити неможливо. А за допомогою АРМ диспетчера ця оптимізаційна задача може бути вирішена за різними критеріями. Наприклад, по мінімуму резервного пробігу вивізних локомотивів, мінімуму обороту місцевого вагона, максимуму вивантаження в звітну добу, мінімуму експлуатаційних витрат і т.д.

Аналогічне завдання виникає при обслуговуванні маневровим локомотивом кількох станцій. За допомогою АРМ диспетчера така оптимізаційна задача може бути вирішена за різними критеріями.

На підставі складання плану складу, дислокації локомотивів і явки локомотивних бригад, зіставлення числа формованих складів, локомотивів, локомотивних бригад та «ниток» графіка і завчасне приведення їх у відповідність для всіх технічних станцій доцільно виконувати за допомогою АРМ диспетчера.

Серед оптимізаційних задач, які доцільно вирішувати в АРМ диспетчера:

1. регулювання насиченням ділянок поїздами і станцій вагонним парком;
2. регулювання локомотивним і вагонним парком;
3. розподіл потоків на розгалужених полігонах;

4. перерозподіл сортувальної роботи між станціями;
5. управління навантаженням з урахуванням можливостей подальшого вивантаження і порожніх вагонів;
6. пономерного прикріплення порожніх вагонів до заявок вантажовідправників;
7. планування явки локомотивних бригад на роботу;
8. планування відправлення поїздів зі станцій;
9. своєчасне забезпечення поїздів локомотивами;
10. своєчасна постановка локомотивів на ТО і ТР;
11. встановлення режимів поїзної роботи;
12. ефективність використання обхідних шляхів;
13. облік впливу різних чинників на швидкість руху поїздів;
14. оперативне коректування графіка руху і плану формування поїздів;
15. планування пропуску та підведення поїздів до станцій, стикових пунктів, підприємств, портів;
16. максимальне використання розвантажувальних можливостей вантажних фронтів, підприємств, портів;
17. планування роботи транспортних вузлів, стиків з іншими видами транспорту, промисловими підприємствами і т.д.

АРМ диспетчерів повинні містити моделі роботи станцій, ділянок, розгалужених полігонів мережі залізниць, всіх підприємств і ланок перевізного процесу, за допомогою яких стане можливим прогнозувати розвиток експлуатаційної роботи, визначати фактори впливу і фактичні можливості щодо пропуску поїздів і переробці вагонів, завчасно виробляти заходи щодо інтенсифікації роботи.

У дні надання «вікон» скорочення обміну поїздів у стикових пунктах коливається від 10 до 30%. Найменший з'їм розмірів руху і обміну по стиках поряд з іншими причинами пов'язаний зі сприятливим розташуванням «вікон» на

полігоні дороги, а найбільших втрат поїзної роботи викликаються невдалим розміщенням «вікон» на дорозі. В даний час при плануванні «вікон» на дорогах недостатньо враховують з'їм розмірів руху поїздів на ділянках і передачі по стикових пунктах. А цим процесом можна і потрібно управляти шляхом оптимізації черговості надання «вікон» і розподілу їх на полігоні доріг при безумовному наданні всіх необхідних «вікон» і виконання плану ремонтно-колійних робіт. Оптимізація повинна здійснюватися на стадії річного планування ремонтно-колійних робіт і при необхідності на місяцях або у коротші терміни. Результати планування доцільно представляти на АРМ диспетчера і табло колективного користування.

Виникнення відмов технічних засобів і аварійні ситуації викликають найбільші труднощі в роботі диспетчерів. Великою допомогою стало б приміщення в АРМ диспетчера алгоритмів дій в нештатних ситуаціях. Це дозволило б швидше знаходити необхідні документи, спокійніше і чітко діяти диспетчеру і всім причетним працівникам. Тобто один з розділів АРМ диспетчера повинен бути присвячений безпеці руху.

Таким чином, АРМ диспетчера, крім інформаційно-довідкового матеріалу і пульта керування пристроями диспетчерської централізації або контролю, повинен містити блоки:

- 1) моделювання роботи станцій, ділянок, розгалужених полігонів і елементів перевізного процесу;
- 2) рішення оптимізаційних завдань з вибору черговості обслуговування і ефективності використання коштів;
- 3) автоматизованого регулювання ресурсами і завантаженням різних пристроїв;
- 4) автоматизованого виконання різних розрахунків;
- 5) автоматизованого прогнозування розвитку експлуатаційної роботи;

- 6) регулювальних заходів і критеріїв прийняття рішень;
- 7) автоматизованого аналізу експлуатаційної роботи;
- 8) забезпечення безпеки руху.

В умовах зношеності рухомого складу та дефіциту вантажних локомотивів, значної нерівномірності перевезень, а також з урахуванням сучасних жорстких вимог до строків доставки вантажів перспективним напрямком удосконалення процесу перевезень є створення АРМ диспетчерів локомотивного парку роботою локомотивного парку. Дана система повинна вирішувати широкий комплекс задач, пов'язаних з оперативним плануванням роботи локомотивів та локомотивних бригад, в тому числі, здійснювати розрахунок моменту явки бригад в залежності від підходів поїздів до станції, поїзного становища безпосередньо на станції формування і відправлення поїздів, а також планування прикріплення локомотивів до поїздів на 3-4 години вперед з урахуванням наявності локомотивів в поїздах на підходах до станції та у локомотивних депо.

### **1.3 Аналіз сучасного стану локомотивного господарства України**

У 1991 році локомотивний парк України налічував 1910 електровозів і 4210 тепловозів, середня ступінь зносу локомотивного парку при цьому становила близько 60% [3]. За 20 років незалежності інвентарний парк Укрзалізниці в основному від року до року зменшувався в середньому на 1,7% або на 93 локомотива на рік. Динаміка зміни інвентарного парку локомотивів України представлена на рисунку 1.1 [4].

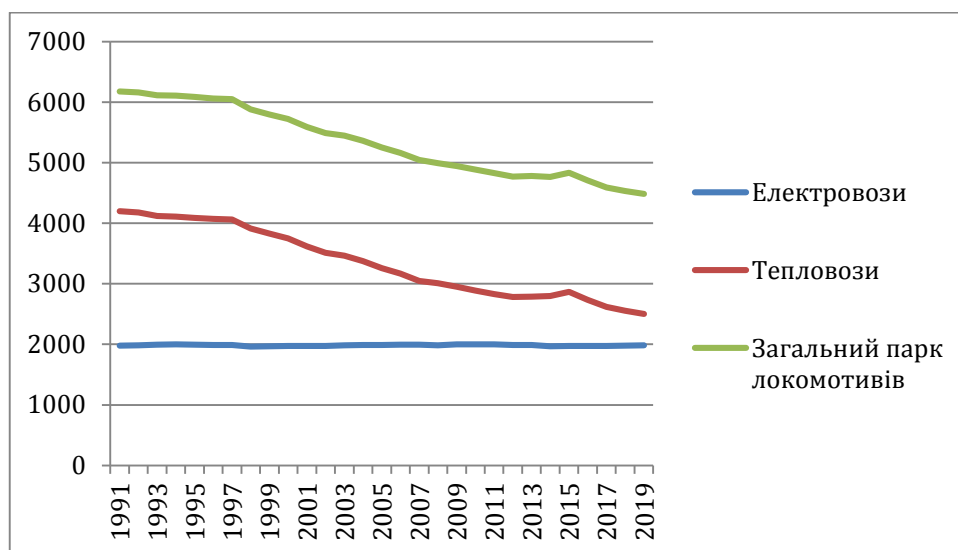


Рисунок 1.1 - Динаміка зміни інвентарного парку локомотивів України за 1991-2019 рр.

В даний час український парк локомотивів налічує 2862 електровоза і 2488 тепловозів; при цьому близько 95% електровозів і 40% тепловозів використовується для здійснення перевезень по магістральним залізничним лініях. Таким чином, з 1991 року парк локомотивів Укрзалізниці зменшився на 1770 локомотивів (близько 29%), причому в основному за рахунок списання тепловозів, число яких зменшилося на 1722 одиниці (41%), в той час як загальна кількість електровозів зменшилася всього на 48 одиниць (2,5%). Однак на тлі зменшення загального парку локомотивів середня продуктивність українського локомотива за роки незалежності зросла на 35%: якщо в 1992 році вона становила 962 тис. Т-км брутто / добу, то в 2019 – вже 1302 тис. Т-км брутто / добу [4, 5].

Разом з тим, слід зазначити, що основною проблемою для українських залізниць в даний час є не стільки зменшення локомотивного парку в цілому, а значний його знос. Так, на тлі загального рівня зношеності основних фондів Укрзалізниці 80% знос парку електровозів складає 90%, парку маневрових тепловозів - 96%, магістральних тепловозів - 99% [6], при цьому більше 50% тепловозів експлуатуються понад 25 років, а 55% електровозів - понад 40 років

З 2488 тепловозів в даний час експлуатується всього одна тисяча триста сорок три, а з 1 862 електровозів - 1271. У період до 2020 року списанню підлягають 195 електровозів і 340 тепловозів [7].

При експлуатації рухомого складу за межами терміну служби істотно погіршуються показники безпеки і економічної ефективності, зростає ресурсо- і енергоємність перевезень. У перспективі виникають загрози: з одного боку - різке підвищення витрат на експлуатацію застарілого рухомого складу, з іншого – неможливість здійснювати перевезення через фізичну відсутність тягового рухомого складу.

Оновлення ж парку локомотивів в Україні йде вкрай повільно. Так, за всі роки незалежності Україна набула всього близько 100 локомотивів. У планах Укрзалізниці в найближчі п'ять років закупити близько 500 нових локомотивів, витративши при цьому більше 28 мільярдів гривень [8]. Однак, на практиці розроблені плани придбання нових локомотивів внаслідок недофінансування постійно зриваються: наприклад, замість запланованих в 2018-2019 рр. 172 локомотивів було закуплено лише 49 машин (45 електровозів і 4 тепловози) [7].

Дослідження показало, що у 2019 році у підпорядкуванні Головного управління локомотивного господарства Укрзалізниці (УЗ) було 49 основних, 40 оборотних та 3 ремонтні підприємства, якими виконуються наступні види робіт:

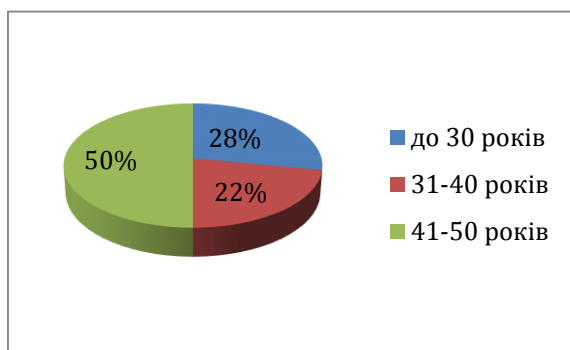
- 1) перевезення вантажу та пасажирів локомотивами в межах діляниць обслуговування;
- 2) екіпірування локомотивів;
- 3) виконання поточного ремонту ПР-1, ПР-2, ПР-3;
- 4) виконання технічного обслуговування ТО-2, ТО-3.

Станом на кінець 2019 року парк локомотивів Укрзалізниці склав: 1720 електровозів та 2152 тепловозів.

Згідно даним, зношеність парку електровозів при нормативному терміні служби 30 років складає 90,3%, зношеність парку магістральних тепловозів при

нормативному терміну служби 20 років – 99% , при цьому, середній вік електровозів становить 36 років, тепловозів – 31 рік (рисунок 1.2).

а)



б)

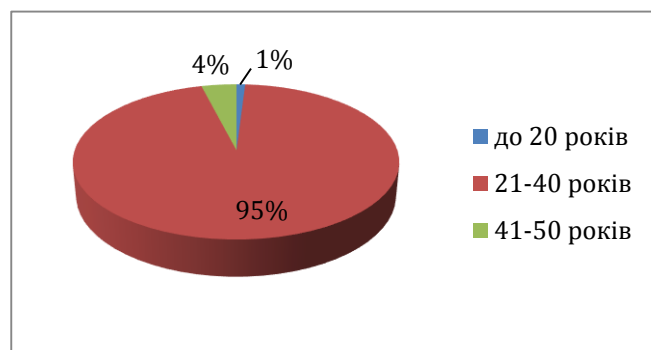


Рисунок 1.2 - Віковий стан локомотивів:

а) електровозів; б) магістральних тепловозів

Слід зазначити, що подібна ситуація характерна практично для всіх залізничних адміністрацій СНД, однак при цьому локомотивний парк України зношений найбільшою мірою. На РЖД при загальному інвентарному парку більше 20 000 локомотивів середній знос електровозів складає 76,3%, тепловозів - 86,7%. Для Білоруської залізниці дороги (загальний парк більше 1000 одиниць) середній знос локомотивів становить близько 50%. Інвентарний парк Національної залізничної компанії «Казахстан Темір Жоли» включає понад 1500 одиниць, при цьому знос становить близько 70% [9].

Як свідчить практика, фактичні темпи оновлення локомотивного парку суттєво відстають від запланованих обсягів закупівлі та темпів фізичного та морального зношення тягового рухомого складу, тож наразі найбільш перспективним напрямком підвищення ефективності функціонування локомотивів та локомотивних бригад є удосконалення методів оперативного управління наявним парком вантажних локомотивів. Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є розроблення АРМ диспетчера локомотивного парку.

## **2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ СУЧАСНИХ УМОВ РОБОТИ ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ**

### **2.1 Проблеми оперативного планування роботи локомотивного парку**

У сучасних ринкових умовах ефективне функціонування будь-якого підприємства неможливо без адекватного і якісного прогнозування умов його роботи. Адже саме на підставі такого прогнозу здійснюється планування роботи підприємства, оцінюються можливі ризики і розробляються найбільш ефективні моделі функціонування, відповідні прогнозованій ситуації. Очевидно, що отримання якісного прогнозу і складання на його основі плану роботи неможливо без використання сучасних математичних методів та інформаційних технологій.

На залізничному транспорті однією з актуальних проблем в даний час є випадки нераціонального планування роботи тягового рухомого складу, що призводить до непродуктивних простоїв на технічних станціях як складів з вагонами, так і поїзних локомотивів і локомотивних бригад. Ефективне оперативне планування роботи локомотивів і локомотивних бригад може бути реалізовано на базі адаптивної системи оперативного управління роботою локомотивного парку. Основним завданням такої системи є розробка оперативних планів роботи локомотивів і бригад з метою зменшення непродуктивних простоїв і пов'язаних з цим витрат.

Одним з основних показників ефективності роботи залізниць є оборот вантажного вагону. Як відомо, цей показник включає в себе знаходження вагону в русі, під вантажними операціями та тривалість знаходження вагону на проміжних та технічних станціях. Як свідчать дослідження [9,128,129], досить суттєвий вплив (43%) на величину обороту вагону має саме тривалість знаходження вагону на технічних станціях (рисунок 2.1).

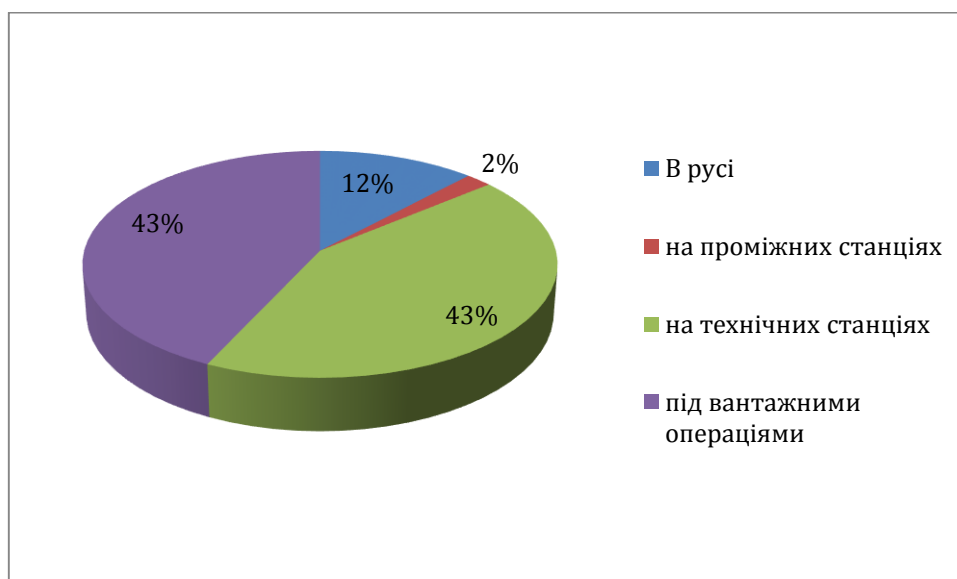


Рисунок 2.1 - Структура обігу вантажного вагона

Аналіз показує, що частка тривалості очікування поїзного локомотива в загальній величині простою вагонів на сортувальних станціях становить 10...15% для транзитних вагонів з переробкою та 30...60% для транзитних вагонів без переробки. Слід також зазначити, що для багатьох сортувальних станцій України характерна тенденція, коли в абсолютних значеннях середня величина очікування поїзного локомотива складами змінюється в часі (по місяцях і роках) в досить широких межах, у той час як відносна величина даного показника в загальному простої вагонів на станції залишається практично постійною. Так, на рисунку 2.2 наведені графіки зміни частки часу очікування поїзних локомотивів в загальному простої на станції Нижньодніпровськ – Вузол протягом 2010-2019 рр.

