

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства


## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

на тему *Вибір оптимальної стратегії ТО машин автобусного парку*

Шифр: ДРАТТАМ 24.20138.000. ПЗ


Галузь знань	<u>27 – Транспорт</u> Шифр і назва галузі знань
Спеціальність	<u>274 – Автомобільний транспорт</u> Шифр і назва спеціальності
Рівень вищої освіти	<u>Перший бакалаврський</u> Рівень вищої освіти
Освітньо-професійна програма	<u>Автомобільний транспорт</u> Назва освітньої програми

Виконав: студент 4 курсу, група АТ-20-1  Андрій ІЩУК  
Курс, група виконавця Підпис Ім'я, прізвище

Керівник: д.т.н., доцент кафедри ТАМ  Ілона ДРАЧ  
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:

зав. кафедри ТАМ, д.т.н., професор

  
Підпис

Олександр ДИХА  
Ім'я, прізвище

4 06 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *інженерії, транспорту та архітектури*

Кафедра *трибології, автомобілів та матеріалознавства*

Рівень вищої освіти *перший бакалаврський*

Галузь знань *27 – Транспорт*

Спеціальність *274 – Автомобільний транспорт*

Освітньо-професійна програма *Автомобільний транспорт*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

(підпис)

д.т.н., професор Олександр ДИХА

Науковий ступінь, ім'я, прізвище

« 20 02 » 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Завдання видано студенту

Іщуку Андрію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломної роботи бакалавра: «Вибір оптимальної стратегії ТО машин автобусного парку»

Керівник роботи доцент кафедри ТАМ Драч Ілона Володимирівна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

2. Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024 р. № 8

3. Дата видачі завдання студенту: 20 лютого 2024 р.

4. Строк подання студентом роботи на кафедру: 10 червня 2024 р.

5. Вихідні дані: *техніко – економічні показники роботи АТП «Електротранс» м. Хмельницький, статистичні дані кількості та причин ДТП в Україні, перелік регуляторних актів автомобільного парку, джерела інформації щодо теми ДРБ.*

6. Зміст пояснювальної записки (перелік задач): *провести аналіз предметної області, проаналізувати основні причини відмов рухомого складу автобусного парку; визначити актуальні чинники, які мають вплив на забезпечення безпеки, надійності та ефективної роботи автобусів. На основі результатів аналізу розробити модель вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку засобами імітаційного моделювання.*

7. Перелік графічного матеріалу: *графічна частина роботи представлена вигляді презентації на слайдах.*

8. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

9. Календарний план виконання дипломної роботи бакалавра:

№	Назва етапів (розділів) дипломної роботи бакалавра	Термін виконання	Примітка
1	<i>Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики дипломної роботи бакалавра з керівником</i>	01.02.2024	<i>виконано</i>
2	<i>Ознайомлення з предметною областю, формулювання мети та задач дослідження, визначення об'єкта та предмета дослідження</i>	30.02.2024	<i>виконано</i>
3	<i>Робота над розділом 1 – Характеристика предметної області та постановка задачі</i>	30.02.2024	<i>виконано</i>
4	<i>Робота над розділом 2 – Взаємозв'язок показників технічної експлуатації автобусів з техніко-експлуатаційними показниками роботи автомобільного парку</i>	30.03.2024	<i>виконано</i>
5	<i>Робота над розділом 3 – Імітаційне моделювання вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку</i>	30.04.2024	<i>виконано</i>
6	<i>Оформлення пояснювальної записки згідно вимог</i>	30.05.2024	<i>виконано</i>

Виконавець: студент 4 курсу, група АТ-20-1  Андрій ШЦУК  
Курс, група виконавця Підпис Ім'я, прізвище

Керівник: д.т.н., доцент кафедри ТАМ  Ілона ДРАЧ  
Науковий ступінь, посада Підпис Ім'я, прізвище

## РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи  
бакалавра:

*Вибір оптимальної стратегії ТО машин*

*автобусного парку*

Виконавець дипломної роботи бакалавра:

*студент групи АТ-20-1*

*Іщук Андрій Юрійович*

Керівник дипломної роботи бакалавра:

*д.т.н., доцент кафедри ТАМ*

*Драч Ілона Володимирівна*

Дипломна робота бакалавра містить:

Пояснювальна записка				Кількість додатків
Сторінок	Рисунків	Таблиць	Джерел інформації	
60	5	3	29	4

Метою дипломної роботи є розробка моделі вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку засобами імітаційного моделювання.







Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання дослідження: проаналізувати основні причини відмов працездатності транспортних засобів автомобільного парку України; дати опис організації технічного обслуговування та ремонту автобусних транспортних засобів на автотранспортному підприємстві; розробити структуру моделі для вибору оптимальної стратегії організації передрейсового ТО автобусів автотранспортного підприємства з використанням імітаційного моделювання; реалізувати імітаційну модель вибору оптимальної передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку та провести експериментальне тестування розробленої моделі.

Результатом виконання дипломної роботи бакалавра є імітаційна модель вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку.

Ключові слова: ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПЕРЕДРЕЙСОВИЙ КОНТРОЛЬ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

## ЗМІСТ

Перелік скорочень .....	6
Вступ.....	7
1 Характеристика предметної області та постановка задачі.....	8
1.1 Аналіз предметної області .....	8
1.2 Організаційно-виробнича структура підприємства «Електротранс» м. Хмельницький .....	11
1.3 Аналіз існуючих рішень для систем планування роботи міського пасажи́рського транспорту .....	14
1.4 Мета і задачі дослідження .....	16
2 Взаємозв'язок показників технічної експлуатації автобусів з техніко- експлуатаційними показниками роботи автомобільного парку .....	17
2.1 Основні причини відмов працездатності транспортних засобів автомобільного парку України .....	17
2.2 Система ТО та Р рухомого складу автобусного парку .....	18
2.3 Методи технічного обслуговування та поточного ремонту рухомого складу автобусного парку .....	23
2.4 Організація передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів .....	26
2.5 Оптимізація трудомісткості основних організаційних форм контролю технічного стану транспортних засобів .....	31
2.6 Порядок проведення передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів .....	36

<b>ДРАТТАМ 24.20138.000 ПЗ</b>								
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	<b>Вибір оптимальної стратегії ТО машин автобусного парку</b>	Літ.	Арк.	Акрюшів
				05.05.24			4	60
Розроб.		Іщук				<b>ХНУ група АТ 20-1</b>		
Перевір.		Драч						
Реценз.		Костюк						
Н. Контр.		Бабак						
Затверд.		Диха						

2.7 Особливості передрейсового контролю технічного стану міських автобусів .....	38
2.8 Аналіз загальних тенденцій і проблем, що виникають при технічній експлуатації автобусів автомобільного парку .....	40
2.9 Висновки до розділу 2 .....	44
3 Імітаційне моделювання вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку.....	45
3.1 Формалізація задачі про вибір стратегії організації передрейсового технічного обслуговування .....	45
3.2 Імітаційна модель задачі вибору оптимальної стратегії організації ТО транспортних засобів автобусного парку .....	47
3.3 Практична реалізація моделі вибору оптимальної стратегії організації ТО транспортних засобів автобусного парку .....	48
3.4 Висновки до розділу 3 .....	52
Висновки.....	54
Перелік посилань .....	56
Додатки.....	60

## Перелік скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
АТП	Автотранспортне підприємство
ТО	Технічне обслуговування
ЩО	Щоденне технічне обслуговування
ТО-1	Перше технічне обслуговування
ТО-2	Друге технічне обслуговування
СТО	Сезонне технічне обслуговування
ПРТО	Передрейсове технічне обслуговування
КР	Капітальний ремонт
СР	Середній ремонт
НР	Неплановий ремонт
БДР	Безпека дорожнього руху
КТП	Контрольно-технічний пункт
ІМ	Імітаційне моделювання
ДРБ	Дипломна робота бакалавра

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## Вступ

Дипломна робота бакалавра присвячена розробці імітаційної моделі вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку.

Актуальність.

Пасажи́рський автомобі́льний транспорт є одним з основних видів транспорту країни. Він широко обслуговує транспортні потреби міського і сільського населення, забезпечуючи масові й індивідуальні перевезення пасажирів. Серед всіх видів пасажирського автомобільного транспорту переважний розвиток отримав автобусний транспорт загального користування. Автобусний транспорт як один з видів масового громадського пасажирського транспорту забезпечує регулярне, безперервне і безпечне перевезення пасажирів в міських умовах, приміському, міжміському і міжнародному повідомленнях. Автобусний транспорт дає можливість встановлювати регулярний транспортний зв'язок на всій території міста, що сприяє об'єднанню всіх районів в єдиний міський комплекс. Автобуси знаходяться в системі автомобільного транспорту загального користування. Частина автобусів використовується окремими відомствами для обслуговування транспортних потреб підприємств і установ. Робота автомобільного транспорту характеризується об'ємом перевезень, відстанню перевезення, рівнем і якістю обслуговування пасажирів. Основними задачами автомобільного пасажирського транспорту є: повне, своєчасне і якісне задоволення потреб населення в перевезеннях, підвищення економічності і ефективності його роботи, а також зниження його шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Для забезпечення безпеки, надійності та ефективної роботи автобусів, важливого значення набуває ефективна організація їх технічного обслуговування та ремонту.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Досвід експлуатації автомобільного транспорту АТП «Електротранс» м. Хмельницького показує, що автотранспортні підприємства можуть нести значні втрати від збитків, пов'язаних з неякісними і несвоєчасними рішеннями при організації і керуванні виробництвом технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Значні резерви зменшення витрат пов'язані з вибором методів організації виробництва і планування робіт і оперативним керуванням технічним обслуговуванням і ремонтом транспортних засобів.

Вивченню складних процесів керування ТО і Р автобусів сприяє імітаційне моделювання. Імітаційна модель – ефективний спосіб вивчення питань технічної експлуатації автобусів, аналізу виробництва, організації та планування на автомобільному транспорті, вивчення методів формування планів технічного обслуговування і ремонту рухомого складу автобусного парку підприємства. На сучасному етапі у зв'язку з широким застосуванням комп'ютерної техніки оперативне розв'язання цих проблем дозволяє значно скоротити витрати виробництва на підтримку рухомого складу АТП в технічно справному стані.

Результати дослідження сприятимуть підвищенню рівня безпеки, ефективності та тривалості експлуатації автобусів, що забезпечує безпеку та комфорт пасажирів, а також економічну ефективність для перевізників.

Отримані знання стануть підґрунтям для подальшого удосконалення організації технологічних процесів обслуговування та ремонту транспортних засобів автопідприємства.

Мета і завдання кваліфікаційної роботи. Мета кваліфікаційної роботи полягає в розробці моделі вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку засобами імітаційного моделювання.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні завдання дослідження:

– проаналізувати основні причини відмов працездатності транспортних засобів автомобільного парку України;

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– дати опис організації технічного обслуговування та ремонту автобусних транспортних засобів на автотранспортному підприємстві;

– розробити структуру моделі для вибору оптимальної стратегії організації передрейсового ТО автобусів автотранспортного підприємства з використанням імітаційного моделювання;

– реалізувати імітаційну модель вибору оптимальної передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку та провести експериментальне тестування розробленої моделі.

Об’єкт дослідження – процес оцінки якості організації перед рейсового ТО транспортних засобів автобусного парку.

Предмет дослідження – імітаційне моделювання організації передрейсового технічного обслуговування рухомого складу автобусного парку.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 Характеристика предметної області та постановка задачі

## 1.1 Аналіз предметної області

Міський громадський транспорт має важливу місію в розвитку регіональної та міської економіки. Усі види економічної діяльності в міських агломераціях зазнають потреби у своєчасних, надійних і екологічно безпечних перевезеннях пасажирів як трудових ресурсів. Значимість міського пасажирського транспорту полягає в наданні широкого доступу до організацій і установ соціального забезпечення, охорони здоров'я й освіти; в створенні більш високої мобільності для літніх громадян, громадян з обмеженими можливостями та дітей.

