

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Формування системи технічних впливів для зниження рівня аварійності колісних транспортних засобів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ»»



Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-24м  
спеціальності 274 - Автомобільний транспорт  
Образов-професійна програма  
Автомобільний транспорт

Нагорний А.Л.

Керівник: д.т.н., професор каф. АТМ

Макаров В.А.

в. 04 в. 12 2025 р.

Опонець: д.т.н., доцент каф. АТМ

Слободкин А.В.

в. 08 в. 12 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., д.т.н. Цимбал С.В.

в. 08 в. 12 2025 р.

Вінниця ВНТУ - 2025 рік

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

рівень вищої освіти Н-й (магістерський)  
спеціальність – 27 – Транспорт  
спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт  
кваліфікаційно-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

« 15 » \_\_\_\_\_ 2025 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Нагородному Андрію Леонідовичу

Тема роботи: Формування системи технічних впливів для зниження рівня прійності колісних транспортних засобів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АДАМАТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ»

рівня роботи \_\_\_\_\_ Магістр Воротницький Андрійович, д.т.н., професор,  
тверджені наказом ВНТУ від «24» вересня 2025 року № 313.

Строк подання здобуваної роботи: \_\_\_\_\_ 30.11.2025 р.

Вихідні дані до роботи: При визначенні кількості поєтів на СТО урахувати дію подковості на технічні впливи. Розглянути різну кількість заїздів на СТО – 8, 15, 28 од./добу. В дослідницькому розділі розглянути систему технічних впливів на яну та взаємодію еластичних рушій з дорогою для підвищення безпеки руху потягопотокових засобів.

Зміст текстової частини:

Аналіз формування системи технічних впливів автосервісного підприємства

Вирахунок системи технічних впливів на СТО

Формування системи цінних робіт та аналіз її впливу на підвищення безпеки дорожнього руху

Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових хреслень)

1-2 Тематика та цілі роботи

3-4 Загальна характеристика тов. "АдамаТ Моторс Запоріжжя"

5 Система технічного обслуговування і поточного ремонту

6 Структура обладнання для контролю технічного стану зносу

7-8 Алгоритм виконання цінних робіт

9 Взаємодія автомобіля та дороги

10 Комплексна діагностика колісної частини автомобіля

11 Аналіз стійкості руху

12-13 Траєкторія руху центру мас автомобіля

14. Визначення ефективності запропонованих рішень

15. Висновки

### 6. Консультації розробки роботи

Розділ роботи	Прізвище, ім'я та по батькові консультанта	Підписи, дата	
		завдання вдало	не вдало
Результативна оцінка	Макаров В.А., професор кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Буринська Ю.Ю., професор кафедри АТМ		

7. Дата видачі завдання « 25 » вересня 2025 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапу роботи, який кваліфікаційна робота	Строк виконання етапів роботи
1	Визначення об'єкту та предмету дослідження	25.09-29.09.2025
2	Аналіз відомих рішень, постановка задачі	30.09-20.10.2025
3	Обрунтування методів дослідження	30.09-20.10.2025
4	Результативна оцінка задачі	24.10-10.11.2025
5	Формування рекомендацій, повзунки, драфтимова ефективності рішень	11.11-16.11.2025
6	Виконання розробки роботи з визначення ефективності запропонованих рішень	17.11-24.11.2025
7	Нормоконтроль МКР	25.11-30.11.2025
8	Попередній захист МКР	01.12-04.12.2025
9	Рецензування МКР	05.12-09.12.2025
10	Захист МКР	10.12.-12.12.2025

Здобувач

\_\_\_\_\_

Нагорний А.Д.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

Макаров В.А.

## АНОТАЦІЯ

УДК 629.12

Нагорний А.Л. Формування системи технічних впливів для зниження рівня аварійності колісних транспортних засобів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРДЖЖЯ». Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма – автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2025. 80 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 38 назв; рис.: 39; табл. 2.

У магістерській кваліфікаційній роботі виконане поглиблення науково-технічного підходу до підвищення безпеки дорожнього руху шляхом управління силовим полем в контактні колеса з дорогою. Досліджена узагальнена модель автомобіля, що характеризує показники курсової стійкості руху. Визначена ефективність запропонованих рішень.

Ілюстративна частина складається з 15 плакатів із результатами дослідження.

Ключові слова: колісний транспортний засіб, система, технічні впливи, безпека, стійкість руху, шина, силове поле.

## ABSTRACT

UDC 629.12

Nagomy A.L. Formation of a system of technical influences to reduce the accident rate of wheeled vehicles in the conditions of the limited liability company "ADAMANT MOTORS ZAPORIZHZHYA". Master's qualification work in the specialty 274 - Motor transport, educational program - motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 80 p.

In Ukrainian. Bibliography: 38 titles; Fig.: 39; Table: 2.

The master's qualification work deepens the scientific and technical approach to improving road safety by controlling the force field in the contact of the wheel with the road. A generalized model of a car that characterizes the indicators of directional stability of movement is studied. The effectiveness of the proposed solutions is determined.

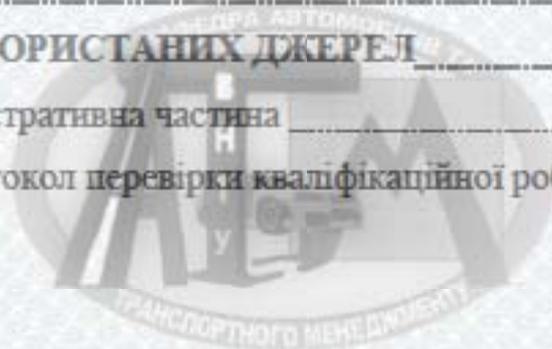
The illustrative part consists of 15 posters with the results of the study.

Keywords: wheeled vehicle, system, technical influences, safety, driving stability, tire, force field.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>1 АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ АВТОСЕРВІСНОГО ПІДПРИЄМСТВА</b> .....	6
1.1 Загальна характеристика підприємства ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ".....	6
1.2 Аналіз діяльності групи Renault.....	8
1.3 Технічні впливи на ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ".....	11
1.4 Аналіз наукових літературних джерел щодо формування системи технічних впливів на СТО для зниження рівня аварійності.....	14
1.5 Висновки за розділом.....	17
<b>2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ НА СТО</b> .....	19
2.1 Розрахунок вхідного потоку вимог.....	19
2.2 Розрахунок кількості вимог за різними показниками.....	21
2.3 Розрахунок продуктивності системи.....	22
2.4 Розрахунок терміну обслуговування.....	24
2.5 Розрахунок характеристик ефективності функціонування системи.....	24
2.6 Визначення продуктивності системи проведення технічних впливів.....	24
2.7 Розрахунок параметрів ефективності використання системи.....	27
2.8 Розрахунок технологічно необхідної кількості постів.....	30
2.9 Оптимізація функціонування системи.....	31
2.10 Обґрунтування вартості втрат.....	32
2.11 Результати розрахунків.....	33
2.12 Висновки за розділом 2.....	37
<b>3 ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПИННИХ РОБІТ ТА АНАЛІЗ ЇЇ ВПЛИВУ НА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ</b> .....	39
3.1 Формування системи пинних робіт.....	39
3.2 Фрагменти сценарію виконання робіт сформованої системи.....	43

	3
3.3 Вплив кутів установки автомобільних коліс на безпеку руху.....	46
3.4 Характеристика силового поля в контактi сумісної роботи рушії і опорної поверхні системи "колесо-дорога" .....	51
3.5 Формування великої системи шинних робіт.....	56
3.6 Обґрунтування доцільності використання підсистеми кузовних робіт для поліпшення безпеки дорожнього руху.....	57
3.7. Дослідження узагальненої моделі автомобіля, що характеризує показники курсової стійкості руху.....	63
3.8 Визначення ефективності запропонованих рішень.....	69
3.9 Висновки за розділом.....	73
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>74</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	<b>77</b>
Додаток А Ілюстративна частина.....	81
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	



## ВСТУП

Проблема забезпечення безпеки руху колісних транспортних засобів сьогодні набуває особливої актуальності, оскільки значна частина дорожньо-транспортних пригод пов'язана з технічними несправностями шин та недостатнім контролем їх стану [1-3]. Шини є єдиним елементом транспортного засобу, що безпосередньо контактує з дорожнім покриттям, тому будь-які відхилення у тиску, нерівномірне зношення, пошкодження боковин чи дисбаланс коліс безпосередньо впливають на стійкість автомобіля, ефективність гальмування, зчеплення з дорогою та керованість. В умовах інтенсивної експлуатації транспортних засобів питання правильного проведення шинних робіт — своєчасного контролю тиску, балансування коліс, регулювання розвалу-сходження та діагностики стану шин — набуває особливого значення [4, 5]. Неналежне технічне обслуговування коліс і шин може призвести до перегріву, розривів, втрати тиску під час руху, що створює потенційно аварійні ситуації. Тому формування сучасної системи технічних впливів, яка охоплює впровадження автоматизованих засобів діагностики, використання якісного обладнання для шиномонтажних робіт і підвищення культури технічного обслуговування, є важливим напрямом підвищення безпеки дорожнього руху та продовження ресурсу експлуатації транспортних засобів.

**Метою роботи є розробка раціональної системи технічних впливів на шини з урахуванням характеристики силового поля в системі "колесо-дорога", що забезпечить зниження рівня аварійності автомобілів.**

**Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:**

- характеристика діяльності підприємства ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ";
- аналіз наукових літературних джерел щодо формування системи технічних впливів на підприємстві;
- виконання технологічного розрахунку системи технічного обслуговування і поточного ремонту;

- оцінка впливу кутів установки автомобільних коліс на безпеку руху;
- дослідження силового поля в контакті сумісної роботи рушія і опорної поверхні системи “колесо-дорога”;
- сформуванати раціональну систему шинних робіт для безпечних переміщень автомобіля;
- визначити ефективність запропонованих рішень.

**Об'єкт дослідження** – шинні роботи, які виконуються на станції технічного обслуговування.

**Предмет дослідження** – вплив шинних робіт на безпеку руху автотранспортного засобу.

**Методи дослідження.** Методологічною основою роботи є використання системного, аналітичного та статистичного аналізу, методики алгоритмізації технічних процесів, розв'язування формалізованих задач.

**Новизна одержаних результатів** полягає в поглибленні науково-технічного підходу до підвищення безпеки дорожнього руху шляхом управління силовим полем в контакті колеса з дорогою.

**Вірогідність отриманих результатів** забезпечується коректною постановкою завдань дослідження, послідовним і широким застосуванням математичних методів при їх вирішенні; збігом результатів для окремих і граничних випадків, відомих з різних джерел інформації; узгодження між собою результатів, отриманих в різних розділах роботи.

**Публікації.** Макаров В.А., Нагорний А.Л., Філішов В.А. Аналіз залежності зношування шин від швидкісного режиму руху. Матеріали LV Всеукраїнської науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, Вінниця, 17.11.2025 р. – 27.03.2026 [6].

## 1 АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ АВТОСЕРВІСНОГО ПІДПРИЄМСТВА

### 1.1 Загальна характеристика підприємства ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ"

ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ" є офіційним дилером імпортера АТ «Рено Україна» [7] в м. Запоріжжя та знаходиться за адресою: м. Запоріжжя, вул. Глісерна, 16 (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Місцезортування підприємства

Зовнішній вигляд підприємства наведений на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Зовнішній вигляд підприємства

Модельний ряд автомобілів, які обслуговуються та продаються, наведений на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 - Модельний ряд автомобілів марок Рено

Фото автомобілів та коліс шинного підрозділу наведений на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 - Автомобілі та колеса шинного підрозділу

Зона ТО і ПР наведена на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 - Зона ТО і ПР

## 1.2 Аналіз діяльності групи Renault

Група Renault, що виробляє автомобілі з 1898 року, приділяє основну увагу міжнародній експансії для того, щоб вирішувати головні технологічні завдання майбутнього та розвивати свою стратегію прибуткового зростання.

Для цього компанія активно розвиває синергії на рівні п'яти своїх марок (Renault, Dacia, Renault Samsung Motors, Alpine і LADA), у сфері електричного транспорту і в рамках Альянсу з Nissan і Mitsubishi Motors.

Транснаціональна Група налічує наразі 40 виробничих майданчиків і 12 700 точок продажу, що забезпечують робочими місцями більше 180 000 висококваліфікованих співробітників.

У 2000 році відкрилося перше офіційне представництво компанії Renault на українському ринку. Це був офіс з командою з 8 чоловік, яка займалася поставками автомобілів із заводу дилерам, комунікацією та продажами. На той час 6 дилерських центрів загалом реалізували 400 автомобілів.

З 2020 року 80% мережі (35 дилерських центрів) вже повністю ребрендовані згідно зі стандартами Renault. Планується подальший розвиток дилерської мережі по всій Україні. Потенціал Групи Renault в Україні дуже високий. У 2020 році бренд Renault вже закріпив за собою 20% ринку та зміцнює своє лідерство на всіх ринкових каналах, особливо на роздрібному.

Система активного розподілу крутного моменту Alpine Active Torque Vectoring — це більше, ніж диференціал підвищеного ковзання (рисунк 1.6).



Рисунк 1.6 - Система активного розподілу крутного моменту Alpine Active Torque [8]

Система активного розподілу крутного моменту Alpine Active Torque Vectoring створює змінний розподіл крутного моменту, створюючи різницю в розподілі крутного моменту на задні колеса залежно від кута повороту керма та швидкості автомобіля. Це коригує будь-які відмінності в пробуксовці між правими та лівими колесами та оптимізує динаміку поворотів. «Це усуває найменший натяк на надмірну або недостатню обертальність», — додає Констанс.

Дана система робить автомобіль більш чутливим та легшим в управлінні. Зникає відчуття та сприйняття інерції від розміру та ваги автомобіля. Система Alpine Active Torque Vectoring покращує безпеку водіння та зчеплення. Зокрема, якщо одне із задніх коліс пробуксовує на ділянці льоду, крутний момент буде скориговано для оптимізації зчеплення з дорогою.

Щоб водій був інформований, окремий дисплей на панелі приладів та екран даних Alpine Telematics Live Data забезпечують інформацію про роботу системи активного розподілу крутного моменту Alpine Active Torque Vectoring у режимі реального часу.

Три взаємодоповнюючі системи керують крутним моментом: Alpine Torque Pre-Control контролює зчеплення з дорогою, e-AWD розподіляє крутний момент між передньою та задньою осями для балансування автомобіля на поворотах, а Alpine Active Torque Vectoring розподіляє крутний момент між лівим та правим задніми колесами.

Автомобіль A390 має п'ять режимів руху, які можна вибрати за допомогою спеціальної кнопки на кермі: Збереження, Звичайний, Спортивний, Персоналізований та новий режим «Трек». Залежно від вибору водієм налаштувань, кута повороту керма та швидкості, Alpine Active Torque Vectoring по-різному розподіляє крутний момент між лівим та правим колесами, підкреслюючи маневреність, динаміку поворотів або стабільність на високих швидкостях.

Нижче проаналізовано управління логістичними потоками групи Renault. Він передбачає доставку понад 100 000 різних деталей, що постачаються понад 4000 прямими постачальниками. Ці деталі транспортуються на 25 виробничих майданчиків, розташованих в 11 різних країнах. Потім, після того, як автомобілі виробляються зі швидкістю 10 000 на день, їх транспортування здійснюється за допомогою 1200 вантажівок та 1000 суден щодня, щоб забезпечити доставку нашої продукції до точок продажу у 140 країнах.

До складності логістичної роботи додається складність автомобільної промисловості. Зіткнувшись із серйозними викликами, автомобільний сектор переживає зміни, і ланцюг поставок йде в ногу з цією еволюцією. Жорсткіші правила, електрифікація автомобілів та їхній новий ланцюг створення вартості, цілі декарбонізації логістики, а також міжнародна політична, економічна та кліматична невизначеність сприяють нестабільності

середовища. Щоб відповідати на ці виклики, Група Renault спирається на амбітну цифрову стратегію, в якій дані та штучний інтелект відіграють центральну роль. У відділі ланцюгів поставок спеціальна команда розробляє, впроваджує та підтримує цифрові процеси та рішення для забезпечення операційної ефективності (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд відділу ланцюгів поставок

### 1.3 Технічні впливи на ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ"

Сервісний центр Renault пропонує своєчасну діагностику, обслуговування та кузовний ремонт. До ТО від Renault входить 29 операцій по:

- підтримці первісного вигляду і стану авто, включаючи роботи по двигуну і кузову;
- перевірці та усуненню проблем з частинами авто, які відповідають за безпеку на дорозі, включаючи підвіску і рівень гальмівної рідини;
- збереження комфорту водія і пасажирів, включно з перевіркою кондиціонера і салонного освітлення.

Після покупки автомобіля необхідно проходити ТО для підтримки оптимального стану авто в складних умовах експлуатації в Україні (бруд, пил, стан доріг, низька якість пального та ін.) і з урахуванням моделей авто в наступні часові періоди:

- кожні 15 тис. км пробігу для бензинових атмосферних двигунів;
- кожні 10 тис. км для дизельних двигунів 1,5 DCi;
- кожні 10 тис. км для бензинових двигунів з турбонаддувом;
- кожні 15 тис. км для інших дизельних двигунів.

В офіційних салонах Renault проводять повний комплекс перевірки і обслуговування авто, фахівці враховують характеристики марки автомобіля, використовують тільки оригінальні запчастини. До програми ТО вже включені всі необхідні операції та заміни (заміна фільтра повітря, очистка гальм та ін.), тобто немає «прихованих витрат».

Технічне обслуговування включає наступні операції:

- перевірка антикорозійного покриття задля уникнення відколів і руйнування металу;
- очищення стійок дефлектора і рухомої панелі верхнього люка проти потрапляння вологи в салон;
- змащування деталей капота, для перешкоджання самозапиранню і ускладненому відчиненню;
- заміна оливи і фільтра оливи заради попередження передчасного зношення деталей двигуна;
- перевірка вихлопного трубопроводу заради уникнення виходу з ладу важливих елементів системи і зниження шкідливості вихлопних газів;
- дослідження роботи педалі зчеплення з метою профілактики передчасного зношення;
- перевірка системи ГПР для збереження надійного управління автомобілем;
- перевірка системи охолодження двигуна для запобігання перегріву мотору;
- перевірка АКПП заради уникнення проблем із перемиканням швидкостей;
- оцінка стану шасі, щоб виключити його неочікуваний вихід з ладу;

- перевірка шин і тиску в них задля забезпечення від вибуху і несподіваного розкручування болтів;
- перевірка гальмівної системи для підвищення надійності;
- оцінка стану зовнішнього освітлення для безпечного водіння;
- перевірка салонного освітлення для комфортного водіння;
- перевірка зовнішніх дзеркал, щіток лобового скла і рівня рідини в омивачі проти втрати водієм нормального огляду;
- перевірка ЕБУ і електропроводки задля уникнення замикання, загоряння і відмови деталей систем.

На рисунку 1.8 наведено 6 видів діагностики автомобілів Renault.



Рисунок 1.8 – Види діагностики для автомобілів Renault

Переваги СТО (рисунок 1.9):

- впевненість у точності діагностики та виявленні неполадок завдяки наявності у всіх сервісних центрах професійного, сучасного, сертифікованого обладнання;
- кваліфіковані автомаїстри;
- 6 видів діагностики в одному місці;
- повний звіт з рекомендаціями щодо усунення неполадок від вашого офіційного дилера;
- розумна та прозора цінова політика.



Рисунок 1.9 – Основні переваги СТО

В процесі діагностики перевіряється стан: двигуна та коробки передач; ходової та підвіски; зчеплення; антиблокувальної системи (ABS); системи коригування траєкторії руху (ESC); подушок безпеки; системи кондиціонування; сигналізації та всіх систем охорони; інших електронних приладів та блоків автомобіля. Крім того, здійснюється перевірка: рівнів оливо; рівня та стану гальмівної та охолоджувальної рідин; стороннього шуму при роботі двигуна; ремінного або ланцюгового приводу.

Якщо автомобіль обладнаний газобалонним обладнанням (ГБО), то проводиться також і його діагностика та перевіряються: кріплення вузлів ГБО; затяжки з'єднань та контроль герметичності; закріплення шлангів з охолоджуючою рідиною – газом.

#### 1.4 Аналіз наукових літературних джерел щодо формування системи технічних впливів на СТО для зниження рівня аварійності

Проблема забезпечення безпеки дорожнього руху через удосконалення технічного обслуговування транспортних засобів є одним із ключових напрямів сучасних наукових досліджень у сфері транспорту. У науковій літературі простежується тенденція до комплексного підходу, коли зниження аварійності розглядається не лише як результат поведінкових факторів водія, а як наслідок взаємодії технічного стану транспортного засобу, інженерних рішень, технологічного забезпечення та якості обслуговування на СТО [9-11].