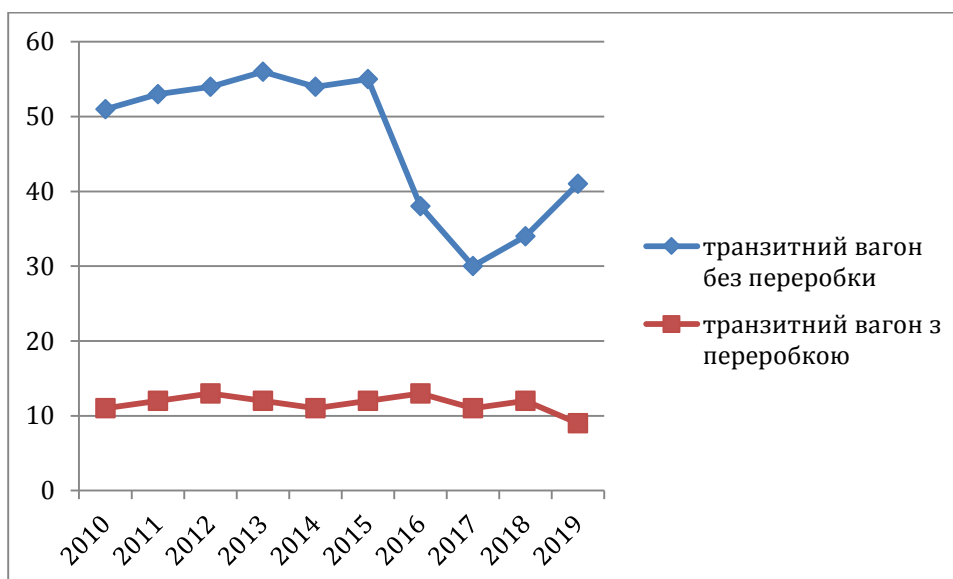


Рисунок 2.2 - Динаміка зміни частки тривалості очікування поїзного локомотива в загальному простої вагонів на станції Нижньодніпровськ-Вузол протягом 2010-2019 рр.

Основними причинами наявності таких істотних непродуктивних простоїв составів в приймально-відправних парках станцій в очікуванні подачі поїзних локомотивів є, з одного боку, гостра нестача справного тягового рухомого складу на залізницях України, з іншого боку - неефективне управління наявним локомотивним парком.

Найбільш ефективним напрямком вдосконалення роботи залізничного транспорту і локомотивного господарства, зокрема, є використання сучасних систем прийняття рішення і оперативне планування [1, 2]. Автоматизовані робочі місця (АРМ) працівників локомотивних депо, диспетчерського апарату відділень і управлінь залізниць є одним з ефективних елементів, які використовуються при оперативному плануванні роботи локомотивів і локомотивних бригад. Однак, як зазначено в роботі [13], в даний час експлуатуються АРМи мають істотні недоліки в частині функцій, що стосуються експлуатації локомотивів і планування роботи бригад.

Одним з основних етапів розробки оперативного плану роботи локомотивного парку є завдання визначення найбільш раціональної схеми закріплення локомотивів, бригад і складів вантажних поїздів один до одного, а також поїздів до ниткам графіка. Слід зазначити, що даній проблемі присвячено досить багато робіт. Наприклад, в роботах [14, с.5] склад спочатку забезпечується локомотивом, а потім призначається бригада, а в [16, с.23-38] дана проблема розглядається в умовах технології руху вантажних поїздів за розкладом, коли нитка графіка руху спочатку забезпечується локомотивом і бригадою, а до них потім прикріплюється склад. Наукова робота [17] присвячена оптимізації роботи локомотивних бригад при призначенні їх до поїздів (склади з локомотивами). Слід відзначити, що перераховані вище роботи виконані вченими Російської Федерації, де протягом декількох останніх років впроваджується «жорсткий» графік руху вантажних поїздів; в Україні ж така технологія залишається поки тільки в перспективі.

В роботі [18] оптимізація роботи локомотивів розглядається як «Завдання про призначення», де локомотиви з бригадами призначаються до складів, при цьому не враховуються локомотиви на підходах до станції, а також було проігноровано методику прикріплення бригад локомотивів.

В останні роки велика увага приділяється створенню і розвитку інтелектуальних систем управління в сфері транспортних комунікацій. Однією з проблем, що виникають в ході планування і управління залізничним транспортом, є побудова ефективних розкладів для регулювання перевізного процесу. Графік руху поїздів і прикріплених до них тягових ресурсів є центральним документом, який регламентує роботу всіх підрозділів, які фігурують в організації перевізного процесу. У зв'язку з цим пошук ефективного розкладу руху поїздів, а також постачання перевізного процесу необхідною кількістю тягових ресурсів входять в число найбільш важливих завдань в сфері залізничного транспорту, так як від їх рішення повністю залежить ефективність використання локомотивного парку.

В даний час процедури планування та управління тяговим господарством мають мінімальний рівень автоматизації і здебільшого виробляються вручну. Такий підхід тягне за собою масу незручностей і трудовитрат, що позначається на економічній ефективності діяльності Укрзалізниці. У цих умовах значно зростає актуальність розробки автоматизованої системи управління перевізним процесом і змістом тягових ресурсів.

Побудову найкращого розкладу можна вважати завданням пошуку глобального масштабу. Дане завдання є актуальним і, в той же час досить трудомістким, зі складністю, що залежить як від параметрів системи і обмежень на цільові завдання, так і від їх кількості. Для реальних завдань вибору найкращого рішення як цільової функції існує безліч алгоритмів пошуку моделей вирішення. Однак для моделювання необхідно враховувати безліч критеріїв, які впливають на ефективність обраного алгоритму. Завдання пошуку оптимального рішення в галузі управління залізничними перевезеннями характеризується складністю змінних простору і обмежень в ньому, що визначаються особливістю колійної інфраструктури і технологічним процесом перевезення. У зв'язку з цим використання загальноприйнятих методів не у всіх випадках є оптимальним стосовно до складних систем управління з великою кількістю обмежень, які не завжди мають відому структуру.

Необхідно відзначити, що в даний час існує в Україні система оперативного управління тяговим рухомим складом нерідко демонструє свою неефективність, а планування роботи локомотивів і локомотивних бригад часто виконується без урахування багатьох факторів, що впливають на нього, в т.ч. економічної складової, на основі лише власного досвіду, навичок, інтуїції поїзних і локомотивних диспетчерів. Наслідком такого підходу є нерациональність розкладу явок локомотивних бригад і плани закріплення локомотивів за складами, що в підсумку призводить до збільшення непродуктивних простоїв складів на станціях і зниження ефективності використання локомотивів. Так, наприклад, на

практиці далеко не рідкісні випадки явки локомотивних бригад у відсутність готових до відправлення складів.

Крім того, за роки незалежності локомотивний парк України скоротився на 30%, а знос магістральних локомотивів перевищив 90% [9]. Така ситуація часто призводить до дефіциту тягових ресурсів, особливо в пікові періоди перевезень. У зв'язку з цим особливої актуальності для залізниць України набувають питання вдосконалення і підвищення ефективності технології оперативного управління локомотивним парком в умовах обмеженості тягових ресурсів. При цьому основними напрямками вирішення даного завдання є розробка ефективних оперативних планів підв'язки поїзних локомотивів під склади, а також раціональне планування явок і робочого часу локомотивних бригад.

## **2.2 Аналіз нерівномірності в роботі технічних станцій України**

Одним з найбільш істотних факторів, який чинить негативний вплив на всі ланки транспортного процесу, є нерівномірність. Обсяги навантаження і вивантаження, розміри вагонопотоків на залізничному транспорті не постійні, а змінюються по сезонах, місяцях, декадах, добі, годинах. Коливання величини обсягу перевезень, обумовлюється сезонністю виробництва і постачання ряду видів продукції, розвитком виробничих сил, нестійкістю функціонування ринку, переривчастістю роботи підприємств, експлуатаційними і технічними умовами роботи самого транспорту, є специфічною особливістю перевізного процесу, яку необхідно враховувати при організації перевезень. У загальній структурі нерівномірності експлуатаційної роботи залізних доріг можна виділити: сезонну нерівномірність, добову і внутрішньодобову.

Причини, що викликають нерівномірність на залізничному транспорті, традиційно прийнято поділяти на три групи: економічні, технічні та організаційні

[11]. До економічних причин відносять коливання випуску продукції підприємствами, сезонність виробництва, укладання угод на постачання продукції і товарів, зміна кон'юнктури ринку. До технічних факторів, що зумовлюють виникнення нерівномірності в роботі залізниць, відносяться випадковий характер локомотивного утворення на станціях формування, маршрутизація перевезень за родом вантажу, відмови технічних засобів і ін. До організаційних причин можна віднести сталі режими роботи підприємств (змінність, вихідні та святкові дні), надання «Вікон» для ремонтних робіт, згущення підведення поїздів до пунктів здачі перед звітним часом (на 17 год), наявність в графіку руху пасажирських поїздів, очікування локомотивів поїздами і ін.

В сучасних умовах роботи нерівномірність в навантаженні і перевезеннях вантажів все більш збільшується, що викликає суттєві втрати як на магістральному, так і на промисловому залізничному транспорті. Однією з причин цього є перехід від системи глобального державного планування до ринкових методів складання планів. При цьому на багатьох підприємствах виробництво продукції виконується «під замовлення» і, відповідно, відправлення вантажів здійснюється вкрай не ритмічно. Крім того, як показує аналіз, істотний вплив на збільшення нерівномірності перевезень в даний час надає постійне зростання частки приватних вагонів в загальній структурі вагонопотоку.

Ряд досліджень показує, що за роки незалежності внутрішньорічна нерівномірність перевезень зросла в середньому на 7-10%, а добова - на 50% [2]. Особливо актуальною проблема нерівномірності перевезень є для залізничного транспорту під'їзних шляхів, функціонування яких характеризуються коливаннями обсягів роботи в значних межах.

Наявність нерівномірності перевезень необхідно враховувати не тільки при оперативному плануванні вантажів, але, в першу чергу, при визначенні потрібної пропускної і переробної здатності технічних засобів залізничного транспорту (вагонного та локомотивного парку, колійного розвитку, вантажно-

розвантажувальних механізмів), в т.ч. і на стадії їх проектування, а також при розробці технічних нормативів експлуатаційної роботи залізничного транспорту (технічних планів, графіка руху поїздів, Єдиних технологічних процесів роботи промислових підприємств станцій примикання та ін.). При цьому перед залізничників виникає досить суперечлива задача: або мати додаткові провізні здатності технічних засобів, розраховані на максимум перевезень, або в певні періоди часу передбачати можливість неповного освоєння наявних обсягів роботи.

Потрібна потужність (переробна або пропускна здатність) технічних засобів в більшості випадків визначається, виходячи з розрахункових добових обсягів роботи

$$Q_{\text{розрах}}^{\text{доб}} = K_{\text{нерів}} * Q_{\text{сер}}^{\text{доб}}, \quad (2.1)$$

де  $K_{\text{нерів}}$  - розрахунковий коефіцієнт нерівномірності;

$Q_{\text{сер}}^{\text{доб}}$  - середньодобові обсяги роботи.

Визначення ж розрахункового коефіцієнта нерівномірності є вельми непростою і суперечливою задачею: завищення цього коефіцієнта може привести до необхідності спорудження та утримання невикористовуваних виробничих потужностей; заниження ж коефіцієнта призводить до зниження рівня експлуатаційної надійності даного технічного пристрою, а значить і всього транспортного підприємства в цілому.

Дослідження проблеми нерівномірності вантажних перевезень і пошук шляхів її зниження має в вітчизняній експлуатаційній науці досить тривалу історію. Негативний вплив нерівномірності на експлуатаційну роботу залізниць відзначали фахівці-експлуатаційники ще в кінці 19 століття. У 1920-1930-і роки питанням аналізу причин нерівномірності присвячені роботи проф. Земблінова М.В. [3]. Разом з тим в 1930-1950-ті роки у вітчизняній експлуатаційній науці

превалювала ідеологія організації руху поїздів за жорстким розкладом і відкидалася позиція про неминучість наявності нерівномірності вагопотоків; при цьому саме поняття «нерівномірність» було оголошено «ширмою для приховування поганої роботи». Однак, практика організації та реалізації залізничних перевезень в результаті показала безперспективність і помилковість зазначеної концепції та змусила вчених-експлуатаційників всерйоз зайнятися дослідженням нерівномірності в експлуатаційній роботі залізних доріг. У різні роки дослідженням даної проблеми займалися багато вчених, серед яких особливо слід виділити роботи [1, 14-16]. Однак, незважаючи на значний обсяг досліджень, виконаних в експлуатаційній науці в минулі роки, проблема аналізу впливу нерівномірності на роботу залізниць і пошуку шляхів його зниження є актуальною і в даний час [2, 7, 8], в наслідок докорінної зміни принципів організації економіки країн пострадянського простору, що призвело до істотної зміни умов функціонування залізничного транспорту.

У той же час, слід зазначити, що основна частина виконаних наукових робіт з даної проблематики присвячена дослідженню нерівномірності функціонування, в першу чергу, магістральних залізниць, а питання аналізу нерівномірності в роботі залізничного транспорту не загального користування висвітлені недостатньо. Разом з тим, в даний час в Україні більш 90% всіх вантажних операцій при організації залізничних перевезень виконується саме на під'їзних шляхах.

Внутрішньорічна (сезонна) нерівномірність обсягів роботи для підрозділу залізничного транспорту за певним показником розраховується за формулою

$$Q_{\text{нерів}}^{\text{річна}} = (Q_{\text{міс}}^{\text{макс}} / Q_{\text{річ}}) * 12, \quad (2.2)$$

де  $Q_{\text{міс}}^{\text{макс}}$  - максимальні середньомісячні обсяги роботи підрозділу за цим показником;

$Q_{\text{річ}}$  - річні обсяги роботи підрозділу за даним показником.

Для дослідження внутрішньорічної нерівномірності в роботі магістрального залізничного транспорту на основі даних був виконаний аналіз об'ємних показників роботи 15 основних сортувальних станцій України за 2019 рік. При цьому по кожній станції фіксувалися такі середньодобові обсяги: загальне прибуття вагонів, прибуття навантажених і порожніх вагонів, прибуття вагонів інвентарного та приватного парку, прибуття вагонів парку Укрзалізниці і парку СНД. На основі цих даних за формулою (2.1) визначені коефіцієнти внутрішньорічної нерівномірності за вказаними показниками для кожної з розглянутих станцій (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Коефіцієнти внутрішньорічної нерівномірності за сортованими станціями

Станція	Коефіцієнт внутрішньорічної нерівномірності						
	Загальне прибуття вагонів	Прибуття вагонів УЗ	Прибуття вагонів СНД	Прибуття вагонів інвентарного парку	Прибуття приватних вагонів	Прибуття завантажених вагонів	Прибуття порожніх вагонів
Дарниця	1,07	1,11	1,14	1,16	1,29	1,12	1,13
Жмеринка	<b>1,57</b>	<b>1,76</b>	1,26	<b>1,70</b>	<b>2,10</b>	<b>1,50</b>	<b>1,67</b>
Львів	1,08	1,11	1,11	1,14	1,45	1,21	1,08
Клепарів	1,08	1,12	1,12	1,13	1,33	1,08	1,24
Одеса-Заст1	1,20	1,27	1,35	1,24	1,38	1,16	1,28
Одеса-сортувальна	1,09	1,07	1,38	1,14	1,20	1,17	1,07
Знаменка	1,09	1,07	1,37	1,13	1,18	1,11	1,16
Основна	1,21	1,05	1,49	1,11	1,36	1,20	1,26
Купянськ-сорт	1,12	1,17	1,21	1,28	1,26	1,16	1,17
НДУ	1,13	1,08	1,28	1,10	1,21	1,16	1,10
Запоріжжя	1,09	1,10	1,28	1,10	1,19	1,14	1,26
Ясинувате	1,20	1,12	<b>1,51</b>	1,19	1,18	1,19	1,22
Дебальцеве	1,09	1,04	1,32	1,09	1,15	1,08	1,12
Червоний Лиман	1,15	1,10	1,28	1,10	1,17	1,21	1,12
Максимум	<b>1,57</b>	<b>1,76</b>	<b>1,51</b>	<b>1,70</b>	<b>2,10</b>	<b>1,50</b>	<b>1,67</b>
Мінімум	1,04	1,04	1,11	1,09	1,15	1,04	1,07
Середнє	1,15	1,15	1,30	1,18	1,31	1,17	1,20

Коефіцієнт внутрішньорічної нерівномірності по прибуттю становить в середньому 1,15: мінімум - 1,04 по станції Дебальцеве, максимум - 1,57 для станції Жмеринка. Для прикладу, на рисунку 2.4, для цих станцій наведені

графіки середньомісячних відхилень обсягів загального прибуття від середньорічних.