З точки зору міської мобільності, громадський транспорт є більш ефективним, ніж особисте авто, аналогічно і щодо використання дорожнього простору та спожитої енергії.

До прикладу, автобус, який перевозить 40 пасажирів, використовує лише в 2,5 рази більше простору, ніж особисте авто, що перевозить, як правило, не більше 4-ьох осіб. Автобус споживає тільки в 3 рази більше палива, ніж автомобіль [1]. За наявності в системі міста приміських зон, зон масового відпочинку, віддалених від жилих масивів і промислових районів, громадський транспорт обслуговує всю агломерацію [2].

У нашому місті громадський транспорт добре розвинутий. Можливо, не настільки комфортний, як особисте авто, не завжди зручний, адже сьогодні доволі багато часу можна втратити на простій у корках, але однозначно – економічний і незамінний для соціально незахищених верств населення.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Організаційно-виробнича структура підприємства «Електротранс»  
м. Хмельницький

Хмельницьке комунальне підприємство "Електротранс" створено в 1970 році та забезпечує пасажирські перевезення тролейбусами і автобусами в місті Хмельницькому.

На підприємстві здійснюються технічне обслуговування і ремонт автобусів та інших типів рухомого складу на комплексах: технічного обслуговування, поточного ремонту, підготовки до виробництва.

Чисельність працівників підприємства станом на 2023 рік складає 559 чол., з них виробничий персонал – 527 чол. [3].

Чисельність рухомого складу автобусів складає 76 одиниць, з них у 2023 році за рахунок коштів міського бюджету було придбано 10 пасажирських автобусів середньої місткості, пристосованих для перевезення людей з обмеженими можливостями (низькопольних) АТАМАН АО92Н6 на загальну суму 30999 млн.грн. За рахунок поповнення рухомого складу автобусів та відкриття 5-ти маршрутів, випуск автобусів на лінію у другій половині 2023 року був збільшений до 21 одиниць. Коефіцієнт технічної готовності автобусного парку становить 63% або 48 справна одиниця [3].

Основне виробництво складають:

- тролейбусний парк депо;
- служба енергогосподарства (дільниці тягових підстанцій та мереж);
- служба збору виторгу (кондуктори громадського транспорту);
- автобусний парк транспортної служби;
- парк маршрутних таксі транспортної служби.

Допоміжні господарства:

- депо (ремонтна та обслуговуюча база – робочі з ремонту та обслуговування автотранспортних засобів);
- заготівельна дільниця;

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11





більше витрат попереднього року. Для автобусів збільшилось споживання дизельного палива у зв'язку зі збільшенням випуску на маршрути. Збитковість роботи автобусного парку складає 20,4 млн. грн. [3].

З аналізу даних таблиці 1.1 визначено, що терміни служби 30 (майже 2/3) автобусів перевищують 8 – 10 років. На підприємстві спрямовуються можливі кошти (залишкові від виторгу квитків) переважно лише на передрейсове обслуговування (ПРТО) для забезпечення їх працездатності. При цьому нехтуються стандарти, положення, вимоги, правила, які на державному рівні регламентують технологічні процеси усіх видів ТО і ремонту, а також роботу служби експлуатації автобусів.

Технічна експлуатація є підсистемою автомобільного транспорту і визначає близько 40 – 45% собівартості автомобільних перевезень, впливає на технічний стан рухомого складу, безпеку руху, довкілля, населення та персонал [5]. Суттєві відмінності і особливості маршрутів руху міських автобусів вимагає диференційованого підходу при плануванні та організації роботи рухомого складу на лінії та розрахунку основних нормативів технічної експлуатації міських автобусів, зокрема норм витрати палива, періодичності технічного обслуговування, питомої трудомісткості ТО і Р, пробігів до капітального ремонту та ін.

Діючи за вкрай жорстких ринкових умов, і з урахуванням української специфіки, практично всі автопарки шукають баланс між капіталовкладенням у автопарк і витратами на технічне обслуговування рухомого складу.

### 1.3 Аналіз існуючих рішень для систем планування роботи міського пасажирського транспорту

Значна кількість робіт присвячена пошуку дієвих методів планування роботи міського пасажирського транспорту, як системи масового обслуговування. У [6] надано докладний аналіз таких праць. Авторами у [7]

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

викладено теоретичні підходи і практичні результати досліджень у сфері підвищення ефективності функціонування міського маршрутного пасажирського транспорту, наведено методику визначення мети та формалізації критерію ефективності міського пасажирського транспорту.

У [8] на підставі попередньо виконаного аналізу експлуатаційної надійності автобусів та обсягів і якості виконання їх передрейсового обслуговування зроблено експертне опитування інженерно-технічних працівників на предмет можливостей розвитку цього обслуговування. Опрацьовані результати автори порівнювали із такими ж, які були отримані від водіїв автобусів. Виявлено часткову кореляцію між ними і встановлено потребу розроблення і впровадження невідкладних інженерно-технічних заходів для виробничо-технічної бази АТП та її підрозділів.

Автором [9] проаналізовано характерні особливості автомобільного транспорту, чинники, що впливають на формування вікової структури автопарку, умови, що сприяють покращенню показників ефективності та підвищення інтенсивності впровадження нових автотранспортних засобів.

На сьогодні моделювання є основним інструментом досліджень у різних галузях знань, науково обґрунтованим методом оцінки характеристик складних систем. Так, у [10] викладено два напрями розв'язання задачі вибору типу рухомого складу. Описуються розроблені математичні моделі організації пасажирських автобусних перевезень, які дозволяють отримати значний додатковий прибуток. Подано рекомендації щодо практичного застосування побудованих моделей. В основу моделювання покладено задачу про призначення.

Питанням імітаційного моделювання роботи АТП присвячені роботи [11–15], їх автори приділяють увагу безпосередньо технологічним процесам, у той час як у [14] для моделювання мережі автосервісів автори абстрагувалися від технологічного процесу надання сервісних послуг і замінили його часом знаходження транспортного засобу в АТП.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 1.4 Мета і задачі дослідження

На основі аналізу літератури щодо дослідження показників експлуатаційної надійності автобусів [16], які обслуговують міські маршрути, а також результатів попереднього аналізу техніко-економічних показників підприємства «Електротранс» встановлено застарілість переліку використовуваного обладнання і низьку кваліфікацію виконавців технології проведення ТО і Р. Це в результаті призводить до росту втрати працездатності автобусів на маршрутах з технічних причин.

Зокрема, авторами [8] визначено, що в межах українських АТП математичне сподівання щоденних з'їздів з лінії становить 6,189 авт./дн. (тобто кожного дня більш, ніж 6 автобусів відмовляли); інтервали між відмовами становили в середньому 2,687 дн. з дисперсією 4,124 дн. [8]. Аналогічні показники одержані зі спостережень за роботою АТП «Електротранс».

Керівництво підприємства зацікавлене у підвищенні експлуатаційної надійності автобусів, оскільки зростання їх відмов знижує виторги за проїзд пасажирів.

У зв'язку з цим виникла потреба глибше проаналізувати основні причини відмов рухомого складу автобусного парку; визначити актуальні чинники, які мають вплив на забезпечення безпеки, надійності та ефективної роботи автобусів. На основі результатів аналізу розробити модель вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку засобами імітаційного моделювання.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 Взаємозв'язок показників технічної експлуатації автобусів з техніко-експлуатаційними показниками роботи автомобільного парку

### 2.1 Основні причини відмов працездатності транспортних засобів автомобільного парку України

Технічний стан транспортних засобів суттєво впливає на безпеку дорожнього руху (БДР). Згідно зі статистикою [17], незадовільний технічний стан транспортних засобів спричинює до 5% від загальної кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП), що в абсолютних одиницях становить близько 7,5 тисяч пригод на рік, у яких є поранені та загиблі. Слід враховувати, що раптові відмови працездатності транспортних засобів, які беруть участь у дорожньому русі, супроводжуються найважчими наслідками при ДТП. У середньому по Україні, на ДТП, що сталася через незадовільний технічний стан транспортних засобів, припадає в 1,5 рази більше загиблих і поранених, ніж на одну середньостатистичну дорожню аварію. Про незадовільний технічний стан парку транспортних засобів свідчать дані контрольно-наглядової діяльності патрульної поліції України, відповідно до яких щорічно виявляється близько 20 тисяч подій, що характеризуються несправним технічним станом транспортних засобів [17].

Дослідження, виконані у країнах з високим рівнем автомобілізації та безвідмовності транспортних засобів, що перебувають у експлуатації, також підтверджують високу значущість незадовільного технічного стану як причини ДТП. За наявними оцінками у країнах через технічні несправності відбувається до 10 – 20% всіх дорожньо-транспортних пригод, зокрема, частка цих пригод у США становить до 18%, у Німеччині – до 15%, у Франції – до 16%, в Данії – до 12% [18]. За результатами аналізу статистичної інформації [19] щодо дослідження закономірностей зміни параметрів безпеки транспортних засобів у реальних умовах експлуатації протягом їх життєвого циклу, до основних видів

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

несправностей транспортних засобів, що є причиною ДТП, правомірно віднести: несправності гальмівної системи (до 30% дорожньо-транспортних пригод з технічних причин); пристрої огляду дороги (до 19%); кермо (до 14%); зовнішні світлові прилади (до 16%); звукова сигналізація (до 8%); колеса та шини (до 5%); додаткове обладнання (до 5%) та інші (до 3%). Наведена статистика свідчить про справедливість твердження про те, що технічний стан транспортних засобів, що перебувають в експлуатації, є одним із найважливіших чинників, що впливають на безпеку автотранспортної системи в цілому [19].

Вирішення проблеми підвищення безпеки перевезень пасажирів автомобільним та міським електричним транспортом, зниження рівня негативного впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище ґрунтується на застосуванні ефективних механізмів у системі управління технічним станом транспортних засобів, що перебувають в експлуатації.

Серед таких механізмів найбільшою потенційною ефективністю у сфері запобігання виникненню дорожньо-транспортних пригод з технічних причин є механізм передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів, оскільки контрольні процедури щодо технічного стану транспортних засобів, що знаходяться в експлуатації, реалізуються практично щодня, перед кожним виїздом транспортного засобу на лінію для участі у дорожньому русі.

## 2.2 Система ТО та Р рухомого складу автобусного парку

Технічне обслуговування автомобілів проводиться за планово-запобіжною системою. Особливість цієї системи полягає в тому, що всі автомобілі проходять технічне обслуговування за планом-графіком в обов'язковому порядку. Основна мета технічного обслуговування – попередження відмов та несправностей, запобігання передчасному зносу

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталей, своєчасне усунення пошкоджень, що перешкоджають нормальній роботі автомобіля. Таким чином, технічне обслуговування є профілактичним заходом.

Відмовою називається порушення працездатності автомобіля, що призводить до тимчасового припинення його нормальної експлуатації (зупинка на лінії, порушення розкладу руху тощо).

Усі інші відхилення технічного стану рухомого складу та його агрегатів від встановлених норм є несправностями.

У технічне обслуговування входять прибирально-мийні, контрольні-діагностичні, кріпильні, мастильні, заправні, регулювальні та інші роботи, які виконуються, як правило, без розбирання агрегатів та зняття з автомобіля окремих вузлів.

Відповідно до чинного законодавства [20] технічне обслуговування за періодичністю, обсягом та трудомісткістю виконуваних робіт поділяється на такі види:

- щоденне технічне обслуговування (ЩО) (здійснюється як на початковому так і на основному етапах експлуатації; включає контроль технічного стану вузлів, а також забезпечення чистоти кузова);
- ТО-1000 (після пробігу 1000 км – виявлення різних поломок);
- ТО-4000 (після пробігу 4000 км – огляд систем та усунення дефектів;
- перше технічне обслуговування (ТО-1) (термін проведення залежить від конструкції автобуса та особливостей маршруту);
- друге технічне обслуговування (ТО-2) (призначається з урахуванням стану дороги, інтенсивності їзди та інших умов);
- сезонне технічне обслуговування (СТО) (включає періодичний огляд і аналіз усіх механізмів, а також усунення несправностей).