Проаналізовані загальносвітові підходи до технічних впливів у системі безпеки. Згідно з дослідженнями Організації економічного співробітництва та

розвитку (OECD/ITF) [10] і Всесвітньої організації охорони здоров'я [11], у межах концепції *Safe System Approach* безпека дорожнього руху розглядається як інтегрована система, де технічні, організаційні та поведінкові чинники взаємодіють між собою. Технічні впливи визначаються як інженерні або технологічні заходи, що зменшують імовірність виникнення аварій або тяжкість їх наслідків. У роботах Koornstra, Orre та Wegman [9] показано, що стандарти технічного проектування і технічного утримання мають безпосередній вплив на рівень аварійності. У праці аналізується взаємозв'язок між дотриманням інженерних норм, якістю технічних процесів і кількістю аварійних ситуацій. Ці принципи можна екстраполювати на систему СТО, де якість технологічних процесів безпосередньо впливає на технічний стан транспортного засобу після обслуговування.

Метааналіз Elvik [12-17] і фундаментальна праця Elvik et al. доводять, що інженерні й технічні заходи (такі як поліпшення інфраструктури, стандартизація технічних процедур, контроль технічного стану) забезпечують суттєве зниження рівня аварійності — у середньому на 15–30 %. Автори наголошують, що для досягнення максимальної ефективності технічні заходи повинні бути системними та супроводжуватися контролем їх виконання. Подібного висновку доходять Jurewicz et al. [13], які запропонували *Safe System Assessment Framework* — метод оцінювання технічних і організаційних заходів безпеки. Цей підхід може бути адаптований для оцінки ефективності технічних впливів у межах СТО (наприклад, контроль технологічних процесів, точність діагностики, відповідність обладнання).

Визначені технологічні інновації як елемент технічного впливу. Сучасні дослідження акцентують на впровадженні цифрових технологій у сферу технічного обслуговування та моніторингу безпеки. У роботі Wang et al. [18] розглядається концепція *digital twin* — цифрового двійника транспортного засобу або інфраструктури, який дозволяє моделювати та прогнозувати технічні відмови. Використання таких технологій на СТО може суттєво

підвищити якість діагностики та попередження несправностей, що потенційно призводять до аварій.

Аналогічно, у дослідженні Zhang et al. [19] наведено аналіз автоматизованих систем технічного контролю (ADAS, автоматизований технічний аудит, системи моніторингу). Автори зазначають, що цифрові інструменти та системи збору даних дозволяють зменшити людський фактор у процесі технічного обслуговування.

Вітчизняний учений Хітров І. В. [14] досліджує питання підвищення структурної надійності та безпеки транспортних засобів шляхом адаптації їх технічних параметрів до умов експлуатації. У роботі підкреслюється значення технічного обслуговування як інструмента підвищення безпеки руху через поліпшення показників надійності. Автор пропонує підходи до побудови адаптивних систем технічного контролю, що безпосередньо відповідає концепції формування системи технічних впливів на СТО.

Розглянуті інженерні та аналітичні підходи до зниження аварійності. У роботах [15] та [16] розглядаються методи інженерного аналізу небезпечних ділянок, зокрема із застосуванням геоінформаційних систем (ГІС) і просторової статистики. Ці методи дозволяють ідентифікувати причини технічних або експлуатаційних відмов, а отже, їх можна використати й для оцінювання ефективності технічних процесів на СТО.

Значний внесок у розвиток аналітичних методів зробили Mannerling, Bhat, Shankar та Abdel-Aty [12], які досліджували застосування великих даних у прогнозуванні ризиків. Такі методи доцільно використовувати для моніторингу технічних показників обслуговування транспортних засобів і побудови прогнозних моделей аварійності залежно від якості СТО.

У документах Європейської комісії та визначено стратегічні напрями зниження смертності на дорогах у межах політики *Vision Zero*. Одним із важливих положень цих стратегій є забезпечення технічної справності транспортних засобів через якісне обслуговування, використання сертифікованого обладнання та контроль технічних процесів. Ці документи

підкреслюють, що системи технічного впливу мають охоплювати всі рівні — від проектування до експлуатації. Для СТО це означає створення інтегрованої системи контролю якості обслуговування, моніторингу технічного стану й запобігання відмовам.

Проведений аналіз наукових джерел дає підстави стверджувати, що:

- технічні впливи (інженерні, технологічні, цифрові) є ключовими елементами системи безпеки дорожнього руху;
- якість і стандартизація процесів технічного обслуговування мають прямий зв'язок із рівнем аварійності транспортних засобів;
- впровадження цифрових технологій (IoT, Big Data, digital twin) створює нові можливості для автоматизованого контролю технічного стану;
- формування системи технічних впливів на СТО повинно базуватися на принципах комплексності, адаптивності та управління ризиками.

Таким чином, досліджені джерела підтверджують актуальність створення системного підходу до організації технічних процесів на станціях технічного обслуговування як одного з дієвих способів зниження рівня аварійності транспортних засобів.

### 1.5 Висновки за розділом

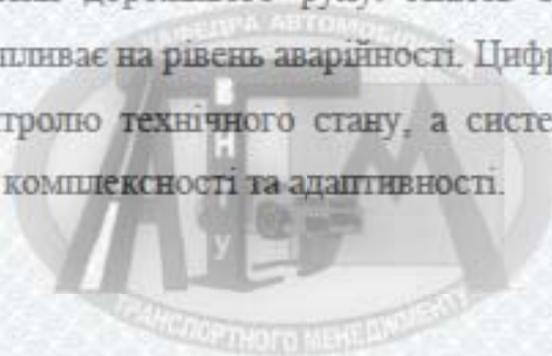
Виконана загальна характеристика ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ", перелік видів діяльності та місцезнаходження підприємства. Наведений модельний ряд автомобілів марок Рено, що обслуговуються на СТО. Визначено, що транснаціональна група Renault налічує 40 виробничих майданчиків і 12 700 точок продажу, що забезпечують робочими місцями більше 180 000 висококваліфікованих співробітників.

Візуалізована система активного розподілу крутного моменту Alpine Active Torque Vectoring, яка забезпечує змінний розподіл крутного моменту, створюючи різницю в його розподілі на задні колеса залежно від кута

повороту керма та швидкості автомобіля. Це коригує будь-які відмінності в пробуксовці між правими та лівими колесами та оптимізує динаміку поворотів.

Технічні впливи на ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ" характеризуються необхідністю постійного оновлення обладнання та впровадження сучасних технологій обслуговування автомобілів. Крім того, підприємство залежить від якості постачання запчастин і технічних стандартів виробників, що безпосередньо впливає на рівень сервісу та продуктивність роботи.

Аналіз наукових джерел показує, що технічні впливи є важливою складовою безпеки дорожнього руху. Якість технічного обслуговування безпосередньо впливає на рівень аварійності. Цифрові технології підсилюють можливості контролю технічного стану, а система технічних впливів має ґрунтуватися на комплексності та адаптивності.



## 2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ НА СТО

Згідно останніх спостережень, середня інтенсивність переміщення легкових АТЗ в безпосередній зоні тяжіння СТО є нестабільною. Вона змінюється: 8,15, 22 і 28 автомобілів/добу (згідно завдання). Для виконання технологічний розрахунку системи ТО і ПР слід вибрати методику з урахуванням випадковості подій, що обумовлюють заїзд автомобілів на СТО.

Тому вибрана теорія масового обслуговування (ТМО) для розрахунку зони виконання технічних впливів СТО. Вона дозволяє сформулювати модель для проведення аналізу ефективності рішень, що приймаються у полі вибору оптимального числа робочих постів. Виробнича діяльність СТО свідчить про те, що в діючу систему ТО та ПР надходить випадковий потік вимог, що обумовлені випадковими відмовами, які вимагають для свого усунення технічних впливів з ТО і ПР випадкових за термінами виконання, що викликають задіяння великої множини різних технічних рішень. Тому загальний потік випадкових відмов формує випадковий потік самих технічних впливів [21-24].

Таким чином, впливає, що процес надходження в систему технічного обслуговування і ремонту автомобільного потоку буде імовірнісним. Далі вважається, що в результаті низки важливих припущень, накладення визначених умов на вхідний потік, він буде відповідати вимогам стаціонарності, ординарності та відсутності втрат, а конкретна система ТО і ПР, що проектується, буде віднесена до системи з очікуванням вимог послуг без втрат.

### 2.1 Розрахунок вхідного потоку вимог

При стаціонарному процесі обслуговування і ремонту АТЗ, які поступають в систему, потік вимог послуг є Пуассонівським (найпростішим), в

якому ймовірність надходження в проміжок часу  $(0, t)$   $K$  вимог визначається за формулою:

$$P_K(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^K}{K!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad (2.1)$$

де  $P_K(t)$  - ймовірність надходження  $K$  вимог за термін  $(0, t)$ ;

$\lambda$  - щільність потоку вимог (середня кількість вимог, що приходять за одиницю часу).

Значення математичного очікування числа вимог, що надходять до системи, дорівнює:



$$M(K) = \lambda.$$

При  $t = 1$  формула (2.1) приймає наступний вигляд:

$$P(K) = \frac{\lambda^K}{K!} \cdot e^{-\lambda}. \quad (2.2)$$

Із формули (2.2) випливає, що для повного опису найпростішого потоку вимог на обслуговування або ремонт можна знати параметр щільності потоку вимог  $\lambda$ .

Згідно закону великих чисел, при достатньо великій кількості вимог на обслуговування або ремонт величина  $N_c$  (середньодобова кількість авто, які потребують обслуговування) наближається до її математичного очікування:

$$M(K) = \lambda, \approx N_c. \quad (2.3)$$

Таким чином, для того, щоб описати потік і отримати його характеристику, достатньо розрахувати величину  $N_d$ .

Дисперсія випадкової величини  $K$ , розподіленої за законом Пуассона, дорівнює її математичному очікуванню  $D(K) = \lambda \approx N_c$ .

Тому, значення середньоквадратичного відхилення випадкової величини  $K$  дорівнює  $\sigma_K = \sqrt{N_c}$ .

Таким чином, щільність потоку вимог, що надходять в систему, змінюється в межі:

$$\tilde{N}_c = N_c \pm \sqrt{N_c} \quad (2.4)$$

Наприклад: якщо  $N_c = 9$ , то  $\tilde{N}_c = 9 \pm 3$  або  $\tilde{N}_c = 6-12$ , потік повинен змінюватися за величиною в два рази.

Для цього виду потоку необхідна відповідна організація робіт в зонах обслуговування і ремонту і достатня для цього конкретна виробнича потужність.

## 2.2 Розрахунок кількості вимог за різними показниками

Цей розрахунок може проводитися, при відсутності статистичних даних, по параметрам надійності і є менш точним, ніж розрахунок з урахуванням показників дослідження, що має бути проведено.

Як вже наведено, загальний потік автомобілів, що надходять на автотранспортний комплекс станції за добу  $N_c$ , розраховується в залежності від інтенсивності руху автомобілів  $N$  на автомобільній магістралі, яка знаходиться в області тяжіння СТО.

Потік вимог, які надходять на станцію, приблизно розподіляється наступним чином: на ТО – 10% ( $N_{TO}$ ), на поточний ремонт – 80% ( $N_{IP}$ ), на діагностування технічного стану – 10% ( $N_d$ ):

$$N_c = N_{TO} + N_d + N_{IP} \quad (2.5)$$

### 2.3 Розрахунок продуктивності системи

Продуктивність системи обслуговування і ремонту, в першу чергу залежить від тривалості часу, що витрачається сукупністю робітників у складі  $P_n$  виконавців на виробництво робіт з обслуговування і ремонту автомобілів. За різними чинниками (різний вид і важкість відмов, різноманітний технічний стан автомобілів та тип тощо) час, який витрачається на обслуговування, є також випадковою величиною, закони розподілення якої можуть бути виявлені різними дослідницькими методами.

Згідно вимог теорії ТМО, пропускна здатність системи СТО залежить, головним чином від величини математичного очікування часу обслуговування або ремонту  $t_i$ . Вид закону розподілення часу здійснює суттєвий вплив на пропускну здатність системи. Тому задаються показовим законом розподілу часу ТО або ремонту, функція якого має наведений нижче вигляд:

$$F(t) = L - \ell^{-\mu t} \quad (2.6)$$

де  $\mu_i$  – інтенсивність і-того виду ТО або ремонту (середня продуктивність робочої бригади СТО).

Щільність розподілу часу виконання технічного впливу дорівнює:

$$f(t) = \mu \cdot e^{-\mu t} \quad (2.7)$$

Математичне очікування часу обслуговування (ремонту) дорівнює:

$$M(t) = t_i^* = \frac{1}{\mu_i} \quad (2.8)$$

Звідси виходить:

$$\mu_i = \frac{1}{t_i^*}, \frac{1}{\text{год}}$$

При вибраному показовому законі розподілу дисперсія терміну (часу) обслуговування або ремонту на універсальних постах дорівнює:



$$D(t) = \frac{1}{\mu_i^2} = [t_i^*]^2 \quad (2.9)$$

$$\sigma(t) = \sqrt{D(t)} = t_i^*$$

Таким чином, час виконання технічного впливу, з урахуванням дисперсії, буде дорівнювати:

$$\tilde{t}_i^* = t_i^* \pm t_i^* \quad \text{чи} \quad 0 \leq \tilde{t}_i^* \leq 2t_i^* \quad (2.10)$$

Проведення технічного обслуговування або ремонту з таким значним розкидом часу відносно математичного очікування, потребує формування високої організації робіт на постах і достатніх резервів працівників і обладнання. Можливі великі розкиди часу потребують особливо ретельно обґрунтованих технологічних параметрів системи виконання технічних впливів [23].

#### 2.4 Розрахунок терміну обслуговування

Час, що затрачується на обслуговування або ремонт АТЗ, може розраховуватися на підставі отриманих дослідних даних із виразу:

$$\bar{t}_i^* = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_{ij}^*, \text{ год.}, \quad (2.11)$$

де  $t_{ij}^*$  - тривалість  $j$ -го обслуговування або ремонту в  $i$ -ому варіанті впливу;

$n$  - загальна кількість технічних впливів.

Якщо статистичні дані відсутні, то в якості орієнтовних величин для визначення часу терміну обслуговування або ремонту можуть бути з визначеним припущенням, використані значення нормативної трудомісткості обслуговування або ремонту -  $t_{ij}$ .

#### 2.5 Розрахунок характеристик ефективності функціонування системи

Під ефективністю роботи системи слід розуміти характеристики рівня виконання завдань.

Розглядається система ТО і ремонту, яка складається з обмеженого числа однакових постів  $X$ , в якій (згідно з умовами стаціонарності потоку), приймається, що обслуговування вважаються закінченими одразу після проведення робіт, і автомобіль залишає систему. Час на транспортування автомобілів з посту на піст і якість впливів при цьому не розглядаються.

#### 2.6 Визначення продуктивності системи проведення технічних впливів

Розрізняють абсолютну та відносну продуктивність конкретної системи. Перша з них характеризує середню кількість заявок (автомобілів), які обслуговуються в одиницю часу, і числено дорівнює:

$$W_a = \mu \cdot X, \quad (2.12)$$

де  $X$  - кількість робочих постів.

Друга визначає середнє значення відношення числа автомобілів, що пройшли обслуговування або ремонт, до числа АТЗ, що прийшли до системи в певну одиницю часу:

$$W_{\text{всп}} = \frac{\mu \cdot X}{N_c} \quad (2.13)$$

Пропускна здатність системи виконання впливів може бути визначена з зіставлення параметрів потоку вимог, що надходить, з абсолютною продуктивністю:

$$\bar{N}_c = \mu \cdot X - x_i \quad (2.14)$$

Якщо виконується умова  $\bar{N}_c \geq \mu \cdot X - x_i$ , то система не виконає об'єм робіт, в результаті цього створюється постійно зростаюча черга очікуючих обслуговування (ремонт) автомобілів.

Для ефективності роботи необхідно виконання умови:

$$\bar{N}_c \leq \mu \cdot X - x_i \quad (2.15)$$

Вираз  $\mu \cdot X - \bar{N}_c$  дає величину надлишку виробничої потужності  $m_i$ , яка може бути оптимальною, а пов'язані з цим витрати  $C_i$  - мінімальними.

Необхідна умова візуалізується наступним чином:

$$m_i = \tilde{\mu}_i \cdot x_i - \tilde{N}_a, \quad (2.16)$$

$$m_i \rightarrow OPT, C_a \rightarrow \min$$

В якості додаткової умови для можливості роботи системи може бути прийняте припущення, при якому відносна продуктивність буде в наступних границях  $1 < W_{отн} < 2$ .

Для приблизної оцінки якості роботи системи використовується нерівність (2.15). Після відношення правої та лівої частини до параметру  $\mu_i$  і прийняття для подальших розрахунків відношення  $N_a / \mu_i = \rho_i$ , отримано наступне:



$$x_i \geq \rho_i, \quad (2.17)$$

де  $\rho_i$  - приведена щільність потоку вимог.

Фізична сутність  $\rho_i$  - це середнє число вимог, що поступають в систему ТО і ПР за середній час обслуговування однієї вимоги.

Мінімальна кількість постів  $X_T$  в системі, при конкретній черзі вимог, які очікують, не буде зростати, обмежується наступною умовою:

$$x_T \geq \rho; \quad 0,2 \leq x_T - \rho \leq 1,0 \quad (2.18)$$

При наведеній ситуації, система буде мати максимально можливу продуктивність при мінімальній кількості виробничих постів. Слід звернути увагу на нижню границю даного обмеження [23].

$x_T - \rho \geq 0,2$  тому, що при менших числах значуще збільшується довжина черги і завантаженість системи. Робота з мінімальною кількістю постів буде вагомо нестійкою.

Наявність нерівності  $x > \rho$ , свідчить про працездатність системи обслуговування і ремонту автомобілів, однак це ще не гарантує того, що система буде достатньо ефективною. Може статися, що такі параметри, як час простою перед початком обслуговування (ремонту) або довжина черги автомобілів, будуть доволі великі, а резерви виробничих потужностей не забезпечать стійку роботу. Тому для оцінки параметрів системи обслуговування або ремонту використовуються додаткові параметри, що дозволяють більш детально визначити ефективність її роботи.

Ефективність роботи розглянутої системи оцінюється за величиною параметрів, розділених на дві групи.

Перша група дозволяє оцінити роботу системи по ступеню використання її потужностей, друга – по відносним можливостям виробничої системи.

## 2.7 Розрахунок параметрів ефективності використання системи

Імовірність того, що усі пости СТО вільні:

$$P_c = \left[ \sum_{k=0}^{x-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)} \right]^{-1}, \quad (2.19)$$

де  $x$  - кількість постів в системі (підсистемі);

$k$  - кількість заяв, які надходять в дану систему.

Імовірність того, що всі пости СТО обслуговування (ремонту) зайняті:

$$P = P_c \frac{\rho^x}{(x-1)!(x-\rho)}. \quad (2.20)$$

Імовірність  $P$  сумісно характеризує й такі показники, як імовірність відмов в обслуговуванні або ремонті черговому автомобілю із-за зайнятості

всіх постів; час повного завантаження системи; коефіцієнт використання робочого часу.

Імовірність  $\Pi$  може визначатися, виходячи із технологічних умов, в наступних границях  $\Pi = 0,7 - 0,85$ .

Далі розглянута характеристика ефективності використання постів, призначених для виконання технічних впливів.

Середнє число вільних постів:

$$X_{\text{в}} = P_0 \sum_{k=0}^{r-1} \frac{\rho^k}{k!} (x - k) \quad (2.21)$$

З достатньою для аналізу системи ТО і ремонту автомобілів точністю значення  $X_{\text{в}}$  може бути розраховано по виразу:

$$X_{\text{в}} = x - \rho \quad (2.22)$$

Знаючи середню кількість постів можна розрахувати такий параметр як коефіцієнт простою постів:

$$K_{\text{п}} = \frac{X_{\text{в}}}{x} \quad (2.23)$$

Коефіцієнт зайнятості постів СТО:

$$K_{\text{з}} = \frac{X_{\text{з}}}{x} = \frac{\rho}{x} \quad (2.24)$$

Ступінь використання постів є одним з показників якості функціонування обслуговуючої (ремонтної) системи, однак не використовується єдиним критерієм цілі. Не менш важливо, з точки зору

техніко-економічної ефективності станції, здійснювати швидке обслуговування (ремонт) автомобілів з мінімальним часом простою, маючи при цьому невелику чергу і час очікування початку обслуговування (ремонту).

Тому використовуються також наступні показники:

Імовірність того, що час очікування початку обслуговування  $T_x$  більше будь-якого попередньо заданого часу  $t_x$ :

$$J = P\{T_x > t_x\} = \rho e^{-\mu(1-\rho)t_x} \quad (2.25)$$

Величина параметру  $P\{T_x > t_x\}$  характеризується ступенем стійкості роботи системи при виконанні робіт по обслуговуванню і ремонту. Чим менше її абсолютне значення, тим вища дійсна стабільність роботи системи. Виходячи з технологічних умов роботи системи, величина  $J$  приймається рівною 0,02 – 0,04.

Значення часу очікування в черзі  $t_r$  може задаватися з урахуванням нормуючих умов:

а) суми часу, який витрачається на виробництво робіт по обслуговуванню (ремонту) -  $t_r^*$  і на очікування в черзі  $t_x$ , не повинна перевищувати часу роботи системи

$$T_r = T_{зм} \cdot C,$$

де  $T_{зм}$  - тривалість роботи зміни, год;

$C$  - число змін роботи СТО.