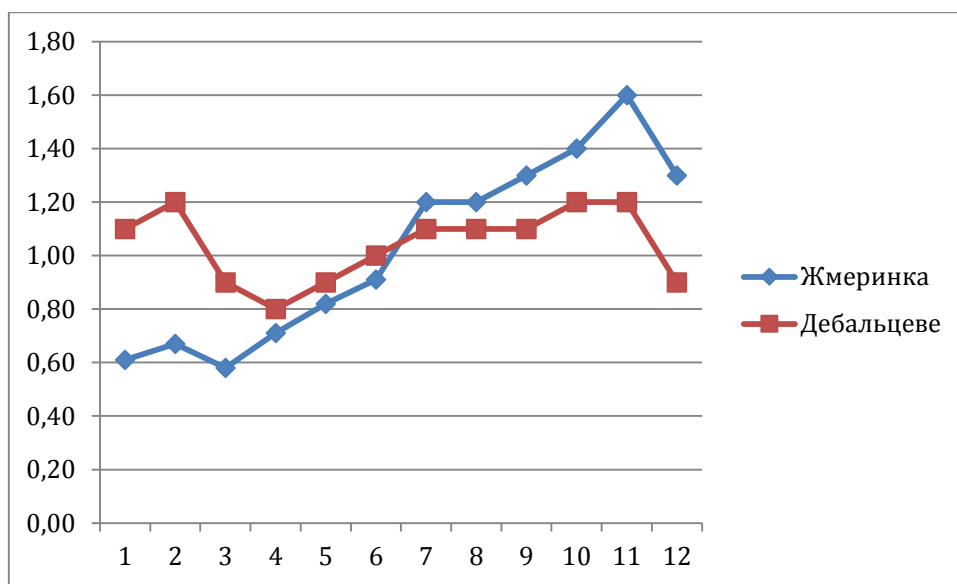


Рисунок 2.4 - Середньомісячні коливання обсягів загального прибуття вагонів по станціях Жмеринка і Дебальцеве

Разом з тим, за структурою вагонопотоків є деякі відмінності. Так, коефіцієнт нерівномірності надходження вагонів власності залізничних адміністрацій СНД в середньому становить 1,30 (мінімум - 1,11 по станції Львів, максимум - 1,60 по станції Джанкой), що на 15% більше середнього коефіцієнта внутрішньорічної нерівномірності для вагонопотоків парку Укрзалізниці. Причому частка іновагонів в загальному вагонопотоків становить в середньому 32% (мінімум - 11,4% для станції ЗапорожьеЛевое, максимум - 69,3% - для станції Куп'янськ).

Варто зазначити, що в 2019 році спостерігалось помірне збільшення частки іновагонів в загальній структурі вагонопотоків приблизно на 5%. Для прикладу, на рисунку 2.5, наведені графіки середньомісячних коливань обсягів прибуття інвентарних вагонів і вагонів парку УЗ по станції Основа.

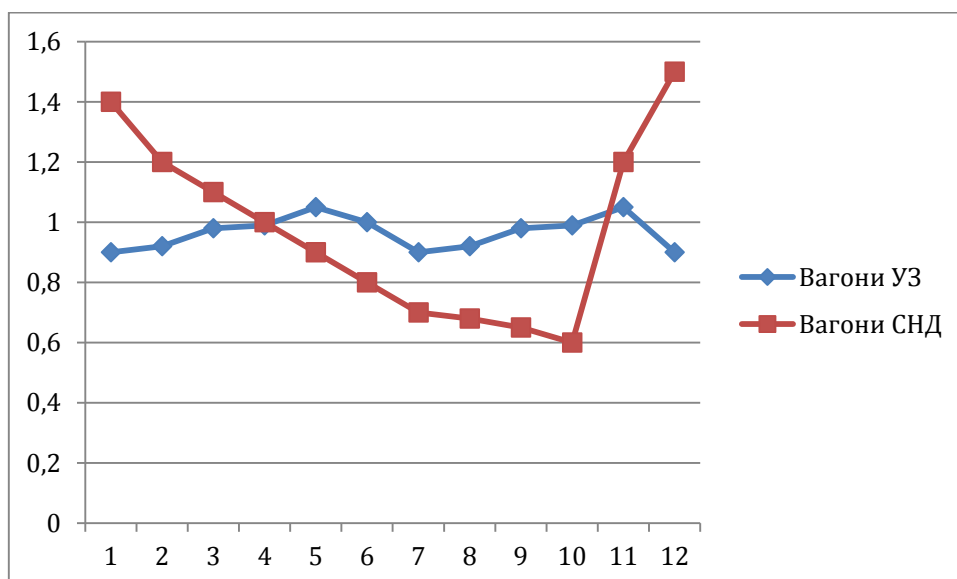


Рисунок 2.5 - Середньомісячні коливання прибуття вагонів парку УЗ і СНД по станції Основа

Як вже зазначалося, наявність приватних вагонів істотно впливає на нерівномірність вагопотоків. З урахуванням проведеної в Україні реструктуризації вагонного парку ця проблема стає більш актуальною. Частка приватних вагонів Укрзалізниці в загальній структурі прибуваючих вагопотоків в 2019 році в середньому склала 30,7% (мінімум - 13,6% по станції Клепарів, максимум - 54,6% по станції Куп'янськ). Коефіцієнт нерівномірності надходження приватних вагонів сортувальних станцій в середньому склав 1,32 (мінімум - 1,15 на станції Ясинувата, максимум - 2,10 по станції Жмеринка), що на 17% більше в порівнянні із загальним вагопотокіом. Для прикладу, на рисунку 2.6, представлені графіки середньомісячних коливань обсягів прибуття приватних і інвентарних вагонів по станції Львів.

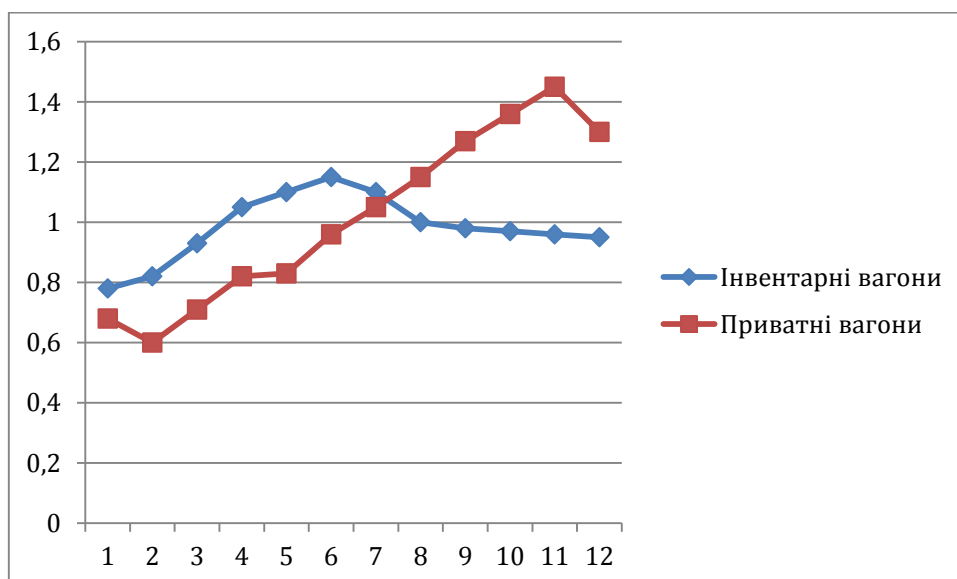


Рисунок 2.6 - Середньомісячні коливання обсягів прибуття приватних і інвентарних вагонів на станції Львів

В ході цілого ряду науково-дослідних робіт був виконаний аналіз внутрішньорічної і добової нерівномірності роботи залізничного транспорту кількох під'їзних шляхів великих підприємств і портів України.

При цьому одною з основних відмінностей від магістрального транспорту є необхідність обліку нерівномірності надходження не тільки для загального вагонопотоку, що надходить на під'їзну колію, але і окремо з різних видів вантажу, що надходять на різні вантажні фронти.

Дослідження показали, що для під'їзних шляхів коефіцієнт внутрішньорічної нерівномірності по прибуттю в залежності від виду вантажу може коливатися в досить широких межах: наприклад, для ВАТ «АрселорМетал Кривий Ріг» коефіцієнт внутрішньорічної нерівномірності по прибуттю для загального вагонопотоку становить 1,29; в той же час за окремими вантажами - знаходиться в межах 1,15 ... 3,1. Аналогічні дані отримані за під'їзними коліями порту ТОВ «Трансінвестсервіс», де нерівномірність загального вагонопотоку становить 1,32, а для окремих вантажів - 1,50 ... 3,66 (Рисунок 2.7).

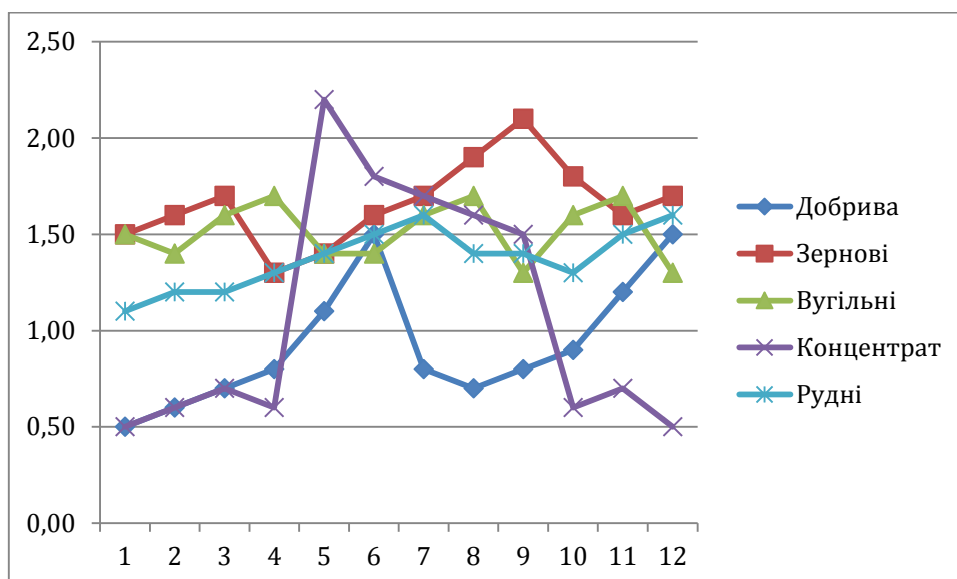


Рисунок 2.7 - Середньомісячні коливання обсягів вивантаження ТОВ з іноземними інвестиціями «Трансінвестсервіс» (за видами вантажів)

У той же час, обсяги внутрішньозаводських і спеціальних перевезень на під'їзних шляхах характеризуються більшою стабільністю в порівнянні з зовнішніми перевезеннями. Так, для ВАТ «АрселорМетал Кривий Ріг» коефіцієнт нерівномірності внутрішньозаводських перевезень склав 1,09 ... 2,43, а спеціальних - 1,19 ... 1,38. Аналогічні значення отримані і для інших під'їзних шляхів.

Що стосується впливу частки наявних приватних вагонів, то для різних під'їзних шляхів цей вплив проявляється по-різному.

Так, для ВАТ «АрселорМетал Кривий Ріг» нерівномірність надходження приватних вагонів практично така ж, як і вагонів інвентарного парку, для ВАТ «ІНТЕРПАЙП-НТЗ» - нерівномірність надходження приватних вагонів менше на 7%, для ТОВ «НІКО-ТЬЮБ», навпаки, більше на 43%, ніж нерівномірність надходження вагонів інвентарного парку.

В числі основних причин, що викликають добову нерівномірність, неритмічна робота підприємств, збільшення випуску продукції до кінця місяця або декади, недоліки в плануванні виробництва, постачанні матеріалами і збуті

продукції, зменшення навантаження у вихідні дні, нерівномірність в постачанні порожняком, перерви в русі для ремонтних робіт.

Коефіцієнт добової нерівномірності роботи за певним показником розраховується за формулою

$$K_{\text{нерів}}^{\text{міс}} = Q_{\text{доб}}^{\text{сер}} / Q_{\text{доб}}^{\text{мах}}, \quad (2.3)$$

де  $Q_{\text{доб}}^{\text{сер}}$  та  $Q_{\text{доб}}^{\text{мах}}$  - відповідно, середньодобові та максимальні добові обсяги роботи підрозділу в даному місяці.

Дослідження показали, що внутрішньо місячна нерівномірність для сортувальних станцій магістрального транспорту знаходиться в межах 10% ... 20%. Так, на рисунок 2.8, наведені графіки зміни коефіцієнтів добової нерівномірності по місяцях 2019 року для станції Нижньодніпровськ-Вузол.

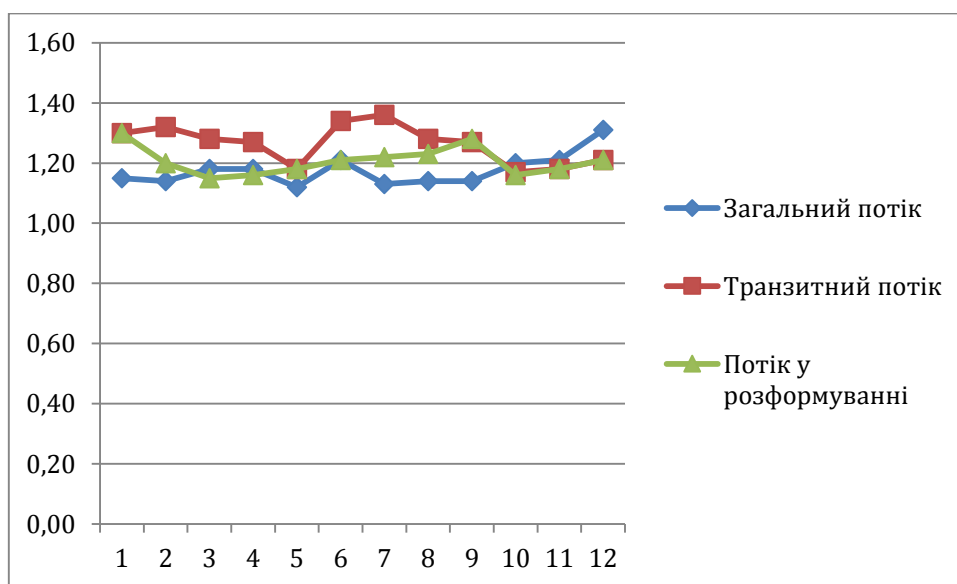


Рисунок 2.8 - Зміни коефіцієнтів добової нерівномірності по місяцях 2019 року для станції Нижньодніпровськ-Вузол

На рисунку 2.9 наведено графік добових коливань обсягів надходження вагонів на станцію Нижньодніпровськ-Вузол щодо середньодобового значення, визначеного в цілому для 2019 ( $N_{\text{серед}} = 6419$  вагонів / добу). При цьому на

даному графіку наведено значення розрахункового коефіцієнта нерівномірності (1,18), перевищення якого за окремими добами року становить не більше 5%.



Рисунок 2.9 - Добові коливання обсягів надходження вагонів на станцію Нижньодніпровськ-Вузол щодо середньодобового значення

Вказане значення визначено з використанням нормованої функції Лапласа для 95% рівня надійності.

Для порівняння, на рисунку 2.10 наведено графік зміни добових коливань надходження вагонів на під'їзну колію морського порту ТОВ з іноземними інвестиціями «Трансінвестсервіс» щодо середньорічного значення в 2019 році. Розрахунковий коефіцієнт добової нерівномірності (1,395) також визначено за умови забезпечення 95% рівня надійності з використанням нормованої функції Лапласа.



Рисунок 2.10 - Зміна добових коливань надходження вагонів на під'їзну колію морського порту ТОВ з іноземними інвестиціями «Трансінвестсервіс» щодо середньорічного значення в 2019 році

Разом з тим, як показав аналіз, за окремими вантажами на під'їзних шляхах відхилення максимальних обсягів прибуття від середньодобових значень може досягати 400 ... 500% і більше.

Наведені результати досліджень показують, що нерівномірність в експлуатаційній роботі магістрального і промислового залізничного транспорту має суттєві відмінності. При цьому обсяги роботи підприємств магістральних залізниць характеризуються набагато більшою стабільністю, в порівнянні з роботою під'їзних шляхів, де максимальні обсяги надходження вагонів по окремим вантажам можуть в кілька разів перевищувати середні розміри. Вплив нерівномірності обсягів роботи необхідно враховувати при визначенні потрібного рівня технічного оснащення станцій, залізничних ліній, під'їзних шляхів, вантажних фронтів. При цьому визначення розрахункового коефіцієнта нерівномірності і розрахункових обсягів роботи є вельми складним завданням, яке повинно вирішуватися з використанням сучасних математичних методів

теорії ймовірностей, теорії надійності, теорії масового обслуговування та математичної статистики, що обумовлює необхідність розробки АРМ локомотивного диспетчера.