Щоденне технічне обслуговування включає прибирально-мийні роботи, а також загальний контроль за станом автомобіля, спрямований на безпеку руху та підтримку належного зовнішнього вигляду.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Виконуючи щоденне технічне обслуговування, проводять прибирально-мийні роботи, контрольний огляд, заправку паливом, рідиною, що охолоджує, і маслом. Роботи з ЩО виконують після закінчення роботи автомобіля на лінії та перед виїздом на лінію.

Перше технічне обслуговування включає всі роботи, що виконуються під час щоденного обслуговування. Крім того, до нього входить ряд додаткових кріпильних, мастильних та контрольно-регулювальних робіт, які виконуються без зняття агрегатів та приладів з автомобіля та їх розбирання.

Друге технічне обслуговування крім комплексу операцій, що входять до ТО-1, передбачає виконання контрольно-діагностичних та регулювальних робіт більшого обсягу з частковим розбиранням агрегатів. Окремі прилади знімаються з автомобіля та перевіряються на спеціальних стендах та контрольно-вимірювальних установках.

Сезонне обслуговування проводиться двічі на рік та передбачає виконання робіт, пов'язаних із переходом від одного сезону до іншого, при цьому його намагаються поєднати з черговим ТО-2. Характерними роботами для СО є: промивання системи охолодження, заміна масла в двигуні і мастила в картерах інших агрегатів відповідно до наступного сезону; перевірка системи паливоподачі та промивання паливного бака. Перед початком осінньо-зимової експлуатації перевіряють роботу пускового підігрівача та системи опалення у кабіні автомобіля.

Періодичність виконання робіт з технічного обслуговування рухомого складу встановлюється за величиною пробігу залежно та умовами експлуатації.

Особливості обслуговування різних систем автобуса.

Під час ТО здійснюється комплексна перевірка основних вузлів автобуса та витратних матеріалів. Правила її проведення прописані у законі України [21, 22].

Двигун.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Крім аналізу герметичності систем живлення, мастила та охолодження, майстер підтягує кріплення головок циліндра, деталей приводу та опор силового агрегату. При ТО-1 додатково замінюють масло та регулюють натяг приводних ременів, а при ТО-2 – чистять фільтри, перевіряють зазори між клапанами та карбюратором.

#### Електроустаткування.

У ході ЩО аналізують функціональність сигналізації, освітлення, механізмів очищення лобового скла. При ТО-1 проводять ці заходи і додатково перевіряють контакти акумуляторних батарей, наконечників проводів, генератора і стартера. У ході ТО №2 до цього переліку робіт додається огляд ємностей з електролітом, щіткового вузла генератора та протитуманних фар.

#### Агрегати трансмісії.

Їх перевіряють обов'язково під час ЩО, ТО-1000, ТО-4000, ТО-1, ТО-2 та СТО. Обсяг робіт залежить від умов експлуатації. Після четвертого за рахунком ТО-2 здійснюють зміну мастила в підшипниках маточок коліс, перевіряють фланцеві з'єднання карданної передачі, кріплення проміжних опор, рівень олії в головній передачі.

#### Підвіски.

ТО-1 включає перевірку захисних ковпаків, кінцеві прокладки ресори, кріплення реактивних штанг задньої підвіски. Під час ТО-2 до цього переліку робіт додається затягування гайок та болтів, перевірка шарнірів підвіски та стану А-подібної рами.

#### Рульове керування.

Під час ЩО проводиться огляд загального стану деталей та вузлів. При ТО-1 додатково перевіряють осьове переміщення валу, зазори в шарнірах, кріплення рульової колонки та всіх болтових з'єднань. У ході ТО-2 також здійснюють тестування маятникових важелів, кріплення кермового механізму, заміну олії (при кожному десятому ТО-2).

#### Гальмівне керування.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірки цієї системи проводять із особливою ретельністю. ЩО обмежується перевіркою ефективності. При ТО-1 і ТО-2 виконуються комплексні тестування системи, заміни фільтрів регуляторів тиску, випробування колодок та ін.

#### Кузов.

Регулярні перевірки кузова обмежуються оглядом стану поверхонь усередині та зовні автобуса. Під час ТО-1 додатково оглядають місця кріплення кузова до рами, а під час тих. обслуговування №2 обстежують антикорозійне покриття, герметичність, внутрішнє облицювання салону та сидінь.

#### Колеса та шини.

Стан коліс та шин перевіряється з особливою ретельністю під час усіх видів ТО. Уникнути проблем допомагає періодична заміна зношеної гуми та її заміна відповідно до сезонних умов.

#### Паливні та мастильні рідини.

Усі рідини, що використовуються в роботі систем автобуса, можна розділити на: паливо, мастильні матеріали та гальмівні рідини. Графік їх заміни складають з урахуванням типу, моделі автобуса, умов експлуатації та кліматичних особливостей регіону.

Вчасне ТО – гарантія безпеки. Забезпечити гармонійну роботу всіх систем може лише постійний контроль. Технічне обслуговування дозволяє вчасно виявити зношування окремих вузлів і запобігти поломці більш дорожчих деталей. Слід зазначити, що перевізник несе відповідальність перед законом за стан свого транспортного засобу та безпеку пасажирів. Тому виконання плану ТО – обов'язкова умова продуктивної роботи на ринку перевезень.

Залежно від призначення, характеру та обсягу робіт ремонт поділяються на: капітальний ремонт (КР); середній ремонт (СР); неплановий ремонт (НР).

Капітальний ремонт повинен забезпечити близьке до повного технічного ресурсу відновлення кузова, агрегатів, вузлів та систем рухомого складу із

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заміною або відновленням будь яких частин, включаючи базові. Середній ремонт виконується для часткового відновлення ресурсу кузова, агрегатів, вузлів та систем рухомого складу із заміною або відновленням збірних частин. Неплановий ремонт проводиться для відновлення працездатності автобуса або окремих систем та агрегатів, несправності яких виникли внаслідок їх експлуатації чи дорожньо-транспортних пригод.

Серед механізмів з найбільшою потенційною ефективністю у сфері запобігання виникненню дорожньо-транспортних пригод з технічних причин є механізм передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів. Оскільки контрольні процедури щодо технічного стану автобусів, які знаходяться в експлуатації, реалізуються практично щодня, перед кожним виїздом транспортного засобу на лінію для участі у дорожньому русі.

### 2.3 Методи технічного обслуговування та поточного ремонту рухомого складу автобусного парку

В процесі технічного обслуговування (ТО) автобусів застосовують одиничний та потоковий методи [23].

Одиничне технічне обслуговування автобусів є одним з підходів до проведення періодичного обслуговування транспортних засобів. Цей метод має такі особливості застосування [23]:

– індивідуальний підхід. За одиничного методу ТО кожен автобус проходить перевірку та обслуговування окремо, відповідно до його характеристик та потреб, тобто періодичне обслуговування здійснюється за індивідуальним графіком для кожного автобуса;

– систематичність. Одиничне ТО має за основу встановлені систематичні процедури для перевірки та обслуговування автобусів, тобто включає стандартні переліки перевірок, процедури виконання робіт, вимоги щодо заміни

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окремих деталей або компонентів, вимоги до документації результатів обслуговування;

– детальний огляд та діагностика. За одиничного методу ТО автобус проходить детальний огляд – перевірку різних систем і компонентів, зокрема, двигуна, трансмісії, гальм, системи охолодження, системи паливоподачі, електричної системи, системи підвіски, кузова, тощо. Кожен елемент ТЗ перевіряється з метою виявлення можливих несправностей або зношення;

– усунення виявлених проблем. За одиничного ТО будь-які виявлені проблеми або несправності (заміна деталей, ремонт або регулювання систем, очищення та інші дії для відновлення справної роботи автобуса) усуваються в процесі обслуговування.

Одиничний метод ТО автобусів забезпечує високу надійність та продуктивність транспортних засобів, оскільки індивідуальне обслуговування автобуса здійснюється з урахуванням характеристик й особливостей транспортного засобу, що дозволяє попередити виникнення серйозних відмов та зберегти автобус у гарному робочому стані.

Потоковий метод технічного обслуговування автобусів має такі особливості застосування [23]:

– групове обслуговування. За потокового методу ТО автобуси обслуговуються за певними групами або потоками, тобто декілька автобусів обслуговуються одночасно або послідовно на одній робочій ділянці. Це дозволяє підвищити продуктивність процесу обслуговування;

– стандартизовані процедури. За потокового ТО використовуються стандартизовані процедури обслуговування, які застосовуються до всіх автобусів у потоці, що сприяє підвищенню швидкості виконання робіт;

– розподіл ресурсів. Потокове ТО автобусів передбачає раціональний розподіл ресурсів, зокрема, робочої сили, обладнання та матеріалів між ТЗ у потоці. Це дозволяє оптимізувати використання ресурсів;

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– швидкість, темп і динаміка виконання робіт. Цей метод спрямований на заощадження часу, необхідного для проведення ТО, і забезпечення оперативності повернення автобусів в експлуатацію;

– масштабність. Потоковий метод ТО масштабується для обслуговування значної кількості автобусів;

– попереджувальне обслуговування – основна особливість потокового ТО автобусів, тобто роботи здійснюються на етапі попередження можливих відмов або знефункціонування і проводяться регулярно для збереження надійності та продуктивності автобусів.

Застосування потокового методу ТО автобусів дозволяє забезпечити ефективне та систематичне обслуговування автобусного парку, знизити час та витрати ресурсів на роботи, підвищити продуктивність флоту автобусів.

У межах потокового технічного обслуговування вирізняють потокові лінії неперервної дії та періодичної дії.

У системі обслуговування за потоковою лінією неперервної дії автобуси проходять через послідовні етапи обслуговування без зупинки або перерви, де різні види обслуговування (перевірка, ремонт, заміна деталей і т.д.) виконуються послідовно. Цей підхід дозволяє підвищити ефективність і продуктивність обслуговування ТЗ.

У системі обслуговування за потоковою лінією періодичної дії автобуси проходять через послідовні етапи обслуговування з періодичними перервами між етапами, що дозволяє забезпечити визначену послідовність робіт за більш гнучкого графіку обслуговування.

Застосування того чи іншого типу поточкових ліній (неперервної або періодичної дії) залежить від специфіки обслуговування автобусного парку та вимог експлуатації, забезпечує ефективне виконання робіт з ТО, зменшуючи час і ресурси на ТО, усуває неефективні перерви у роботі автобусів, покращує надійність та доступність автобусного парку [23].

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Потокове технічне обслуговування автобусів ефективно за умов: великої кількості однотипних ТЗ автобусного парку з високою інтенсивністю експлуатації, що створює достатній обсяг робіт для ефективного функціонування поточкових ліній; грамотного планування і організації поточкових ліній; оптимізації процесів, використання спеціалізованого обладнання та раціонального розподілу робочої сили; регулярного планування та контролю процесу ТО.

Для вибору методу технічного обслуговування автобусів враховують такі чинники [23]:

- тип та модель автобуса (різні типи та моделі автобусів мають відмінні особливості технічного обслуговування);
- умови експлуатації (робоче середовище, тип маршрутів, зазвичай, міська експлуатація, де автобуси мають багато зупинок і рухаються в корках, потребує більш частого і потужного технічного обслуговування);
- вимоги виробника (виробник надає рекомендації щодо методу ТО, регулярності, видів робіт та спеціальних вимог для підтримки якості та надійності автобуса);
- фінансові можливості та доступність ресурсів;
- час для обслуговування та доступність (за обмеженості часу для обслуговування ефективний метод, що забезпечує швидке повернення автобуса в експлуатацію, є переважним).