б) величина часу очікування в перед початком обслуговування  $t_x$ , яке задається, не повинно перевищувати час, який витрачається на виробництво робіт по обслуговуванню або ремонту.

Середня довжина можливої черги вимог (автомобілів), які очікують обслуговування (ремонт):

$$M_x = \frac{\Pi \rho}{x - \rho} \quad (2.26)$$

При визначенні середньої величини черги автомобілів, які очікують на обслуговування або ремонт, знати, що нерівність  $\tilde{N}_d < \tilde{\mu}_i \cdot x_i$  є основою побудови моделі і виключає появу черги, тому що потік, що входить, по величині менший, ніж абсолютна продуктивність системи.

Можна передбачити появу середньою за довжиною черги  $M_x$  імовірністю  $\Pi$ .

Ця обставина обумовлюється тим, що АТЗ мають різне напрацювання на відмову і імовірність безвідмовної роботи.

Загальне число вимог, які надходять в певну систему:

$$M_d = M_x + M_{об} = M_x + \rho \quad (2.27)$$

Середній можливий час простою машини у черзі в очікуванні обслуговування або ремонту

$$J_x = \frac{\Pi}{\mu(x - \rho)} = \frac{\Pi t_i^*}{x - \rho} \quad (2.28)$$

При наявності черги, середній час очікування являє собою витрати робочого (транспортного) часу автомобілів або водіїв та пасажирів.

## 2.8 Розрахунок технологічно необхідної кількості постів

Системи обслуговування АТЗ або ремонту можуть розраховуватися по заданим критеріям ефективності  $J$ ,  $\Pi$  або середнім значенням  $t_x$  і  $t_i^*$ .

В цьому випадку кількість постів, яка відповідає досягненню цієї мети, може бути визначена з допомогою виразу, що розраховується, як сума двох складових:

$$X_x = \rho + \frac{t^*}{t_x} \ln \frac{\Pi}{J} = \rho + \frac{t^*}{t_x} \ln e^{-x_0 A} \quad (2.29)$$

Де значення

$$A = \frac{t_x}{t_i}$$

Параметри  $\rho$  і  $t_i^*$  розраховуються у порядку, який вказаний вище, а параметри  $J$  і  $\Pi$  можуть задаватися виходячи з технологічних умов функціонування системи, що розглядається (наприклад:  $\Pi = 0,7 - 0,85$ ;  $J = 0,02 - 0,04$ ). Величина часу, що задається,  $t_x$  визначається з урахуванням нормуючих умов.

В останньому випадку вираз середньої довжини черги приймає вигляд:

$$M_x = \frac{\Pi \rho A}{e^{-x_0 A}} \quad (2.30)$$

## 2.9 Оптимізація функціонування системи

Оптимізація роботи системи в загальному забезпечується шляхом зіставлення рішень, що приймаються, або по мінімуму витрат, або по максимуму питомих доходів.

Порівняльну економічну оцінку роботи системи технічного обслуговування (ремонт) СТО, яка дозволяє вибрати оптимальний варіант, ліпше робити по величині мінімуму витрат, які пов'язані з простоєм автомобілів в черзі і простоюванням постів обслуговування (ремонт).

Цільова функція величини означених витрат має вигляд:

$$C_v(x) = M_x Z_1 + K_p Z_2 \rightarrow \min \quad (2.31)$$

де  $C_v$  - загальна сума втрат в зоні технічного обслуговування або ремонту, грн./год.;

$Z_1$  - вартість втрат, які пов'язані з простоюванням автомобіля в черзі в одиницю часу, грн./год.;

$Z_2$  - вартість простою одного поста СТО в одиницю часу, грн./год.

Орієнтовно можна прийняти величину  $Z_1 = 40 - 46$  грн./год.,  $Z_2 = 20 - 25$  грн./год.

Система з оптимальним числом постів забезпечить мінімум витрат під час роботи зон обслуговування і ремонту автомобілів.

## 2.10 Обґрунтування вартості втрат

Визначення кількості постів СТО по мінімальним сумарним втратам відносяться до економічних методів управління. Розрізняють 3 групи матеріальних інтересів: загальносуспільні, колективні й особисті. До перших - належать інтереси суспільства в цілому, до колективних - інтереси окремого виробничого колективу, до особистих - інтереси окремого робітника.

Усі ці види інтересів властиві кожному членові суспільства. Кожна людина зацікавлена не тільки в результатах своєї особистої праці, а й в результатах праці свого виробничого колективу.

Основними економічними методами управління є наступні: планування, господарський розрахунок, матеріальна зацікавленість, ціноутворення. Поєднання економічних методів це вірний механізм управління.

Кожний з економічних методів передбачає також непрямую дію, він може розглядатися як позитивний, так і негативний (наприклад, матеріальна зацікавленість може прийматися як позитивний і як негативний метод).

Базою для економічних методів є техніко-економічний аналіз. Механізм реалізації - господарський розрахунок і планування. Вся система економічних методів управління спрямована на підвищення ефективності виробництва та якості продукції (обслуговування). У даному методі втрати обґрунтовуються з урахуванням системних втрат.

### 2.11 Результати розрахунків

Характерною рисою виробничої діяльності сучасних спеціалістів автомобільного транспорту є те, що вольові рішення інтелектуальних робітників виробництва зведені до мінімуму. В процесі роботи інженер – автомобіліст формулює проблеми та вирішує будь-які складні задачі, за аспектом аналізу різної розрахункової інформації з посиленою комп'ютерною та інформаційною підтримкою. В таблиці 2.1 наведені найбільш значущі результати розрахунків оптимальної кількості постів.

У зв'язку з постійним ускладненням конструкції автомобілів, швидким зростанням їх кількості та продуктивності використання, раціональне вирішення означених задач стає все більше трудомістким. Часто необхідно розглядати велику кількість спроб, на результат яких впливають дуже багато чинників, пов'язаних між собою невизначеними мінливими функціями. Використання у таких випадках детермінованих методів, буває корисним, однак вони виявляються обмеженими, негнучкими та недостатньо дієвими у тих випадках, коли треба враховувати вплив дії великої кількості позитивних і негативних факторів.

При проектуванні вартість простоювання одного автомобіля та робочого посту прийняті з урахування типу автомобілів, що обслуговуються, і рівня витрат при простоюванні одного посту. На підставі отриманих даних побудовані залежності сумарних витрат та числа АТЗ в черзі від кількості універсальних постів ТО і ремонту (рис.2.1-2.4). Можна зробити висновок, що мінімальні сумарні витрати забезпечуються при кількості постів, яка дорівнює:

у першому варіанті – 2 або 3, у другому варіанті – 4, у третьому варіанті – 5, у четвертому варіанті – 4 або 5. Для конкретного СТО та умов його роботи, слід вибирати число постів відповідно до значення кількості каналів, що в змозі забезпечити працездатність системи ТО і ПР для всієї палітри вимог.

Таблиця 2.1 – Розрахунок кількості постів за методом мінімуму сумарних витрат

Параметри	Числові значення											
	8			15			22			28		
Потік АТЗ на СТО, од./добу	8			15			22			28		
Число постів для аналізу, од.	2	3	4	3	4	5	4	5	6	4	5	6
Імовірність зайнятості всіх постів	0,4	0,14	0,04	0,54	0,23	0,08	0,64	0,32	0,14	0,43	0,19	0,08
Середнє число вільних постів, од.	0,8	1,8	2,8	0,8	1,8	2,8	0,7	1,7	2,7	1,2	2,2	3,2
Коефіцієнт простою постів	0,4	0,6	0,7	0,3	0,5	0,6	0,2	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5
Оптимальне число постів, од.	2 або 3			4			5			4 або 5		
Черга АТЗ, од.	0,09			0,28			0,62			0,24		
Час зміни, год.	8			8			8			12		
Число викон-	1,0			1,0			1,5			2,0		

навців на посту, осіб.				
---------------------------	--	--	--	--

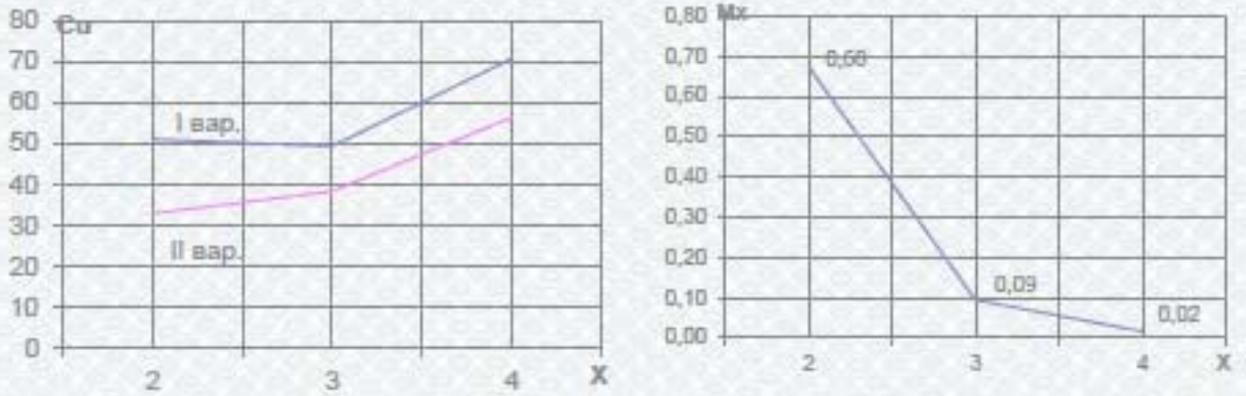


Рисунок 2.1 – Залежності сумарних витрат та довжини черги від кількості постів (варіант 1)

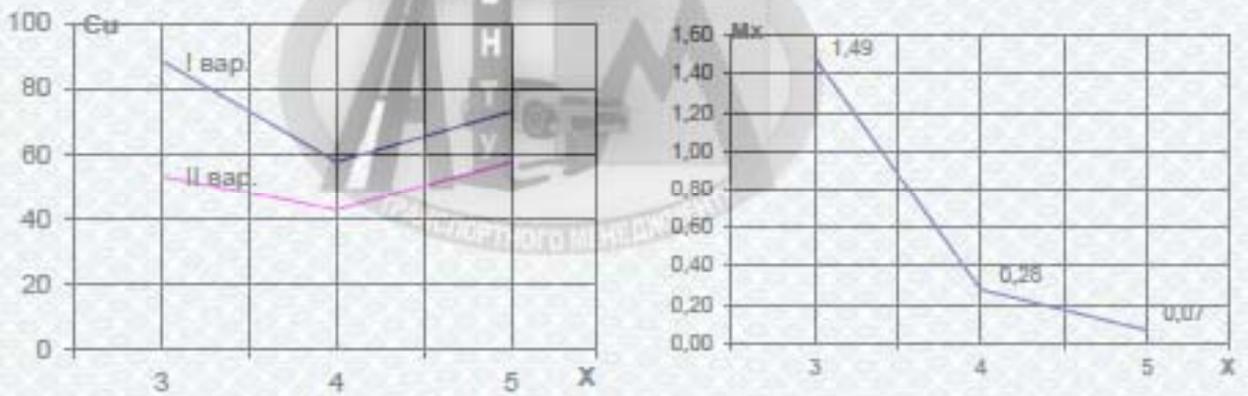


Рисунок 2.2 – Залежності сумарних витрат та довжини черги від кількості постів (варіант 2)

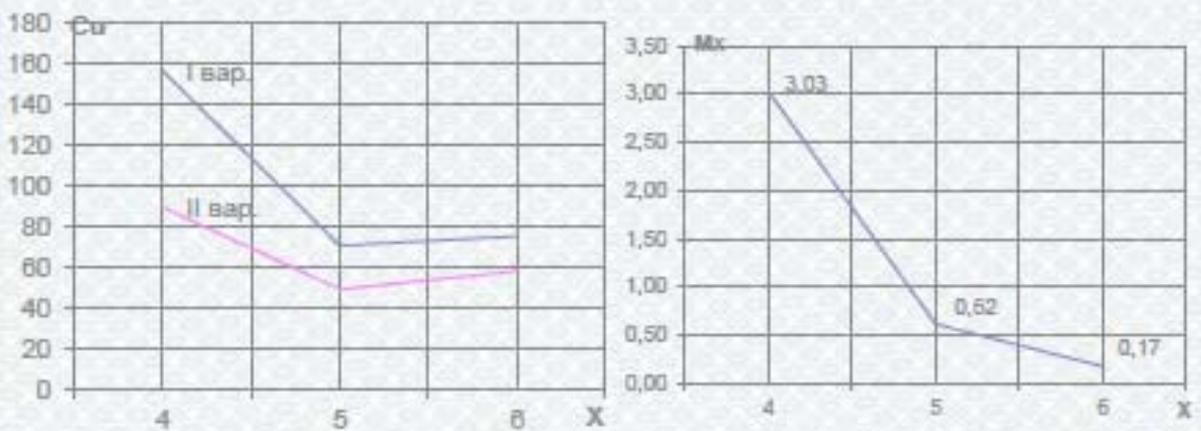


Рисунок 2.3 – Залежності сумарних витрат та довжини черги від кількості постів (варіант 3)



Рисунок 2.4 – Залежності сумарних витрат та черги від кількості постів (варіант 4)

Технологічну організацію виробничих підрозділів необхідно провести на основі розрахункових показників кожного виду робіт ТО і ПР, що наявні на конкретній СТО в такій послідовності:

- визначаємо види постових робіт ТО і ПР;
- проводимо об'єднання постів ТО і ПР автомобілів в виробничі підрозділи за призначенням;
- визначаємо загальний перелік необхідних підрозділів для виконання всіх видів постових робіт ПР;
- складаємо загальну схему виконання робіт по ТО і ПР автомобілів на підприємстві, методи виконання технічного обслуговування та поточного ремонту та загальний технологічний процес для виконання робіт в зоні ТО і ПР.

Організація робочих місць у зоні ТО і ПР проводиться на основі урахування прийнятої кількості постів ТО і ПР, значущих особливостей вибраної форми організації і методу виконання робіт та загального виробничого процесу в означеному СТО.

Послідовність організації робочих місць постових робіт ТО і ПР описана нижче.

1. Кількість постів у зоні ТО і ПР становить від 2 до 5 постів. Необхідно розділити весь обсяг робіт ТО і ПР між постами, які треба задіяти в конкретних умовах.

2. Попередньо скласти відомість технологічного обладнання зони ТО і ПР.

3. Визначити кількість і розташування робочих місць, а саме:

- робочі місця в межах кожного поста (зверху, знизу і збоку автомобіля), на яких виконують роботи безпосередньо з автомобілем. На цих робочих місцях можуть застосувати пересувне технологічне обладнання, тому, безпосередньо біля кожної одиниці такого обладнання, робочі місця не передбачають і воно може використовуватись на декількох постах;

- робочих місць поза межами постів в зоні ТО і ПР немає.

4. Визначити перелік і обсяги робіт, які на тепер планується виконувати на кожному робочому місці. При цьому можна користуватись розробленими типажми зон ТО і ПР.

5. При розподілі робітників між постами і робочими місцями необхідно врахувати, що один робітник може бути закріпленим як за одним постом, так і виконувати окремий вид робіт на декількох постах. У випадку, коли один робітник працює на декількох постах, число робітників, закріплених за одним постом, може бути нецілим, а загальна кількість робітників у відповідній зоні повинна бути цілою.

## 2.12 Висновки за розділом 2

1. Здійснено технологічно – економічний розрахунок структури системи технічних впливів СТО, з урахуванням мінливості господарських та суспільних умов:

-максимальна чисельність працівників – 10 осіб на постах;

- розрахункова кількість постів – від 2 до 5 одиниць.

2. Проведено аналіз результатів, що дозволяє визнати наступне:

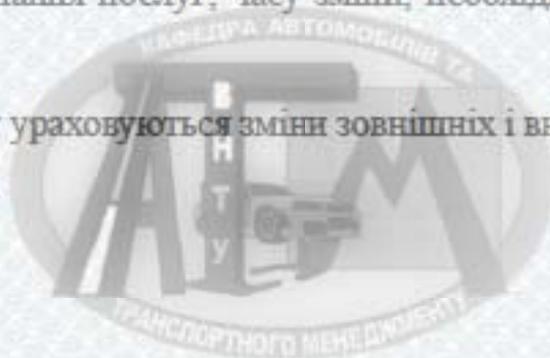
- отримане число постів, що може задовольнити персонал СТО і клієнтів-автомобілістів за ціною та привабливістю до заїзду на станцію;

- імовірність зайнятості всіх постів для оптимуму від 0,14 до 0,32, що в основному добре сприймають клієнти;

- середнє значення коефіцієнту простою постів нижче 0,5, що припустиме для СТО;

- керівництву СТО можна управляти виконавцями в залежності від зміни інтенсивності вхідного потоку АТЗ на станцію: є оцінка числа вільних постів для виконання послуг, часу зміни, необхідної кількості робітників на посту.

При цьому ураховуються зміни зовнішніх і внутрішніх умов, в яких буде працювати СТО.



### 3 ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ПИННИХ РОБІТ ТА АНАЛІЗ ЇЇ ВПЛИВУ НА ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

#### 3.1 Формування системи пинних робіт

Для формування системи пинних робіт необхідно визначити цілі дослідження і встановити їх ієрархію. Для автомобільного транспорту та транспортних технологій планетарними проблемами є наступні:

- високий рівень аварійності на світовій мережі автомобільних доріг;
- великий негативний вплив на ресурсозбереження недостатнього промислового використання матеріалів переробки десятків млн. автомобілів, що вийшли з експлуатації, для виробництва нових АТЗ.

Для вирішення означених проблем поставлені дві глобальні цілі в наступній послідовності:

- підвищення безпеки дорожнього руху до рівня, який досягнутий в ФРН;
- зменшення масового використання нових ресурсів планети на виробництво сучасних автомобілів.

Згідно ієрархічним рівням, для СТО поставлені наступні науково-прикладні цілі:

- формування системи пинних робіт таким чином, щоб вона впливала на підвищення безпеки руху АТЗ, шляхом підтримання раціонального силового поля рушіїв з опорною поверхнею ;
- виокремлення інформації про вдалий досвід використання утилізованих АТЗ для подальшого аналізу.

Слід зазначити, що в процесі розглядання конкретних завдань, СТО повинно функціонувати з прибутком. Інакше, підприємство не зможе досягнути поставлених конкретних цілей в ринкових умовах.

Прибутковості роботи СТО може сприяти розрахунок числа постів станції за критерієм мінімальних сумарних витрат (дивись розділ 2). Це буде сприяти раціональному терміну простою постів ТО і ПР, що обумовить економічність існування СТО, при одночасній привабливості для клієнтів – автомобілістів, що оцінять свій час простою в черзі на станції, як припустимий термін для їх господарської діяльності.

Можливість зниження рівня аварійності підтверджується успішною роботою ТОВ VUFO при Технічному університеті м. Дрездена ФРН [25]. Ця країна займає перше місце в Європі за низькою аварійністю на дорогах [25]. Означене підприємство об'єднує в своєму колективі представників: автомобільної та шинної промисловості, дорожньої служби, транспортної поліції, вчених і медиків. Для розв'язання задачі в даній роботі використана інформація з автомобільного транспорту і шинного підприємства.

Визначено, що великий вплив на стійкість руху АТЗ, а також на маневреність, поворотність машин має управління силовою взаємодією в контактні колеса з дорогою. Означене управління, в діючій практиці АТ [26-30], забезпечується наступним алгоритмом виконання шинних робіт (рис. 3.1).

Виробник Audi розглядає, насамперед, критерії безпеки [31]. У цілому, фірми, що випускають автомобілі, вимагають перевірки біля 50 (!) точно визначених характеристик шин, серед яких раціональне бічне відведення та висока стійкість на поворотах.

Однак, сотні мільйонів шин експлуатуються на автомобілях, що переміщуються з великими швидкостями в ТПА. На рисунку 3.1 наведено, яким чином забезпечується контроль технічного стану шин під час їх інтенсивної експлуатації.

Означена перевірка може виконуватися робітниками технічної служби АТП, СТО або безпосередньо водіями, які повинні витратити багато часу для

оцінки ТС еластичних коліс не тільки під час проходження технічних впливів, а також в процесі руху автомобіля (у тому числі, з великою швидкістю).