### **3 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЛОКОМОТИВНИМ ПАРКОМ З УРАХУВАННЯМ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОЧОГО МІСЦЯ ЛОКОМОТИВНОГО ДИСПЕЧЕРА**

#### **3.1 Розробка моделі автоматизації робочого місця локомотивного диспетчера**

Вирішення вказаних проблем, існуючих в управлінні локомотивним складом на залізній дорозі представляє дуже складну задачу і неможливе без застосування сучасних математичних методів аналізу, прогнозування [10], оптимізації та моделювання складних систем.

Якісний оперативний план роботи локомотивного парку повинен базуватися на основі моментів готовності локомотивів, бригад і складів, які можна отримати з прогнозної моделі поїзної роботи напрямку. Розроблена прогнозна модель АРМ диспетчера поїзної роботи залізничного напрямку включає блок формування вхідної інформації, модуль прогнозу прибуття поїздів, модулі прогнозування роботи локомотивів і бригад, а також імітаційну модель станції і математичну модель локомотивного депо (рисунок 3.1).

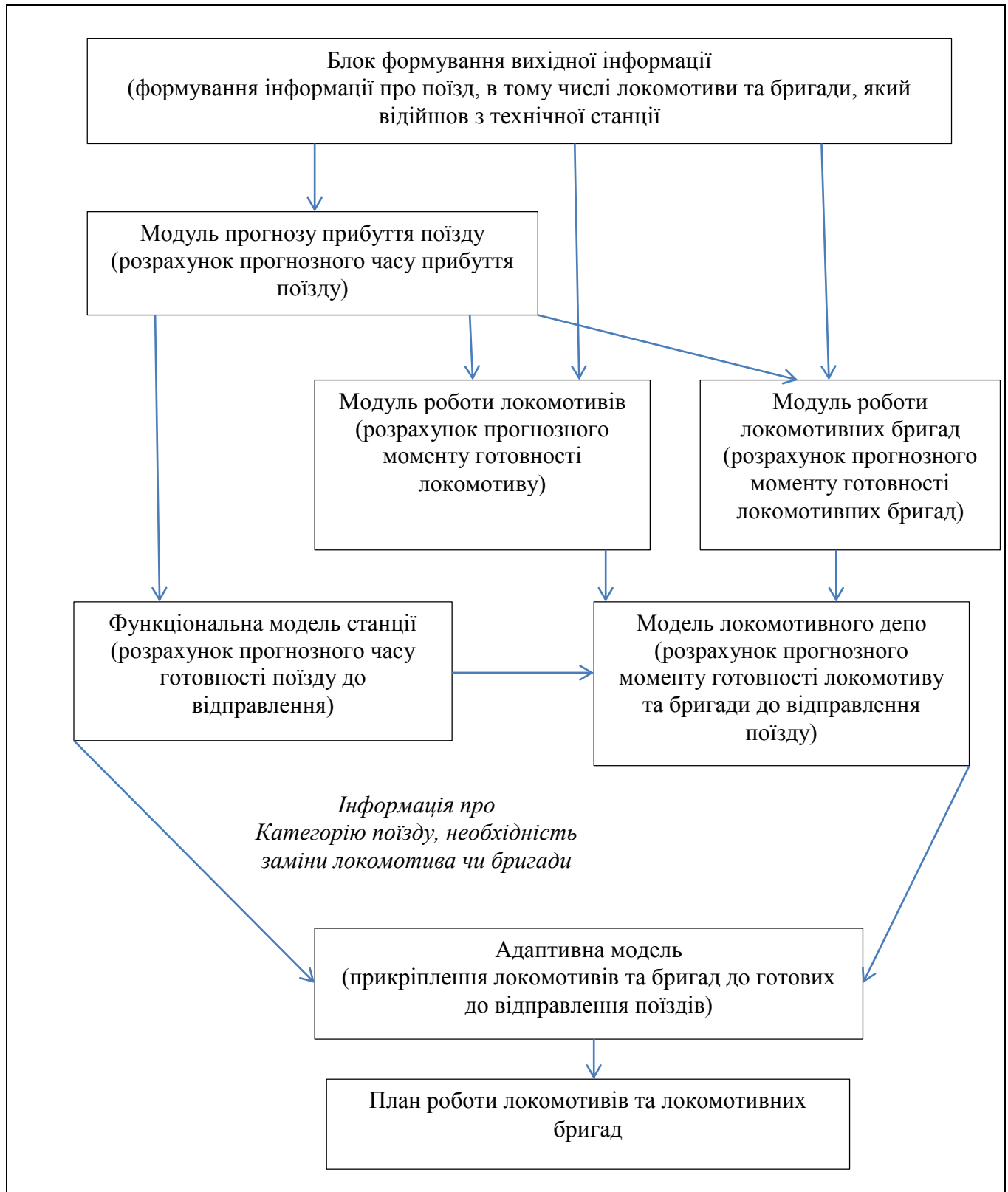


Рисунок 3.1 - Структура прогнозної моделі АРМ диспетчера

Блок формування вхідної інформації містить дані про час відправлення поїзда із суміжною технічною станцією, відомості про категорії та масі поїзда, а також дані про локомотиві і бригаді (тип локомотива, час проведення останнього ТО-2, час явки локомотивної бригади і т.д.). У реальних умовах роботи ці дані отримують в оперативному режимі з наявних інформаційних систем (наприклад, АСКП УЗ-Е).

Результати виконаних досліджень [11, 12] свідчать, що в сучасних умовах нерівномірність в роботі залізничного транспорту (внутришньодобових, тижнева і сезонна) має більший вплив на тривалість руху поїздів між технічними станціями, ніж такі параметри поїздів, як тип локомотива і маса складу. Це свідчить про те, що час знаходження в русі поїздів з однаковими параметрами може істотно відрізнятись в залежності від часу і дати їх відправлення із суміжною технічною станцією. Разом з тим серед розглянутих факторів не було виявлено такого, який би мав істотно більш сильний вплив на час руху поїздів, в порівнянні з іншими факторами. У зв'язку з цим можна зробити висновок, що для отримання більш точного прогнозу моментів прибуття поїздів на технічні станції необхідно враховувати всі розглянуті фактори при визначенні тривалості руху поїздів на залізничному напрямку. Точний прогноз моментів прибуття поїздів на технічні станції є основою ефективного функціонування прогнозу моделі роботи напряму в цілому. Тому завданням модуля прогнозу прибуття поїздів є розрахунок прогнозних моментів прибуття поїздів на технічні станції напрямки з урахуванням усіх факторів, що впливають на тривалість руху вантажних поїздів на ділянках.

Для розрахунку прогнозу тривалості руху поїздів між технічними станціями напрямку був використаний апарат штучних нейронних мереж, який є ефективним сучасним засобом прогнозування. Апарат штучних нейронних мереж, як один з ефективних сучасних математичних методів аналізу,

прогнозування та моделювання складних процесів, використовується в самих різних сферах виробництва і послуг.

Нейромережі знайшли своє застосування як при прогнозуванні показників роботи транспорту, наприклад, обсягів перевезень вантажів [13], так і при моделюванні роботи залізничного транспорту [14].

У даній роботі використана нейромережа типу персептрон, принцип функціонування якої базується на пошуку схожих параметрів відправлення поїздів в навчальній вибірці (базі статистичних даних прогнозної моделі) і формуванні (прогнозуванні) відповідного значення тривалості руху поїзда при пред'явленні вхідного вектора параметрів з фактичними даними про відправлення поїзда.

На рисунку 3.2 наведено алгоритм роботи персептрона для визначення прогнозного часу прибуття вантажного поїзда на технічну станцію.

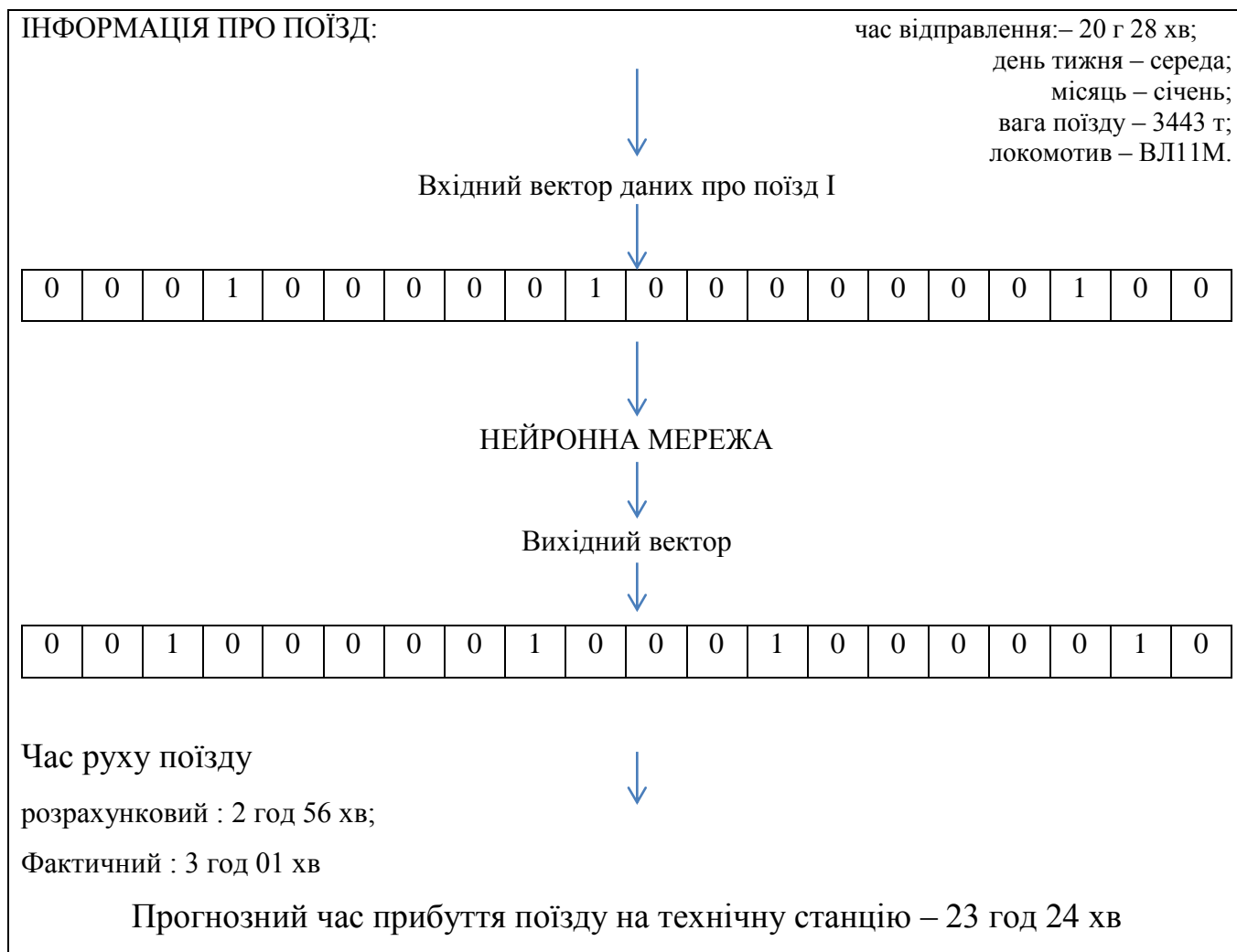


Рисунок 3.2 – Алгоритм роботи АРМ диспетчера

Як видно, інформація про потяг кодується і подається на вхід нейронної мережі в бінарному вигляді [15]; результатом роботи нейромережі також є бінарний вихідний вектор, значення якого інтерпретується в тривалість руху поїзда, а потім розраховується прогнозне час прибуття вантажного поїзда на технічну станцію. В даному прикладі розрахункова тривалість руху поїзда менше фактичної (За даними, отриманими з АСКГП УЗ-Е) на 5 хв, тобто на 3,3%.

Одна з найважливіших задач локомотивного диспетчера поїзної роботи залізничного напрямку - визначення прогнозних моментів готовності до відправки поїздів різних категорій - покладено на імітаційну модель роботи

технічної стації. У даній роботі використана імітаційна модель сортувальної станції, яка була розроблена вченими кафедри станцій та вузлів ДНУЗТ (ДПТУ) [16]. При розробці моделі сортувальна станція розглядається як стохастична багатофазна багатоканальна система масового обслуговування (СМО), що складається з комплексу технологічних підсистем, кожна з яких також моделюється як СМО і являє собою окремих універсальний імітаційний модуль.

Ще одним складовим елементом прогновної моделі поїзної роботи залізничного напрямку є математична модель роботи локомотивного депо. При цьому в модель локомотивного депо вбудовані модулі прогнозування роботи локомотивів і локомотивних бригад (див. рисунок 3.1).

Момент готовності локомотива до виконання поїзної роботи визначається в залежності від його поточного стану (в русі, в депо під ремонт, в очікуванні виконання поїзної роботи) і необхідності проведення технічного обслуговування або ремонту, а також з урахуванням тривалості проведення цих робіт з локомотивом.

Модуль прогнозування роботи локомотивних бригад визначає для кожної бригади момент готовності до виконання ТО-1 з подальшим призначенням на склад. Момент готовності бригад визначається на основі прогнозного часу прибуття бригад (поїздів) на технічні станції залізничного напрямку, даних про тривалість виконання технологічних операцій, а також необхідності надання відпочинку в оборотному депо.

У даній роботі завдання взаємної ув'язки локомотивів, бригад і складів в поїзда з наступним плануванням їх відправлення пропонується вирішувати, застосовуючи метод декомпозиції. При цьому завдання вирішується послідовно в два етапи: на I прикріплюються бригади локомотивів з урахуванням умов проведення ТО-1 і тривалості маневрових пересувань (якщо локомотив знаходиться в депо), на II - локомотиви з бригадами призначаються для обслуговування складів, враховуючи час на виконання технологічних операцій,

пов'язаних з відправленням поїздів з технічних станцій і очікування вільної нитки графіка руху.

Слід зазначити, що саме такий порядок в переважній більшості випадків застосовується на залізних дорогах України при розробці оперативних планів роботи локомотивного парку.

Вихідними даними завдання є:

- прогнози моменти готовності локомотивів і бригад до виконання ТО-1, а також прогнози моменти готовності складів різних категорій до відправлення;
- відомості про наявність пріоритетних складів, простий яких в очікуванні відправлення повинен бути мінімальний;
- графік руху поїздів на напрямках;
- обмеження по часу роботи локомотивів (для своєчасного проведення різних видів технічного обслуговування і ремонту);
- обмеження по часу роботи локомотивних бригад (для дотримання норм тривалості праці і відпочинку);
- обмеження по тяговим плечам роботи локомотивів, а також по плечах обороту бригад.

В якості критерію ефективності, на основі якого здійснюється оцінка варіантів, доцільно вибрати сукупні витрати, пов'язані з простоями локомотивів, бригад і складів вантажних поїздів в очікуванні відправлення. Витрати з враховують як тривалість простою локомотивів, бригад і складів, так і, власне, вартість цих простоїв.

Отже, в загальному вигляді задача по розробці оперативного плану роботи локомотивного парку може бути сформульована таким чином: є безлічі бригад  $B = \{B_1, B_2, \dots, B_i\}$ ,  $i = 1, \dots, n$ , локомотивів  $L = \{L_1, L_2, \dots, L_j\}$ ,  $j = 1, \dots, m$ , а також безліч складів  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_u\}$   $u = 1, \dots, v$ , де  $n, m, v$  - відповідно, кількість бригад, локомотивів і складів за період планування. Необхідно для кожного складу призначити по одному локомотиву і локомотивної бригаді, а також

визначити нитку графіка для відправлення; в свою чергу, кожен локомотив і бригада можуть обслуговувати тільки один склад, на одну нитку графіка руху поїздів може бути призначений тільки один поїзд.

Оскільки на кожному етапі метою завдання є мінімізація витрат, пов'язаних з непродуктивних простоїв бригад, локомотивів і складів вантажних поїздів, цільова функція має такий вигляд

$$C = C1 + C2 \rightarrow \min, \quad (3.1)$$

де  $C1$  - витрати, отримані на I етапі рішення задачі при призначенні бригад локомотивів;

$C2$  - витрати, отримані на II етапі рішення задачі при призначенні локомотивів з бригадами для обслуговування складів.

Виходячи з математичної постановки задачі і виду цільової функції, найбільш доцільно вирішувати це завдання розробки оперативного плану роботи локомотивного парку як «завдання про призначення»; при цьому може бути використаний угорський метод [17].

На першому етапі необхідно призначити бригади до наявних локомотивів, щоб мінімізувати сумарні витрати, пов'язані з простоєм локомотивів і бригад

$$C_1 = \sum_{i,j=1}^{m,n} c_{ij} \rightarrow \min, \quad (3.2)$$

де  $c_{ij}$  - витрати, пов'язані з призначенням  $i$ -ї бригади на  $j$ -й локомотив.