#### 2.4 Організація передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів

Контроль технічного стану транспортних засобів, зокрема, – передрейсовий або передзмінний – органічно інтегрований у комплекс виробничих процесів суб'єкта транспортної діяльності, які забезпечують експлуатаційну безпеку транспортних засобів. Основними чинниками, що мають

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вплив на організацію контролю технічного стану транспортних засобів, є організаційно-виробнича структура суб'єкта транспортної діяльності (автопідприємства) і його технічної служби, розмір парку транспортних засобів, його помарочна та вікова структура. У якості основних позицій контролю технічного стану на практиці розглядають [22]:

- контроль технічного стану транспортних засобів, що виїжджають із місць стоянок на маршрут;
- контроль технічного стану транспортних засобів, що повертаються на місця стоянок;
- контроль технічного стану транспортних засобів після проведення робіт з технічного обслуговування й ремонту транспортних засобів, у порядку й обсягах, обумовлених технічною й експлуатаційною документацією підприємства-виробника транспортного засобу.

Розглянемо систему передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів автобусного парку з позицій системного підходу, тобто у складі комплексу взаємозалежних елементів системи експлуатаційної безпеки.

Системний підхід, у загальному випадку, характеризує виявлення об'єктивних зв'язків, як усередині системи, так і при її взаємодії із зовнішнім середовищем, при цьому досліджувану систему прийнято розглядати як набір функціонально організованих і структурно визначених підсистем. Реалізація системного підходу передбачає послідовне виконання низки певних процедур [22]:

- встановлення структури системи та її ієрархічної будови;
- визначення ознак системи (цілісність і множина поділів на елементи);
- вивчення властивостей, зв'язків та взаємозв'язків усередині системи;
- вивчення зв'язків взаємодії із зовнішнім середовищем;
- опис цілей системи;
- опис станів системи;

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– визначення інформації, необхідної для управління системою.

З позицій мети, передрейсовий або передзмінний контроль має виражені класифікаційні ознаки – безпеку та маржинальність, і може розглядатися як:

– компонент системи БДР, що допускає до участі в дорожньому русі транспортні засоби, які відповідають вимогам безпеки, що висуваються до рухомого складу («Перелік несправностей та умов, у яких забороняється експлуатація транспортних засобів» – додаток до «Основного положенням щодо допуску транспортних засобів до експлуатації та обов’язки посадових осіб щодо забезпечення безпеки дорожнього руху» [24]); що знижує виникнення раптових відмов та несправностей транспортного засобу, які могли б спричинити виникнення ДТП. Передрейсовий або передзмінний контроль технічного стану транспортних засобів є заходом, який щорічно відображається у Плані заходів суб’єкта транспортної діяльності щодо попередження ДТП;

– структурний елемент виробничої діяльності підприємства (виробничого транспортного контролю (ВТК)), що забезпечує участь у транспортній роботі технічно справних транспортних засобів; зниження невиробничих простоїв та повернень транспортного засобу з маршруту через раптове виникнення непереборної водієм технічної несправності.

Передрейсовий або передзмінний контроль технічного стану транспортних засобів як структурний елемент виробничої діяльності транспортного підприємства показаний на рис.2.1.

На рисунку 2.1 подана підсистема передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів у вигляді сукупності контрольно-технічних постів (контролерів технічного стану транспортних засобів, які використовують контрольне та діагностичне обладнання та необхідний комплект інструментів), що є статичною моделлю, що відображає лише будову підсистеми передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів, без урахування множини станів елементів.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



схильних до зміни в процесі експлуатації властивостей і встановлених нормативними документами параметрів, що визначають безпеку транспортних засобів» [25]. Експлуатаційна безпека робить значний внесок у формування активної та екологічної безпеки транспортних засобів.

Активна безпека транспортного засобу – властивість транспортного засобу сприяти запобіганню чи зниженню ймовірності виникнення ДТП в умовах функціонування системи «водій – автомобіль» [25].

Екологічна безпека – це властивість транспортного засобу, що дозволяє знизити його шкідливий вплив на довкілля [25].

Сучасний рівень проектування та виготовлення конструкцій транспортних засобів багато в чому сприяє підвищенню конструктивної безпеки, що загалом покращує БДР. У той самий час, розвиток конструкції транспортних засобів супроводжується підвищенням їх потужності та швидкості руху, а в сукупності зі збільшенням кількості транспортних засобів різних видів та марок на дорогах, у тому числі швидкісних автобусів, потребує постійної підвищеної уваги до питань запобігання дорожньо-транспортним пригодам. Сучасні конструкції транспортних засобів разом із конструктивною безпекою формують і початковий рівень експлуатаційної безпеки, значення якої в сучасних умовах піднімається до рівня соціальної проблеми першорядної важливості.

На рис. 2.2. показано місце передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів у загальній системі експлуатаційної безпеки [25].

Аналіз схеми показує, що контроль технічного стану транспортних засобів здійснюється різними підсистемами залежно від використаних методів: періодичний технічний огляд; передрейсовий або передзмінний контроль; контроль за дорогами. Крім того, на технічний стан транспортних засобів значний вплив має контроль технологій діагностики, щоденного обслуговування (ЩО), технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



повному виконанні вимог безпеки, які встановлюються законом [26], що істотно впливає на пропускну здатність при випуску транспортних засобів на лінію.

Збільшення тривалості (трудомісткості) контролю технічного стану транспортних засобів призводить до створення черг транспортних засобів біля контрольно-технічного пункту, значного збільшення непродуктивних втрат робочого часу, зростання кількості ризиків зриву договірних зобов'язань із замовником та появи додаткових фінансових втрат суб'єкта транспортної діяльності.

Сумарна тривалість контролю технічного стану одного транспортного засобу може бути зменшена за рахунок [26]:

- скорочення загальної кількості операцій передрейсового чи передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів шляхом включення частини цих операцій до переліку операцій щоденного технічного обслуговування транспортних засобів, що проводиться у міжзмінний час;

- обліку виконання окремих контрольних операцій ТО-1 та ТО-2 щодо перевірки технічного стану транспортних засобів за умовами безпеки дорожнього руху та екологічної безпеки, проведеного напередодні випуску транспортного засобу на лінію;

- збільшення кількості виконавців при проведенні окремих операцій контролю технічного стану транспортних засобів;

- зниження трудомісткості окремих операцій контролю технічного стану транспортних засобів за рахунок вибору обладнання для їх проведення, яке має максимальну продуктивність;

- зниження сумарної тривалості всіх технологічних переходів між місцями виконання операцій контролю технічного стану транспортних засобів за рахунок угруповання операцій за критерієм «місце перевірки»;

- проведення операцій передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів після повернення з лінії та за умови їх зберігання до наступного випуску на лінію на стоянці, що охороняється.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

До переліку операцій щоденного технічного обслуговування транспортних засобів доцільно включати операції передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів з високою тривалістю та операції, що технологічно сумісні з контрольними операціями щоденного технічного обслуговування.

Організація передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів може передбачати проведення частини його операцій із прибуття з лінії до місця стоянки та під час проведення щоденного технічного обслуговування транспортних засобів.

Поєднання операцій передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів з операціями щоденного технічного обслуговування транспортних засобів здійснюється наступним чином. Щоденне технічне обслуговування включає роботи з контролю технічного стану транспортного засобу, спрямовані на безпеку руху, а також роботи з підтримки належного зовнішнього вигляду транспортного засобу, заправку паливом, олією та охолоджувальною рідиною, а для деяких видів рухомого складу – санітарну обробку кузова.

Скорочення трудомісткості передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортного засобу за рахунок суміщення окремих операцій передрейсового або передзмінного контролю та щоденного технічного обслуговування транспортного засобу може бути здійснене за рахунок збільшення загальної частки трудомісткості робіт з контролю щоденного технічного обслуговування. Комплексний контроль технічного стану транспортних засобів, що включає операції передрейсового або передзмінного контролю та щоденного технічного обслуговування, виконується після роботи рухомого складу на лінії та здійснюється за рахунок підготовчо-заключного часу водіїв.

Скорочення тривалості передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів на основі обліку виконання окремих

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контрольних операцій ТО-1 та ТО-2 щодо перевірки технічного стану транспортних засобів за умов безпеки дорожнього руху та екологічної безпеки, проведеного напередодні випуску транспортного засобу на лінію, має обмежену сферу застосування, оскільки може бути реалізоване тільки для транспортних засобів, що пройшли напередодні передрейсового або передзмінного контролю перше чи друге технічне обслуговування. При цьому необхідно враховувати, що діагностування, за призначенням, обсягом робіт, місцем у технологічному процесі технічного обслуговування поділяється на Д-1 та Д-2, що виконуються, відповідно, перед технічним обслуговуванням ТО-1 та ТО-2. Діагностування Д-1 призначається головним чином для визначення технічного стану агрегатів, вузлів, систем ТЗ, що забезпечують безпеку руху. Діагностування Д-2 призначається для виявлення прихованих несправностей, відмов, їх місця, характеру і причин [22].

Значно зменшити тривалість передрейсового чи передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів дозволяє залучення додаткових виконавців під час проведення окремих операцій контролю. Так, наприклад, перевірку дії приладів освітлення та світлової сигналізації швидше виконувати з помічником, який по порядку включав дані прилади, а другий контролював би їх роботу зовні. Також на помічника може бути покладено проведення нескладних видів робіт з огляду транспортного засобу загалом, встановлення оглядом ушкоджень шин, огляд транспортного засобу знизу з оглядової ями тощо.

Також певний вплив на зниження тривалості та трудомісткості окремих операцій передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів за рахунок вибору обладнання для проведення передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів, що володіє максимальною продуктивністю. При цьому, незважаючи на більш високу вартість високопродуктивного обладнання загалом з урахуванням

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						34
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

зниження втрат часу під час випуску лінії транспортних засобів економічний ефект може бути позитивним.

Зменшення тривалості передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів можливе за рахунок зниження сумарної тривалості всіх технологічних переходів між місцями виконання операцій контролю на основі угруповання операцій за критерієм «місце перевірки».

Скорочення часу випуску транспортних засобів на лінію при передрейсовому або передзмінному контролі технічного стану за рахунок виконання більшості його операцій напередодні після повернення транспортного засобу з лінії може бути реалізоване за умови зберігання його на стоянці. Після перевірки технічного стану при прийманні з лінії, на технічно справні транспортні засоби в диспетчерську службу даються спеціальні жетони, які дозволяють водіям здійснити наступний виїзд на лінію без проведення контролю технічного стану, а транспортні засоби переміщуються на стоянку. При наступному виїзді на лінію водій пред'являє на контрольно-технічному пункті жетон, на підставі якого робиться відмітка у дорожньому листі та здійснюється випуск транспортного засобу на лінію.

При оцінці середньої тривалості (трудомісткості) робіт передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів також слід враховувати, що при передрейсовому або передзмінному контролі технічного стану транспортних засобів проводяться також роботи, які не пов'язані з перевіркою технічного стану транспортних засобів, що призводить, за експертною оцінкою, до збільшення тривалості простоїв під час випуску на лінію на 30 – 40% [27].

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2.6 Порядок проведення передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів

Порядок організації та проведення передрейсового або передзмінного контролю технічного стану транспортних засобів поширений на суб'єкти транспортної діяльності (підприємства та індивідуальні підприємці, які здійснюють перевезення пасажирів та вантажів на договірній основі (комерційні перевезення) та аналогічну діяльність, яка не передбачає договірну основу (перевезення для потреб) з метою виключення випуску на лінію технічно несправних транспортних засобів [22].