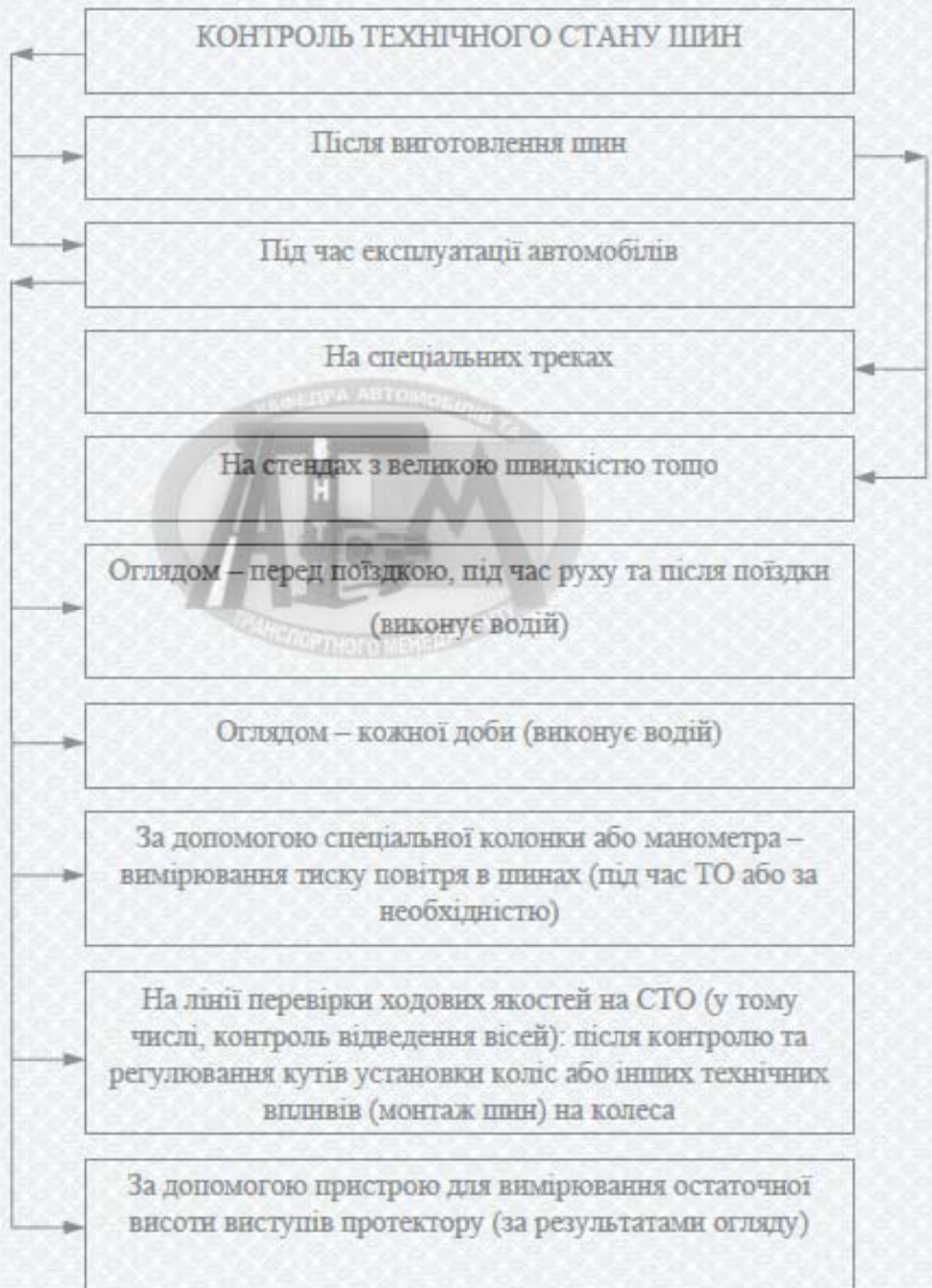


Рисунок 3.1 - Ступені та обладнання щодо контролю технічного стану шин

Отже, ефективність виконання контролю ТС шин, що експлуатуються, значуще поступається аналогічній перевірці виробником автомобілів і шин.

Нижче наведена сформована система шинних робіт (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Алгоритм виконання шинних робіт згідно послідовності, що вимагається системою

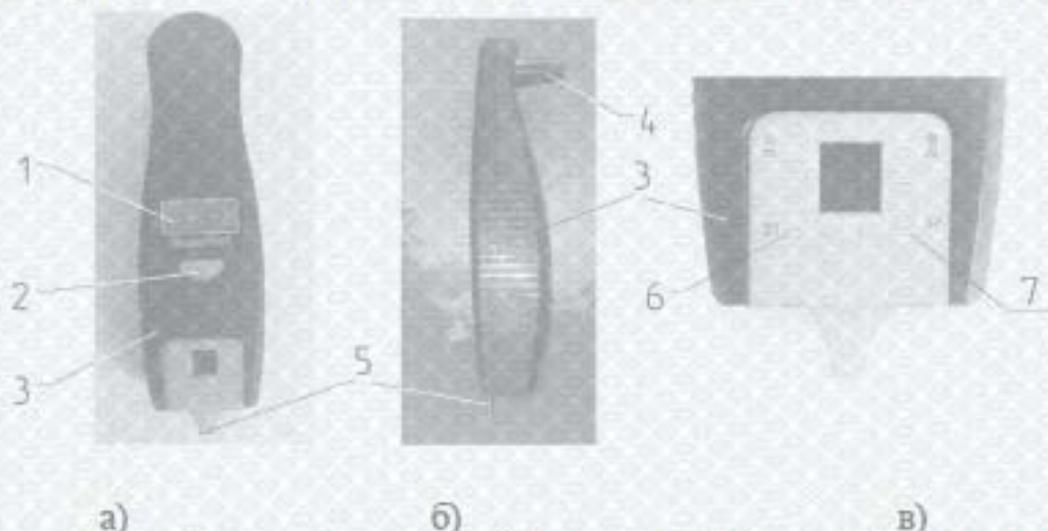
### 3.2 Фрагменти сценарію виконання робіт сформованої системи

Нижче наведено пояснення функціонування окремих компонентів (Кі) алгоритму.

Зовнішній контроль технічного стану рушіїв (К2) слід виконувати (після їх мийки і сушки) з використанням підіймача (рисунок 3.3). Пристосування для перевірки повітря представлено на рисунку 3.4.



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд коліс, що підлягають контролю



а, б – загальний вигляд; в – нижній фрагмент (збільшений вид) щодо контролю залишкової висоти рисунку протектора; 1 - екран; 2 - кнопка для виконання трьох операцій: включення, скидання даних, вимкнення манометра; 3 - корпус; 4 - вхідний патрубок манометра; 5 - стріжень для

вимірювання висоти протектора; 6,7 – шкала, відповідно, в дюймах та міліметрах

Рисунок 3.4 – Пристосування для перевірки тиску повітря в рушії та залишкової висоти рисунку протектора:

З аналізу рисунку «а» можна зробити висновок: спостерігається старіння матеріалу шини та руйнування її боковини – поріз з відшаруванням верхнього шару покриття боковини. Інше колесо «б» має односторонній знос і недостатню глибину рисунку протектора – 0,9 мм, яка виміряна з використанням приладу (рисунок 3.4, 3.5).

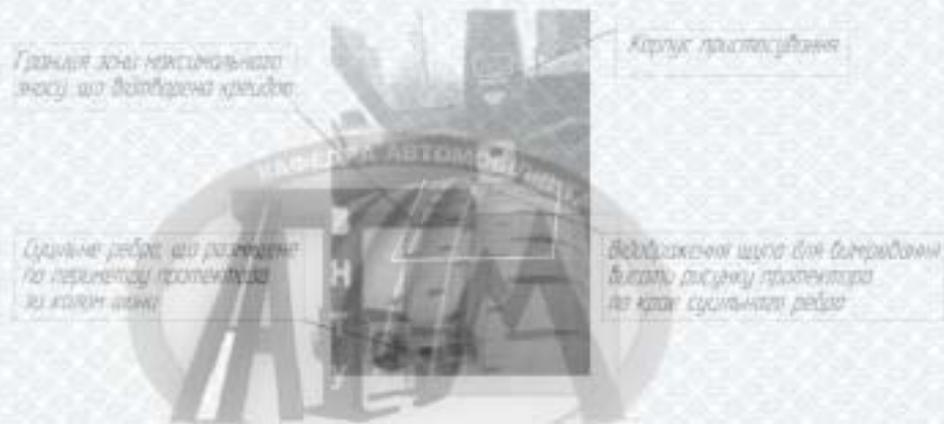


Рисунок 3.5 – Пристосування та його місце розміщення на рушії під час контролю залишкової висоти рисунку протектору, який є нерівномірним по ширині шини (одностороннім)

За допомогою крейди розмічена площа для контролю, де здійснюються три виміри в місцях найбільшого зносу. Різниця результатів зрівнюється з нормативом. Оцінка можливого впливу (КЗ) зносу або руйнування, потребує знання конструкції шини (рисунок 3.6) та особистостей її динамічного кочення по різній поверхні дороги (рисунок 3.7- 3.9).



- 1 — протектор зрізними кільцями рисунку; 2 — плечовий блок з ламелями;  
 3 — каркас; 4 — боковина; 5 і 6 —шари брекера; 7 — бортове кільце;  
 8 — борт шини

Рисунок 3.6 – Конструкція сучасної пневматичної шини.

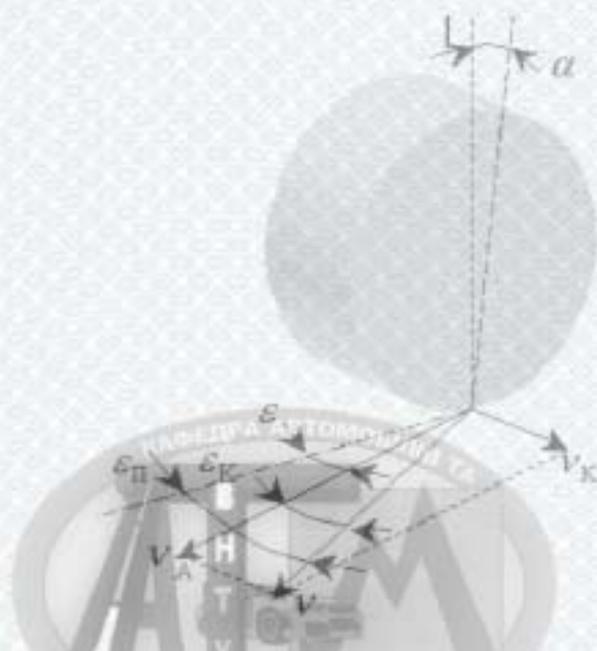


Рисунок 3.7 - Схема кочення колеса АТЗ з кутами сходження  $\epsilon$  і розвалу  $\alpha$



Рисунок 3.8 – Пилкоподібний знос шини, обумовлений дією сходження



Рисунок 3.9 – Візуалізація виду поверхні дорожнього покриття

Компонент K7 системи шинних робіт вимагає отримання інформації про кути установки коліс та виконання можливого їх регулювання. Доцільність включення означених робіт в сформовану систему шинних робіт обґрунтовується нижче.

### 3.3 Вплив кутів установки автомобільних коліс на безпеку руху

Кути установки автомобільних коліс, вагомо впливають на стійкість автомобіля та його керованість.

Раціональним для автомобіля, який рухається прямолінійно, вважається таке положення коліс, коли площині їх обертання (площині кочення) перпендикулярні поверхні дороги, паралельні одна другій, осі симетрії кузова і збігаються з траєкторією руху. У цьому випадку втрати потужності на тертя і знос протектора шин мінімальні, а зчеплення коліс з дорогою, навпаки, є максимальним [32-35].

Нижче наведено аналіз окремих кутів установки. Першим розглянутий розвал. Розвал - кут між вертикаллю і площиною обертання колеса. Розвал вважається негативним, якщо колеса нахилені верхньою стороною всередину, і позитивним, якщо верхньою стороною назовні (рисунок 3.10).

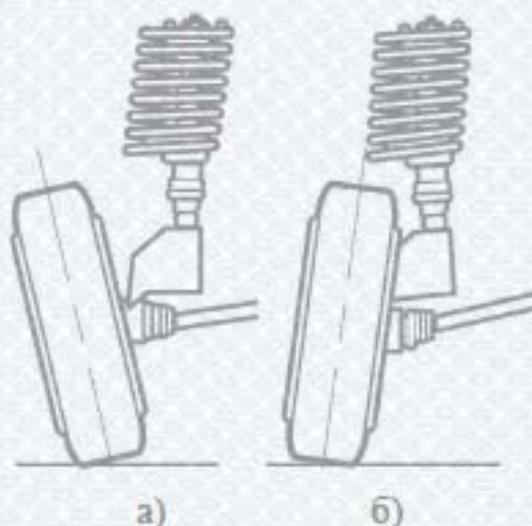


Рисунок 3.10 - Схеми розташування коліс

а) позитивний кут розвалу ; б) негативний кут розвалу

Розвал забезпечує надійний контакт протектора шини з поверхнею дороги при русі автомобіля і стійкість на поворотах, впливаючи, на стійкість і керуваність АТЗ, а також - на інтенсивність і характер зносу протектора шин.

Вплив розвалу на характеристику руху автомобіля описано нижче. Значення розвалу для спортивних автомобілів зазвичай знаходяться в межах - 0,5 ... -5,5 градусів, це забезпечує наступні особливості:

- у повороті корпус автомобіля накреньється , тим самим створює позитивний розвал і зменшує площу і форму плями контакту колеса з дорогою. Негативне значення розвалу компенсує цей ефект, як підсумок - більше зчеплення і більше стабільності в поворотах;

- негативний розвал на обох колесах створює додаткову стабільність на прямій, оскільки колесо з негативним розвалом намагається обертатися по траєкторії , спрямованій всередину (подібно конусу , який котиться по колу навколо своєї вершини );

- при повороті внутрішнє колесо розвантажується і навіть іноді повністю піднімається , тим самим дозволяючи опорному колесу ще сильніше відводити автомобіль усередину повороту.

Негативний розвал має також недоліки:

- підвищений знос внутрішньої кромки шини при русі по прямій,

– нестабільність при розгонах і гальмуваннях по прямій (тому що площа плями контакту зменшується).

Виходячи з наведеного вище, інженери шукають компроміс і намагаються утримати розвал близько  $-0.5$  градусів за час повороту при стислій підвісці.

Ідеальним варіантом було б мати колеса, встановлені перпендикулярно до дороги за будь-яких умов. Але, в порівнянні з гоночними, на звичайних автомобілях цього складніше домогтися через більш м'яку підвіску з великими ходами, що створює великі крени на поворотах[37-38].

Другим кутом установки коліс розглянуто сходження.

Сходження - кут між напрямком руху і площиною обертання колеса (рис. 3.11). Дуже часто говорять про сумарне сходження двох коліс на одній вісі. У деяких автомобілях можна регулювати сходження як передніх коліс, так і задніх.

Керованість – поняття багатовекторне, тому варто уточнити, що сходження коліс найбільш суттєво впливає на стабілізацію прямолінійної траєкторії автомобіля і його поведінку на вході в поворот.

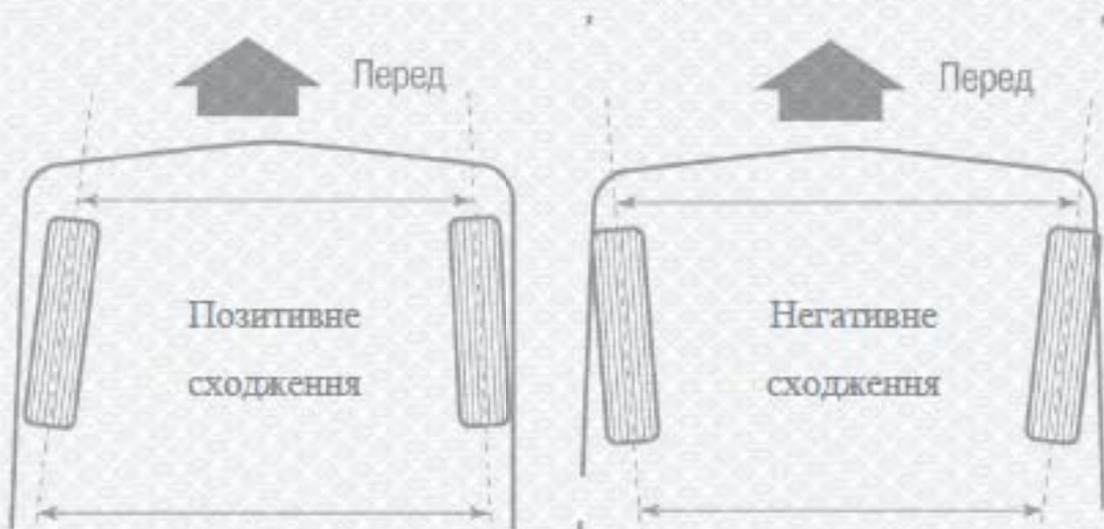


Рисунок 3.11 - Схеми позитивного і негативного сходження ваіанту

Вплив сходження на керованість.

– у автомобілях за допомогою сходження компенсують ефект криволінійного кочення колеса при кутах розвалу, відмінних від нуля, щоб знос гуми був мінімальний;

– для спортивних автомобілів допустимо змінити сходження в цілях зміни характеру керуваності автомобіля. Наприклад, можна додати трохи негативного сходження для передньопривідного авто, це допоможе компенсувати його тенденцію до недостатньої повороткості;

– варто уникати надмірних значень сходження, тому що при надмірно негативному сходженні зношуватимуться внутрішні кромки шин, і навпаки - при дуже позитивному надмірно навантажені будуть зовнішні кромки шини.

Іноді ефект тертя гуми від надмірного сходження використовують для того, щоб підтримувати робочу температуру шини. Ще один позитивний ефект від цього - через постійне тертя рушії залишаються чистіше, забезпечуючи краще зчеплення на гальмуванні також в повороті.

Так само, сходження може встановлюватися і на задніх колесах. Ефект від цього, зазвичай такий же як і на передній вісі.

Сходження буває статичним і динамічним. Справа в тому, що при русі кути установки коліс можуть змінюватися, що залежить від кінематики підвіски і податливості з'єднувальних шарнірів [31].

Третій кут, що розглядається є кастер. Кастр, кастер або кастор (en: Caster angle) - кут між вертикаллю і проекцією вісі повороту колеса на поздовжню площину автомобіля. Поздовжній нахил забезпечує самовирівнювання керуваних коліс за рахунок швидкості автомобіля. Іншими словами: автомобіль виходить з повороту самотужки, кермо, відпущено і авто володіє вільним ходом, сам повертається в положенні прямолінійного руху (на рівній дорозі, з відрегульованими механізмами) (рис. 3.12).

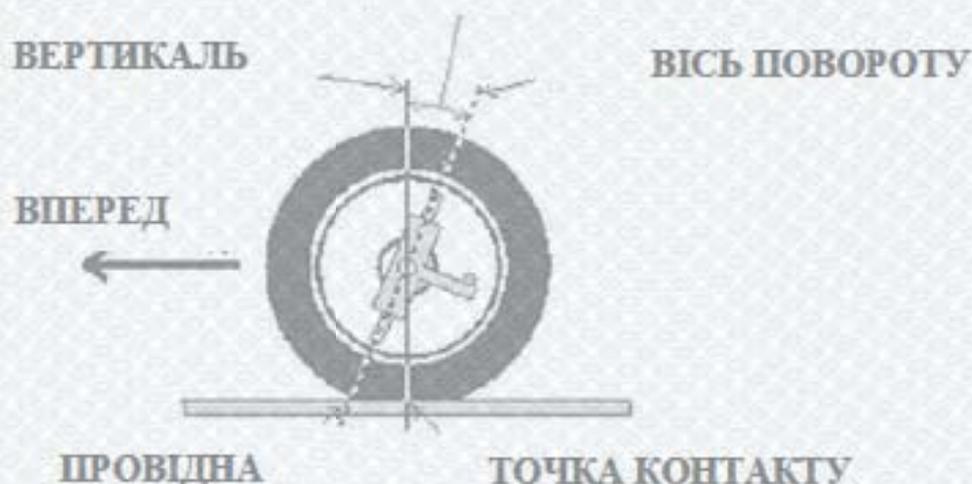


Рисунок 3. 12 – Схема кута кастера між вертикаллю і проекцією вісі повороту колеса на поздовжню площину автомобіля

Функція кастера - нахил коліс в бік повороту керма автомобіля. Нахил колеса впливає на зчеплення з дорогою, а значить і на керованість автомобіля. Якщо автомобіль рухається прямо, то колеса мають найбільше зчеплення з дорогою, що забезпечує для водія швидкий старт і повільне гальмування. А от у повороті все інакше. При повороті колеса, рушій деформується під дією бічних сил. І для збереження максимальної плями контакту з дорогою, колесо автомобіля теж нахилиється в бік повороту. Але скрізь потрібно витримувати міру, отже при дуже великому кастері, колесо автомобіля буде сильно нахилитися, і втратить тоді зчеплення з дорогою. Більш конкретний вплив кастера на КСР приведено нижче. Чим більше кастер зміщений у бік позитивного значення, тим більш стабільна машина буде на прямій, але тим сильніше зросте зусилля на кермі при повороті. Крім того, при повороті внутрішнє колесо буде піднімати авто, а зовнішнє опускати, тим самим створюючи бічний крен, який зовсім не бажаний.

Остання інформація про поперечний нахил вісі повороту. Цей параметр забезпечує вагову стабілізацію керованих коліс. Пояснення в тому, що в момент відхилення колеса від "нейтралі" передня частина починає підніматися. А так як важить він суттєво, то при відпущенні керма під дією сили тяжіння система прагне зайняти вихідне положення, відповідне руху по

прямій. Щоб ця стабілізація працювала, потрібно зберегти (хоч і невелика, але небажане) позитивне плече обкату (рис. 3.13).