Після заповнення матриці витрат і рішення задачі отримують  $z$  пар локомотивів з бригадами  $L_j V_i$ , які будемо називати «локомотиво-бригадами». Також в кінці першого етапу отримуємо моменти готовності локомотиво-бригад, тобто час закінчення виконання ТО-1. Слід зазначити, що кількість локомотиво-бригад відповідає кількості бригад  $z = n$ , якщо  $n < m$  (число бригад менше, ніж

число локомотивів) або  $z = m$ , якщо  $n > m$  бригад більше, ніж локомотивів), тобто  $z = \min \{n, m\}$ .

Призначення локомотивів з бригадами до складів являє собою більш складне завдання, ніж призначення бригад на локомотиви, оскільки тут існує більше критеріїв, які впливають на кінцевий результат - найбільш раціональний план роботи локомотивного парку. Відомо, що є певні види вантажів, термін доставки яких повинен бути мінімальним, тому склади з такими вантажами повинні бути відправлені з найменшою тривалістю простою на технічних станціях. У локомотивних депо існує спеціалізація бригад по плечах обороту, і існують випадки, коли на момент готовності до відправлення складу певного напрямку немає готової до поїзної роботи локомотивної бригади для відправлення на відповідний напрям.

Таким чином, на етапі призначення локомотивобригад до складів необхідно врахувати не тільки тривалість і вартість простою рухомого складу і бригад, а також такі критерії, як пріоритет складів і відповідність напрямку відправлення потягів і плечей обороту бригад і т.п. Слід зазначити, що для всіх пар (локомотиво-бригад і складів) не існує загального правила або умов допустимості обслуговування локомотиво-бригадами складів, але такі умови можна сформулювати для кожної конкретної пари  $L_j V_i$  і  $S_u$ . Тому на другому етапі рішення задачі розробки плану роботи локомотивного парку пропонується застосовувати математичний апарат багатокритеріальної задачі про призначення [18], математична постановка якої зводиться до наступного.

На II етапі маємо  $z$  локомотивобригад  $L_j V_i$  і  $v$  складів вантажних поїздів  $S_1, S_2, \dots, S_v$ . Витрати, що виникають при призначенні локомотивобригади  $L_j V_i$  на склад  $S_u$  позначимо через  $c_{jiu}$ ,  $i = 1, \dots, n$ ,  $j = 1, \dots, m$ ,  $u = 1, \dots, v$ . Необхідно так розподілити локомотивобригади по складам, щоб мінімізувати сумарні витрати,

пов'язані з очікуванням локомотивобригад і складів

$$C_2 = \sum_{j,i,u}^{m,n,v} c_{jiu} \rightarrow \min, \quad (3.3)$$

Є також безліч  $K = \{K_1, K_2, \dots, K_a, \dots, K_d\}$  критеріїв характеристик локомотиво-бригад і складів. Частина критеріїв відображає вимоги локомотивобригад до складів, решта - вимоги складів до локомотиво-бригадам.

Параметр відповідності  $R_{jiu}(K_a)$  за критерієм  $K_a$  характеризує різницю між вимогами локомотивобригади  $L_jV_i$  і можливостями складу  $S_u$ , або навпаки - різницю між вимогами складу  $S_u$  і можливостями локомотивобригади  $L_jV_i$ . Якщо за критерієм  $K_a$  вимоги повністю збігаються з можливостями, то  $R_{jiu}(K_a) = 0$ , в іншому випадку -  $R_{jiu}(K_a) = 1$ .

Для пари  $\{L_jV_i, S_u\}$  значення параметрів відповідності за кожним критерієм формують вектор параметрів відповідності  $R_{jiu}$ .

Для формальної оцінки якості призначення  $\{L_jV_i, S_u\}$  використовується ранг  $G_{jiu}$  - сума відхилень по кожному компоненту вектора параметрів відповідності

$$G_{i,j,u} = \sum_{a=1}^d R_{iuja}(K_a), \quad (3.4)$$

Призначення  $\{L_jV_i, S_u\}$  вважається ідеальним, якщо  $G_{jiu} = 0$ ; якість призначення погіршується з ростом значення  $G_{jiu}$ . Ідеальним рішенням багатокритеріальної задачі про призначення є таке, при якому всі пари призначень  $\{L_jV_i, S_u\}$  є ідеальними. Таким чином, цільова функція  $G$  багатокритеріальної задачі про призначення має вигляд

$$G = \sum_{i,j,u=1}^{m,n,v} G_{iuja} \rightarrow \min, \quad (3.5)$$

У цьому завданні за допомогою експертних оцінок було виділено 6 найбільш значущих критеріїв, що впливають на якість плану роботи локомотивного парку:

- 1) відповідність напрямку відправлення вантажного поїзди тяговому плечу локомотивної бригади;
- 2) наявність або відсутність пріоритету відправлення і-го складу;
- 3) тривалість простою j-го локомотива від моменту його готовності до проведення ТО-1 до моменту відправлення поїзда зі станції в разі призначення на і-й склад;
- 4) тривалість простою і-й локомотивної бригади від моменту її готовності до виконання ТО-1 до моменту відправлення поїзда зі станції в разі призначення на і-й склад;
- 5) тривалість простою і-го складу від моменту його готовності до причепленні локомотиво-бригади  $LjVi$  до моменту відправлення зі станції;
- 6) вартість простою і-ї бригади, j-го локомотива та і-го складу для призначення  $\{LjVi, Su\}$ .

Таким чином, рішення задачі розробки плану роботи локомотивного парку на АРМ на II етапі складається з наступних кроків:

- складання матриці простою локомотивів, бригад і складів на основі пар локомотиво-бригад, отриманих на першому етапі, для розрахунку параметрів відповідності з критеріями  $K3, K4, K5$ ;
- складання матриці вартості простою локомотивів, бригад і складів для розрахунку параметрів відповідності за критерієм  $K6$ ;
- формування таблиці векторів відповідності;
- формування таблиці рангів призначень;
- рішення таблиці рангів призначень за допомогою угорського методу.

Матриця тривалості простою розмірністю  $z \times v$  формується для пар  $\{L_j B_i, S_u\}$ , де кожна клітинка містить три значення: простій складу, локомотива і простій бригади.

Матриця вартості тривалості простою рухомого складу і локомотивних бригад, розмірністю  $z \times v$  також формується для пар  $\{L_j B_i, S_u\}$ , де кожна клітинка містить сумарне с'їю значення вартості простою складів, локомотивів і бригад при відповідному призначення

$$c_{uji} = t_{s,u} r_s + t_{ji}^i r_i + t_{ji}^b r_b, \quad (3.6)$$

де  $r_s$ ,  $r_l$ ,  $r_b$  - питомі витрати на 1 годину простою на станції складу, локомотива і бригади відповідно.

Потрібно відзначити, що в результаті рішення задачі може бути отримано кілька рівнозначних планів.

У кожному такому плані відсутні заборонені перевезення, враховуються пріоритети відправлення складів, забезпечується періодичність виконання технічного обслуговування і ремонтів локомотивів, а також дотримуються норми тривалості праці і відпочинку локомотивних бригад. Остаточне рішення щодо вибору плану роботи локомотивного парку приймає оперативний диспетчерський персонал.

Запропонована методика розробки плану роботи локомотивного парку дозволяє враховувати не тільки кількісні показники (тривалість і вартість простою рухомого складу і бригад), але і якісні показники (відповідність напрямку відправлення вантажних поїздів плечах обслуговування локомотивних бригад; наявність пріоритету відправлення поїздів). Визначення оперативного плану роботи локомотивного парку на основі багатокритеріальної задачі, вирішеної за допомогою АРМ диспетчера, дозволяє враховувати безліч факторів, що впливають на кінцевий результат. Дана система є динамічною, так як під час

вступу нових даних відбувається перерахунок плану роботи локомотивного парку з подальшими рекомендаціями про зміну підв'язки локомотивів до складів вантажних поїздів.

Застосування розробленої методики дозволяє скоротити витрати, пов'язані з простоем локомотивів, бригад і складів, на 10-15%, в порівнянні з існуючою методикою роботи диспетчерського персоналу при оперативному плануванні роботи локомотивного парку.

### **3.2 Оцінка ефективності запропонованої моделі**

Підвищення ефективності діяльності локомотивного складу при впровадженні АРМ диспетчера дозволяє знижувати втрати на основі вдосконалення внутрішніх процесів взаємодії підрозділів кожного бізнес-блоку, що забезпечує тягове забезпечення руху поїздів. В управлінні тяговими ресурсами можуть бути ліквідовані або знижені наступні групи втрат:

- 1) очікування виконання операцій; непотрібна обробка (в т.ч. дублювання) і зайві процеси, які можна виключити без погіршення результатів процесу;
- 2) непотрібні і нераціональні переміщення, які можна виключити без погіршення результатів процесу;
- 3) дефекти і брак;
- 4) зайві запаси товарно-матеріальних цінностей, обладнання та рухомого складу;
- 5) необґрунтоване транспортування матеріалів, викликане нераціональним розміщенням предметів праці.

На основі цього підходу розроблено типову номенклатура втрат в основних структурних підрозділах , які можуть бути скорочені при переході до автоматизованої системи управління(таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

## Групи втрат і номенклатура типових втрат в структурних підрозділах

Група втрат	Номенклатура типових втрат управління	Номенклатура типових втрат від простоїв	Номенклатура типових втрат при ремонті
1	2	3	4
Час очікування	Простий поїзних локомотивів на станції в очікуванні виконання операцій	Простий поїзного локомотива в очікуванні локомотивних бригад	Простий поїзного локомотива в очікуванні ремонту
	Простий маневрових локомотивів на станції в очікуванні виконання операцій	Простий маневрового локомотива в очікуванні локомотивних бригад	Простий маневрового локомотива в очікуванні ремонту
	Очікування виконання операцій працівниками диспетчерського апарату	Очікування початку роботи локомотивними бригадами	Очікування операцій працівниками ремонтного депо
Непотрібна обробка та зайві процеси	Дублювання персоналом управління рухом операцій документування	Дублювання персоналом депо операцій документування	Дублювання персоналом ремонтного депо операцій документування
	Виконання операцій з вагонами, які можна виключити без погіршення результатів процесу (Списування номерів вагонів)	Виконання операцій локомотивами і локомотивними бригадами, які можна виключити без погіршення результатів процесу (Проходження локомотивів резервом, «Перевідпочинок» локомотивних бригад)	Виконання операцій з локомотивами, які можна виключити без погіршення результату ремонту та обслуговування (Повторний огляд локомотива в пунктах технічного обслуговування локомотивів)

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Непотрібні переміщення	Нераціональні переміщення персоналу	Нераціональні переміщення персоналу (Проходження локомотивних бригад "пасажирами") Нераціональні переміщення рухомого складу (Непродуктивні переміщення локомотивів і локомотивних бригад для проведення ТО в ремонтне депо)	Нераціональні переміщення персоналу
	Нераціональні переміщення вагонів		Нераціональні переміщення ремонтваних вузлів
	Нераціональні переміщення маневрових локомотивів		Нераціональне розміщення предметів праці (запасних частин)
	Нераціональні переміщення поїзних локомотивів		
	Нераціональне розміщення предметів праці (гальмівних черевиків)		
Дефекти і їх усунення	Порушення плану формування поїздів	Перевищений пробіг локомотивів без своєчасного технічного обслуговування	Відмови локомотивів через неякісний ремонт
Зайві запаси	Зайві запаси матеріалів (гальмівних черевиків)	Зайві запаси запасних частин і матеріалів (Паливо)	Зайві запаси запасних частин і матеріалів
	Зайві запаси виробничих потужностей, які потребують обслуговування (не експлуатовані локомотиви)	Зайві запаси виробничих потужностей, які потребують обслуговування	Зайве ремонтне обладнання

Впровадження АРМ в управління може сприяти усуненню наступних видів втрат:

- зниження простою поїзних і маневрових локомотивів в очікуванні виконання технологічних операцій;
- скорочення часу очікування початку роботи локомотивними бригадами;

- зменшення пробігу локомотивів «резервом», а локомотивних бригад «пасажиром»;
- скорочення непродуктивних переміщень локомотивів і локомотивних бригад для проведення ТО в ремонтне депо;
- скорочення випадків і часу «перевідпочинку» локомотивних бригад;
- зменшення перепробіг локомотивів без своєчасного технічного обслуговування;
- скорочення простою поїзних і маневрових локомотивів в очікуванні ремонту.

Оцінку ефекту від функціонування АРМ внаслідок скорочення втрат локомотивних бригад і локомотивів при їх експлуатації і ремонті необхідно здійснюється на рівні локомотивного депо.

Зниження експлуатаційних витрат з вантажних перевезень внаслідок зміни показників можна визначити за допомогою методу одиничних витратних ставок.

При цьому значення всіх інших експлуатаційних показників роботи дороги при оцінці економічного ефекту від функціонування АРМ вважаються незмінними.

Витратні ставки по Укрзалізниці за 2019 рік наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Витратні ставки по Укрзалізниці за 2019 рік

Найменування вимірників в вантажному русі	Сума витрат, тис грн
1 локомотиво-км електровозів загального пробігу з урахуванням паливно-енергетичних ресурсів	185,292
1 локомотиво-км тепловозів загального пробігу з урахуванням паливно-енергетичних ресурсів	508,668
1 локомотиво-година поїзних електровозів в роботі (ставка без бригадо-години)	4015,495
1 локомотиво-година поїзних тепловозів в роботі (ставка без бригадо-години)	6077,534
1 бригадо - година локомотивної бригади в вантажному русі	2307,450

Результати розрахунку величини зниження експлуатаційних витрат від усунення втрат, обумовлений функціонуванням АРМ, зводяться в форму табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Розрахунок величин зниження витрат, обумовлених функціонуванням АРМ

№ п / п	Вимірювач	Видаткова ставка, грн	Зміна вимірювача	Економія витрат, грн
1	Локомотиви-кілометри	260,048	22,986	5 977,42
2	Локомотиви-години	4 506,75	3,044	13 719,89
3	бригадо-години локомотивних бригад	2 307,45	9,010	20 789,76
4	Тонно-кілометри брутто вагонів і локомотивів	76,877	4 597,164	353 416,19
5	Витрата електроенергії / палива	260,048	22,986	5 977,42
6	Зниження витрат з перевезень, обумовлене зміною експлуатаційних показників			393 903

Економія при впровадженні АРМ на Українській залізниці за 1 рік складе 393 903 грн. за рахунок прискорення обороту локомотивних бригад, прискорення обороту локомотивів, скорочення часу простою вагонів у складі поїзда на станціях в очікуванні відправлення, скорочення середнього часу простою в очікуванні ремонту і часу проведення локомотивів на ТО

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ГОСПОДАРСТВА ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

### **4.1 Ергономічні вимоги до робочого місця оперативного персоналу**

Робочим місцем називають зону, оснащену необхідними технічними засобами, у якій відбувається трудова діяльність одного або групи виконавців.

Організація робочого місця - це система заходів для оснащення робочого місця засобами і предметами праці та їх розміщення у певному порядку. Робоче місце має бути пристосоване для конкретного виду праці і для працівників певної кваліфікації з урахуванням їх фізичних та психологічних можливостей та особливостей.

При організації робочих місць треба дотримуватися таких вимог: достатній робочий простір для працівника, що дозволяє виконувати всі необхідні рухи при експлуатації та технічному обслуговуванні устаткування; достатні фізичні, зорові та слухові зв'язки між робітником та устаткуванням, а також між кількома робітниками; оптимальне розташування робочих місць у виробничих приміщеннях, а також безпечні проходи для робітників; необхідне природне та штучне освітлення для виконання даної роботи та технічного обслуговування; допустимий рівень шуму та вібрації, створюваних устаткуванням, що розміщене на робочому місці, або іншими джерелами; необхідні засоби захисту робітників від дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів;

В останні роки поліпшення умов роботи диспетчерів, в основному здійснились за рахунок устаткування робочого місця так, щоб навколишнє середовище (меблі, матеріал, фарбування стін, підлоги, стелі, освітлення) задовольняло вимогам естетики виробництва, сприяло зниженню стомлення, створювало сприятливі умови для роботи.

Приміщення диспетчера варто ізолювати від зовнішнього шуму, відокремити від інших приміщень коридором. Стіни кімнати повинні бути оброблені звуконепроникним матеріалом.

Світильники повинні бути обладнані розсіювачами світла. Їх варто розташувати так, щоб на робочому місці освітленість забезпечувалася не менше 200 люкс.

Приміщення диспетчера повинно бути обладнано установками пожежної сигналізації з автоматичним пуском.

Для безпечної роботи і попередження ураження електричним струмом, застосовується заземлення електричних установок.

#### **4.2 Аналіз, прогнозування та профілактика травматизму і професійних захворювань на виробництві.**

Найбільш частими конкретними причинами виробничого травматизму на виробничих підприємствах є: відсутність інструкцій з охорони праці; робота на несправному обладнанні або на обладнанні без засобів захисту; відсутність засобів проти випадкового ураження працівників електричним струмом; відсутність драбин, які б відповідали вимогам правил техніки безпеки; розвантаження і транспортування вантажів без застосування відповідних механізмів і пристосувань; користування несправним реманентом, пристосуванням та інструментом.