Передрейсовим називається контроль технічного стану транспортних засобів, здійснюваний на початку рейсу, якщо протягом однієї зміни (робочого дня) виконується лише один рейс або тривалість рейсу перевищує тривалість зміни (робочого дня) водія транспортного засобу. Якщо протягом зміни (робочого дня) водія відбувається більше одного рейсу, то до початку зміни (робочого) дня проводиться передзмінний контроль [22].

Передрейсовий або передзмінний контроль технічного стану транспортних засобів проводиться до виїзду транспортного засобу з місць паркування та передбачає перевірку [22]:

а) справності:

– гальмівної системи (включаючи манометр пневматичного або пневмогідролічного гальмівних приводів, якщо їх установка передбачена конструкцією транспортного засобу);

– кермового керування;

– склоомивачів;

– коліс;

– шин;

– звукового сигналу;

б) справності передбачених конструкцією транспортного засобу:

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

– замків дверей кузова чи кабіни, запорів горловин цистерн та пробок паливних баків;

– пристроїв фіксації подушки та спинки водійського сидіння;

– пристроїв обігріву та обдування стекол;

– тягово-зчіпного пристрою, а також страхувальних тросів (ланцюгів);

– утримувача запасного колеса;

в) наявності передбачених конструкцією транспортного засобу:

– індикації на щитку приладів, що свідчить про несправність, що впливає на БДР (перевіряється при двигуні, що працює);

– стекол та оглядовості з місця водія;

– дзеркал заднього виду та їх кріплень;

– заднього захисного пристрою, брудозахисних фартухів та бризковиків;

– ременів безпеки та (або) підголівників сидінь та їх працездатність;

г) працездатності у встановленому режимі:

– склоочисників;

– зовнішніх світлових приладів та світлоповертачів;

д) герметичності систем, вузлів та агрегатів транспортного засобу, у тому числі системи випуску відпрацьованих газів, а також гідравлічних пристроїв, що додатково встановлюються на транспортний засіб;

е) укомплектованості медичною аптечкою, вогнегасником та противідкатними упорами (для автобусів);

ж) відсутності внесених у конструкцію транспортного засобу змін з порушенням встановленого порядку, передбаченого [28], в частині газобалонного обладнання, кузовів транспортних засобів, додаткових сидінь, фар ближнього світла, протитуманних фар (за наявності) та денних ходових вогнів (за наявності);

з) відсутності встановлених на передній частині транспортного засобу світлових приладів з вогнями червоного кольору або світлоповертаючих

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пристроїв червоного кольору, на транспортному засобі пристроїв для подачі спеціальних світлових або звукових сигналів без відповідного дозволу;

Особливо необхідно зазначити, що контроль справності та працездатності стану основних вузлів та систем транспортного засобу, що впливають на БДР, здійснюється:

- на відповідність положенням [22];
- на відсутність несправностей, які містяться у «Переліку несправностей та умов, за яких забороняється експлуатація транспортних засобів» [24];
- додатку до «Основних положень з допуску транспортних засобів до експлуатації та обов'язки посадових осіб щодо забезпечення безпеки дорожнього руху» [24].

Позитивний результат перевірки відображається у колійному аркуші технічно справного транспортного засобу за допомогою позначки «контроль технічного стану транспортного засобу пройдено» та підписом із зазначенням прізвища та ініціалів контролера, який проводив контроль, дати та час його проведення. При виявленні зазначених несправностей транспортний засіб прямує до зони ТО і Р їхнього усунення. Допуск транспортного засобу до участі у дорожньому русі без відмітки про проходження контролю та підпису контролера не провадиться [24].

## 2.7 Особливості передрейсового контролю технічного стану міських автобусів

Контроль якості технічного стану міських автобусів є складовою виробничого процесу будь-якого підприємства, на балансі якого є ці ТЗ.

Основним завданням передрейсового контролю технічного стану на підприємстві є випуск на лінію рухомого складу в технічно справному стані, за винятком раптових відмов та поломок на маршрутах, також забезпечити впевнену та якісну роботу водіїв міських автобусів [8]. За допомогою контролю

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

технічного стану автобусів досягається попередження відмов та несправностей міських автобусів, які можуть спричинити дорожньо-транспортну пригоду або вплинути на її результат. Для того, щоб мінімізувати ці результати, потрібно звернути увагу на організацію та процес передрейсового контролю технічного стану рухомого складу під час випуску на лінію та при поверненні на підприємство. Від якості передрейсового контролю технічного стану рухомого складу при поверненні з лінії залежить своєчасне виявлення та усунення відмов і несправностей міських автобусів [29]. Тому роботу на контрольно-технічному пункті (КТП) слід організувати так, щоб перевірка та огляд всього рухомого складу підприємства проводились своєчасно та якісно.

АТП «Електротранс» на сьогодні має в своєму розпорядженні автобусний парк, який забезпечує перевезення пасажирів по 21 маршруту міста. Рухомий склад підприємства складається з 76 автобусів. На підприємстві використовується автобуси з 4-ма класами місткості пасажирів, а саме [4]:

- 1СН – 1 клас середньої місткості, низькопідлоговий (місткість – від 49–52 пасажирів);
- 2СВ – 2 клас середньої місткості, високопідлоговий (місткість – від 31–80 пасажирів);
- 1М – 1 клас малої місткості (місткість – від 23–43 пасажирів);
- 2М – 2 клас малої місткості (місткість – від 19–24 пасажирів).

Передрейсовий контроль технічного стану міських автобусів особливо важливий для підприємства. Зіставивши пасажиромісткість використовуваних автобусів на підприємстві і, якщо під час найвищого транспортного навантаження відбудеться дорожньо-транспортна пригода, через неякісний контроль технічного стану, це вплине на завантаження вулиць і магістралей транспортом, знизиться продуктивність робіт пасажирських перевезень, а при несприятливих наслідках заподіяння шкоди здоров'ю пасажирів.

У законодавстві немає норм хронометрування операцій з передрейсового та передзмінного контролю для одного міського автобуса. Таким чином, існує

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потреба у розробці окремої процедури, технологічного процесу саме по міських автобусах, а також вимог до обладнання (КТП), ділянки передрейсового контролю [8].

## 2.8 Аналіз загальних тенденцій і проблем, що виникають при технічній експлуатації автобусів автомобільного парку

На сучасному етапі розвитку пасажирські підприємства здобули велику економічну самостійність. Відсутність фондів та жорстких лімітів дала можливість автобусним підприємствам право обирати рухомий склад на ринку транспортних засобів. При цьому автобусні парки можуть орієнтуватися на найкращі техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники представлених марок. Але, при цьому, обмеження накладаються на:

- обсяг перевезень або транспортну роботу, яка має залишатися стабільною;
- комфортабельність перевезень, яка згодом має збільшуватися;
- коефіцієнт регулярності руху, також повинен залишатися постійним;
- нормативний вплив на екологію навколишнього середовища придбаних марок, які мають бути більш екологічно безпечними, ніж їхні попередники.

Технічна експлуатація, будучи підсистемою автомобільного транспорту, визначає близько 40 – 45% собівартості автомобільних перевезень, впливає на технічний стан рухомого складу, безпеку руху, довкілля, населення та персонал. Істотна відмінність маршрутів руху міських автобусів вимагає диференційованого підходу при плануванні та організації роботи рухомого складу на лінії та розрахунку основних нормативів технічної експлуатації міських автобусів, зокрема норм витрати палива, періодичності технічного обслуговування, питомої трудомісткості ТР, пробігів до капітального ремонту, тощо [5].

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Управління віковою структурою зводиться до регулювання процесів списання-поповнення та співвідношень у парку виробів різних вікових груп за умови забезпечення необхідного (заданого) для парку обсягу транспортних засобів за мінімальних витрат або максимального прибутку.

При зміні терміну служби транспортних засобів змінюються експлуатаційні витрати та капіталовкладення. Так, при скороченні встановлених термінів служби зменшуються витрати на технічне обслуговування та ремонт, потреба в персоналі для технічного обслуговування та ремонту, потреба та витрати на запасні частини. Але одночасно збільшується постачання нових автобусів, що спричиняє зростання амортизаційних відрахувань для автотранспортного підприємства та капіталовкладень у промисловість для розширення виробництва автомобілів.

Скорочення термінів служби автобусів з 10 – 12 до 5 – 7 років за того самого обсягу виконаної транспортної роботи дозволяє:

- на 20 – 25% скоротити інвентарний склад парку;
- на 8 – 15% зменшити потребу у капітальному ремонті основних агрегатів;
- на 25 – 30% скоротити потребу в робочій силі на технічне обслуговування та поточний ремонт автомобілів;
- на 23 – 40% зменшити витрати запасних частин;
- на 14 – 20% зменшити витрати.

При цьому річні поставки нових автобусів мають бути збільшені в 1,5 – 2 рази, що потребує суттєвих інвестицій [26].

Вікова структура парку істотно впливає на всі показники роботи парку та інженерно-технічної служби, яка має аналізувати вікову структуру парку та розробляти пропозиції щодо її керування.

Прогнозування зміни вікової структури парку підприємство «Електротранс» проводить щороку. Для внутрішньогосподарських розрахунків

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вікові групи, особливо за різних умов експлуатації, формуються з меншим кроком, наприклад, квартал чи півроку.

Зміна вікової структури парку залежить від вихідної структури, темпів списання та поповнення та встановленого терміну служби автобусів. Тому стосовно управління віковою структурою парків є неприпустимим планування за досягнутим рівнем (розмірів списання в попередні періоди). Регулюючи списання та поповнення парку, можна отримати необхідну вікову структуру із заданими показниками ефективності.

Збільшення термінів служби автомобілів до списання без зміни їх надійності призводить до суттєвого погіршення показників ефективності парку – середньої продуктивності автомобіля, доходів, коефіцієнта технічної готовності, потреби у робочій силі, правил техніки безпеки, запасних частин. При старінні відбуваються зміни як кількісних, а й якісних показників роботи парків: розширюється номенклатура необхідних запасних частин, матеріалів; виникає необхідність у виконанні нових видів робіт, обладнанні, персоналі. Істотно погіршуються властивості рухомого складу, безпосередньо пов'язані з надійністю, але які впливають на конкурентоспроможність у ринкових умовах: зовнішній вигляд, комфортабельність, екологічність та інших.

Істотного та стійкого поліпшення показників роботи парку можна досягти внаслідок його омолодження, тобто своєчасного списання автомобілів, що виробили встановлений ресурс. Разові поставки нових автомобілів призводять лише до тимчасового поліпшення показників парку в цілому, з наступним, різкішим погіршенням цих показників до моменту списання цієї групи автомобілів.

Збільшення темпів відновлення парку сприяє покращенню показників ефективності та підвищує інтенсивність впровадження автомобілів нових конструкцій, тобто заходів науково-технічного прогресу, але є ресурсомістким заходом. У ринкових умовах одним з поширених і ефективних методів скорочення великих разових інвестицій на оновлення парків є визначення

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						43
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

балансу між капіталовкладенням у автопарк і витратами на технічне обслуговування рухомого складу.

У випадку, коли процеси в системі, що вивчається, настільки складні і різноманітні, що аналітичні моделі стають занадто грубим наближенням до дійсності, можливим виходом є імітаційне моделювання. У процесі імітації фіксуються певні події та стани, якими обчислюються характеристики якості функціонування системи. Багаторазово відтворюючи процес функціонування модельованої системи, накопичують статистичний матеріал, який дозволяє міркувати про ефективність технологічного процесу та про його оптимізацію.

## 2.9 Висновки до розділу 2

У розділі проаналізовано основні причини відмов працездатності транспортних засобів автомобільного парку України; дано опис організації технічного обслуговування та ремонту автобусних транспортних засобів на автотранспортному підприємстві; проаналізовано загальні тенденції та проблеми, що виникають при технічній експлуатації автобусів автомобільного парку.

Визначено, що для забезпечення безпеки, надійності та ефективної роботи автобусів, важливого значення набуває ефективна організація їх технічного обслуговування та ремонту.