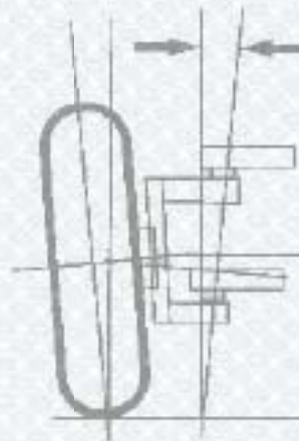


Рисунок 3. 13 – Схема поперечного нахилу вісі повороту

Спочатку, поперечний кут нахилу вісі повороту був застосований інженерами для усунення недоліків підвіски автомобіля. Він рятував від таких "недоліків" автомобіля як позитивний розвал коліс і позитивне плече обкату.

Нижче наведені особливості підвіски. У багатьох сучасних автомобілях застосовується підвіска типу "Мак-Ферсон". Вона дає можливість отримати негативне або нульове плече обкату. Адже вісь повороту колеса складається з опори одного єдиного важеля, якій легко можна помістити всередину колеса. Але й ця підвіска недосконала, адже через її конструкцію зробити кут нахилу вісі повороту невеликим практично неможливо. У повороті він нахилляє зовнішнє колесо під невірним кутом (як у позитивного розвалу), а внутрішнє колесо одночасно нахилляється в протилежну сторону. В результаті пляма контакту у зовнішнього колеса сильно зменшується. Так як на зовнішнє колесо в повороті доводиться основне навантаження, вся вісь сильно втрачає в зчепленні. Це можна частково компенсувати кастером і розвалом. Тоді зчеплення зовнішнього колеса буде хорошим, а у внутрішнього (менш важливого) колеса практично зникне [32].

### 3.4 Характеристика силового поля в контактi сумiсної роботи рушiя i опорної поверхнi системи "колесо-дорога"

Далi розглянута така важлива складова шини, як рисунок протектора i поняття «пляма контакту» шини з дорогою (компонент КВ системи шинних робiт). Рисунок протектора шини - є одним з найважливиших факторiв, що забезпечує безпечний рух. Протектор з правильно пiдбраним рисунком збiльшує керованiсть при входженнi машини в повороти, пiдвищує курсову стiйкiсть руху, обумовлює економiю палива. Вiд нього, також, залежить величина гальмiвного шляху, як на мокрiй так i на сухiй поверхнi дорозi, максимальна швидкiсть, шум еластичного рушiя [30].

Формування плями контакту шини з дорогою залежить вiд рисунка протектора, а саме вiд площi та форми контакту колеса з дорогою. Рисунок протектора збiльшує або зменшує площу контакту колеса з дорогою (рис. 3.14).



Рисунок 3.14 – Вiдбиток плями контакту шини

Якщо б не було рисунка протектора то сумарна площа зчеплення колеса з дорогою було б більше, а значить і курсова стійкість такого автомобіля була б кращою.

Але, так як дорожні умови можуть змінюватися, і як наслідок вода, бруд, сніг, які в будь-який момент можуть опинитися на дорозі, не повинні опинитися між шиною і опорною поверхнею. Забруднення витісняються в канавки протектора, які, виконуючи роль дренажу, очищають пляму контакту. Чим більше забруднена дорога, і чим вище швидкість автомобіля, тим активніше повинен працювати дренаж, тим ширше повинні бути канавки протектора і рельєфніше виражені ґрунтозацепи. Якщо ці завдання протектор не виконує, між шиною і дорогою виявляється "змащуючий" прошарок і автомобіль становиться некерованим. Настає аквапланування.

Сили що діють в плямі контакту, значуще впливають на КСР автомобіля. Розглянемо, що це за сили (рис. 3.15) [13].

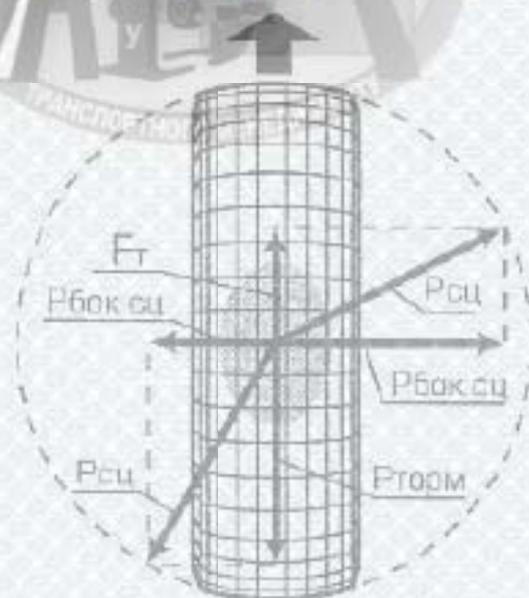


Рисунок 3.15 -Схема балансу сил у плямі контакту колеса з дорогою  
 $F_T$  - сила тяги;  $P_{сц}$  - сила зчеплення шини з дорогою;  $P_{бок сц}$  - сила бічного зчеплення рушія з дорогою;  $F_{торм}$  - гальмівна сила автомобіля

Після розгляду силового поля, що формується в контактні еластичного рушія з дорогою, пояснюється оцінка експлуатаційного стану шини на лінії діагностики(компонент К8). Вона має ту особливість, що діагностичний

комплекс виміряє сукупність параметрів, які дозволяють зробити висновок про можливість безпечного руху АТЗ. Цьому повинен передувати аналіз результату діагностування (К9). Якщо можна прогнозувати безаварійний рух, то К10 закінчує процес діагностування, інакше сигнал подається на оборотний зв'язок. Нижче представлено структуру та можливості діагностичної лінії (рис. 3.16).



Рисунок 3.16 - Комплексна діагностика ходової частини автомобіля  
SDL + ATZ

Комплексна діагностика ходової частини автомобіля - це перевірка на двох стендах (SDL, ATZ) і на підйомнику.

На комп'ютерному стенд SDL перевіряється:

- відхилення автомобіля від прямолінійного руху;
- коефіцієнт зчеплення автомобіля з дорогою (робота кожного з амортизаторів);
- вільний накат для кожного колеса автомобіля;
- биття гальмівних дисків і овальність гальмівних барабанів;
- ефективність роботи гальмівної системи для кожного колеса і в цілому для автомобіля.

На стенді - Люфтомір ATZ перевіряється:

- люфти підвіски,
- сайлентблоки.

На підйомнику перевіряються елементи:

- підвіски,
- рульової системи,

- гальмівної системи;
- приводу автомобіля.

Комплексна діагностика дає більш широку картину несправностей ходової частини автомобіля.

Важливо, що вимірюється інтегральний параметр – бічне відведення шини, який дозволяє перейти до розглядання теоретичного аспекту параметрів, що характеризують стійкий рух АТЗ.

Нижче аналізується бічне відведення колеса.

Із-за недоліків радіальної шини, а саме м'якості бічних частин колеса, виникає бічне відведення колеса. Бічне відведення значуще впливає на керованість і стійкість руху автомобіля, а в разі деякого прослизання шини в площині контакту, викликає інтенсивне зношування рисунку протектора.

Величина бічного відведення залежить від ступеня несиметричності деформації шини в її біговій частині. Навіть при великій бічній податливості каркаса шини кут відведення може бути невеликим, тому що важлива не абсолютна величина бічного прогину шини, а різниця прогинів при вході в контакт і при виході з нього, що залежить від ступеня жорсткості бігової частини шини (в зоні боковини і протектора).

Вплив бічного відведення шин на керованість автомобіля при дії на нього бічних сил характеризується критичною швидкістю. При досягненні критичної швидкості порушується встановлений напрямок руху і для вирівнювання руху необхідний поворот керованих коліс [14].

Бічні сили чинять дію на колесо, наприклад, при дії бічного вітру, або при русі автомобіля на повороті. Керовані колеса рухомого автомобіля при їх відхиленні від прямолінійного положення також піддаються дії бічної сили. Бічні сили викликає вимір напрямку руху транспортного засобу.

Можна побачити (рис. 3.17). деформацію шини, викликану радіальною силою  $F_N$ , що спрямована перпендикулярно до площини колеса, в поєднанні з бічним силою  $F_S$ , прикладеної в поперечному до шини напрямку.

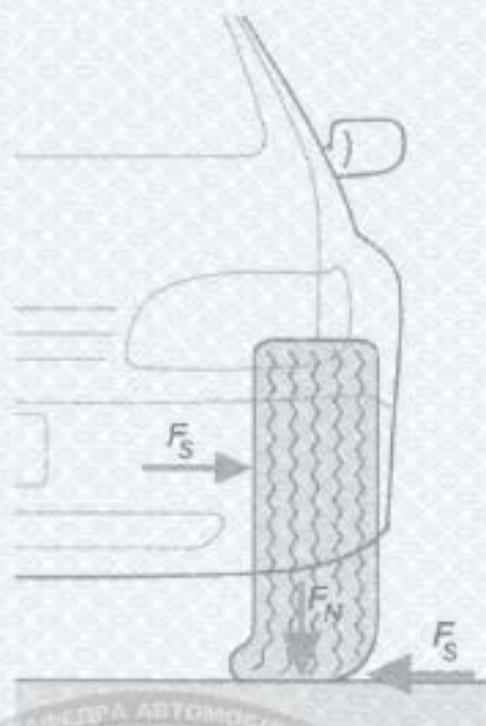
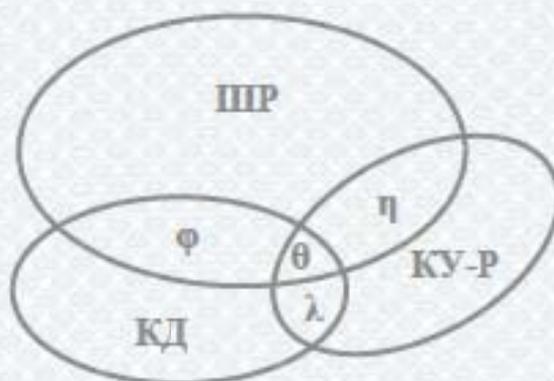


Рисунок 3.17 – Візуалізація сил і деформації шини

### 3.5 Формування великої системи шинних робіт

Якщо прийняти, що всі роботи, які містять компоненти (з 1 по 10) множини шинних впливів виконані з додержанням необхідних вимог, а виміряне на лінії Bosch відведення не є допустимим, то слід розширити систему шинних робіт (рисунок 3. 18).



К-Д – колесо – дорога, КУ-Р – кузовні роботи,

$\varphi, \lambda, \eta$  – сумісні дії двох множин,  $\theta$  – сумісна дія всіх трьох множин

Рисунок 3.18 – Велика система – сукупність множин, які можуть діяти

## сумісно з шинними роботами

Означена дія є дозволеною, якщо додаткові впливи будуть сприяти досягненню кінцевої мети – формуванню силового поля в контакті системи «колесо - дорога», яке підвищує безпеку дорожнього руху [5]. Таке перетворення відповідає принципам формування систем:

- релятивності – будь-яка безліч елементів може формувати систему;
- універсальності – завжди можна знайти такий аспект, стосовно якого щось дозволяється описувати, як систему;
- розвитку – компонентне співвідношення і узгодження зовнішньої і поточної внутрішньої детермінант системи в період її існування.

Усякий розподіл цілого на частини системи і підсистеми є умовним (відносним). Ще раз підтверджується визначення поняття система – це сукупність взаємозалежних елементів, виокремлена з середовища і взаємодіюча з ним, як ціле.

Велика система (рисунок 3.18) може дозволити доцільно сформувати раціональні силові поля в контактах коліс з дорогою (рисунок 3.15), гарантувати стійкість руху автомобіля, що обумовить підвищення безпеки дорожнього переміщення в транспортних потоках автомобілів.

### 3.6 Обґрунтування доцільності використання підсистеми кузовних робіт для поліпшення безпеки дорожнього руху

Кузов - це частина автомобіля або іншого транспортного засобу, призначена для розміщення пасажирів і вантажу.

На легкових автомобілях використовують безрамні кузова. У безрамного автомобіля: кузов жорсткий, несучий, являє собою повністю замкнуту конструкцію (рис. 3.19).

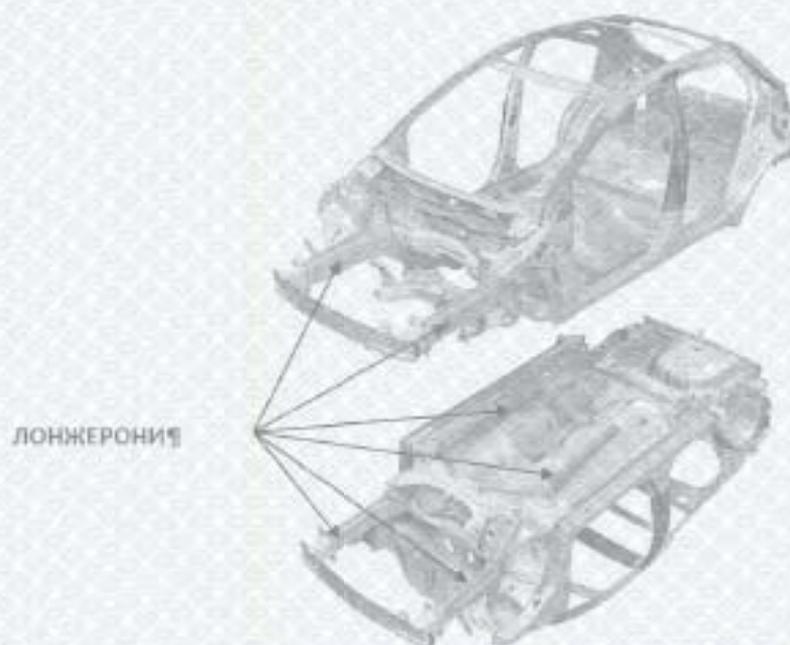


Рисунок 3.19 – Схема безрамного кузова автомобіля

У безрамних автомобілів на кузові, виконують функції рами, закріплені, крім інших агрегатів, двигун і передня підвіска. Для цього в передній частині кузова є спеціальні короткі лонжерони (показані стрілками), що складають одне ціле з загальним каркасом несучого кузова. [26]

Геометрія кузова будь-якого автомобіля визначається спеціальними контрольними точками, які призначаються виробником транспортного засобу. Деформація геометрії кузова може статися і в результаті серйозного ДТП, і внаслідок незначного пригоди. Наприклад, геометрія кузова автомобіля може бути порушена навіть в результаті попадання колеса автомобіля під час руху в глибоку яму або відкритий каналізаційний люк.

Порушення геометрії кузова може привести до наступних наслідків:

- на швидкості, що перевищує 80 км/год, автомобіль починає вібрувати, він стає погано керований;
- різко підвищується знос протектора шини, елементи підвіски починають постукувати і поскрипувати, зростає витрата палива;
- у автомобіля можуть погано закриватися двері, капот, багажник;

– у випадку навіть незначної порушення геометрії автомобіля, буває складно виконати регулювання кутів установки коліс, або ефект від цієї процедури не довгостроковий.

Таким чином можна зробити висновок, що порушення геометрії кузова впливає на курсову стійкість автомобіля, так як на ньому закріплені всі елементи, які її забезпечують.

Вплив розміщення центру мас автомобіля наведено нижче

Автомобіль складається з великої кількості компонентів, що знаходяться всередині його зовнішньої оболонки. Проте, для великого числа з простіших методів аналізів, застосовуваних до нього, всі компоненти рухаються разом.

Центр мас (від др.-греч. Βαρύς - важкий + κέντρον - центр) - (в механіці) геометрична точка, що характеризує рух тіла або системи частинок як цілого [27].

Наприклад, при гальмуванні весь автомобіль сповільнюється як єдине ціле; таким чином, він може бути представлений як одна зосереджена маса, розташована в центрі мас (center of gravity, CG), з відповідною масою і інерційними властивостями. При прискоренні, гальмуванні і більшості аналізів повороту достатньо однієї маси. Для аналізу руху часто необхідно розглядати колеса як окремі зосереджені маси. У цьому випадку зосереджена маса, що представляє тіло, є "підресореною масою", а колеса позначаються як "безпружинні маси".

При поданні у вигляді єдиної маси, транспортний засіб трактується як маса, зосереджена в його центрі мас (CG), як показано на рис 3.20. Точка маси в CG, з відповідними обертальними моментами інерції, є динамічним еквівалентом самого транспортного засобу для всіх рухів, в яких є підстави припускати, що транспортний засіб має бути жорстким.

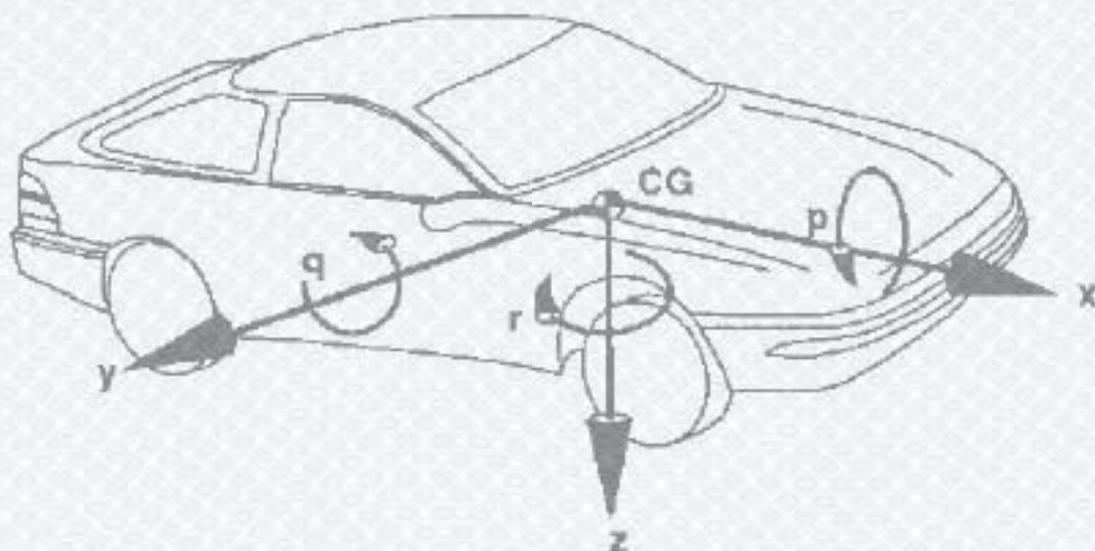


Рисунок 3.20 – Візуалізація схеми сил діючих на центр мас автомобіля

Центр мас автомобіля і його розміщення залежать від розміщення двигуна, привода ведучих коліс, кількості людей, що знаходяться в автомобілі, їх розташування, наскільки заповнений паливний бак і його розташування.

Всі ці параметри істотно впливає на розподіл ваги по осях і на поведінку автомобіля надалі. Аналізуючи рис. 3.20 можна припустити, що при зміщенні центру мас вліво, вправо, вперед або назад збільшиться плече сили, отже стане великим момент, який буде прагнути перекинути автомобіль і затруднити управління АТЗ навіть у простих дорожніх умовах.

Багато дорожньо-транспортних пригод відбуваються через те, що водій втрачає контроль за управлінням транспортним засобом при гальмуванні. Важливою причиною втрати контролю є те, що „одне або декілька коліс блокуються при гальмуванні. Коли колеса блокуються, транспортний засіб втрачає як стійкість, так і керованість.

При екстреному гальмуванні одне (або кілька) коліс будуть починати блокуватися раніше ніж інші, оскільки тертя між шиною й дорожнім покриттям залежить від безлічі факторів і постійно випадково змінюється. При блокуванні одного з коліс настає 100% його ковзання. При цьому заблоковане колесо ковзає по дорожньому покриттю. Зі зникненням між шиною та дорогою

тертя зчеплення (тертя спокою) колеса втрачають можливість передавати бічні сили, що утримують автомобіль на траєкторії його руху. Автомобіль втрачає керованість, і найменше випадкове бічне зусилля призводить до його заносу.

Небагато водіїв у змозі належним чином скористатися гальмами в аварійних ситуаціях. Звичайна реакція — натискання гальмівної педалі до упору, що найчастіше призводить до блокування коліс. Неблокуючі гальма або гальма, з антиблокувальним пристроєм (ABS), призначені для запобігання проблем, що виникають при блокуванні коліс. Метою застосування неблокуючих гальм, є позбавлення водія від складного завдання — оптимізувати тиск при гальмуванні та запобігти блокуванню коліс так, щоб у критичній ситуації можна було зберегти стійкість і керованість транспортного засобу. На деяких дорожніх покриттях гальма ABS забезпечують також більш короткий гальмівний шлях, порівняно зі звичайними гальмами.

Усі системи контролю зчеплення коліс з дорогою з'явилися завдяки антиблокувальній системі ABS, що є системою гальмування з керуванням тільки гальмами. Системи EBV, EDS, CBC, ABSplus і GMB є розширеннями системи ABS або на рівні програмного забезпечення, або з додаванням якихось компонентів.

Системи контролю зчеплення з дорогою поділяються на два типи: такі, що працюють тільки через втручання в гідравліку гальмівної системи, і такі, які можуть, зокрема, керувати також роботою двигуна, а на автомобілях з АКПП — автоматичною коробкою передач.