У процесі виробничої діяльності на людину можуть діяти небезпечні й шкідливі виробничі фактори. Ці фактори поділяються на: фізичні, хімічні, біологічні й психофізичні. З наявністю небезпечних і шкідливих факторів пов'язані нещасні випадки і професійні захворювання на виробництві, що виникають відповідно за певних обставин або з ряду умов. Відповідно до Положення про

розслідування причин нещасних випадків і профзахворювань ці умови та причини поділяються на такі групи:

технічні, що виникають з погляду охорони праці внаслідок необлаштованих, будівельних конструкцій і деталей, технологічного устаткування, пристроїв, оснащення, інструментів, попереджувальних та інших технічних засобів безпеки, порушення технологічних процесів, незадовільного технічного догляду і ремонту обладнання та ін.

організаційні, що є наслідком незадовільної організації охорони праці (недосконалих інструктажів і навчання робітників, відсутність таких правил при виконанні робіт, що відповідають інструкції з охорони праці, відсутність або незадовільне проведення контролю й нагляду, неправильна організація робочого місця, відсутність індивідуальних засобів захисту.);

психофізичні, що є наслідком порушень або відхилень у життєдіяльності для організму людини (алкогольне, наркотичне сп'яніння, низька нервовопсихічна стійкість, незадовільні фізичні дані або стан здоров'я, незадовільний психологічний клімат у колективі, травмування внаслідок протиправних дій інших осіб та.).

З метою покращення рівня стану охорони праці, прогнозування травматизму, професійних захворювань та проведення їх профілактики застосовують різні методи. Вони орієнтуються на оперативній звітності, актах розслідування нещасних випадків і [60] профзахворювань та на матеріалах комплексних обстежень стану охорони праці. Найбільш часто використовують такі методи досліджень:

Статистичний – полягає на вивченні причин нещасних випадків, що вже сталися. Для цього використовують дані актів за формою Н-1. Цей метод допомагає розрахувати залежність травматизму в окремих підрозділах, на підприємствах і в галузі в цілому. При профільному статистичному аналізі травматизму досліджують також нещасні випадки за видами виконання робіт,

порівнюють дані про потерпілих (професія, стаж, стать, вік), аналізують такі допоміжні характеристики, як час, коли стався нещасний випадок (рік, місяць, день тижня, час робочого дня).

Динаміку травматизму протягом певного часу можна визначити за даними звітів 7-ТНВ шляхом підрахунку таких показників.

$K_T$  – коефіцієнт частоти нещасних випадків за звітний рік, що приходяться на 1000 працюючих:  $K_T = T/P \cdot 1000$ , де  $T$  – кількість нещасних випадків, пов'язаних з виробництвом, що мали місце за звітний рік;  $P$  – середньоспискова кількість працюючих за звітний рік.

$K_D$  – коефіцієнт важкості травматизму, який вказує кількість днів непрацездатності, що в середньому приходиться на один нещасний випадок за звітний рік:  $K_D = D/T$ , де  $D$  – загальна кількість днів непрацездатності по нещасних випадках, пов'язаних з виробництвом, за звітний рік.

$K_{NB}$  – коефіцієнт небезпеки виробництва, який вказує кількість днів непрацездатності, що в середньому приходиться на 1000 працюючим за звітний рік:  $52 K_{NB} = D/P \cdot 1000$ .

$K_P$  – питомий коефіцієнт травматизму різних професій або технологічних процесів:  $K_P = H/DO$ , де  $H$  – кількість нещасних випадків, що приходиться на дану професію або технологічний процес у відсотках від загальної кількості травм за звітний період,  $DO$  – кількість працюючих на даному технологічному процесі або професії у відсотках від загальної кількості працюючих за звітний період.

Груповий – полягає в аналізі дублюванні нещасних випадків, однакових за обставинами, видам подій, тих, що відбулися при однакових умовах і повторюються за мірою ушкоджень здоров'я працюючих. Це дає змогу встановити професії та види робіт з найбільшим відсотком травматизму, виявити дефекти виробничого устаткування, розробити заходи які будуть забезпечувати безпечні умови праці.

Топографічний – узагальнює вивчення причин нещасних випадків за місцем, де вони сталися. Для цього всі нещасні випадки відзначають спеціальними позначками на плані цеху або території виробництва, що дає можливість визначити зони підвищеної небезпеки, застосувати необхідні заходи з охорони праці.

Монографічний – відповідає за детальне простеження усього комплексу умов праці, при яких стався нещасний випадок (технологічні і трудові процеси, основне й допоміжне устаткування, організація робочого місця, сировина, що використовувалася, умови праці, наявність та стан засобів колективного й індивідуального захисту). У результаті даного дослідження виявляють не тільки причини травматизму, а також потенційні небезпечні та шкідливі фактори, що впливають на робітників.

Метод експертних оцінок – використовує досвід та інтуїцію фахівців, яких залучають до експертизи. Експертами можуть бути найбільш кваліфіковані працівники, що тривалий час займаються питаннями охорони праці. Велике значення для профілактики травматизму й профзахворювань мають автоматизовані системи обліку, аналізу й дослідження з використанням засобів обчислювальної техніки на різних ієрархічних рівнях керування охороною праці.

Високою залишається кількість випадків із-за порушень потерпілими вимог нормативних актів з охорони праці, що свідчить як про недостатній контроль за виконанням робіт, так і про недоліки в навчанні з питань охорони праці.

Необхідно зазначити, що в профілактичній роботі з попередження виробничого травматизму необхідно зосередити зусилля на підвищенні рівня навчання з питань охорони праці посадових осіб і працівників, усунення причин травмування, виконання заходів спрямованих на створення безпечних умов праці, підвищення рівня трудової та виробничої дисципліни.

### **4.3 Заходи з безпеки праці при використанні електронно обчислювальних машин.**

Розвиток техніки, особливо в останній час, показав, що при створенні електронних систем, дані психофізіологічних особливостей людського організму важко подолати, вони досить слабкі і утворюють одне з найвразливіших місць. З'явилася необхідність у багатомірній оптимізації системи «людина – машина – виробниче середовище», у всебічному обліку «людських» та технічних факторів для досягнення заданої ефективності систем контролю та управління

Заходами безпеки з трудової діяльності людини, є об'єктом – системи “людина – машина – виробниче середовище”. Оптимізація трудової діяльності та умов її здійснення дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії, ефективності та надійності діяльності людини.

Для зменшення фізичного навантаження на людину існує безліч різних методів. Усі вони безпосередньо зв'язані з ергономічними заходами безпеки на виробництві. Більш важливі з них - механізація й автоматизація виробничих процесів, впровадження нової техніки. Конструктори і виробники транспортних машин, механізмів і пристроїв протягом довгого періоду часу не звертали достатньої уваги на умови праці людини в системі «людина – машина», тому на залізницях використовується велика кількість ефективних за технічними показниками устаткування і техніки, які є незручними для експлуатації й обслуговування.

Сучасні системи автоматизації робочого місця поїзного диспетчера спрямовані на отримання високого коефіцієнту результативності і вимагають постійного удосконалення з урахуванням сучасних умов праці. Головними небезпечними та шкідливими виробничими факторами, які можуть діяти на диспетчера являються

- наявність в робочій зоні не відключених струмоведучих частин обладнання та устаткування;
- можливість ураження електричним струмом;
- недостатня освітленість робочої зони;
- наявність статичної електрики;
- наявність електромагнітних випромінювання;
- напруженість електричного поля;
- порушення режиму праці та відпочинку;
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці);
- підвищена напруга зору, пов'язана з постійним спостереженням за екраном дисплея персонального комп'ютера;
- фізичні навантаження, пов'язані з довгостроковим перебуванням у вимушеному положенні, а саме - локальне м'язове напруження.

При роботі з персональним комп'ютером дуже важливу роль відіграє дотримання правильного режиму праці та відпочинку. При недотриманні режиму у працівників з'являються скарги на головні болі, роздратованість, порушення сну, втомленість та неприємні відчуття в очах, попереку, в області шиї та руках.

Для збільшення продуктивності при мінімально можливому рівні витрат, а також покращення умов робочого місця повинне бути забезпечено оптимальне положення працюючих. Руки користувача повинні розташовуватися на робочому столі в горизонтальному положенні, злегка нахилені, кут повинний складати 70°- 90°. Ноги повинні стояти плоско на підлозі. Для забезпечення зручності у випадку інтенсивної роботи, перевагу варто віддавати віддаленій клавіатурі. Відстань від очей користувача до екрана монітора повинна складати 500-700 мм, кут зору 10° - 20°, але не більше 40°, кут між верхнім краєм монітора і рівнем очей менше 10°. Кращим є розташування екрана перпендикулярно до лінії зору користувача.

## **5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **5.1 Основні принципи охорони навколишнього природного середовища від впливу залізниці.**

Охорона навколишнього природного середовища і доцільне використання природних ресурсів, встановлення екологічної безпеки промисловості і обумовлення навколишнього середовища життєдіяльності працівників є пріоритетним питанням стабільного економічного та соціального розвитку залізниці України. За даною метою інфраструктура галузі акцентує вимоги на свою екологічну політику, спрямовану на охорону живої і неживої природи. Така політика спрямована на забезпечення взаємодії виробництва і навколишнього середовища, доцільного використання, ефективного збереження і вчасного відтворення природних об'єктів.

Головним джерелом екологічного законодавства і права передбачається, що встановлення екологічної безпеки і підтримка екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків викидів у навколишнє середовище та збереження генофонду українського народу є обов'язком виробничих галузей.

Основний Закон країни свідчить про те, що кожний громадянин має право на безпечне для життя і здоров'я, навколишнє середовище та відновлення заподіяної порушенням цього права шкоди. Ці загальні вимоги Конституції є головними складовими для майбутнього розвитку і основного функціонування нормативно-правової бази екологічного законодавства.

Основні положення охорони навколишнього природного середовища.

Екологічним законодавством встановлено основні положення охорони навколишнього середовища. До них відносять

- пріоритетність вимог екологічної безпеки й обов'язковість дотримання екологічних стандартів;

- гарантування екологічно безпечного природного середовища для життя і здоров'я людей;
- випереджаючий характер заходів з охорони природного середовища;
- науково стверджене узгодження економічних, екологічних та соціальних інтересів населення;
- використання природних ресурсів з урахуванням рівня антропогенних змін тери,торії проживання людства;
- прогнозування стану навколишнього середовища і належне проведення екологічної експертизи;
- демократизм при прийнятті рішень, що впливають на стан навколишнього середовища і формування в населення екологічної освідченності ;
- накладання штрафів за забруднення навколишнього середовища і погіршення якості природних ресурсів;
- компенсація збитків, виявлених при порушенні екологічного законодавства .

Принципи охорони навколишнього природного середовища як основні пункти правового регулювання взаємодії суспільства з природою суттєво впливають на визначення екологічної правовірності державних органів і населення країни.

Завдання підприємств, полягає в тому, щоб не погіршувати природні основи своєї планети, а допомагати прогресивним процесам у біосфері, а акцентувати на цьому все зростаючу кількість енергії, звернути увагу і розібратися в законах і правилах, рушійних цими процесами, і узгодити з ними свої плани і дії.

У кожному підрозділі залізниці, діяльність якого теоретично може призвести до погіршення стану довкілля, здійснюються екологічний контроль за виробничими процесами та станом промислових зон.

## **5.2 Політика залізниці в сфері охорони навколишнього природного середовища.**

Основне джерело акустичного забруднення - транспорт (від 75 до 85%), втім на другому місці знаходиться залізничний транспорт. Частка 78 залізничного транспорту складає від 6 до 13%, його вклад зростає в нічний час майже в 2 рази.

Відходи промислових підприємств залізничного транспорту є одним основних джерел забруднення ґрунтів. Залізничний транспорт -це виробництво, де створюється велика кількість відходів, в основному шкідливих для навколишнього середовища. Відходи є наслідком технологічних процесів промисловості, процесів осідання опадів при очищенні виробничих стічних вод та.

Відходи залізничного транспорту можуть містити нафтопродукти, токсичні хімічні сполуки, відходи лаків і фарб , важкі метали, які відпрацювали люмінесцентні лампи електричного освітлення, органічні сполуки , забруднені маслами і мастилами ганчір'я і ґрунт з територій підприємств.

До найбільш небезпечних відносяться шлами з очисних споруд гальванічних дільниць, відходи з хімчисток робочого одягу, плаваючі нафтопродукти і нафтошлами. У локомотивних і вагонних депо відходи утворюються в процесах ремонту та обслуговування рухомого складу: в процесі механічній і термічній обробці металевих і полімерних виробів, нанесенні лакофарбових і гальванічних покриттів, при зварюванні і наплавленні, в мастильних операціях, на акумуляторних ділянках та ін. На шпалопросочувальних заводах ( на ділянках просочення шпал) токсичні відходи пов'язані із застосуванням масляних антисептиків. На підприємствах з виробництва консистентних мастил і регенерації масел токсичні відходи утворюються на всіх етапах виробничого процесу.

Вони з'являються і на ділянках з нанесення полімерних захисних і декоративних покриттів на деталі пасажирських вагонів при їх ремонті. На об'єктах вантажної роботи токсичні відходи утворюються від пилення цементу, добрив, вапна та інших хімічних вантажів у процесі проведення навантажувально-розвантажувальних робіт.

Небезпечні відходи як опади стічних вод утворюються при митті і санітарній обробці 81 вагонного парку після перевезення худоби, м'яса, риби, сільгосппродукції, схильною до гниття або містить нітрати, ліків і хімічних вантажів. Сьогодні проблеми екології займають чималу частку у роботі Південної залізниці, оскільки високий рівень життя та здоров'я населення можливі тільки за умови підтримки якості навколишнього природного середовища. На залізниці на зміну споживацькому ставленню до навколишнього природного середовища вже давно прийшло розуміння необхідності інноваційних технологій в сфері екології.

Природоохоронні заходи по залізниці, спрямовані на покращення загального екологічного стану за рахунок зменшення кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, гідросферу та земельні ресурси.

Має місце зменшення викидів в атмосферу від дизелів тепловозів завдяки проведеній електрифікації діляниць залізниці (перехід із тепловозної тяги на електричну).

У рамках охорони та раціонального використання водних ресурсів здійснюється утримання та ремонт споруд для очищення виробничих господарсько – побутових стічних та зворотних вод, ремонт, очищення, ревізія систем каналізації, утримання каналізаційних мереж і споруд на них, ремонт споруд первинної стадії очищення, створення та ремонт огорож зон санітарної охорони водозаборів, лабораторний контроль тощо.

### 5.3 Екологічна політика

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід’ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

З цією метою Україна здійснює на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечного для існування живої і неживої природи навколишнього середовища, захисту життя і здоров’я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів.

Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" (від 25 червня 1991 р. із змінами та доповненнями від 6 березня 1996 р) передбачає активізацію діяльності різних галузей народного господарства в контексті збереження природних багатств і звичайного середовища проживання людини в інтересах нинішнього і майбутнього поколінь. Завданнями цього закону є регулювання відносин у галузі охорони, використання та відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідація негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів. Слід відразу зауважити, що залізничний транспорт України в екологічному відношенні є однією з відносно благополучних галузей народного господарства.

І все ж таки, потрібно відзначити, що залізничний транспорт завдає серйозної шкоди навколишньому середовищу. До складу відпрацьованих газів дизелів тепловозів, які працюють на станціях, входить понад 80 компонентів,

більшість з яких токсичні. Загальне споживання води об'єктами залізничного транспорту складає понад 1 млрд. куб. м., а скид стічних вод - 0,6 млрд. м<sup>3</sup>. із яких 0,2 млрд. м<sup>3</sup> - у поверхневі водойми (більшість виробничих і комунальних об'єктів галузі не мають очисних споруд); шкідливий вплив мають шум і вібрації від потягів, що рухаються. Ця лавина забруднень не дуже помітна на фоні великих промислових центрів і міст, але її слід враховувати в екологічно чистих і заповідних зонах, в яких проходять залізниці. Саме тому першочерговим завданням є створення системи контролю за якістю стану навколишнього середовища, тобто екологічного моніторингу, під яким розуміється "... спостереження за станом навколишнього природного середовища і попередження про критичні ситуації, які створюються, шкідливі і небезпечні для здоров'я людей та інших живих організмів".

Залізничний транспорт – великий споживач води. Не дивлячись на ліквідацію парової тяги, водоспоживання на залізницях збільшується із року в рік. Це пов'язано із збільшенням залізничної мережі і обсягів перевезень, а також зростанням масштабів житлового і культурно-побутового будівництва. Слід очікувати, що виробничо-побутове споживання води буде збільшуватися і в подальшому оскільки з кожним роком зростає кількість локомотивних і вагонних депо, пунктів підготування вантажних і пасажирських вагонів до перевезення, пунктів екіпірування рефрижераторних поїздів. Вода бере участь практично в усіх виробничих процесах: при митті рухомого складу, його вузлів і деталей, охолодженні компресорів і іншого обладнання, використовується при заправці вагонів, реостатних випробуваннях тепловозів. Частина споживаючої води витрачається безповоротно (заправка пасажирських вагонів, отримання пари, виготовлення криги). Обсягів оборотного і повторного використання води на підприємствах залізничного транспорту поки що складає лише біля 30%. Більша ніж частина використаної води скидається в поверхневі водні об'єкти.