Запропоновано для вивчення складних процесів керування ТО і Р ТЗ автобусного парку застосувати імітаційне моделювання.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 Імітаційне моделювання вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку

#### 3.1 Формалізація задачі про вибір стратегії організації передрейсового технічного обслуговування

Кожен рейсовий автобус за планом робить  $N$  рейсів за добу. Кожної доби перший рейс автобус починає в задовільному (повністю справному) стані  $S_1^1$ . Якщо автобус починає певний рейс  $i$  в задовільному стані  $S_i^1$ , то маємо ненульову ймовірність  $p_1$  того, що автобус закінчить рейс в деякому погіршеному стані  $S_i^2$ .

Погіршений стан автобуса  $S_i^2$  характеризується наявністю невеликої несправності, що не знерухомлює транспортний засіб (автобус може продовжувати рух). На поточний ремонт такої несправності достатньо часу  $t_i^2$ , що дорівнює тривалості одного рейсу  $t$ , причому проводиться він після закінчення поточного рейсу.

Якщо автобус продовжує роботу в погіршеному стані  $S_i^2$ , то існує деяка ненульова ймовірність  $p_2$  того, що транспортний засіб може перейти в повністю неробочий стан  $S_i^0$ . Це призводить до скасування всіх подальших рейсів, які залишилися на поточний день, тобто автобус буде знаходитися в ремонті до кінця робочого дня.

Кожну нову добу автобус починає в справному стані незалежно від того, в якому стані закінчив попередній день.

Адміністрація парку вибирає одну з двох стратегій:

Стратегія 1 – проводити ремонт невеликих несправностей одразу після того, як автобус переходить в погіршений стан  $S_i^2$ ;

Стратегія 2 – експлуатувати автобус до його повної поломки (стану  $S_i^0$ ), не усуваючи невеликих несправностей.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45



### 3.2 Імітаційна модель задачі вибору оптимальної стратегії організації ТО транспортних засобів автобусного парку

Змістом стратегії 1 є проведення ремонту несправності автобуса відразу після рейсу, у якому ця несправність виникла. На рис. 3.2 наведено алгоритм розв'язання задачі при імовірності переходу зі стану 1 (автобус повністю справний) в стан 2 (погіршений стан) –  $p_1 = 30\%$ . Результатом виконання алгоритму є матриця  $A$ . Кількість рядків матриці  $A$  відповідає кількості експериментальних днів ( $KD$ ), кількість стовпців – кількості планованих рейсів на день ( $RD$ ) з додатковим сумарним стовпцем ( $A_k, N-1$ ) – кількість здійснених рейсів. Змінна  $SR$  визначає середню кількість здійснених рейсів за день протягом заданих експериментальних днів:

$$SR = \frac{\sum_{s=0}^{RD-1} A(i, RD - 1)}{RD}.$$

Кількість рейсів на день:  $RD=5$

Кількість експериментальних днів:  $KD=8$

For  $k=0, KD-1$

$A(k, 0) = 1$

$A(k, RD-1) = 1$

For  $i=1, RD-2$

If  $A(k, i-1) = 1$  Then  $x = \text{Rnd}(99)$

Else  $x = 99$

If  $x < 30$  Then  $A(k, i) = 0$

Else  $A(k, i) = 1$

$A(k, RD-1) = A(k, RD-1) + A(k, i)$

Рисунок 3.2 – Алгоритм розв'язання задачі для стратегії 1

					<b>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</b>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змістом стратегії 2 є експлуатація автобуса до повного виходу з ладу, не усуваючи незначних поломок.

Лістинг програмного коду (класу моделі ремонту) розв'язання задачі при імовірності переходу зі стану 1 (автобус повністю справний) в стан 2 (погіршений стан) –  $p_1 = 30\%$ ; імовірності переходу зі стану 2 (погіршений стан) в стан 0 (автобус повністю несправний) –  $p_2 = 50\%$ ; за застосування стратегії 2 наведено у Додатку В.

### 3.3 Практична реалізація моделі вибору оптимальної стратегії організації ТО транспортних засобів автобусного парку

Для практичної реалізації моделі вибору оптимальної стратегії організації ТО транспортних засобів автобусного парку використано електронні таблиці Excel (таблиця 3.1, таблиця 3.2).

Таблиця 3.1 – Результати моделювання для стратегії 1

		Рейс									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
День	1	1	1	0	skip	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	0	skip	1	0	skip	1
	3	1	1	0	skip	1	1	1	0	skip	1
	4	1	1	0	skip	1	1	1	1	1	0
	5	1	0	skip	1	1	0	skip	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	7	1	1	1	0	skip	1	1	0	skip	1

Моделювання імовірності незначної поломки											
		Рейс									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ден ь	1	-	0,8498	0,0920	0,4143	0,0106	0,9294	0,7211	0,6829	0,3324	0,7335
	2	-	0,5455	0,6708	0,9410	0,0212	0,3326	0,2853	0,2223	0,8369	0,5129
	3	-	0,7971	0,1546	0,9332	0,4092	0,8573	0,6253	0,0180	0,8092	0,5028
	4	-	0,6253	0,0929	0,9741	0,9163	0,8409	0,5382	0,5741	0,9866	0,0335
	5	-	0,0855	0,9673	0,4233	0,7172	0,2382	0,9479	0,8671	0,7818	0,3920
	6	-	0,3394	0,7608	0,6422	0,6311	0,5147	0,4926	0,6579	0,3382	0,7052
	7	-	0,9343	0,8782	0,1512	0,4316	0,9465	0,7690	0,1019	0,0789	0,5022

В таблиці 3.1 подано результати моделювання при застосуванні стратегії 1 при кількості рейсів на добу – 10, кількості експериментальних днів – 7, імовірності виникнення незначної поломки  $p_1 = 0,3$ .

З аналізу одержаних даних маємо, що за заданих умов функціонування системи середня кількість успішних рейсів за день становить 8.

Результати моделювання при застосуванні стратегії 2 – експлуатація автобуса до повного виходу з ладу без усунення незначних поломок за початкових умов:

- кількість рейсів на добу – 10,
- кількість експериментальних днів – 7,
- імовірності виникнення незначної поломки  $p_1 = 0,3$ ,
- імовірність виникнення критичної поломки  $p_1 = 0,5$

подано в таблиці 3.2.

З аналізу одержаних результатів моделювання маємо, що за заданих умов функціонування системи середня кількість успішних рейсів за день становить 6.

											Арк.
											49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ						



Моделювання імовірності критичної поломки											
		Рейс									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д е н ь	1	-	0,4896	0,4327	0,5509	0,1375	0,9789	0,8780	0,6266	0,6947	0,6016
	2	-	0,9905	0,7353	0,6251	0,6894	0,3948	0,9313	0,6498	0,9085	0,4547
	3	-	0,9471	0,8264	0,7799	0,7623	0,9339	0,9229	0,8172	0,4437	0,4439
	4	-	0,4115	0,4809	0,7640	0,8219	0,1900	0,9617	0,9314	0,8766	0,1864
	5	-	0,1173	0,1759	0,7962	0,9732	0,8977	0,4669	0,6917	0,8334	0,5400
	6	-	0,6606	0,8746	0,4265	0,6688	0,7192	0,4205	0,2648	0,7509	0,6765
	7	-	0,5361	0,4565	0,6821	0,5041	0,0001	0,2958	0,3248	0,6245	0,3359

Результати моделювання вказують на те, що за однакових вхідних даних застосування стратегії 1 є більш ефективним ніж застосування стратегії 2.

Аналогічний висновок одержано при збільшені кількості рейсів на день до 20.

Результати моделювання при зміні вхідних даних і застосуванні для реалізації програмного коду мови програмування Python та бібліотек numpy та pandas подано на рис. 3.3.

З аналізу одержаних результатів моделювання маємо, що за заданих умов функціонування системи середня кількість успішних рейсів за робочий день при застосуванні стратегії 1 становить 16, а при застосуванні стратегії 2 – 6 – 7.

Таким чином, за однакових вхідних умов застосування стратегії 1 є суттєво ефективним ніж застосування стратегії 2.

											Арк.
											51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ						

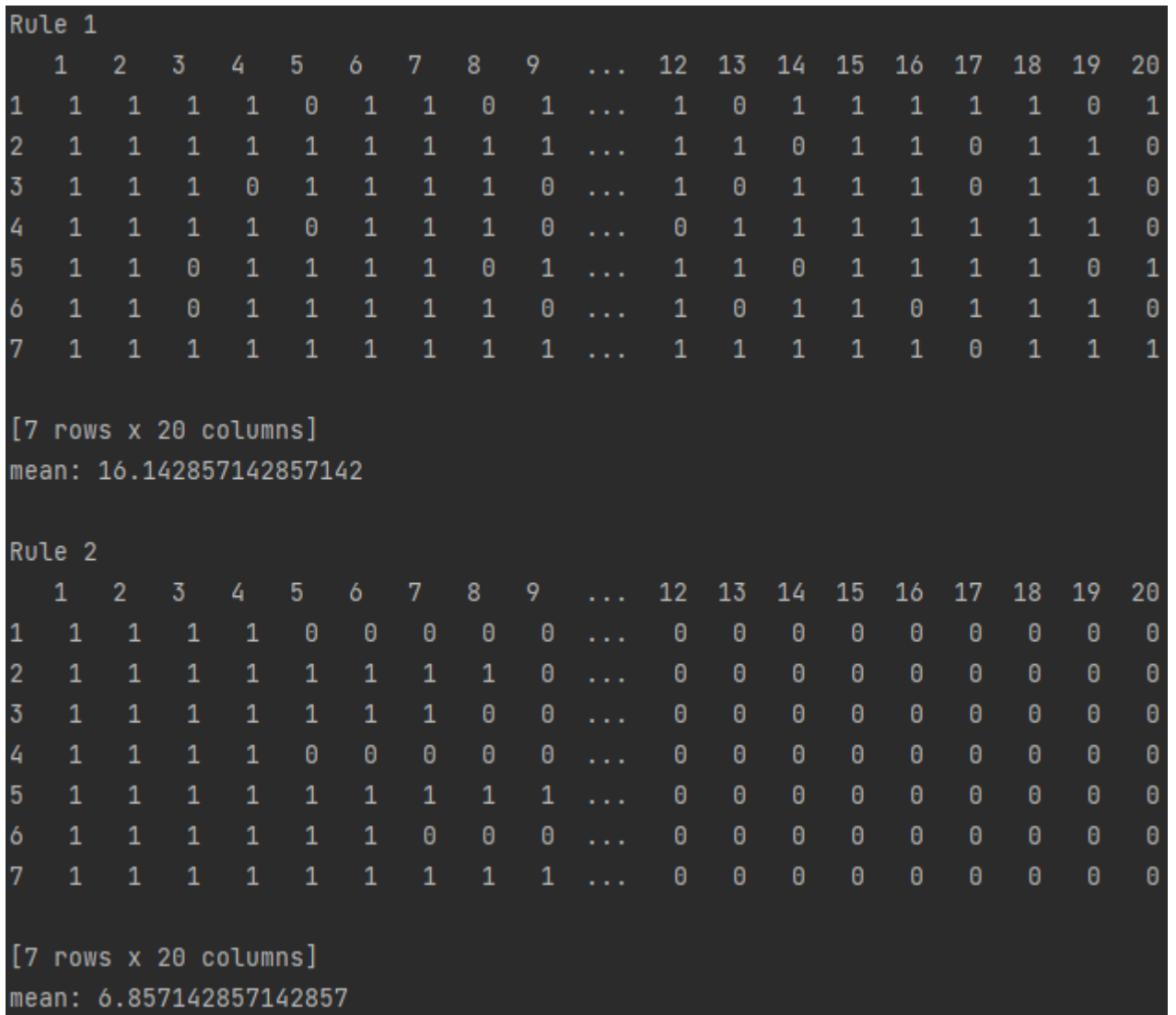


Рисунок 3.3 – Результати моделювання для застосування стратегій 1 і 2 при збільшенні у двічі кількості рейсів на день

### 3.4 Висновки до розділу 3

У розділі наведено: імітаційну модель задачі вибору оптимальної стратегії організації передрейсового технічного обслуговування автотранспорту автобусного парку, в якій враховано кількість рейсів на добу, імовірність виникнення незначних поломок, які можливо усунути при втраті одного рейсу,

імовірність виникнення критичної поломки, яка призводить до втрати усіх наступних рейсів.