До першої групи належать:

- антиблокувальна система ABS;
- система електронного перерозподілу гальмівних зусиль EBV;
- розширена система стабілізації гальмування ESBS (Corner Brake Control CBQ);
- електронне блокування диференціала EDS;
- розширена антиблокувальна система ABSplus;
- система впливу на момент, що розвертає, GMA (GMB).

До другої групи належать:

- антиковзаюча система ASR;
- асистент гальмування двигуном MSR;
- антиблокувальна функція, реалізована через керування двигуном M-ABS (розширена ABS).

Усі системи контролю зчеплення коліс із дорогою з'явилися як подальший розвиток системи ABS. Багато з розглянутих тут систем — це програмне розширення первісних функцій ABS. Так, багато систем першої групи повністю працездатні на будь-якому автомобілі, обладнаному системою ABS, і не вимагають наявності ESP як обов'язкової умови.

Система курсової стійкості (інше найменування - система динамічної стабілізації) призначена для збереження стійкості і керованості автомобіля за рахунок завчасного визначення та усунення критичної ситуації.

Система дозволяє утримувати автомобіль в межах заданої водієм траєкторії при різних режимах руху (розгоні, гальмуванні, русі по прямій, в поворотах і при вільному коченні) [28].

Нижче розглянуто устрій системи курсової стійкості

Система курсової стійкості є системою активної безпеки більш високого рівня і включає наступні системи:

- антиблокувальну систему гальм (ABS),
- систему розподілу гальмівних зусиль (EBD),
- електронне блокування диференціала (EDS),
- антипробуксовочну систему (ASR).

Вхідні датчики фіксують конкретні параметри автомобіля і перетворюють їх в електричні сигнали. За допомогою датчиків система динамічної стабілізації оцінює дії водія і параметри руху автомобіля.

До вхідних датчиків системи ESP відносяться: використовуються в оцінці дій водія датчик кута повороту кермового колеса; датчик тиску в гальмівній системі; вимикач стоп-сигналу; датчики кутової швидкості коліс; датчик поздовжнього прискорення; використовуються в оцінці фактичних

параметрів руху: датчик поперечного прискорення; датчик швидкості повороту автомобіля; датчик тиску в гальмівній системі (рис. 3.21).



Рисунок 3.21 – Складові ESP

Блок управління системи ESP приймає сигнали від датчиків і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої підконтрольних систем активної безпеки:

- впускні і випускні клапани системи ABS;
- перемикаючі і клапани високого тиску системи ASR ;
- контрольні лампи системи ESP , системи ABS , гальмівної системи.

У своїй роботі блок управління ESP взаємодіє з блоком управління системи управління двигуном і блоком управління автоматичною коробкою передач. Окрім прийому сигналів від цих систем блок управління формує керуючі впливи на елементи системи управління двигуном і АКПП. Для роботи системи динамічної стабілізації використовується гідравлічний блок системи ABS / ASR з усіма компонентами.

3.7 Дослідження узагальненої моделі автомобіля, що характеризує показники курсової стійкості руху

Узагальнена модель автомобіля, що використовується для дослідження показників курсової стійкості, ґрунтується на спрощеному поданні транспортного засобу у вигляді так званої двоколісної (bicycle) моделі. У цьому підході автомобіль розглядається як система з двома еквівалентними осями — передньою та задньою, що дозволяє відобразити поперечні та кутові динамічні процеси без надмірного ускладнення структури моделі.

У рамках цієї моделі враховуються основні динамічні параметри: маса автомобіля, момент інерції відносно вертикальної осі, коефіцієнти бічного зчеплення шин, а також сили, що виникають на передній та задній осях під час руху. Значну роль відіграє кут бокового відхилення та кутова швидкість, які визначають реакцію транспортного засобу на кермові впливи та зовнішні збурення. Швидкість руху, у свою чергу, впливає на величину бічних сил та межу стійкості автомобіля.

Модель дає можливість оцінити, як автомобіль поводить себе під дією різних факторів: зміни кута повороту передніх коліс, впливу бічного вітру, нерівномірності дорожнього покриття, зниження коефіцієнта зчеплення чи виконання різких маневрів. На основі рівнянь руху у поперечній площині визначається здатність автомобіля зберігати стійкість, уникати занесення, а також забезпечувати контрольованість у складних дорожніх умовах.

Завдяки такій моделі можна встановити межі курсової стійкості, виявити вплив конструктивних параметрів на поведінку автомобіля, оцінити можливі режими недостатньої чи надмірної повертальності та дослідити ефективність систем активної безпеки. Узагальнена модель є важливим інструментом для інженерів і дослідників, оскільки дозволяє прогнозувати поведінку автомобіля в умовах невизначеності та визначати оптимальні шляхи підвищення його стабільності.

З метою оцінки стаціонарних кругових режимів досліджується модель, що враховує вплив перерозподілу вертикальних реакцій по бортах (рис. 3.22).

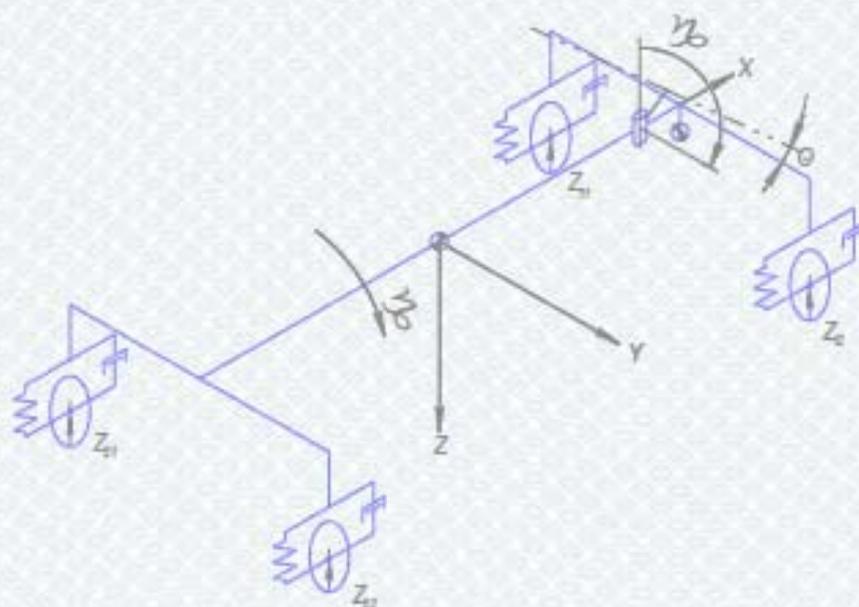
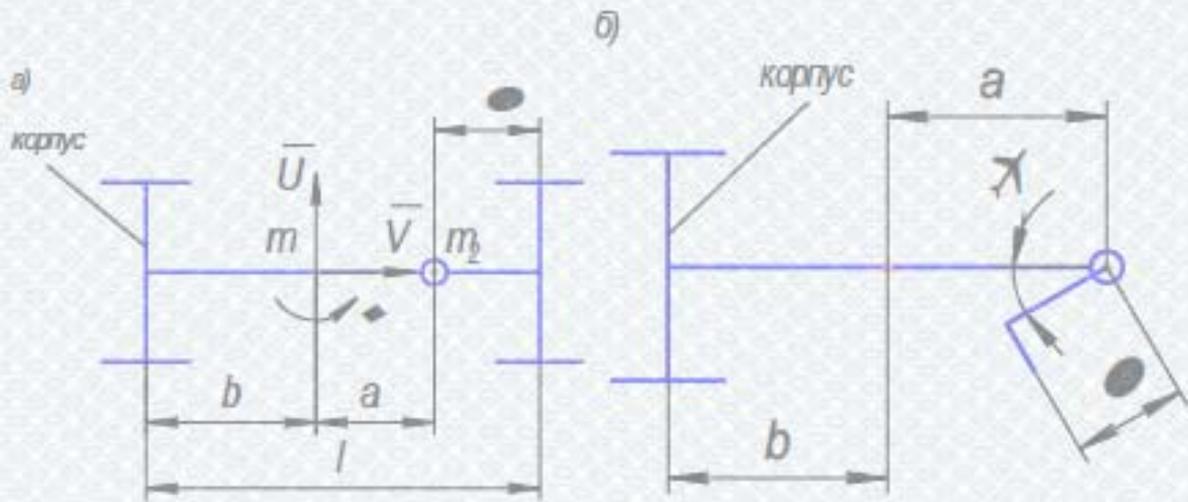


Рисунок 3.22 - Принципова схема просторової моделі автомобіля з урахуванням кута крену  $\gamma$

Система складається з корпусу, масою  $m_k$  і керуючого модуля (маса  $m_l$ ). Корпус з'єднаний з керуючим модулем за допомогою вертикального циліндричного шарніра. Модель дозволяє досліджувати також перехідні процеси. Велосипедна модель має певні обмеження по можливості оцінки динамічних властивостей; означена модель добре підходить для дослідження прямолінійного руху, а кругові режими вимагають використання просторової моделі. Корпус і керований модуль підресорені та мають демпфуючі елементи. Коля позначається  $2H$ , висота розміщення центру мас –  $h$ . Вертикалі навантаження залежать від цих параметрів, а також характеристик кругового СРР. Маса керуючого модуля не враховується.

Відповідна площинна модель зберігає основні інерційно-масово-геометричні характеристики узагальненої моделі (рис. 3.22), що дозволяє виконати аналіз умов, де можна використовувати спрощену модель (рис. 3.23).



а – з виносом уперед керованого модуля;

б – з виносом назад керованого модуля.

Рисунок 3.23 - Площинна модель автомобіля.

Фазові змінні:  $u, \omega, \theta, \dot{\theta}$ :

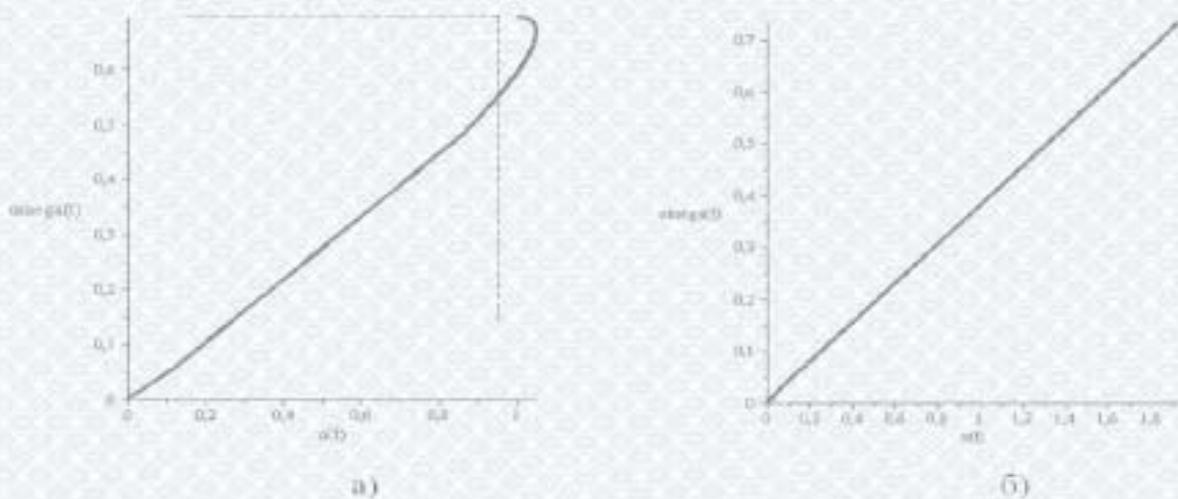
$$\dot{u} = f_1(u, \omega, \theta, \dot{\theta});$$

$$\dot{\omega} = f_2(u, \omega, \theta, \dot{\theta});$$

$$\dot{\theta} = f_3(u, \omega, \theta, \dot{\theta}).$$

(3.16)

Найвне представлення отриманої розрахункової інформації, в тому числі, у вигляді графіків (рис. 3.24).



$\omega(t)$  – кутова швидкість обертання відносно вертикальної осі, що проходить через центр мас;  $u(t)$  – бічна складова швидкості центру мас

Рисунок 3.24 - Фазова траєкторія, що прямує до стійкого стаціонарного режиму руху

Використання візуалізації отриманих розрахункових результатів коментується нижче. Числові значення фазових змінних, що характеризують можливий стійкий стаціонарний режим руху на ілюстрації та отримані шляхом розрахунку ітераційним методом співпадають й дорівнюють  $\omega^*(t) = 0,694$ ;  $u^*(t) = 1,004$  (рис. 3.24).

На слідуючих двох ілюстраціях (рис. 3.25 і 3.26) наведені траєкторії центру мас автомобіля (метри) та його положення через визначені інтервали часу, що дорівнюють 2с. Загальний час руху дорівнює 16с.

Підбираючи певними чином стартові точки інтегрування можна отримати відповідний фазовий портрет. Використання означеного фазового портрету дозволить оцінити стійкість у великому та визначити швидкість перехідних процесів і технічну стійкість.

Наведені траєкторії незначно розрізняються. Коефіцієнти зчеплення  $\varphi_x$ , що досліджуються, знаходяться в початковому діапазоні, в зв'язку з цим мали можливість реалізовуватись великі бічні сили.

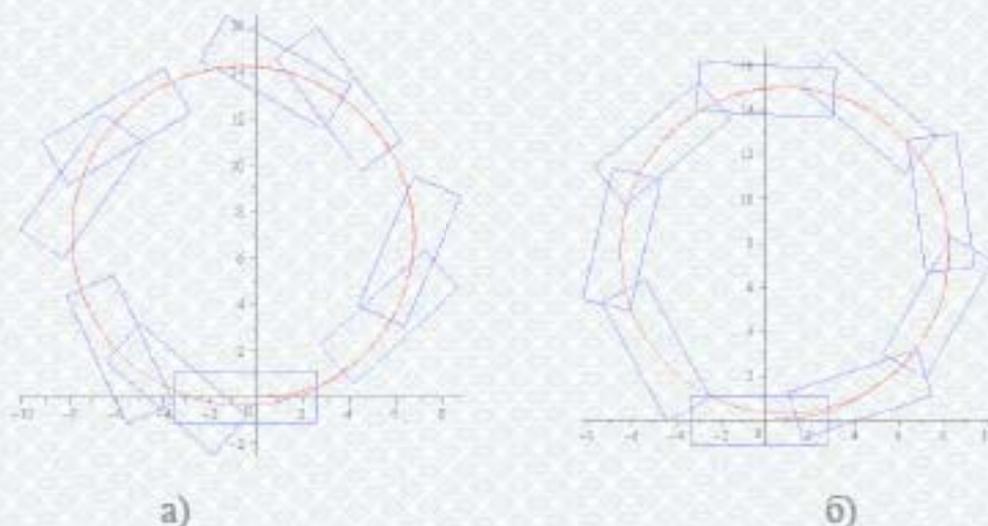
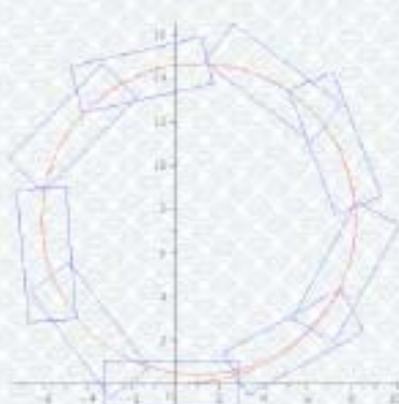


Рисунок 3.25 - Траєкторія центру мас автомобіля та його положення відносно ЦМ:  $\varphi_x = 0,5$

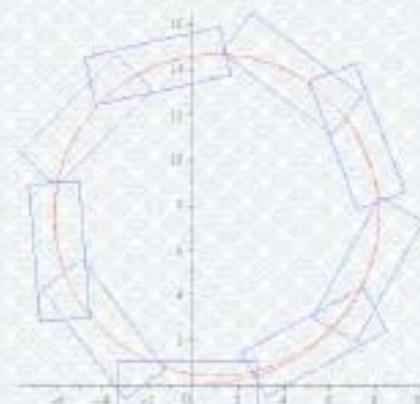
Траєкторія центру мас автомобіля відображає лінію, по якій переміщується автомобіль у процесі руху, і є ключовим параметром для оцінювання його динамічної поведінки та курсової стійкості. Центр мас визначає інерційні властивості транспортного засобу, а траєкторія його руху відображає реакцію автомобіля на кермові впливи, зовнішні сили та дорожні умови. У стабільному русі траєкторія центру мас є близькою до ідеальної лінії руху, тоді як у разі занесення або різкого маневру вона може суттєво відхилитися.

Положення автомобіля відносно центру мас характеризує орієнтацію кузова та напрям руху щодо фактичного вектора переміщення. У нормальних умовах автомобіль рухається у напрямку, близькому до осі симетрії кузова, а кут відхилення є мінімальним. Якщо ж виникають бічні сили — наприклад, при повороті, різкому гальмуванні або впливі бокового вітру — автомобіль може рухатися з певним боковим ковзанням, і тоді його поздовжня вісь не співпадає з напрямком переміщення центру мас. Це явище описується кутом бокового відхилення ( $\beta$ ), який є важливим критерієм оцінки стабільності.

Таким чином, аналіз траєкторії центру мас і положення автомобіля відносно ЦМ дозволяє визначати схильність транспортного засобу до занесення, оцінювати реакцію на керування та досліджувати поведінкові особливості автомобіля у реальних дорожніх умовах.



а)



б)

Рисунок 3.26 - Траєкторія центру мас автомобіля та його положення відносно ЦМ при круговому русі:  $\phi_x = 0,4$

Траєкторія центру мас автомобіля при круговому русі має вигляд кривої, близької до кола, радіус якого визначається швидкістю руху та величиною бічних сил, що діють на транспортний засіб. Центр мас рухається по траєкторії зі сталим радіусом у разі рівномірного руху, проте реальна траєкторія може дещо відхилитися через буксування або зчеплення шин. Чим більша швидкість або менший радіус повороту, тим інтенсивніше діють відцентрові сили, що може призводити до розширення фактичної траєкторії.

Положення автомобіля відносно центру мас у круговому русі визначається співвідношенням між напрямком поздовжньої осі автомобіля та фактичним напрямком руху центру мас. У нормальних умовах автомобіль рухається з незначним кутом бокового відхилення ( $\beta$ ), коли вісь автомобіля спрямована трохи всередину повороту. Якщо виникає недостатня повертальність, центр мас "виноситься" назовні повороту, а автомобіль повертає менше, ніж задається керуванням. При надмірній повертальності задня частина автомобіля зсувається назовні, а кут відхилення збільшується, що може призводити до занесення.

Таким чином, положення автомобіля відносно ЦМ у круговому русі є показником стійкості та здатності транспортного засобу зберігати контрольованість. Аналіз цих параметрів дозволяє оцінити ефективність шин, конструктивні особливості шасі та роботу систем активної безпеки.

### 3.8 Визначення ефективності запропонованих рішень

Нижче подано оцінку ефективності запропонованих рішень з формування раціональних шинних робіт (регулярний контроль тиску, балансування, регулювання розвал-сходження, ротація, використання TPMS та сучасного обладнання) з кількісними розрахунками за реалістичними

припущеннями.

Перелік запропонованих заходів:

1. Систематичний контроль і підтримка нормативного тиску (TPMS або щоденний контроль).
2. Балансування і корекція вібрацій.
3. Регулювання розвалу-сходження (wheel alignment).
4. Ротація шин за пробігом.
5. Використання діагностики стану протектора (візуальна/тензометрична) та сучасного шиномонтажного обладнання.

Перелік ефектів: зниження інтенсивності зносу, зростання коефіцієнта зчеплення ( $\mu$ ), зменшення коефіцієнта опору коченню ( $C_{\text{пр}}$ ), зниження витрат палива, менша ймовірність аварій.

Інтенсивність зносу протектора (емпірична форма):

$$\frac{dh}{ds} = C p^m v^n$$

Початкові дані для розрахунків наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Початкові дані для розрахунків ефектів від формування раціональної системи шинних робіт

Показник	Позначення	Початкове значення	Після заходів	Одиниці	Примітки
Річний пробіг одного автомобіля	L	40 000	—	км	—
Коефіцієнт опору коченню (початковий)	$C_{\text{пр}^0}$	0,012	—	—	—
Коефіцієнт опору коченню (після заходів)	$C_{\text{пр}}$	—	0,010	—	Зниження на 0,002 ( $\approx 16,67\%$ )
Коефіцієнт зчеплення при гальмуванні (початковий)	$\mu_0$	0,70	—	—	неідеальні шини

Коефіцієнт зчеплення при гальмуванні (після заходів)	$\mu$	—	0,80	—	оптимальний тиск, профіль протектора
Темп зносу гуми (початковий)	$\dot{z}_0$	0,9	—	мм / 1000 км	середній темп зносу
Темп зносу гуми (після заходів)	$\dot{z}_1$	—	0,72	мм / 1000 км	зниження на 20 %
Робочий ресурс корисного шару протектора	$h_{use}$	6,4	—	мм	гранична товщина робочого шару
Ціна одного колеса (шини)	$P_{tyre}$	5 000	—	грн.	за шину
Річна витрата палива	$V_{fuel}$	6 000	—	л	на автомобіль
Ціна пального	$P_{fuel}$	50	—	грн. / л	роздрібна ціна
Кількість робочих коліс	$N_{wheels}$	4	—	од.	робочі (експлуатаційні) колеса

Гальмівна відстань (з ігноруванням реакційного часу тобто фізичний гальмівний шлях):

$$d = \frac{v^2}{2\mu g},$$

(3.1)

де  $v$  — швидкість (м/с),

$\mu$  — коефіцієнт зчеплення,  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>.