При митті залізничного рухомого складу в ґрунт і водойми переходять разом із стічними водами синтетичні поверхнево – активні речовини, нафтопродукти, феноли, кислоти, органічні і неорганічні речовини. Вміст нафтопродуктів в стічних водах при митті локомотивів, фенолів при митті цистерн з-під нафти перевищують гранично допустимі концентрації. В багато разів сильніше стічних вод забруднюється ґрунт на території і поблизу пунктів, де виконується очищення рухомого складу.

## ВИСНОВКИ

1. Проведене дослідження дозволило зробити наступні висновки.
2. Існуюча в даний час в Україні система оперативного управління тяговим рухомим складом нерідко демонструє свою неефективність, а планування роботи локомотивів і локомотивних бригад часто виконується без урахування багатьох факторів, що впливають, в т.ч. економічної складової, на основі лише власного досвіду, навичок, інтуїції поїзних і локомотивних диспетчерів. Наслідком такого підходу є нераціональні розклади явок локомотивних бригад і плани закріплення локомотивів за складами, що в підсумку призводить до збільшення непродуктивних простоїв складів на станціях і зниження ефективності використання локомотивів. Так, наприклад, на практиці далеко не рідкісні випадки явки локомотивних бригад у відсутність готових до відправлення складів.
3. За роки незалежності локомотивний парк України скоротився на 30%, а знос магістральних локомотивів перевищив 90%. Така ситуація часто призводить до дефіциту тягових ресурсів, особливо в пікові періоди перевезень. У зв'язку з цим особливої актуальності для залізниць України набувають питання вдосконалення і підвищення ефективності технології оперативного управління локомотивним парком в умовах обмеженості тягових ресурсів. При цьому основними напрямками вирішення даного завдання є розробка ефективних оперативних планів підв'язки поїзних локомотивів під склади, а також раціональне планування явок і робочого часу локомотивних бригад. Вирішення цих питань представляє дуже складну задачу і неможливе без застосування сучасних математичних методів аналізу, прогнозування, оптимізації та моделювання складних систем.

4. В умовах зношеності рухомого складу та дефіциту вантажних локомотивів, значної нерівномірності перевезень, а також з урахуванням сучасних жорстких вимог до строків доставки вантажів перспективним напрямком удосконалення процесу перевезень є створення АРМ диспетчерів локомотивного парку роботою локомотивного парку. Дана система повинна вирішувати широкий комплекс задач, пов'язаних з оперативним плануванням роботи локомотивів та локомотивних бригад, в тому числі, здійснювати розрахунок моменту явки бригад в залежності від підходів поїздів до станції, поїзного становища безпосередньо на станції формування і відправлення поїздів, а також планування прикріплення локомотивів до поїздів на 3-4 години вперед з урахуванням наявності локомотивів в поїздах на підходах до станції та у локомотивних депо.
5. На залізничному транспорті однією з актуальних проблем в даний час є випадки нераціонального планування роботи тягового рухомого складу, що призводить до непродуктивних простоїв на технічних станціях як складів з вагонами, так і поїзних локомотивів і локомотивних бригад. Ефективне оперативне планування роботи локомотивів і локомотивних бригад може бути реалізовано на базі адаптивної системи оперативного управління роботою локомотивного парку. Основним завданням такої системи є розробка оперативних планів роботи локомотивів і бригад з метою зменшення непродуктивних простоїв і пов'язаних з цим витрат.
6. Одним з найбільш істотних факторів, який чинить негативний вплив на всі ланки транспортного процесу, є нерівномірність. Обсяги навантаження і вивантаження, розміри вагонопотоків на залізничному транспорті не постійні, а змінюються по сезонах, місяцях, декадах, добі, годинах. Коливання величини обсягу перевезень, обумовлюється сезонністю виробництва і постачання ряду видів продукції, розвитком виробничих сил, нестійкістю функціонування ринку, переривчастістю роботи підприємств,

експлуатаційними і технічними умовами роботи самого транспорту, є специфічною особливістю перевізного процесу, яку необхідно урахувати при організації перевезень. У загальній структурі нерівномірності експлуатаційної роботи залізних доріг можна виділити: сезонну нерівномірність, добову і внутрішньодобову.

7. Впровадження АРМ в управління може сприяти усуненню наступних видів втрат: зниження простою поїзних і маневрових локомотивів в очікуванні виконання технологічних операцій; скорочення часу очікування початку роботи локомотивними бригадами; зменшення пробігу локомотивів «резервом», а локомотивних бригад «пасажиром»; скорочення непродуктивних переміщень локомотивів і локомотивних бригад для проведення ТО в ремонтне депо; скорочення випадків і часу «перевідпочинку» локомотивних бригад; зменшення перепробіг локомотивів без своєчасного технічного обслуговування; скорочення простою поїзних і маневрових локомотивів в очікуванні ремонту. Економія при впровадженні АРМ на Українській залізниці за 1 рік складе 393 903 грн. за рахунок прискорення обороту локомотивних бригад, прискорення обороту локомотивів, скорочення часу простою вагонів у складі поїзда на станціях в очікуванні відправлення, скорочення середнього часу простою в очікуванні ремонту і часу проведення локомотивів на ТО-2.
8. Отже, запровадження АРМ локомотивного диспетчера є ефективною умовою поліпшення показників результативності діяльності залізничних перевезень, що у сучасних умовах конкурентного середовища є нагальною проблемою для Укрзалізниці.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бачинська Є.Б., Малахова О.А. Аналіз технології взаємодії у підсистемах сортувальної станції та локомотивного депо Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2010. Вип. 118. С. 192 197.
2. Білоус Ю.А. Результати роботи локомотивного господарства в 2012 році Локомотив-информ. 2013. № 4. С. 27 31.
3. Бутько Т.В. Обґрунтування доцільності впровадження подовжених пліч оберту локомотивів та локомотивних бригад при пропуску поїздів за «жорсткими» нитками графіка. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2010. - Вип. 119. С. 25 28.
4. Бутько Т.В., Лаврухін О.В., Доценко Ю.В. Удосконалення управління процесом просування поїздо-потоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону Т.В. Бутько Зб. наук. праць. ДонІЗТ. Донецьк: ДонІЗТ 2010. Вип. 22. С. 18 26.
5. Векуа Ш.М. Регулирование локомотивов в условиях стабилизации грузового движения Железнодорожный транспорт. 1983. №10. С. 29 31.
6. Р. В. Вернигора Л. О., Єльнікова Аналіз нерівномірності відправлення поїздів з технічних станцій на залізничному напрямку Восточно-Европейский журнал передовых технологий Научный журнал. Харьков: Технологический центр 2015. №3/3 (63). С.63 66.Новотарський Штучні нейронні мережі Інституту математики НАН України. Т50. Київ: НАН України 2004. 408 с. Режим доступа - <http://novotarskiy.narod.ru/mono2.htm>
7. Р.В. Вернигора, Л.О, Єльнікова Перспективи створення адаптивної системи оперативного керування роботою локомотивів та локомотивних бригад Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія “Транспортні системи і технології перевезень” Вип. 4. Д.: ДНУЗТ 2012. с. 25 29.

8. Вохмінцев С.В. Концепція інформаційного забезпечення залізничного транспорту Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2011. №5. с.27-31.
9. А. Р. Гайков, О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов Інтелектуальні транспортні системи в Україні Вісник НТУ «ХПІ». Х. : НТУ «ХПІ» 2014.
10. М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД”: Навч. посібник. Харків 2005. 176 с.
11. Дементієнко Р.В. Автоматизована система керування і контролю за тяговим рухомим складом залізничного транспорту із застосуванням навігаційних систем Збірник наукових праць Укр.ДАЗТ. 2010. Вип. 118. С. 157-162.
12. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки. Постанова КМУ від 16.12.2009 р. N 1390 Електрон. ресурс Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1390-2009-n>
13. Довідник основних показників роботи залізниць України 2004-2014 К.: Укрзалізниця. 2015. 59 с.
14. І.В. Жуковицький, В.В. Скалозуб, О.В. Ветрова, О.Л. Зіненко Моделювання процесу оперативного планування роботи локомотивного парку і локомотивних бригад Вісник ДНУЗТ. Д. 2006. Вип. 12. С. 74-78.
15. І.В. Жуковицький, А.Б. Устенко, О.Л. Зіненко Проблеми та перспективи автоматизації управління локомотивним господарством УЗ Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2009. №2. С. 38-42.
16. І.В. Жуковицький, О.Л. Зіненко, А.Б. Устенко Проблеми та перспективи інформатизації в локомотивному господарстві УЗ Локомотив-інформ. 2008.
17. І.В. Жуковицький, А.Б. Устенко, О.Л. Зіненко Створення нових можливостей АСК ВП УЗ із підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів Інформаційно керуючі системи на залізничному транспорті. 2011. №5. С. 51-56.

18. Запара Я.В. Імітаційна модель технології роботи залізничного вузла Інформаційно-керуючі системи на транспорті. 2012. № 2. С. 79-86.
19. Зіненко Л.О. Впровадження автоматизованих систем управління для поліпшення якості експлуатації локомотивного парку Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. - №2. – С. 49-57.
20. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України № ЦД-00-52 затверджена наказом № 969-ЦЗ від 15.12.2004.
21. Інструкція зі складання графіка руху поїздів на залізницях України. Затверджено наказом Укрзалізниці від “5” квітня 2002р. №170-Ц.
22. Косовець С.О. Особливості структури управління локомотивним господарством на етапі реформування Укрзалізниці Локомотив-інформ. 2013. №1189. С. 51-52.
23. А.Л. Кушель, И.Н. Шапкин, А.Н. Вдовин Новый подход к управлению вагонопотоками Железнодорожный транспорт. 2010. №10 С. 19-24.
24. О.В. Лаврухін, О.В. Митрофанова Удосконалення автоматизованої технології оперативного планування роботи залізничної станції Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2014. Вип. 144. С. 35-40.
25. О.В. Лаврухін, Ю.С. Старостіна Удосконалення системи оперативного керування експлуатаційної роботи сортувальної станції збірник наукових праць ДонІЗТ. 2008. №13. С. 12-21.
26. О.В. Лаврухін, Т.Б. Демченко, В.С. Хансверов Формування моделі визначення оперативного плану роботи залізничної станції Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2013. Вип. 135. С. 54-58.
27. О.В. Лаврухін, Ю.В. Доценко, П.В. Долгополов Формування оптимізаційної моделі розрахунку оперативного плану поїзної роботи залізничної станції Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2013. Вип. 137. С. 30-34.

28. Д.В.Ломотько, О.В. Ковальова, Є.А. Козелецький Аналіз стану у сфері управління транспортними ресурсами залізниць Зб. наук. праць. ДонІЗТ. – Донецьк: ДонІЗТ 2011. Вип. 25. С. 71 75.
29. С.Р. Мартиросян, О.В. Лаврухін Формування моделі визначення раціональних варіантів пропуску поїздів по дільниці Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011.
30. Марценюк Л.В. Факторний аналіз обігу вантажних вагонів Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. Зб. наук. праць НАУ. Київ: НАУ. 2012. Вип. №33. с. 141 147.
31. Є.В. Нагорний, Є.С. Альошинський Економіко-математична модель функціонування логістичного ланцюга транспортного комплексу "Сортувальна станція Зб. наук. праць ХарДАЗТ Вип. 42. 2000. с. 51 57.
32. Некрашевич В.И. Технология комплексного оперативного планирования работы локомотивных бригад грузового движения в условиях автоматизации Вестник ВНИИЖТ. 2007. №1. С. 28 35.
33. Некрашевич В.И. Управление эксплуатацией локомотива. Уч. пос. М. РГОТУПС 2004. – 257с.
34. Новохацький О. Ф. Стан справ та перспективи розвитку інформаційних технологій у локомотивному господарстві Локомотив-інформ. 2011. № 12. С
35. Особливості регулювання робочого часу і часу відпочинку окремих категорій працівників залізничного транспорту робота яких безпосередньо пов'язана із забезпеченням безпеки руху поїздів і обслуговуванням пасажирів. Затверджено наказом Укрзалізниці від 10.03.1994 р. №40Ц.
36. Офіційний сайт Укрзалізниці. Режим доступу: <http://www.uz.gov.ua>
37. Пазойский Ю.О. Автоматизация составления графика работы локомотивных бригад в пригородном сообщении Вестник ВНИИЖТ. №4. С. 33-39.

38. Пахомова В.М. Розробка підсистеми оперативного прогнозування простоїв прибуваючих поїздів на основі ANFIS-системи Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2013. - №4. С. 46 55.
39. Г. І. Переста, Т. В. Болвановська Аналіз впливу складових елементів на величину обороту вантажного вагона Зб. наук. праць. ДНУЗТ Д.: ДНУЗТ 2011.
40. Прийняті конструктивні рішення Придніпровская магістраль. 2013. №2. С3.
41. Програма оновлення локомотивного парку залізниць України на 2017 2020 роки затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 2019 р. N 840.
42. Стратегія розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року. Схвалено розпорядженням КМУ від 16.12.2009р. № 1555р доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1555-2009-p>
43. Стужук А.А. Експлуатація автоматизованої системи управління локомотивним парком і локомотивними бригадами Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2010. Вип. 114. С. 27 29.
44. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Схвалено розпорядженням КМУ від 20.10.2010 р. № 2174-р Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p>
45. Укрзалізниця: концентрація ресурсів на оновленні парку локомотивів залишається пріоритетним завданням на 2018 рік від 16.11.2017 Режим доступу: [http://uz.gov.ua/press\\_center/up\\_to\\_date\\_topic/326193/](http://uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/326193/).
46. Ходаківський О.М. Дослідження роботи південної та північної сортувальних систем станції Основа на основі сучасних програмних засобів Інформаційно- керуючі системи на транспорті. 2010. № 5 6. С. 18 23.
47. Яновський П.О. Встановлення впливу різних факторів на час знаходження поїздів на залізницях і визначення його тривалості в умовах функціонування

- автоматизованої системи моделювання та аналізу Інформаційно-керуючі системи на транспорті. 2008. № 1. С. 3-9.
48. Mao Huaqing Li Zhu Telkomnika Train schedule adjustment strategies for train dispatch Vol. 11 No.5 May 2013 pp.2526-2534.
49. МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ К. Н. Ткачук М. О. Халімовський В. В. Зацарни Д. В. Зеркалов Р. В. Сабарно О. І. Полукаров В. С. Коз'яков Л. О. Мітюк «ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ» За редакцією 21ге видання доповнене та перероблене Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих навчальних закладів освіти
50. Я. О. Серіков. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. Харків ХНАМГ 2007. 227с.
51. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25 червня 1991 р. (із наступними змінами і доповненнями) Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. Ст. 546.
52. Пилипчук О.Я. Екологічна безпека на транспорті. Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту.2001.149-155 с.