Аналітично одержано, що стратегія 1 – проведення ремонту несправності автобуса відразу після рейсу, у якому ця несправність виникла, є більш ефективною ніж стратегія 2 – експлуатація автобуса до повного виходу з ладу без усунення незначних поломок.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						53
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Висновки

Інтенсивність руху на дорогах міста Хмельницький з кожним роком зростає. Це викликано збільшенням автомобільного парку міста та зростаючими потребами народного господарства в автотранспортних перевезеннях. Сьогодні міські пасажирські перевезення здійснюються дорогами загального користування, де присутні пошкодження дорожнього покриття, також міський пасажирський транспорт експлуатується в літній або зимовий періоди за різних температурних навантажень, все це впливає на технічний стан транспортного засобу. Відсутність контролю технічного стану міського пасажирського транспорту може призвести до подальшого ускладнення дорожнього руху та збільшення дорожньо-транспортних пригод.

У роботі проаналізовано основні причини відмов працездатності транспортних засобів автомобільного парку України. Визначено, що технічний стан транспортних засобів є суттєвим чинником, що впливає на безпеку дорожнього руху. Незадовільний технічний стан транспортних засобів спричинює до 5% від загальної кількості дорожньо-транспортних пригод.

Визначено актуальні чинники, які мають вплив на забезпечення безпеки, надійності та ефективної роботи автобусів:

- ефективна організація технічного обслуговування та ремонту;
- ефективне і обґрунтоване застосування методів технічного обслуговування автобусів;
- ефективна організація контролю технічного стану транспортних засобів;
- оптимізація трудомісткості основних організаційних форм контролю технічного стану транспортних засобів;
- збільшення темпів відновлення парку.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





8 Форнальчик Є. Ю., Гілевич В. В. Компаративний аналіз даних опитувань щодо передрейсового обслуговування автобусів // Автомобільний транспорт, вип. 43, 2018, с. 13 – 18. DOI: 10.30977/АТ.2219-8342.2018.43.0.55

9 Екологія та якість автопарку в Україні. URL: <https://otk.in.ua/bezpeka-ruhu/ekologiya-ta-yakist-avtoparku-v-ukrayini/> (дата звернення: 15.05.2024).

10 Костікова М.В., Скрипіна І.В. Математична модель вибору рухомого складу для пасажирських автобусних перевезень // Автомобільний транспорт, вип. 40, 2017, с. 37–41.

11 Лотиш В. В. Моделювання транспортних систем : конспект лекцій : для студентів спеціальності 8.05020203 – Автоматика та автоматизація на транспорті (за видами транспорту) денної форми навчання / В. В. Лотиш ; Луцький НТУ. – Луцьк : Луцький НТУ, 2015. – 28 с.

12 Н. В. Халіпова, А. М. Пасічник, Є. П. Медведєв, І. В. Прогонюк, Побудова моделі стратегії розвитку транспортно-логістичних підприємств на основі нейронних мереж , Транспортні системи та технології перевезень: № 15 (2018)

13. Kane, L. Transport planning models – an historical and critical review / Kane L., R. Behrens // Urban Transport Research Group, University of Cape Town – [Електрон. Ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/7834/037.pdf?Sequence=1>.

14 Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій / В. Б. Неруш, В. В. Курдеча. – К.: НН ІТС НТУУ «КП», 2012. – 115 с.

15 Горбова О. В., Мерзлий О. Д. Дослідження автомобільних потоків засобами імітаційного моделювання // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2021, № 5 (95) С. 36–50.

16 Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В.,

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

17 Патрульна поліція України / Статистика URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/> (дата звернення: 15.05.2024).

18 Чому безпека дорожнього руху в США погіршується, а в інших країнах – покращується? URL: <https://pro-mobility.org/svit/strong-chomu-bezpeka-dorozhnoho-rukhu-v-ssha-pohirshuietsia-a-v-inshykh-krainakh-pokrashchuietsia-roiasniuiemo-strong/> (дата звернення: 15.05.2024).

19 Парасюк В. М., Демків Р. Я., Когут В. М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.

20 Постанова Кабінету Міністрів України від 03.07.2013 № 643 «Про затвердження Технічного регламенту з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/643-2013-%D0%BF#Text> (дата звернення: 15.05.2024).

21 Закон України “Про автомобільний транспорт” 05.04.2001 р. //Відомості Верховної Ради України. – 2001. – № 22. – Ст. 105. (з наступними змінами і доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14#Text> (дата звернення: 15.05.2024).

22 Постанова Кабінету Міністрів України від 30.01.2012 № 137 «Про затвердження «Порядку проведення обов’язкового технічного контролю та обсягів перевірки технічного стану транспортних засобів, технічного опису та зразка протоколу перевірки технічного стану транспортного засобу» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/137-2012-%D0%BF#Text> (дата звернення: 15.05.2024).

23 Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24 Постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001 р. № 1306 «Про Правила дорожнього руху» URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#doc\\_info](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#doc_info) (дата звернення: 15.05.2024).

25 Зеркалов Д.В., Левковець П.Р. Безпека руху автомобільного транспорту: довідник. – К.: Основа, 2002.

26 Форнальчик Є. Ю. До оцінки ефективності роботи ремонтно-обслуговувальної бази автобусних АТП. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця, 2016. № 1. С. 94–101.

27 Форнальчик Є. Ю., Виджак М. А. Оцінки водіїв передрейсового обслуговування автобусів. Автомобільний транспорт та інфраструктура: Збірник тез доповідей І-ї міжнар.наук.-практ. конф. (Київ, 26-28 квітня). Київ, 2018. С. 172–175.

28 Постанова Кабінету Міністрів України від 22.12.2010 № 1166 «Про єдині вимоги до конструкції та технічного стану колісних транспортних засобів, що експлуатуються» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1166-2010-%D0%BF#Text> (дата звернення: 15.05.2024).

29 Форнальчик Є. Ю., Виджак М. А. Експлуатаційна надійність автобусів міського громадського транспорту. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Кременчук. 2016. №196). С. 91–96.

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						60
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Додаток А

### Характеристика основного складу автобусного парку підприємства «Електротранс» м. Хмельницький станом на 05. 2024

Таблиця А1 – Характеристика рухомого складу автобусного парку підприємства  
«Електротранс» м. Хмельницький [4]

Бортовий № 1	Державний номер	Тип	Виготовлено	Зав. №	VIN-код	Від	До	Місто/регіон	Примітка
679	BX 6013 AT	Богдан A1445	2008	364	Y6LA144508L000364	07.2008	актуально	Хмельницький	
446	BX 6009 AT	Богдан A1445	2008	350	Y6LA144508L000350	07.2008	актуально	Хмельницький	
329	BX 6011 AT	Богдан A1445	2008	352	Y6LA144508L000352	07.2008	актуально	Хмельницький	
320	BX 6014 AT	Богдан A1445	2008	365	Y6LA144508L000365	07.2008	актуально	Хмельницький	
45	BX 5893 AA	Wiima K201	1982	5714		06.08.2004	актуально	Хмельницький	
42	BX 5884 AA	Wiima K201	1982	5585		06.08.2004	актуально	Хмельницький	
33	BX 5873 AA	Wiima K201	1982	5587		04.08.2004	12.2011	Хмельницький	
	0132 XMP	Wiima K201	1982	5587		07.08.1996	04.08.2004	Хмельницький	
	0133 XMP	Wiima K201	1982	5586		07.08.1996	04.08.2004	Хмельницький	
	0281 XMP	ЛАЗ-695H	1994	171938		21.10.1994	12.08.2004	Хмельницький	
	042-52 XM	ПА3-3205-110 (OR)	2001	7430	X1M32050R10007430	20.02.2002	15.02.2022	Хмельницький	
	042-53 XM	ПА3-3205-110 (OR)	2001	7553	X1M32050R10007553	20.02.2002	15.02.2022	Хмельницький	
	042-54 XM	ПА3-3205-110 (OR)	2001	7607	X1M32050R10007607	20.02.2002	20.04.2018	Хмельницький	
	042-55 XM	ПА3-3205-110 (OR)	2001	7258	X1M32050R10007258	20.02.2002	20.04.2018	Хмельницький	
	1022 XMP	Aabentraa	1984	1347		17.07.1996	04.08.2004	Хмельницький	
	2065 XMP	Van Hool T8 Alizée 210	1982	9882		~ 1997	06.08.2004	Хмельницький	
	2270 XMP	ЛАЗ-697Р «Турист»	1980	1985		04.12.1997	невідомо	Хмельницький	
	2504 XMP	ЛАЗ-695HГ	1992	160173		1992	19.08.2004	Хмельницький	
	2783 XMP	Wiima K201	1982	5714		~ 1997	~ 2004	Хмельницький	(номер не точний)
	4394 XMP	ЛАЗ-695HГ	1992	163268		06.11.1992	12.08.2004	Хмельницький	
	BX 0282 EO	Setra S 315 GT-HD	1997	116	WKK32600001030116	05.08.2022	актуально	Хмельницький	
	BX 3241 HI	Solaris Urbino II 12	2002	201	SU92411662BPN1201	23.06.2022	актуально	Хмельницький	
	BX 3437 HI	Setra S 317 GT-HD	2000	29	WKK62727013000029	01.08.2022	актуально	Хмельницький	
	BX 3789 AO	I-VAN A07A-22	2007	309	Y6DA07A0070000309	2007	актуально	Хмельницький	
	BX 3790 AO	I-VAN A07A-22	2007	464	Y6DA07A0070000464	2007	актуально	Хмельницький	
	BX 3791 AO	I-VAN A07A-22	2007	435	Y6DA07A0070000435	2007	актуально	Хмельницький	
	BX 3792 AO	I-VAN A07A-22	2007	362	Y6DA07A0070000362	2007	актуально	Хмельницький	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ

Арк.