Витрати палива пропорційні опору коченню, а економія палива пропорційна відносному зниженню  $C_{tr}$ .

Нижче наведений розрахунок збільшення ресурсу шини для одного колеса. Початковий ресурс знайдено за формулою:

$$L_0 = \frac{h_{use}}{\text{темп зносу}} \times 1000 = \frac{6,4 \text{ мм}}{0,9 \text{ мм/1000 км}} \times 1000 = 7111 \text{ км.}$$

Ресурс після формування системи шинних робіт (зниження зносу на 20%, темп зносу 0,72 мм/1000 км)

$$L_1 = \frac{6,4}{0,72} \times 1000 = 8889 \text{ км.}$$

Кількість замінів на рік до заходів:

$$N_0 = \frac{40000}{7111} = 5,625.$$

Кількість замінів на рік після заходів:

$$N_1 = \frac{40000}{8888} = 4,5.$$

Економія у кількості замінів на колесо:

$$\Delta N = N_0 - N_1 = 5,625 - 4,5 = 1,125.$$

Економія витрат на одне колесо:

$$\Delta C_{\text{tyre},1} = \Delta N \times P_{\text{tyre}} = 1,125 \times 5000 = 5625 \text{ грн./рік.}$$

Для 4 коліс:

$$\Delta C_{\text{tyre},4} = 5625 \times 4 = 22500 \text{ грн./рік.}$$

Розрахунок економії палива через зниження опору коченню:

$$\eta_{\text{fuel}} = \frac{C_{rr0} - C_{rr1}}{C_{rr0}} = \frac{0,012 - 0,010}{0,012} = \frac{0,002}{0,012} = 16,67\% \text{ грн./рік.}$$

Економія обсягу палива:

$$\Delta V = V_{fuel} \times 0,1666667 = 6000 \times 0,1666667 = 1000 \text{ л/рік.}$$

Грошова економія:

$$\Delta C_{fuel} = 1000 \times 50 = 50000 \text{ грн./рік.}$$

Гальмівної відстані при  $\mu_0 = 0,7$ :

$$d_0 = \frac{v^2}{2\mu_0 g} = \frac{493,8271605}{2 \times 0,70 \times 9,81} = 35,96 \text{ м.}$$

Гальмівної відстані при  $\mu_1 = 0,8$ :

$$d_1 = \frac{493,8271605}{2 \times 0,80 \times 9,81} = 31,48 \text{ м.}$$

Абсолютне зменшення гальмівного шляху:

$$\Delta d = d_0 - d_1 = 35,96 - 31,48 = 4,48 \text{ м.}$$

Для оцінки зменшення ймовірності аварій аналізується залежність між гальмівним шляхом і частотою ДТП. Пропорційний підхід: якщо головні аварії пов'язані зі зупинкою або гальмуванням, то приблизне зниження ризику залежить від відносного зменшення гальмівного шляху на 12–13 %. Тобто для сегменту ДТП, де критичним є гальмування, ризик може знизитися на 12%.

### 3.9 Висновки за розділом

1. Сформована велика система пінних робіт, яка має за мету

зниження аварійності на автомобільному транспорті.

2. Велика система містить сукупність підсистем, які можуть сприяти вирішенню суттєвої суспільної проблеми тільки при умові їх спільного функціонування.

3. Означену систему слід оптимізувати за різними критеріями для конкретних марок автомобілів.

4. В результаті формування раціональної системи шинних робіт отримана загальна річна економія на шинах (22500 грн.) та на паливі (50000 грн.). Сумарні прямі експлуатаційні витрати складають 72500 грн. Також враховуються непрямі вигоди за рахунок зниження ймовірності ДТП (економія на ремонтах, страхових преміях), покращення іміджу СТО, збільшення довіри клієнтів.



## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи були вирішені наведені нижче задачі.

1. Проаналізовано діяльність ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ". Слід зазначити, що існуюча СТО раціонально виконує технічні впливи на автомобілі та задовольняє своїми послугами мешканців міста. Разом із тим, аналіз показав, що підприємство має потенціал для подальшого вдосконалення процесів технічного обслуговування, зокрема шляхом впровадження сучасних методів діагностики, оптимізації шинних

робіт та використання новітнього обладнання для контролю технічного стану транспортних засобів.

2. Проведений аналіз наукових літературних джерел щодо формування системи технічних впливів на підприємстві. Визначено наступне:

- технічні впливи є ключовими елементами системи безпеки дорожнього руху;
- якість і стандартизація процесів технічного обслуговування мають прямий зв'язок із рівнем аварійності транспортних засобів;
- впровадження цифрових технологій (IoT, Big Data, digital twin) створює нові можливості для автоматизованого контролю технічного стану;
- формування системи технічних впливів на СТО повинно базуватися на принципах комплексності, адаптивності та управління ризиками.

3. Використана методика визначення кількості постів технічних впливів для СТО за критерієм мінімальних сумарних витрат, де ураховуються економічні інтереси робітників СТО і «загублені» в черзі гроші відвідувачів – автомобілістів. Тим самим, гарантується консенсус між отриманням грошей СТО і привабливістю до станції клієнтів. Визначені аспекти розвитку шинного комплексу.

4. Виконана оцінка впливу кутів установки автомобільних коліс на безпеку руху дала змогу встановити, що відхилення від нормативних значень параметрів розвалу та сходження істотно впливають на стійкість транспортного засобу, рівномірність зношування шин і ефективність керування. Визначено, що навіть незначні порушення геометрії підвіски спричиняють зменшення плями контакту колеса з дорогою, що підвищує ризик втрати зчеплення під час маневрування або гальмування. Результати дослідження підтверджують необхідність регулярного контролю та коригування кутів установки коліс під час технічного обслуговування. Оптимізація цих параметрів забезпечує підвищення курсової стійкості, зменшення витрати пального та продовження ресурсу шин. Таким чином,

правильне налаштування кутів установки коліс є важливим технічним чинником, що безпосередньо впливає на рівень активної безпеки автомобіля.

5. Досліджено силове поле в контактній сумісній роботі рушійної і опорної поверхні системи "колесо-дорога". Розподіл контактних напружень у зоні взаємодії шини з дорожнім покриттям має нерівномірний характер і залежить від навантаження на вісь, тиску в шині та властивостей дорожнього матеріалу. Встановлено, що зі збільшенням швидкості руху та динамічних коливань змінюється форма плями контакту, що впливає на ефективність передачі тягових зусиль і стабільність руху автомобіля. Аналіз силового поля дозволив визначити критичні ділянки, де виникають пікові напруження, що прискорюють зношування протектора. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації конструкції шин і вдосконалення технологій обслуговування з метою підвищення зчепних властивостей системи "колесо-дорога" та забезпечення безпеки руху.

6. Сформована раціональна система шинних робіт, яка має за мету зниження аварійності на автомобільному транспорті. Вона містить сукупність підсистем, які можуть сприяти вирішенню суттєвої суспільної проблеми тільки при умові їх спільного функціонування. Таку систему слід оптимізувати за різними критеріями для конкретних марок автомобілів.

7. Визначена ефективність технічних рішень. Запропоновані шинні роботи дають одночасно технічну і економічну користь: зниження інтенсивності зносу  $\approx 20\%$ , скорочення витрат палива  $\approx 16,7\%$ , істотне скорочення гальмівного шляху.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Солтус А.П. Кінематика і динаміка еластичного колеса як цілісного механізму монографія / Солтус А. П., Клімов Е.С. Кременчук Видавництво «НОВАБУК», 2025. 192 с.
2. Lüders A. Beitrag zum Problem der Laufunruhe von Fahrzeugrädern / A. Lüders, O. Hofmann, H. Brinkmann // ATZ 73. 1996. № 1. S. 1 – 8.
3. Дугельний В.М. Покращення курсової стійкості легкового автомобіля з урахуванням силової неоднорідності його шин : автореф. дис... на здобуття наук. ступеню. канд. тех. наук : 05.22.02 «Автомобілі та трактори» / В.М. Дугельний. К., 2006. 20 с.
4. Вербицький В.Г., Макаров В.А., Костенко А.В. До питання про вплив розташування шин із жорсткісною неоднорідністю на курсову стійкість руху легкового автомобіля. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2007. № 2. С. 7–15.
5. Волков В.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля : [навч. посіб.] / В.П. Волков. – Х. : ХНАДУ, 2003. 292 с.
6. Макаров В.А., Нагорний А.Л., Філіпов В.А. Аналіз залежності зношування шин від швидкісного режиму руху. Матеріали LV Всеукраїнської науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, Вінниця, 17.11.2025 р. – 27.03.2026. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2026/schedConf/presentations>.
7. АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРДЖЖЯ: веб сайт. URL: <https://www.renault-adamant.zp.ua>.
8. Alpine Active Torque Vectoring is more than a limited-slip differential: it's a game-changer. URL: <https://www.renaultgroup.com/en/magazine/technology/alpine-a390-active-torque-vectoring-brings-next-level-e-agility>

9. Koomstra, M. J., Oppe, S., & Wegman, F. (2002). Safety effects of road design standards. SWOV Institute for Road Safety Research, Netherlands.
10. OECD/ITF (2016). Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System. OECD Publishing, Paris.
11. Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., et al. (2004). World Report on Road Traffic Injury Prevention. World Health Organization.
12. Mannering, F. L., Bhat, C. R., Shankar, V. N., & Abdel-Aty, M. (2016). Big data, traditional data and the tradeoffs between prediction and causality in highway-safety analysis. *Analytic Methods in Accident Research*, 11, 22–35.
13. Jurewicz, C., et al. (2018). Development of the Safe System assessment framework. *Transportation Research Record*, 2672(37), 1–10.
14. Хирпов І. В. (2023). Improving the structural reliability and safety of road transport vehicles based on adaptation to operating conditions. *Modern Problems of Innovative Electrical Engineering and Automation*, 39(II).
15. Torbic, D. J., Harwood, D. W., et al. (2010). Guidelines for the selection of speed reduction treatments at high-speed intersections. Transportation Research Board, NCHRP Report 613.
16. Ziakopoulos, A., & Yannis, G. (2020). A review of spatial approaches in road safety. *Accident Analysis & Prevention*, 135, 105323.
17. Elvik, R. (2019). Assessing the effectiveness of road safety measures. *Accident Analysis & Prevention*, 131, 242–251.
18. Wang, C., et al. (2023). Digital twin-based traffic safety management: integrating vehicle dynamics and environmental factors. *IEEE Access*, 11, 14056–14071.
19. Zhang, G., et al. (2022). A comprehensive review of automated traffic enforcement systems. *Journal of Transportation Safety & Security*, 14(6), 772–789.
20. World Health Organization (2023). Global status report on road safety 2023. WHO.
21. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах / Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Бариллович Л.П. та інші. К.: Логос, 1996. 348с.

22. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
23. Біліченко В.В., Крещенецький В. Л., Варчук В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник / В. В. Біліченко. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171 с.
24. Кукурудзяк Ю.Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник МОН / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк. - Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. - 336 с.
25. Бруннер Х., Ліерс Г., Макаров В.А., Сердюк Р.М. До необхідності зниження аварійності на автомобільних дорогах регіонів України. Матеріали XIII-ої Міжнародної науково-технічної інтернет конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 15-17 квітня 2025 року : збірник наукових праць [Електронний ресурс]. Вінниця: ВНТУ, 2025. С. 86-90.
26. Поліпшення курсової стійкості руху легкового автомобіля за підтримки еластичних рушіїв : монографія [Електронний ресурс] / В. А. Макаров, Т. В. Макарова, Д. В. Борисюк, О. В. Вдовиченко ; за заг. ред. В. А. Макарова. Вінниця : ВНТУ, 2022. 211 с.
27. Аспекти розвитку, функціонування та дослідження еластичного рушія колісного транспортного засобу : монографія [Електронний ресурс] / В. А. Макаров, Т. В. Макарова, Д. В. Борисюк, Є. В. Смирнов; за заг. ред. В. А. Макарова. – Вінниця : ВНТУ, 2023. 149 с.
28. Костенко А.В., Петров О.В. До питання про визначення відведення колеса як жорсткісної характеристики автомобільної шини. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2004. № 2. С. 10 – 14.
29. Schubert J.: Experimentelle und theoretische Untersuchungen zum Reifen : Doktor-ingenieurs Dissertation : Fahrbahn-Rollgeräusch / J. Schubert. – Dresden, 2003. 113 s.

30. Державний контроль є найдієвішим механізмом запобігання аварійності. Урядовий портал : веб. сайт. URL : <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/yevgen-pronchenko-derzhavnij-kontrol-ye-pajdiyevis/> (дата звернення: 18.12.2025).
31. Макаров В.А., Костенко А.В., Петров О.В. До вибору математичної моделі для дослідження курсової стійкості руху автомобіля з урахуванням жорсткісної неоднорідності шин. Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. 2004. № 1. С. 33 – 35.
32. Костенко А.В. До питання про вплив жорсткісної неоднорідності шин на курсову стійкість руху автомобіля. 60 наукова конференція професорсько-викладацького складу і студентів Національного транспортного університету : тези доповідей. К. : НТУ, 2004. С. 27.
33. Willmerding, G. Untersuchungen zur Alterung von PKW – Gürtelreifen / G. Willmerding, T. Ziegler // ATZ. 2000 № 4. S. 272 – 278.
34. Intelligente Reifen – Schon bald Realität? / S. Wolfsried, B. Breuer, T. Becherer [und andere] // ATZ. – 1999. – № 10. – S. 772 – 773.
35. V.G. Verbitskii, V.A. Makarov, V.P. Sakhno, "Influence of the asymmetry of cornering forces on the static stability of two-axle vehicle", International Applied Mechanics, 40, No.11, 1304-1309 (2004).
36. Trechorv P. "Luft war nie so sauber wie heute". VDI nachrichten 8 april 2005. № 14 – S.11.
37. Reckter B. Eine grose Gesundheitsgefahr. VDI nachrichten 8 april 2005. № 14 – S.11.
38. Гаврілов Є. Системологія на транспорті. У., Знання України, 2005. 350 с.

Додаток А  
«Ілюстративна частина»



Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА  
до магістерської кваліфікаційної роботи

**ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНИХ ВПЛИВІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ  
РІВНЯ АВАРІЙНОСТІ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ  
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
«АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ»**

Розробив: студент гр. 1АТ-24м

Нагорний А.Л.

Керівник: д.т.н., проф. кафедри АТМ

Макаров В.А.

Вінниця ВНТУ 2025

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

**Мета роботи** – розробка раціональної системи технічних впливів на шини з урахуванням характеристики силового поля в системі “колесо-дорога”, що забезпечить зниження рівня аварійності автомобілів.

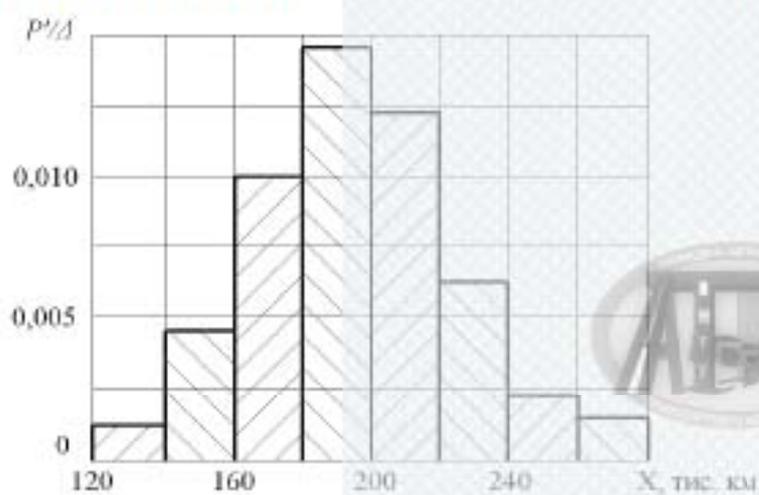
**Задачі дослідження:**

- характеристика діяльності підприємства ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ";
- аналіз наукових літературних джерел щодо формування системи технічних впливів на підприємстві;
- виконання технологічного розрахунку системи технічного обслуговування і поточного ремонту;
- оцінка впливу кутів установки автомобільних коліс на безпеку руху;
- дослідження силового поля в контакті сумісної роботи рушія і опорної поверхні системи “колесо-дорога”;
- сформулювати раціональну систему шинних робіт для безпечних переміщень автомобіля;
- визначити ефективність запропонованих рішень.

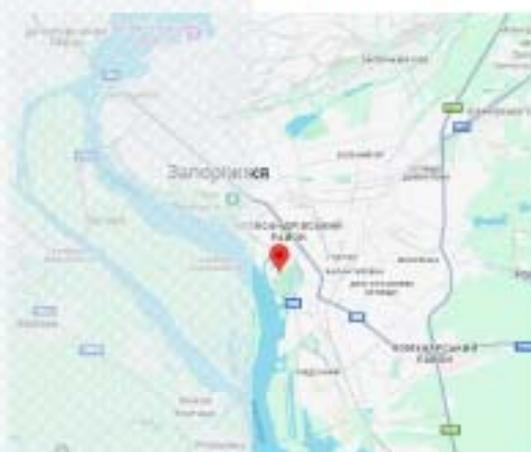
**Новизна дослідження** полягає в поглибленні науково-технічного підходу до підвищення безпеки дорожнього руху шляхом управління силовим полем в контакті колеса з дорогою.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ"

Гістограма ряду розподілу пробігу автомобілів



Місце розміщення



Фрагмент дороги зі зруйнованою поверхнею



Загальний вигляд СТО



## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ"

4

### Зона технічного обслуговування і поточного ремонту



### Система активного розподілу крутного моменту

### Зовнішній вигляд відділу ланцюгів постачань

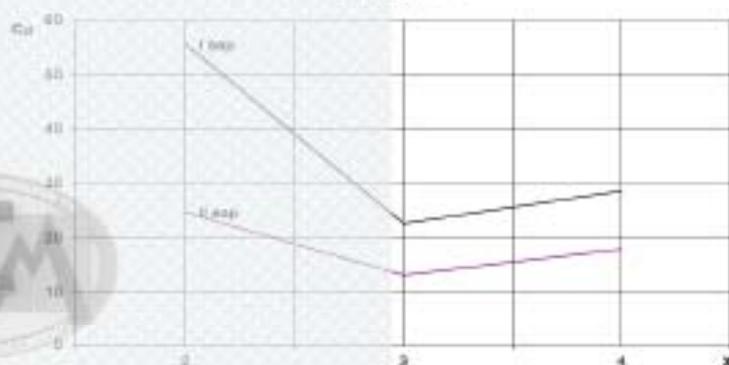


## СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

5

Модель системи, що створює потік АТЗ на шинні роботи

Залежність сумарних витрат від кількості постів



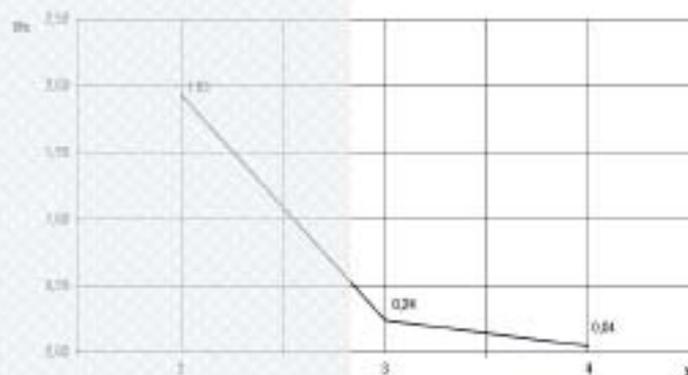
Розрахунок вхідного потоку вимог

$$P_K(t) = \frac{(\lambda \cdot t)^K}{K!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

де  $P_K(t)$  - ймовірність надходження  $K$  вимог за час  $(0, t)$ ;

$\lambda$  - щільність потоку вимог (середнє число вимог, які надходять за одиницю часу).