## ДОДАТОК А

## Оперативне управління експлуатацією локомотивів

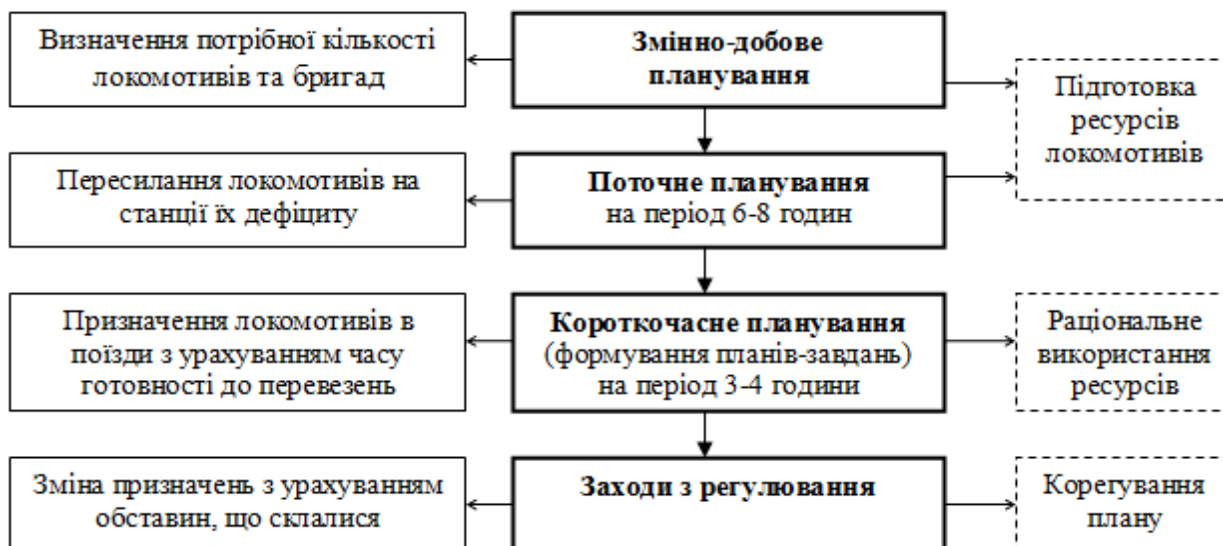


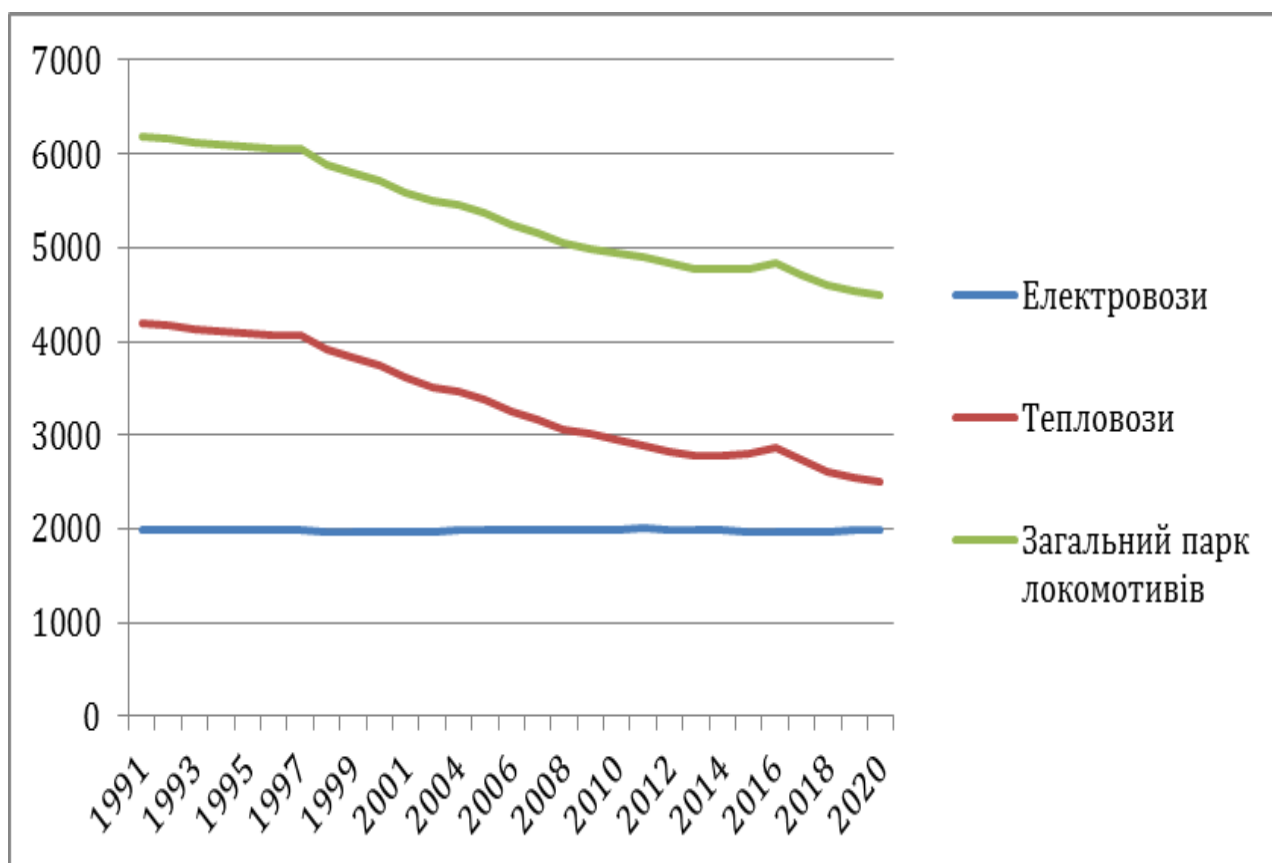
Рисунок А.1. - Стадії оперативного управління експлуатацією локомотивів

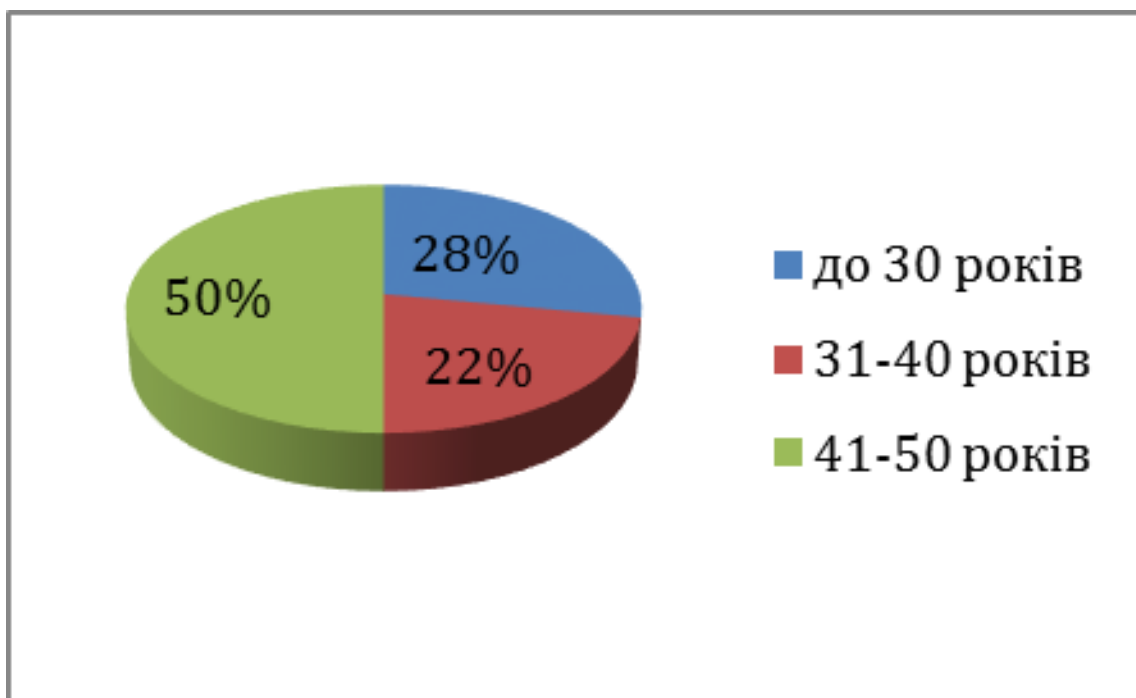
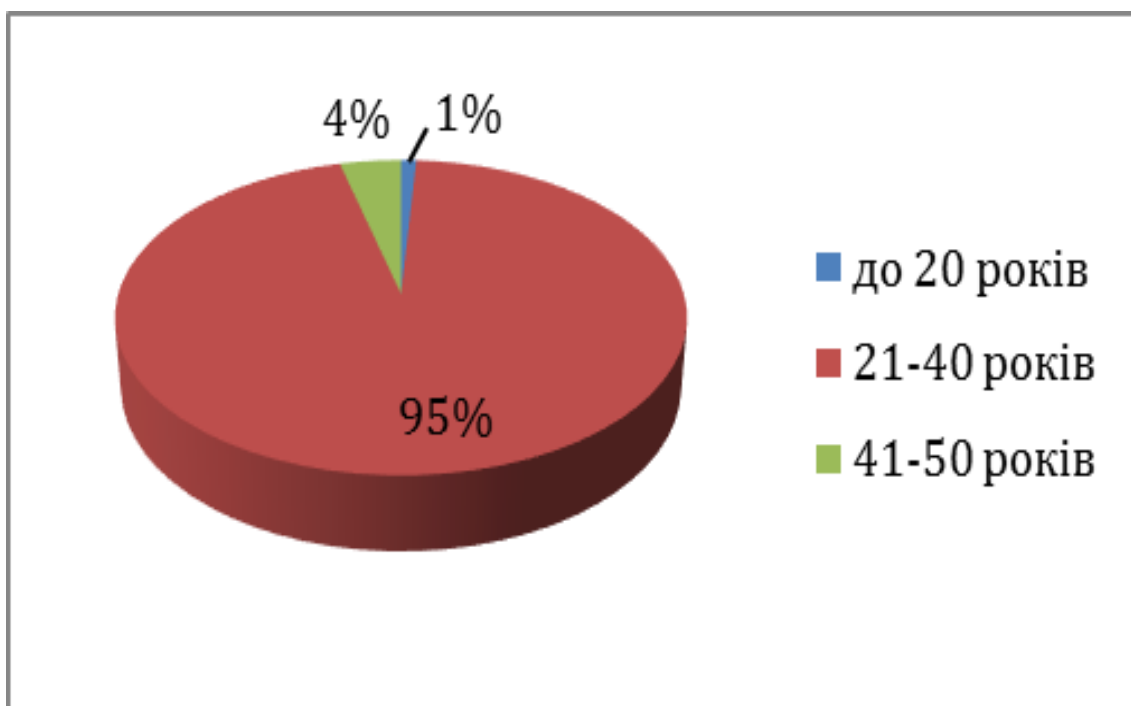


Рисунок А.2 - Фактори оцінювання призначень локомотивів у поїзди

## ДОДАТОК Б

Динаміка зміни інвентарного парку локомотивів України.



**ДОДАТОК В****Віковий стан локомотивів:****електровозів****магістральних тепловозів**

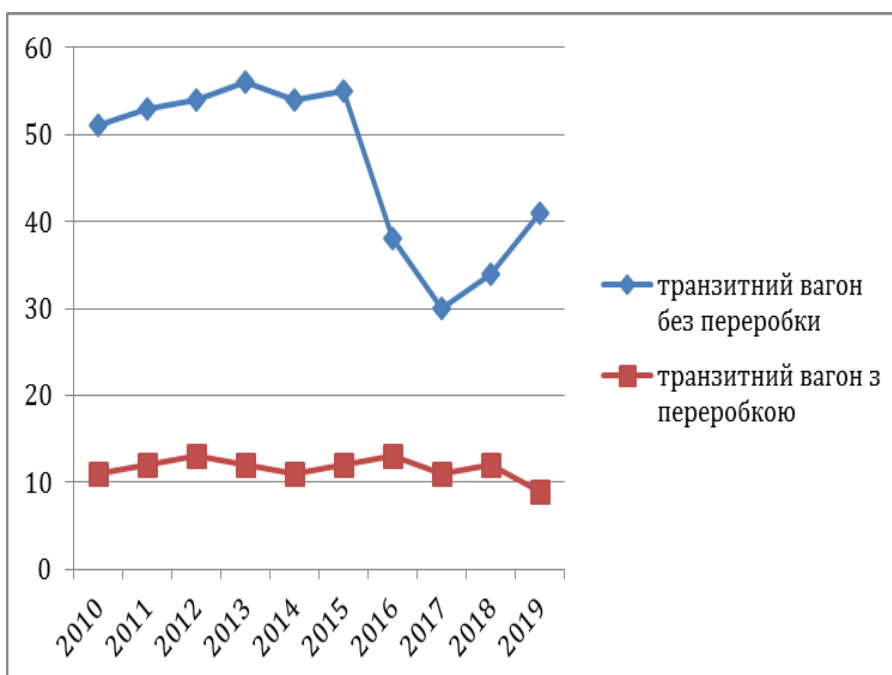
## ДОДАТОК Г

### Проблеми планування роботи локомотивного парку.

#### Структура обігу вантажного вагона.



#### Динаміка зміни частки тривалості очікування поїзного локомотива в загальному простої вагонів.



## ДОДАТОК Д

### Аналіз нерівномірності в роботі.

#### Нижньодніпровськ

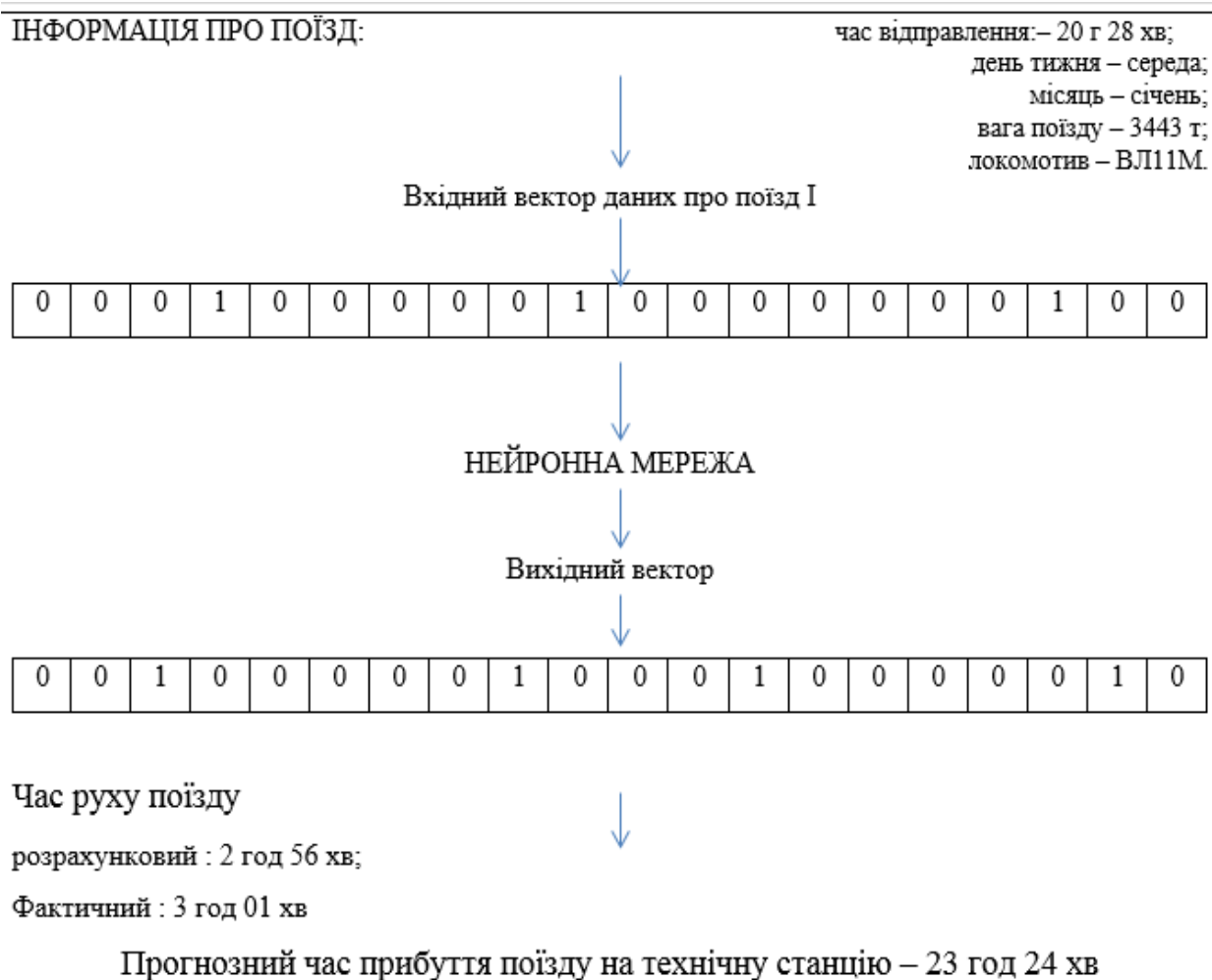


#### під'їзну колю морського порту



## ДОДАТОК Е

### Алгоритм роботи АРМ диспетчера.



## ДОДАТОК Ж

## Витратні ставки по Укрзалізниці за 2019 рік.

Найменування вимірників в вантажному русі	Сума витрат, тис грн
1 <u>локомотиво</u> -км електровозів загального пробігу з урахуванням паливно-енергетичних ресурсів	185,292
1 <u>локомотиво</u> -км тепловозів загального пробігу з урахуванням паливно-енергетичних ресурсів	508,668
1 <u>локомотиво</u> -година поїзних електровозів в роботі (ставка без бригадо-години)	4015,495
1 <u>локомотиво</u> -година поїзних тепловозів в роботі (ставка без бригадо-години)	6077,534
1 бригадо - година локомотивної бригади в вантажному русі	2307,450

## Економія при впровадженні АРМ на Українській залізниці за 1 рік.

Розрахунок величин зниження витрат, обумовлених функціонуванням АРМ

№ п / п	Вимірник	Видаткова ставка, грн	Зміна вимірювача	Економія витрат, грн
1	Локомотиви-кілометри	260,048	22,986	5 977,42
2	Локомотиви-години	4 506,75	3,044	13 719,89
3	бригадо-години локомотивних бригад	2 307,45	9,010	20 789,76
4	Тонно-кілометри брутто вагонів і локомотивів	76,877	4 597,164	353 416,19
5	Витрата електроенергії / палива	260,048	22,986	5 977,42
6	Зниження витрат з перевезень, обумовлене зміною експлуатаційних показників			393 903