61

Бортовий № 1	Державний номер	Тип	Виготовлено	Зав. №	VIN-код	Від	До	Місто/регіон	Примітка
	<b>BX 3793 AO</b>	I-VAN A07A-22	2007	452	Y6DA07A0070000452	2007	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4557 CB</b>	Solaris Urbino II 12	2002	209	SU92411662BPN1209	23.06.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4671 HH</b>	Ataman A092H6	2021	198	Y7BA092H6MB000198	10.08.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4672 HH</b>	Ataman A092H6	2022	25	Y7BA092H6NB000025	10.08.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4673 HH</b>	Ataman A092H6	2021	197	Y7BA092H6MB000197	10.08.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4729 HE</b>	Scania CN113CLB	1994	2225		21.04.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4805 HH</b>	Ataman A092H6	2022	1	Y7BA092H6NB000001	13.06.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4806 HH</b>	Ataman A092H6	2021	196	Y7BA092H6MB000196	13.06.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 4807 HH</b>	Ataman A092H6	2021	195	Y7BA092H6MB000195	13.06.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 5403 AK</b>	BA3 A079.14 «Егало»	2007			2007	невідомо	Хмельницький	
	<b>BX 5404 AK</b>	BA3 A079.14 «Егало»	2007			2007	невідомо	Хмельницький	
	<b>BX 5405 AK</b>	BA3 A079.14 «Егало»	2007	3781	Y7FA0791470003781	2007	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 5406 AK</b>	BA3 A079.14 «Егало»	2007	3778	Y7FA0791470003778	2007	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 5407 AK</b>	BA3 A079.14 «Егало»	2007	3780	Y7FA0791470003780	2007	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 5870 AA</b>	Wisma K201	1982	5586		04.08.2004	невідомо	Хмельницький	
	<b>BX 5874 AA</b>	Aabenraa	1984	1347		04.08.2004	07.2009	Хмельницький	
	<b>BX 5875 AA</b>	Wisma K201	1982	5545		04.08.2004	08.2012	Хмельницький	
	<b>BX 5886 AA</b>	Van Hool T8 Alizée 210	1982	9882		06.08.2004	2008	Хмельницький	
	<b>BX 5892 AA</b>	Siffle	1987	6069		06.08.2004	2008	Хмельницький	
	<b>BX 6010 AT</b>	Богдан A1445	2008	351	Y6LA144508L000351	07.2008	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 6012 AT</b>	Богдан A1445	2008	363	Y6LA144508L000363	07.2008	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 6015 AT</b>	Богдан A1445	2008	366	Y6LA144508L000366	07.2008	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 6016 AT</b>	Богдан A1445	2008	367	Y6LA144508L000367	07.2008	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 6320 EM</b>	Solaris Urbino II 12	2002	202	SU92411662BPN1202	23.06.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 6348 AA</b>	ЛАЗ-695H	1994	171938		12.08.2004	15.02.2022	Хмельницький	
	<b>BX 6349 AA</b>	ЛАЗ-695HG	1992	163268		12.08.2004	15.02.2022	Хмельницький	
	<b>BX 6350 AA</b>	ПА3-3205-110 (OR)	1998	5920	X1M32050RW0005920	13.08.2004	2012	Хмельницький	
	<b>BX 6354 AA</b>	ПА3-3205-110 (OR)	1998	5965	X1M32050RW0005965	13.08.2004	04.12.2013	Хмельницький	
	<b>BX 6355 AA</b>	ПА3-3205-110 (OR)	1998	5972	X1M32050RW0005972	13.08.2004	15.02.2022	Хмельницький	
	<b>BX 6378 AA</b>	ЛАЗ-695HG	1992	160173		19.08.2004	20.04.2018	Хмельницький	
	<b>BX 6876 CT</b>	Solaris Urbino II 12	2002	208	SU92411662BPN1208	23.06.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 6908 HI</b>	TEMSA Opalin 8	2009		NLTHNH4CL01000063	28.07.2022	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 7681 HO</b>	Ataman A092H6	2023	132	Y7BA092H6PB000132	11.07.2023	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 7682 HO</b>	Ataman A092H6	2023	165	Y7BA092H6PB000165	11.07.2023	актуально	Хмельницький	
	<b>BX 7683 HO</b>	Ataman A092H6	2023	166	Y7BA092H6PB000166	11.07.2023	актуально	Хмельницький	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ

Арк.

62

Бортовий №	Державний номер	Тип	Виготовлено	Зав. №	VIN-код	Від	До	Місто/регіон	Примітка
<b>BX 7684 HO</b>		Ataman A092H6	2023	167	Y7BA092H6PB000167	11.07.2023	актуально	Хмельницький	
<b>BX 7685 HO</b>		Ataman A092H6	2023	168	Y7BA092H6PB000168	12.07.2023	актуально	Хмельницький	
<b>BX 7686 HO</b>		Ataman A092H6	2023	169	Y7BA092H6PB000169	12.07.2023	актуально	Хмельницький	
<b>BX 8028 BI</b>		Богдан A091	2003	377	Y7BA091003B000377	2015	невідомо	Хмельницький	
<b>BX 8602 HF</b>		Solaris Urbino III 12	2008	6923	SUU2411618B006923	30.04.2022	актуально	Хмельницький	
<b>BX 8961 HF</b>		Ataman A092H6	2021	213	Y7BA092H6MB000213	11.08.2022	актуально	Хмельницький	
<b>BX 8962 HF</b>		Ataman A092H6	2022	24	Y7BA092H6NB000024	11.08.2022	актуально	Хмельницький	
<b>BX 8963 HF</b>		Ataman A092H6	2021	212	Y7BA092H6MB000212	11.08.2022	актуально	Хмельницький	
<b>BX 9172 HA</b>		Setra S 315 GT-HD	1999	598	WKK3260001030598	невідомо	актуально	Хмельницький	
<b>BX 9234 HO</b>		Ataman A092H6	2023	93	Y7BA092H6PB000093	08.06.2023	актуально	Хмельницький	
<b>BX 9235 HO</b>		Ataman A092H6	2023	92	Y7BA092H6PB000092	08.06.2023	актуально	Хмельницький	
<b>BX 9236 HO</b>		Ataman A092H6	2023	91	Y7BA092H6PB000091	08.06.2023	актуально	Хмельницький	
<b>BX 9237 HO</b>		Ataman A092H6	2023	90	Y7BA092H6PB000090	08.06.2023	актуально	Хмельницький	
<b>BX 9844 EI</b>		TEMSA Safari	2003		NLTTB162L01050043	28.07.2022	актуально	Хмельницький	

					<b>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</b>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Додаток В

### Лістинг програмного коду розв'язання задачі для стратегії 2

```
class RepairModel:
def __init__(self, days: int, cycle: int, low_chance: float, high_chance: float):
self.days = days
self.cycle = cycle
self.low_chance = low_chance
self.high_chance = high_chance
self.rules = {"asap": self.rule1, "full-operation": self.rule2}
self.dt = np.concatenate((np.ones((1, days)), np.zeros((cycle - 1, days))),
axis=0)

def rule1(self) -> pd.DataFrame:
df = self.dt
low_chance_table = np.round(np.random.random((self.cycle, self.days)), 4)
for i in range(1, self.cycle, 1):
for j in range(self.days):
df[i][j] = np.where(df[i - 1][j] == -1, 1,
np.where(df[i - 1][j] == 0, -1,
np.where(low_chance_table[i][j] <=
self.low_chance, 0, 1)))

return pd.DataFrame(df, columns=range(1, self.days + 1, 1), index=range(1,
self.cycle + 1, 1))

def rule2(self) -> pd.DataFrame:
df = self.dt
low_chance_table = np.round(np.random.random((self.cycle, self.days)), 4)
high_chance_table = np.round(np.random.random((self.cycle, self.days)), 4)
for i in range(1, self.cycle, 1):
for j in range(self.days):
df[i][j] = np.where(df[i - 1][j] == -1, -1,
np.where(df[i - 1][j] == 3,
np.where(high_chance_table[i][j] <=
self.high_chance, -1, 3),
np.where(df[i - 1][j] == 0, 3,
np.where(low_chance_table[i][j] <=
self.low_chance, 0, 1))))

return pd.DataFrame(df, columns=range(1, self.days + 1, 1), index=range(1,
self.cycle + 1, 1))

def process(self, rule: str):
return self.rules[rule]()

def fixer(x):
return 1 if x >= 0 else 0
Порівняння стратегій:
if __name__ == '__main__':
model = RepairModel(7, 10, 0.3, 0.5)
df_asap = model.process('asap').applymap(fixer)
df_full = model.process('full-operation').applymap(fixer)
print("Rule 1")
print(df_asap.T)
print("mean:", df_asap.sum().mean())
print()
print("Rule 2")
print(df_full.T)
print("mean:", df_full.sum().mean())
```

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ				

Додаток Г  
Презентаційний матеріал

КАФЕДРА ТРИБОЛОГІЇ, АВТОМОБІЛІВ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА

**ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ТО  
МАШИН АВТОБУСНОГО ПАРКУ**

**Виконав** студент 4 курсу, групи АТ-20-1 Андрій Іщук  
**Керівник** д.т.н., доцент кафедри ТАМ Ілона Драч

2024

1

**ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ :**  
процес оцінки якості організації передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку

**ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ :**  
імітаційне моделювання організації передрейсового технічного обслуговування рухомого складу автобусного парку

**МЕТА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ :**  
розробка моделі вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку засобами імітаційного моделювання

2

					ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## ЗАВДАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ :

1. Проаналізувати основні причини відмов працездатності транспортних засобів автомобільного парку України;
2. Дати опис організації ТО та Р автобусних транспортних засобів на АТП «Електротранс» (м. Хмельницький);
3. Розробити структуру моделі для вибору оптимальної стратегії організації передрейсового ТО автобусів АТП з використанням імітаційного моделювання;
4. Реалізувати імітаційну модель вибору оптимальної стратегії передрейсового ТО транспортних засобів автобусного парку та провести експериментальне тестування розробленої моделі

3

## АКТУАЛЬНІСТЬ

➤ Стрімке зростання кількості автобусів, старіння рухомого складу, а також обмежені фінансові ресурси вимагають впровадження ефективних підходів до організації ТО, що дозволять знизити витрати на експлуатацію та підвищити надійність перевезень.

➤ У межах українських АТП математичне сподівання щоденних з'їздів з лінії становить 6,189 авт./дн. (тобто кожного дня більш, ніж 6 автобусів відмовляли); інтервали між відмовами становили в середньому 2,687 дн. з дисперсією 4,124 дн.

➤ Керівництво АТП «Електротранс» зацікавлене у підвищенні експлуатаційної надійності автобусів, оскільки зростання їх відмов знижує витрати за проїзд пасажирів.

4



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ

Арк.

67



# ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ПЕРЕДРЕЙСОВОГО ТО ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ АВТОБУСНОГО ПАРКУ

- 1 Аналіз поточного стану технічної несплуатації автобусного парку**  
 Аналіз технічного стану автобусів, режимів експлуатації, наявних ресурсів обслуговування та ремонту з метою визначення факторів, що впливають на ефективність технічного обслуговування.
- 2 Розробка структури імітаційної моделі**  
 Модель враховує динаміку експлуатації автобусів, плани технічного обслуговування, наявність запчастин та ресурсів; дає можливість вибору найкращої стратегії передрейсового ТО.
- 3 Експериментальне тестування моделі**  
 Проведення серії імітаційних експериментів для перевірки адекватності моделі, дослідження різних стратегій ТО та вибір оптимального сценарію для конкретного автобусного парку.

7

## МОДЕЛЬ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТО ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ АВТОБУСНОГО ПАРКУ

**Дані:**  
 імовірність виникнення незначної поломки –  $p_1=30\%$ ;  
 імовірність виникнення критичної поломки –  $p_2=50\%$ ;  
 кількість експериментальних днів – 7



Рисунок 1 – Граф станів автобуса при стратегії 1 і при стратегії 2

**Комп'ютерний експеримент 1:** кількість рейсів на добу – 10 :  
 Стратегія 1: Результат моделювання: середня кількість успішних рейсів за день становить 8.  
 Стратегія 2: Результат моделювання: середня кількість успішних рейсів за день становить 6.  
**Комп'ютерний експеримент 2:** кількість рейсів на добу – 20 :  
 Стратегія 1: Результат моделювання: середня кількість успішних рейсів за день становить 16.  
 Стратегія 2: Результат моделювання: середня кількість успішних рейсів за день становить 6 – 7.

8

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ				

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОДАЛЬШОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ СТРАТЕГІЇ ТО

### Оптимальна стратегія ТО

Розроблена імітаційна модель дозволяє підприємству обрати оптимальну стратегію передрейсового технічного обслуговування автобусів, що забезпечить мінімізацію витрат та максимальну надійність експлуатації рухомого складу.

### Впровадження сучасних підходів

Для подальшого вдосконалення стратегії ТО рекомендується впровадження систем діагностики, прогнозування відмов, а також активне використання передового досвіду провідних світових виробників автобусної техніки.

### Підвищення кваліфікації персоналу

Ключовим напрямком для підприємства є безперервне навчання та підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу, відповідального за технічне обслуговування та ремонт автобусів.

### Оновлення автобусного парку

Своєчасна заміна застарілих автобусів на сучасні моделі з урахуванням умов експлуатації дозволить знизити витрати на ТО, підвищити безпеку та комфорт пасажирських перевезень.

9

					<i>ДРАТТАМ 24 20138. 000 ПЗ</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		