Залежність довжини черги від кількості постів



## СТУПЕНІ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ШИН

6



## АЛГОРИТМ ВИКОНАННЯ ШИННИХ РОБІТ

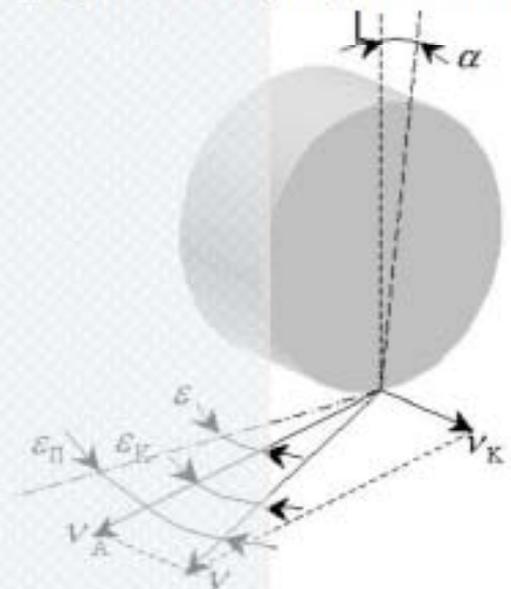
7



### Зовнішній контроль технічного стану



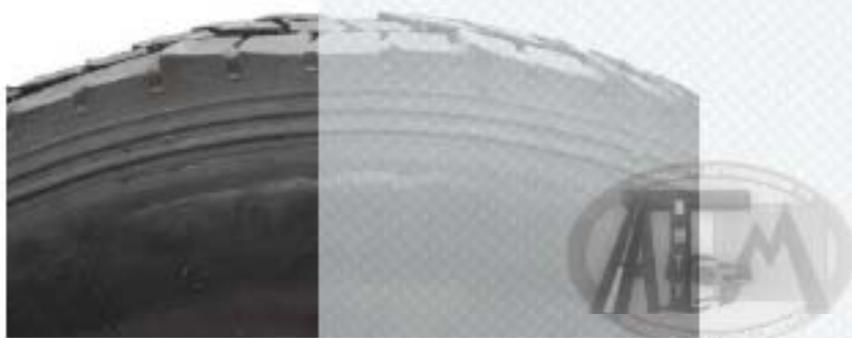
### Схема регулювання кутів установки коліс



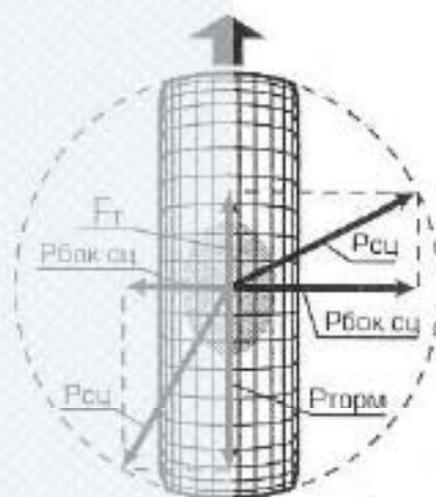
## АЛГОРИТМ ВИКОНАННЯ ШИННИХ РОБІТ

8

Пилкоподібний знос шини



Сили в контактi



Поверхня дороги



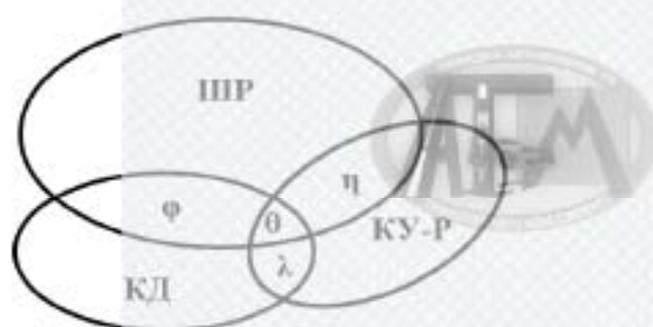
Відбиток плями контакту шини



## ВЗАЄМОДІЯ АВТОМОБІЛЯ ТА ДОРОГИ

9

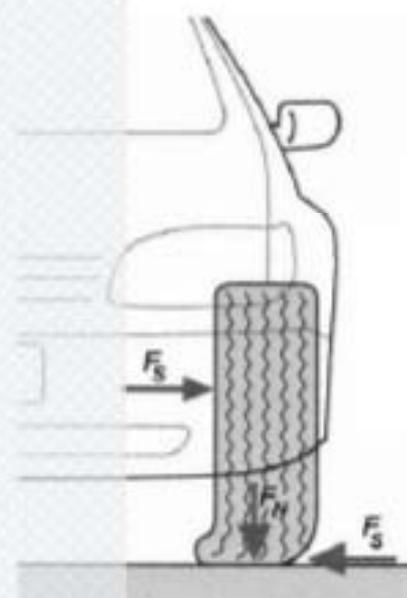
Велика система – сукупність множин, які можуть діяти сумісно з шинними роботами



К-Д – колесо – дорога; КУ-Р – кузовні роботи;

$\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $\eta$  – сумісні дії двох множин;  $\theta$  – сумісна дія всіх трьох множин

Візуалізація сил і деформації шини



## КОМПЛЕКСНА ДІАГНОСТИКА ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

10



**На комп'ютерному стенді SDL перевіряється:**

- відхилення автомобіля від прямолінійного руху;
- коефіцієнт зчеплення автомобіля з дорогою (робота кожного з амортизаторів);
- вільний накат для кожного колеса автомобіля;
- биття гальмівних дисків і овальність гальмівних барабанів;
- ефективність роботи гальмівної системи для кожного колеса і в цілому для автомобіля.

**На стенді - Люфтомір ATZ перевіряється:**

- люфти підвіски;
- сайлентблоки.

**На підйомнику перевіряються елементи:**

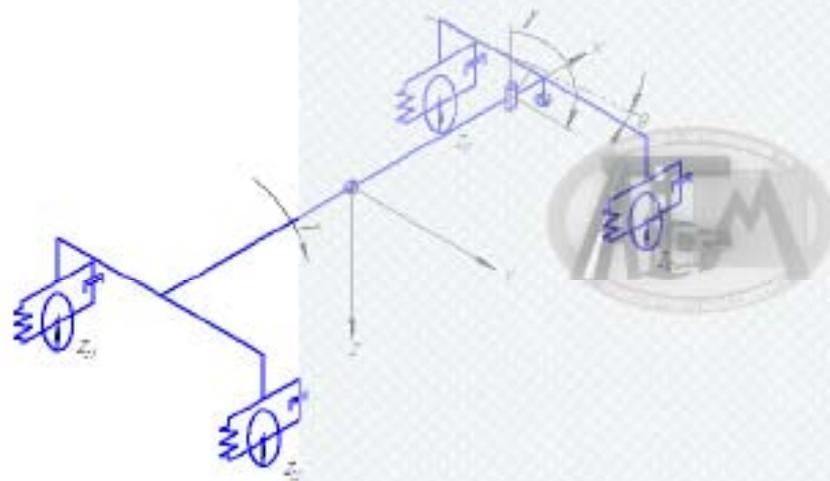
- підвіски;
- рульової системи;
- гальмівної системи;
- приводу автомобіля.

**Важливо, що виміряється інтегральний параметр – бічне відведення шини, який дозволяє перейти до розглядання теоретичного аспекту параметрів, що характеризують стійкий рух АТЗ.**

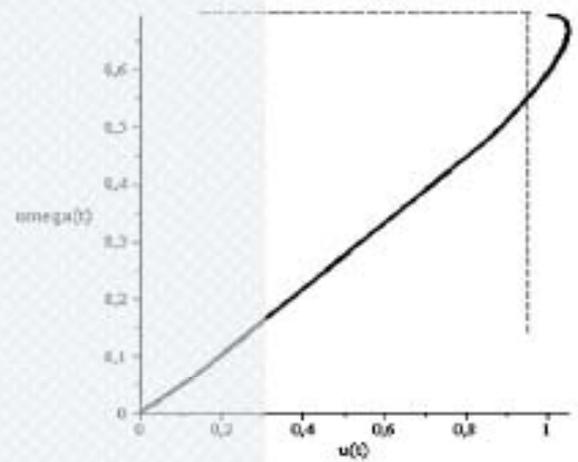
## АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ РУХУ

11

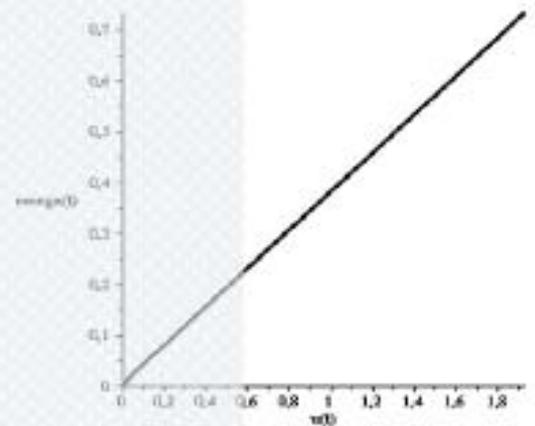
Принципова схема просторової моделі автомобіля



Фазові траєкторії

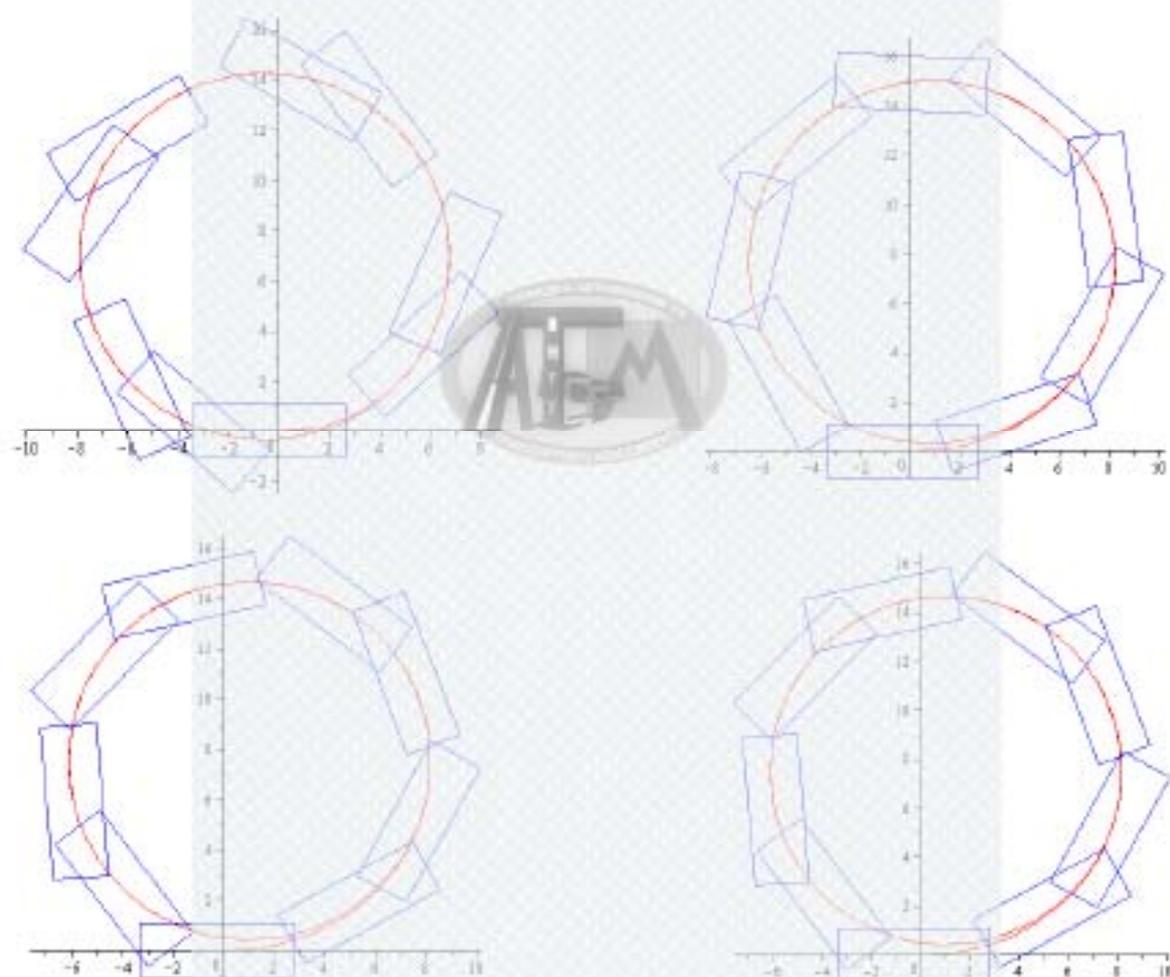


$\omega(t)$  – кутова швидкість обертання відносно вертикальної вісі, що проходить через центр мас;  $u(t)$  – бічна складова швидкості центру мас



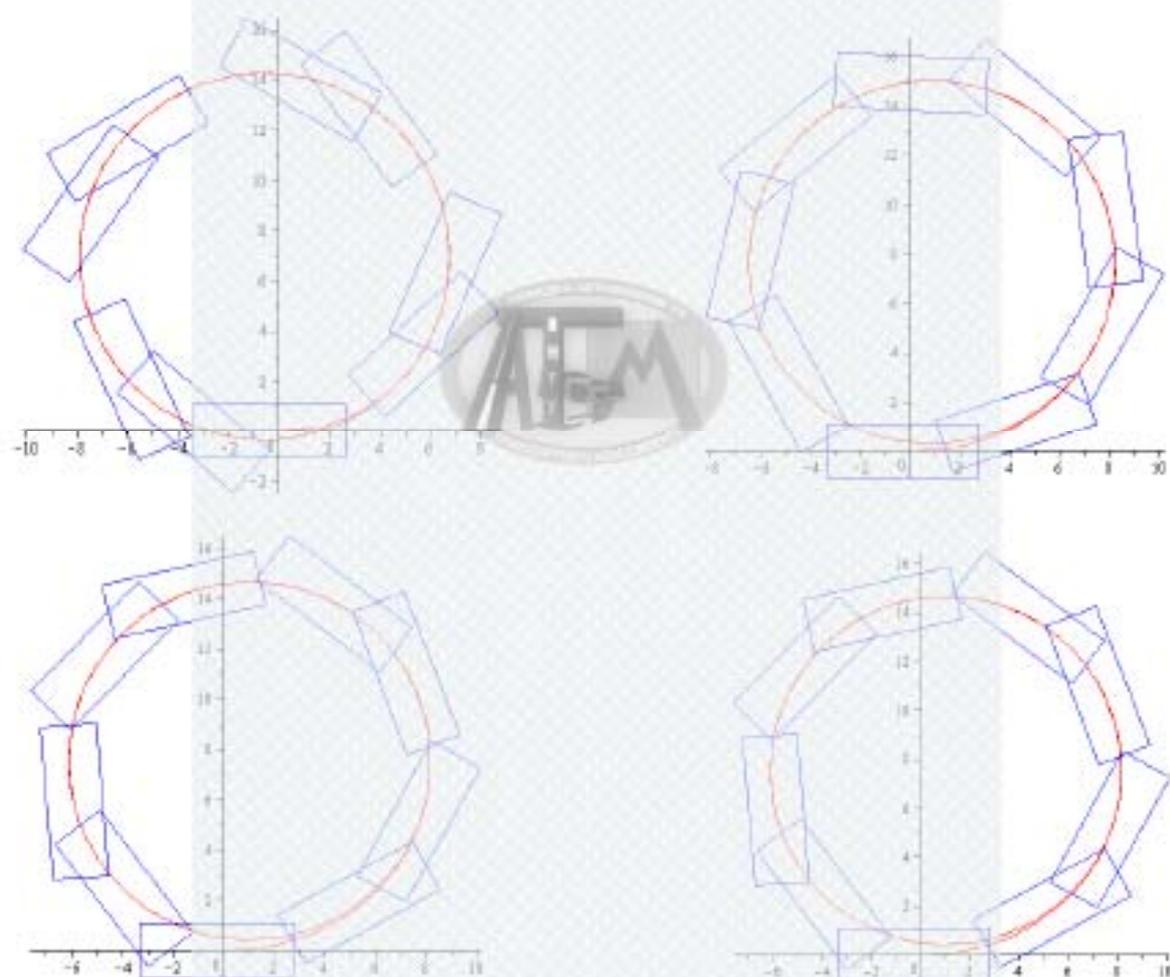
## ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЦЕНТРУ МАС АВТОМОБІЛЯ

12



## ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЦЕНТРУ МАС АВТОМОБІЛЯ

13



## ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

### Початкові дані для розрахунків

Показник	Позначення	Початкове значення	Після заходів	Одиниці	Примітки
Річний пробіг одного автомобіля	L	40 000	—	км	—
Коефіцієнт опору каченню (початковий)	C <sub>к0</sub>	0,012	—	—	—
Коефіцієнт опору каченню (після заходів)	C <sub>к1</sub>	—	0,010	—	Зниження на 0,002 (-16,67%)
Коефіцієнт зчеплення при гальмуванні (початковий)	μ <sub>0</sub>	0,70	—	—	негладка шина
Коефіцієнт зчеплення при гальмуванні (після заходів)	μ <sub>1</sub>	—	0,80	—	остаточний тиск, профіль протектора
Темп зносу гуми (початковий)	z <sub>0</sub>	0,9	—	мм / 1000 км	середній темп зносу
Темп зносу гуми (після заходів)	z <sub>1</sub>	—	0,72	мм / 1000 км	зниження на 20%
Робочий ресурс корисного шару протектора	h <sub>кш</sub>	6,4	—	мм	гранична товщина робочого шару
Ціна одного колеса (шина)	P <sub>кол</sub>	3 000	—	грн.	за шину
Річна витрата палива	V <sub>пал</sub>	6 000	—	л	на автомобіль
Ціна пального	P <sub>пал</sub>	30	—	грн. / л	роздрібна ціна
Кількість робочих коліс	N <sub>кол</sub>	4	—	од.	робочі (експлуатаційні) колеса

Гальмівної відстані при  $\mu_0 = 0,7$ :

$$d_0 = \frac{v^2}{2\mu_0 g} = \frac{493,8271605}{2 \times 0,70 \times 9,81} = 35,96 \text{ м.}$$

Гальмівної відстані при  $\mu_0 = 0,8$ :

$$d_1 = \frac{493,8271605}{2 \times 0,80 \times 9,81} = 31,48 \text{ м.}$$

Авсолютне зменшення  
гальмівного шляху

$$\Delta d = d_0 - d_1 = 35,96 - 31,48 = 4,48 \text{ м.}$$

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано діяльність ТОВ "АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ". Слід зазначити, що існуюча СТО раціонально виконує технічні впливи на автомобілі та задовольняє своїми послугами мешканців міста. Разом із тим, аналіз показав, що підприємство має потенціал для подальшого вдосконалення різних процесів.
2. Проведений аналіз наукових літературних джерел щодо формування системи технічних впливів на підприємстві.
3. Використана методика визначення кількості постів технічних впливів для СТО за критерієм мінімальних сумарних витрат, де ураховуються економічні інтереси робітників СТО і «загублені» в черзі гроші відвідувачів – автомобілістів. Тим самим, гарантується консенсус між отриманням грошей СТО і привабливістю до станції клієнтів. Визначені аспекти розвитку шинного комплексу.
4. Виконана оцінка впливу кутів установки автомобільних коліс на безпеку руху дала змогу встановити, що відхилення від нормативних значень параметрів розвалу та сходження істотно впливають на стійкість транспортного засобу, рівномірність зношування шин і ефективність керування. Визначено, що навіть незначні порушення геометрії підвіски спричиняють зменшення плями контакту колеса з дорогою, що підвищує ризик втрати зчеплення під час маневрування або гальмування. Результати дослідження підтверджують необхідність регулярного контролю та коригування кутів установки коліс під час технічного обслуговування.
5. Досліджено силове поле в контактній сумісній роботі рушії і опорної поверхні системи "колесо-дорога". Розподіл контактних напружень у зоні взаємодії шини з дорожнім покриттям має нерівномірний характер і залежить від навантаження на вісь, тиску в шині та властивостей дорожнього матеріалу. Встановлено, що зі збільшенням швидкості руху та динамічних коливань змінюється форма плями контакту, що впливає на ефективність передачі тягових зусиль і стабільність руху автомобіля. Аналіз силового поля дозволив визначити критичні ділянки, де виникають пікові напруження, що прискорюють зношування протектора.
6. Сформована раціональна система шинних робіт, яка має за мету зниження аварійності на автомобільному транспорті. Вона містить сукупність підсистем, які можуть сприяти вирішенню суттєвої суспільної проблеми тільки при умові їх спільного функціонування. Таку систему слід оптимізувати за різними критеріями для конкретних марок автомобілів.
7. Запропоновані шинні роботи дають одночасно технічну і економічну користь: зниження інтенсивності зносу  $\approx 20\%$ , скорочення витрат палива  $\approx 16,7\%$ , істотне скорочення гальмівного шляху.

## Додаток Б

«Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень»



## ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Формування системи технічних відповідей для зниження ризику аварійності колісних транспортних засобів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АДАМАНТ МОТОРС ЗАПОРІЖЖЯ»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедри автомобілів та транспортного менеджменту

Коефіцієнт подібності текстових записочень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КПІ) 29,8 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

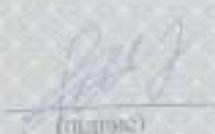
Експертна комісія:

Цимбал С.В., завідувач кафедри АТМ  
(прізвище, ініціали, посада)

  
(підпис)

Кужель В.П., доцент кафедри АТМ  
(прізвище, ініціали, посада)

  
(підпис)

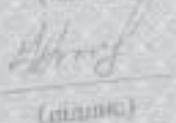
Особа, відповідальна за перевірку   
(підпис)

Цимбал С.В.  
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник   
(підпис)

Макаров В.А., професор кафедри АТМ  
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач   
(підпис)

Нагорний А.Л.  
(прізвище, ініціали)